

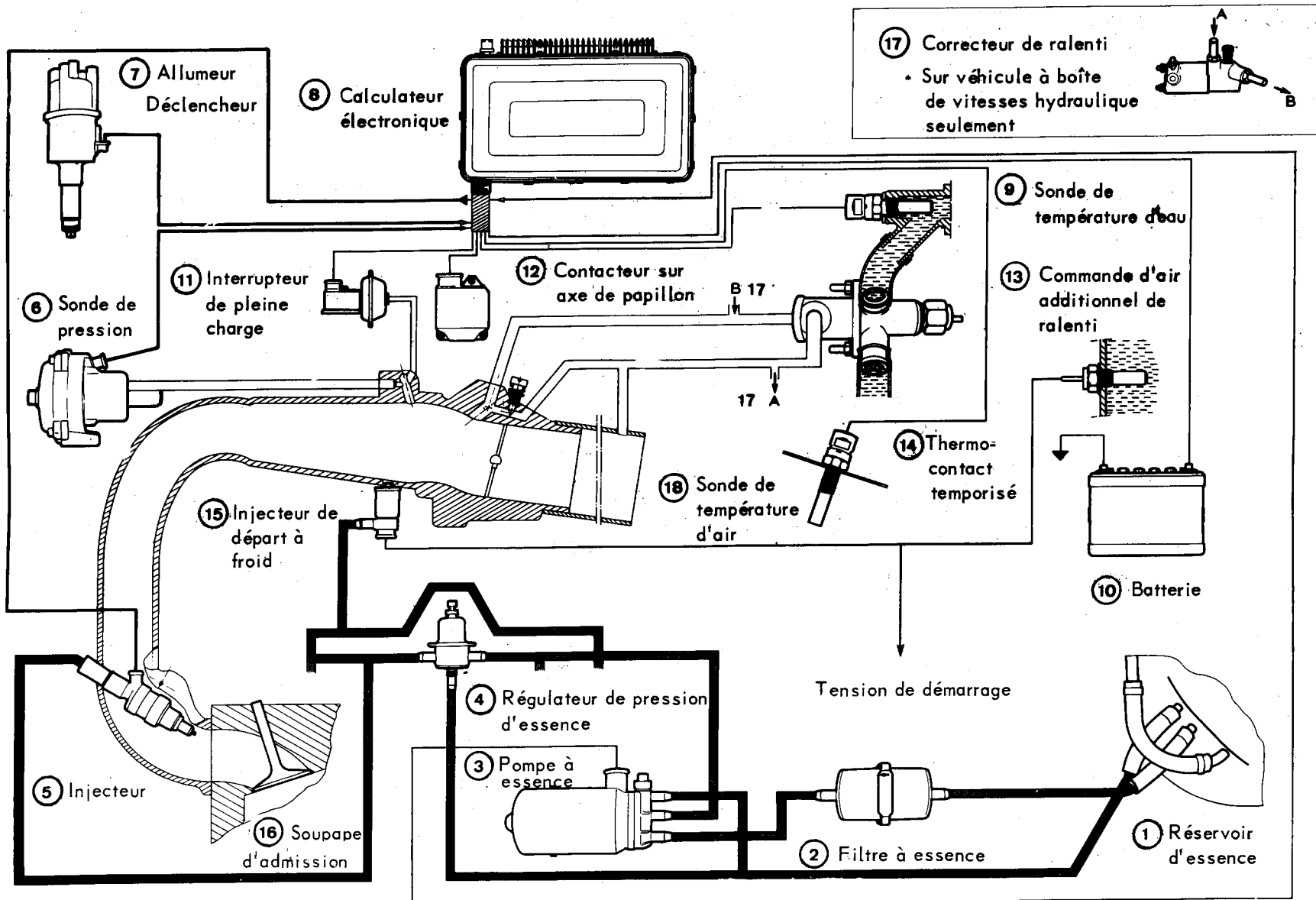


Véhicule D

Aide-mémoire du Cours Injection Électronique

DISPOSITIF D'INJECTION D'ESSENCE A COMMANDE ELECTRONIQUE

D. 14-51 e



INJECTION D'ESSENCE A COMMANDE ÉLECTRONIQUE

Le système d'injection d'essence, appliqué à un moteur à explosion, permet d'introduire, sous la forme la plus favorable à la production d'un mélange carburé convenable, la masse d'essence correspondant à celle d'air admis afin d'obtenir le fonctionnement souhaité du moteur.

Dans le système d'injection à commande électronique, des détecteurs fournissent des renseignements à un calculateur qui les exploite et commande l'injection.

I - PRODUCTION DU MÉLANGE CARBURE.

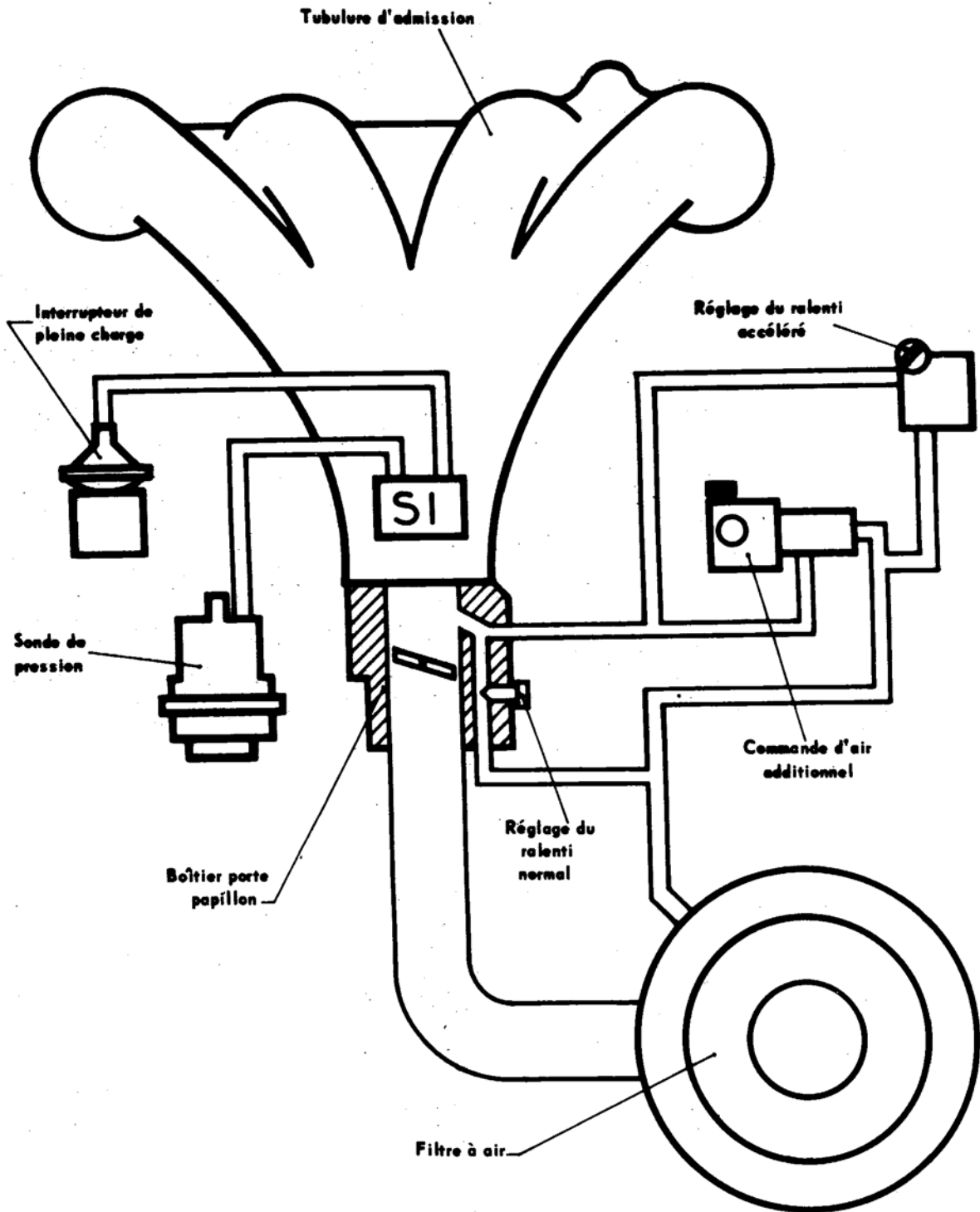
Le système de production du mélange carburé comprend

- UN CIRCUIT D'AIR : la quantité d'air admise dans les cylindres est dosée par un papillon unique directement commandé par la pédale d'accélérateur.
- UN CIRCUIT D'ESSENCE : l'essence est injectée dans le conduit d'admission, en amont de la soupape d'admission de chaque cylindre. La quantité d'essence injectée est en rapport exact avec la quantité d'air admise dans chaque cylindre.

Le dosage du régime et de la puissance demandée au moteur est donc intimement lié à la quantité d'air admise dans chaque cylindre.

1°) Le circuit d'air.

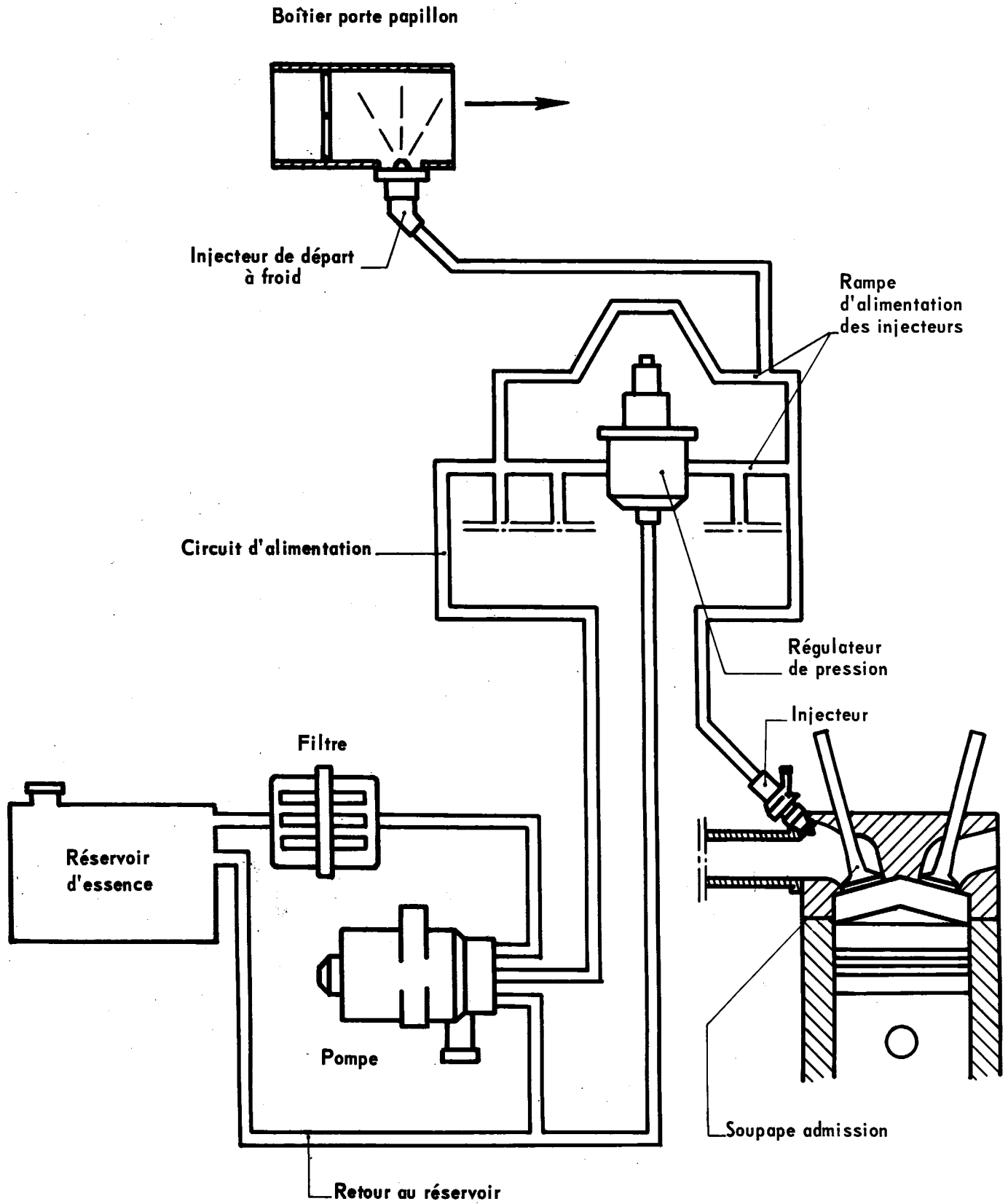
- Les quatre cylindres sont alimentés au moyen de quatre pipes et d'une tubulure d'admission. La forme de ces conduits est telle que la distance parcourue par l'air est peu différente pour chaque cylindre.
- L'entrée d'air principale est commandée par l'ouverture du papillon unique situé à l'entrée de la tubulure (boîtier de papillon).
- Les circuits d'air annexes sont utilisés pour le fonctionnement au ralenti. Ils seront étudiés en détail ultérieurement.



2°) Le circuit d'essence.

L'essence aspirée du réservoir par une pompe électrique traverse un filtre (élément filtrant en papier) puis est refoulée par cette pompe vers la rampe d'alimentation des injecteurs.

- La pression d'essence est régulée à 2 kg/ cm² par un régulateur de pression. L'excès d'essence retourne directement au réservoir.
- La quantité d'essence injectée est fonction de la durée d'ouverture des injecteurs. Cette ouverture est commandée par un calculateur électronique.



a) La pompe à essence.

Débit : 60 à 80 litres heure

Puissance : 40 W environ.

C'est une pompe à rouleaux commandée électriquement; elle comporte une arrivée (en provenance du réservoir) et deux sorties : refoulement en pression et retour au réservoir sans pression.

Le système de pompage se compose d'une chambre cylindrique dans laquelle tourne un disque excentré. Le disque contient à sa périphérie; cinq évidements en forme de poche, dans lesquels se trouve un rouleau. Sous l'action de la force centrifuge, les rouleaux sont plaqués contre la paroi de la chambre cylindrique.

L'effet d'aspiration est produit par l'augmentation du volume des chambres limité par les rouleaux, le disque intérieur et la paroi extérieure ; le refoulement, par une diminution de volume de ces mêmes chambres.

Un piston comportant un méplat ou une rampe hélicoïdale est maintenu en position repos par deux ressorts de tarages différents.

- Pompe à l'arrêt

- le piston obture l'orifice refoulement de la pompe, isolant ainsi le conduit d'aspiration du refoulement.
- le méplat du piston ou la rampe hélicoïdale met en communication l'aspiration avec le retour au réservoir, permettant un dégazage éventuel rapide; à la mise en route de la pompe. .

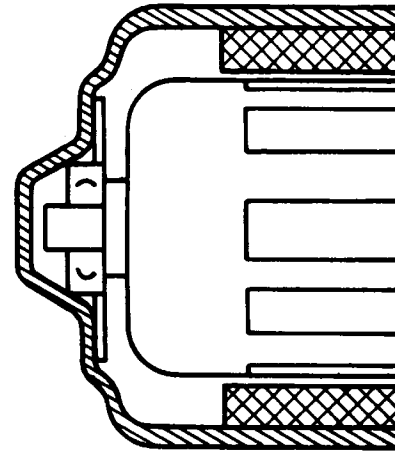
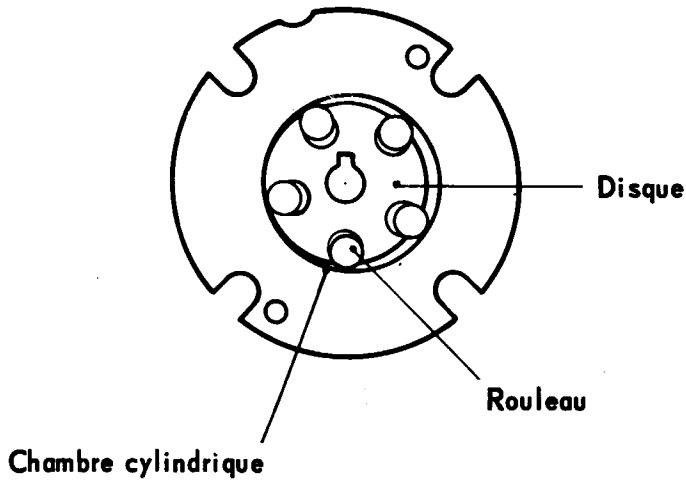
- Pompe en fonctionnement

- Sous l'effet de la pression, le piston se déplace, en comprimant le ressort de rappel (1) de faible tarage. Pour cette position du piston, il n'y a communication qu'entre l'aspiration et le refoulement. Le carburant est refoulé vers la rampe d'alimentation des injecteurs où un régulateur maintient la pression d'essence à 2 kg/ cm².
- Pour une augmentation de pression supérieure à 4 kg/ cm² (augmentation due à un mauvais fonctionnement du régulateur, ou une tuyauterie obturée accidentellement, par exemple) le piston comprime le ressort (2) et permet une communication entre le refoulement et le retour au réservoir.

- A l'arrêt de la pompe

- Les rouleaux n'étant plus plaqués contre la paroi de la chambre, une fuite interne se produit entraînant une baisse de pression d'essence dans le circuit de refoulement.
- Le piston obture l'orifice refoulement pour une pression d'environ 1,3 kg/ cm².

Vue suivant F



D. 14-17

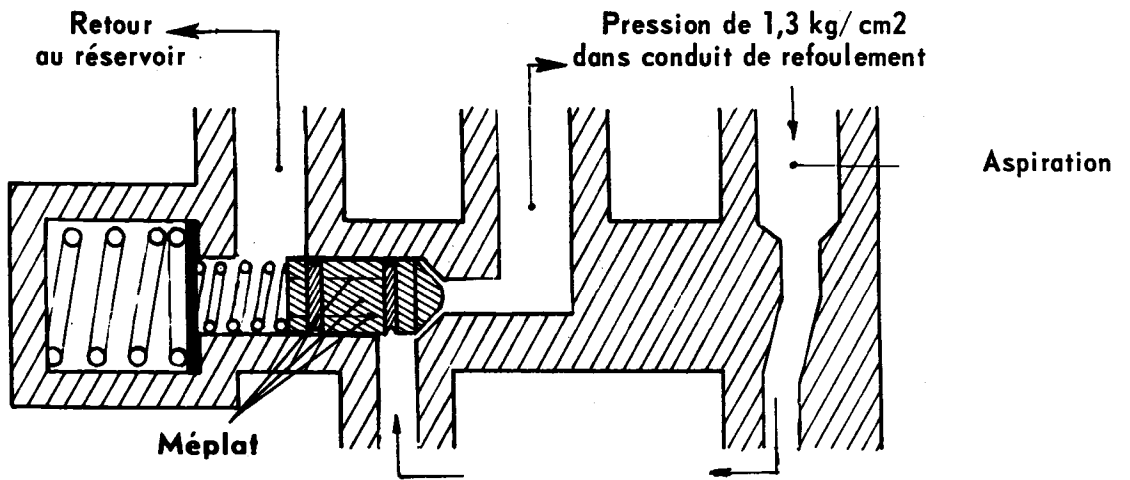


Fig. 33 : POMPE A L'ARRET

D. 14-18

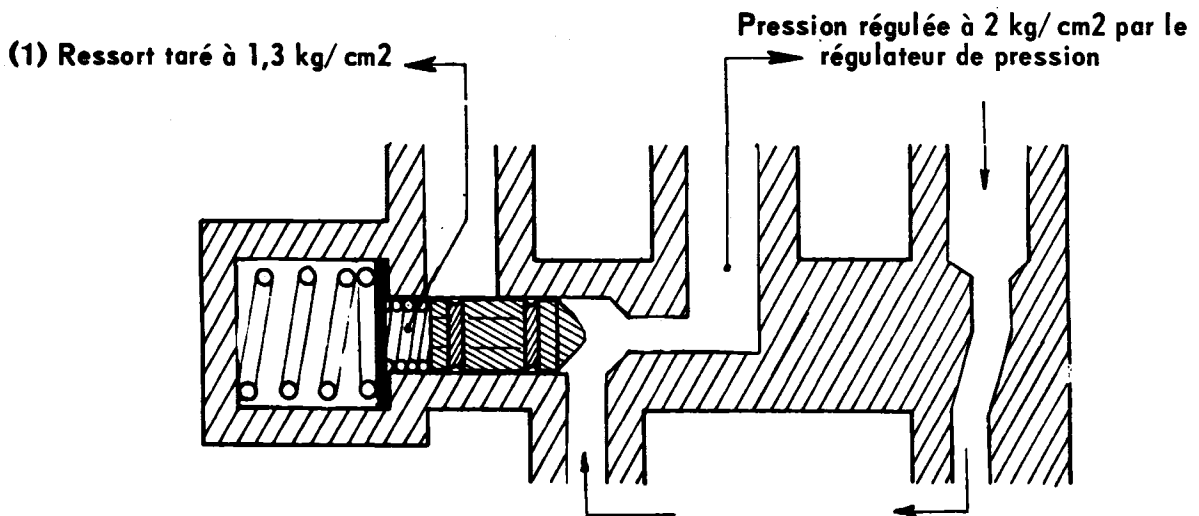


Fig. 34 : MARCHÉ NORMALE

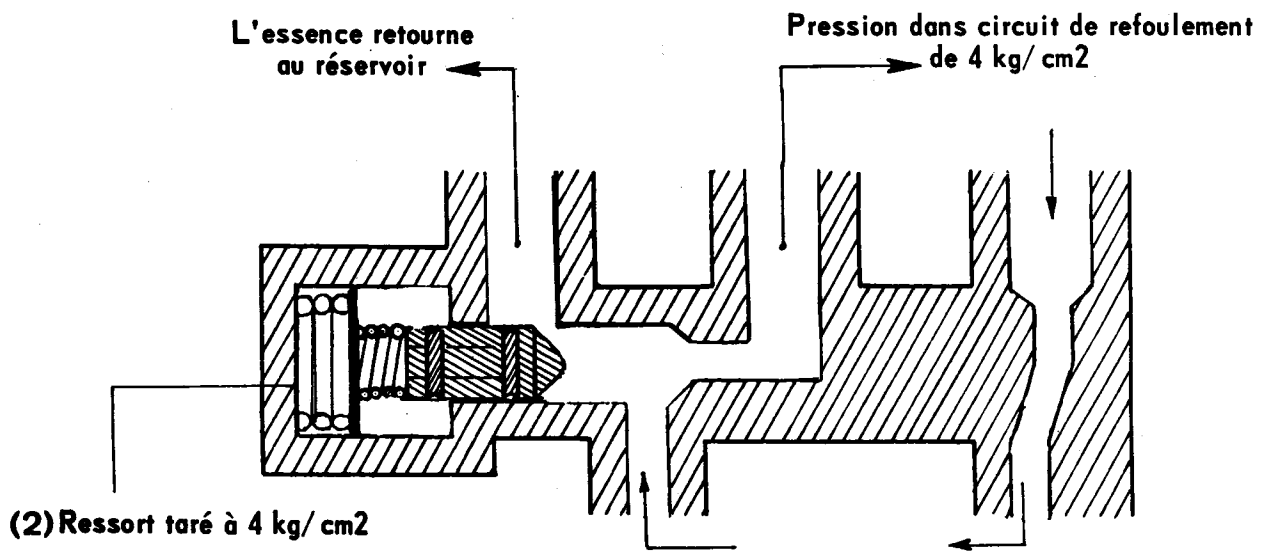
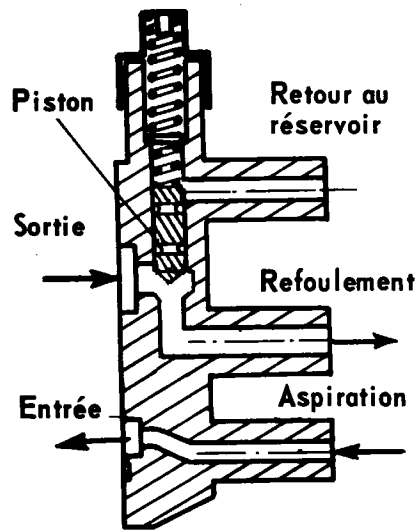
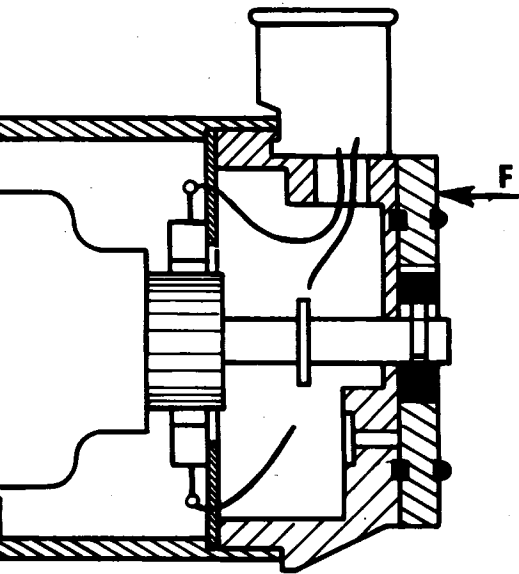


Fig. 35 : SURPRESSION DUE A 'UNE OBTURATION DU REFOULEMENT

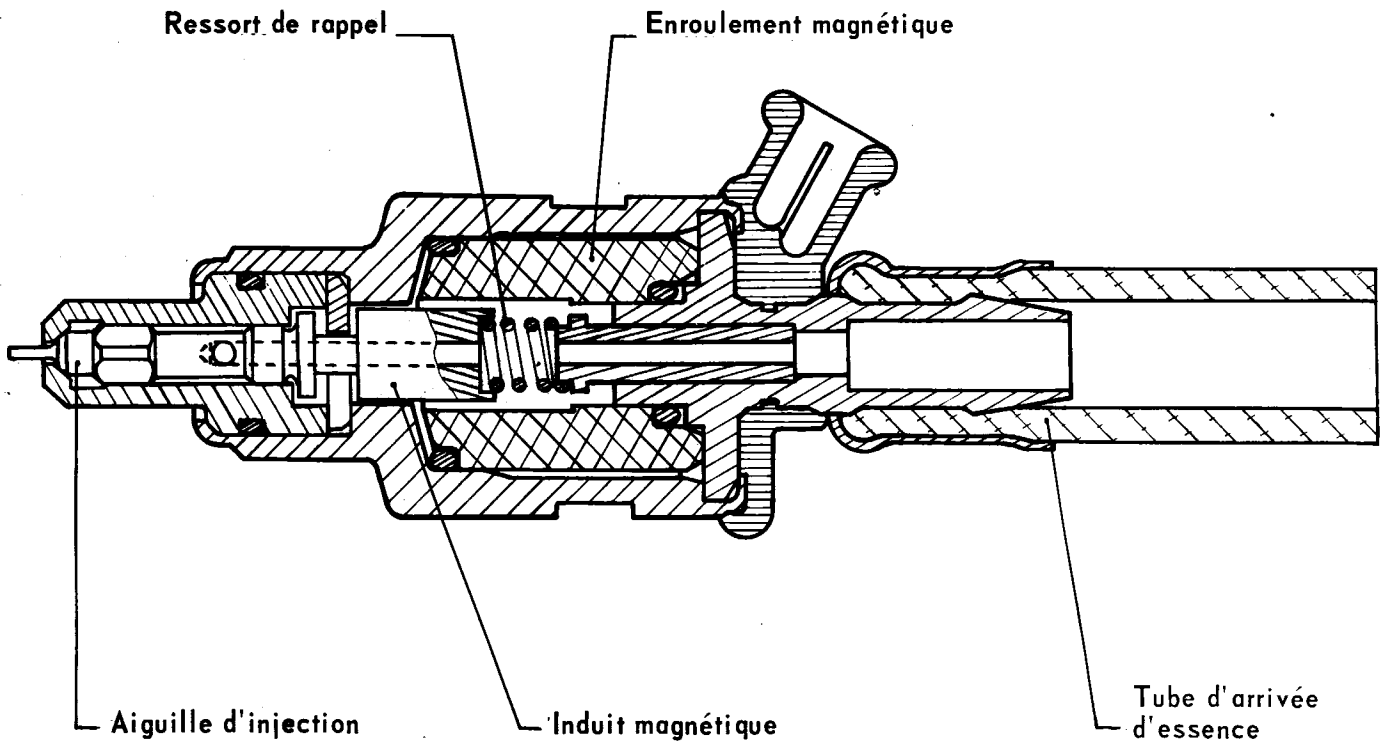
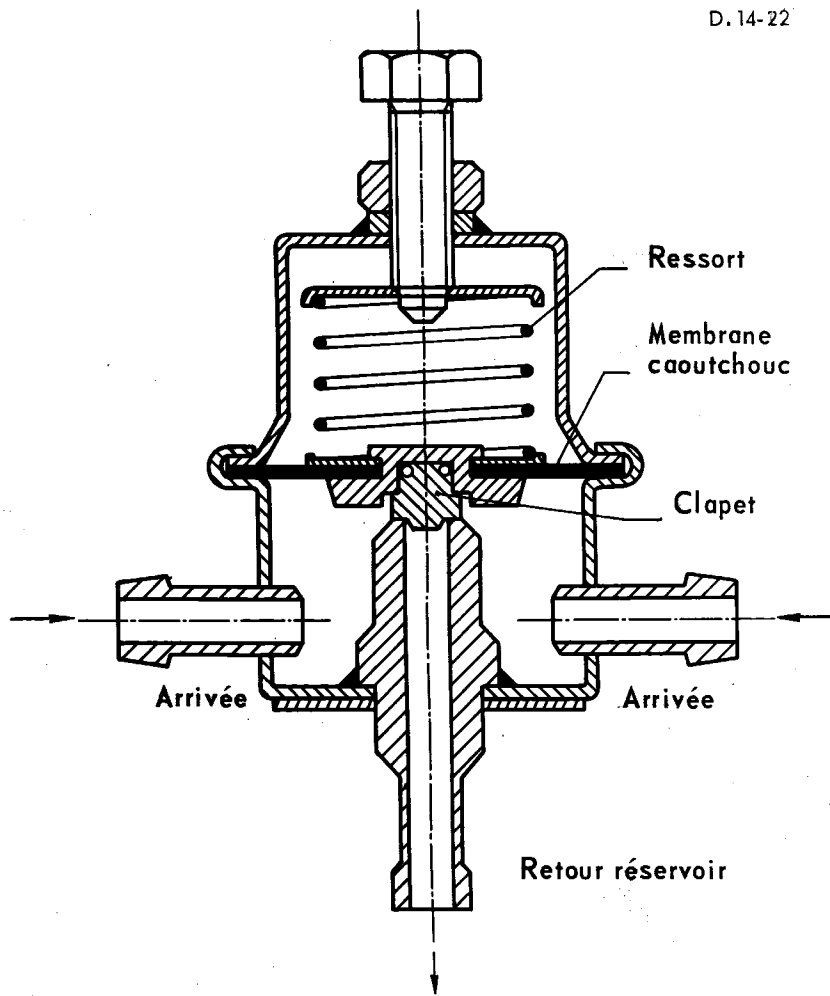
b) Le régulateur de pression

- Il permet de réguler à 2 kg/ cm² la pression de l'essence alimentant les injecteurs.
- Il se compose essentiellement d'une membrane sur laquelle est fixé un clapet. Lorsque la pression d'essence, est suffisante pour déformer la membrane et soulever le clapet (compression du ressort de rappel) l'essence s'écoule par le conduit central.

c) L'injecteur

- IL comporte une aiguille solidaire d'un induit magnétique. Au repos, un ressort de rappel applique l'aiguille sur son siège.
 - L'ensemble est contenu dans un corps d'injecteur qui comprend également un enroulement magnétique. Lorsque cet enroulement est excité, d'induit est attiré, l'aiguille se soulève de son siège et l'injection se produit.
- La quantité d'essence injectée est proportionnelle au temps d'ouverture de l'injecteur, c'est à dire au temps pendant lequel l'électro-aimant est sous tension.

REMARQUE : Les injecteurs fonctionnent sous une tension de 3 volts.



II - DOSAGE DE LA QUANTITÉ D'ESSENCE INJECTÉE.

- La quantité d'essence injectée doit être ajustée à la quantité d'air aspirée par le cylindre en fonction du dosage désiré à cet instant. Elle est déterminée par le temps d'ouverture de chaque injecteur.
- Les injecteurs sont commandés électriquement par un calculateur qui détermine le moment et la durée de leur fonctionnement en fonction d'informations reçues de détecteurs placés sur le moteur.

- Deux paramètres de base sont utilisés par le calculateur

- la pression d'admission, mesurée par la sonde de pression,

- la position angulaire du vilebrequin et la vitesse de rotation du moteur déterminées par le déclencheur d'impulsion.

1°) La sonde de pression.

- Son rôle est de transformer une indication de pression en un signal électrique envoyé au calculateur.

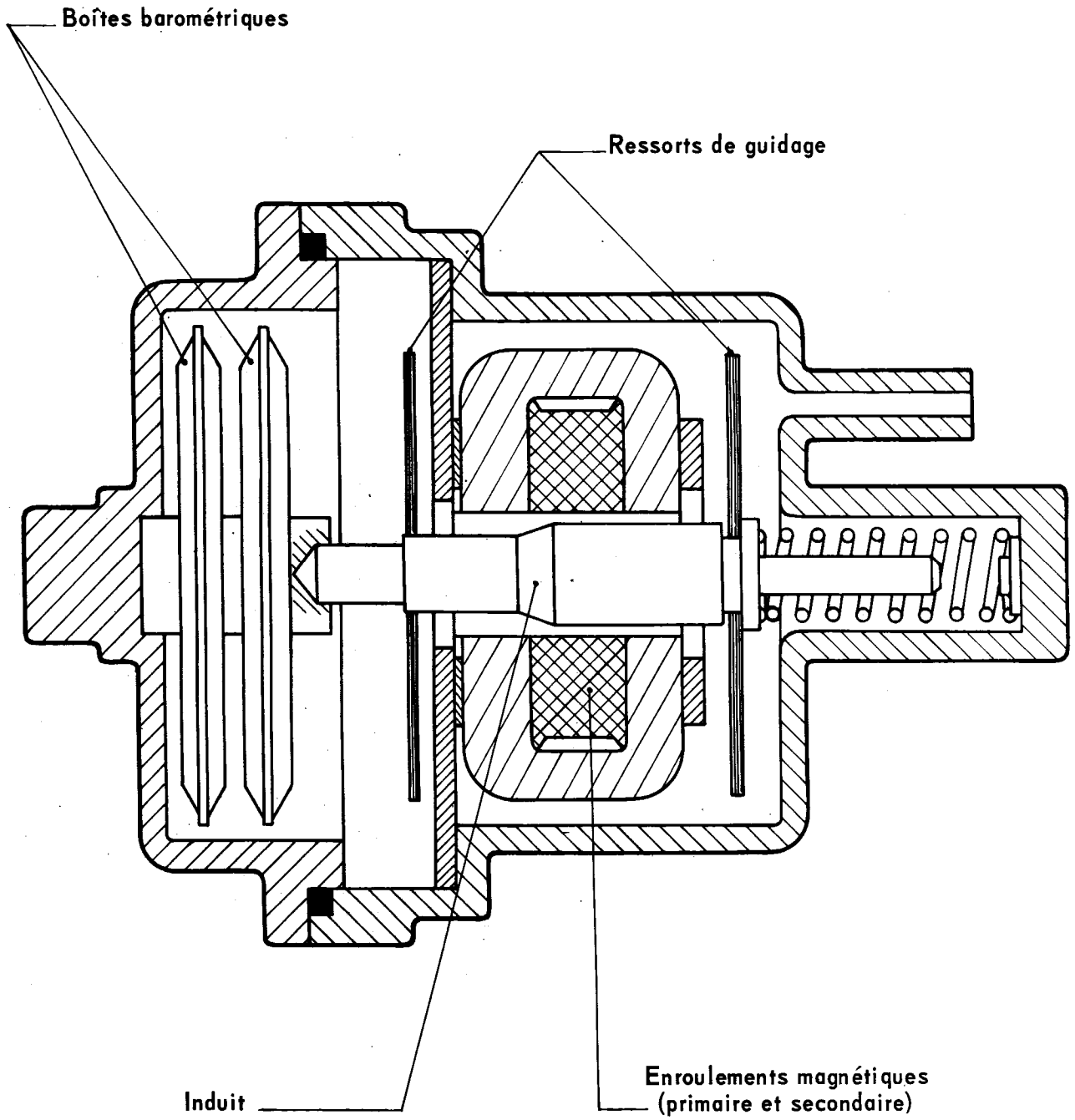
-La pression agit sur deux capsules barométriques qui, en se déformant, déplacent un noyau magnétique (induit). Ce noyau pénètre ainsi plus ou moins à l'intérieur de deux enroulements. La self induction de ceux-ci est donc modifiée, de même que le signal transmis au calculateur.

REMARQUES:

1 - La sonde de pression transforme en signal électrique **la pression absolue** régnant dans la tubulure, c'est à dire **la pression par rapport au vide**.

2 -Pour un régime donné, la pression d'admission diminue lorsque l'on ferme le papillon, elle augmente lorsque l'on ouvre le papillon.

D. 14-20



2°) Le déclencheur d'impulsion.

REMARQUE:

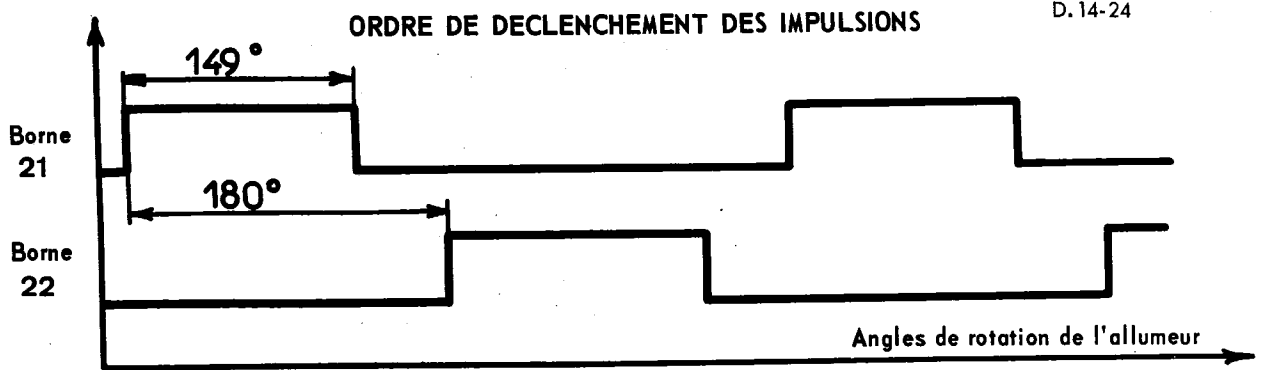
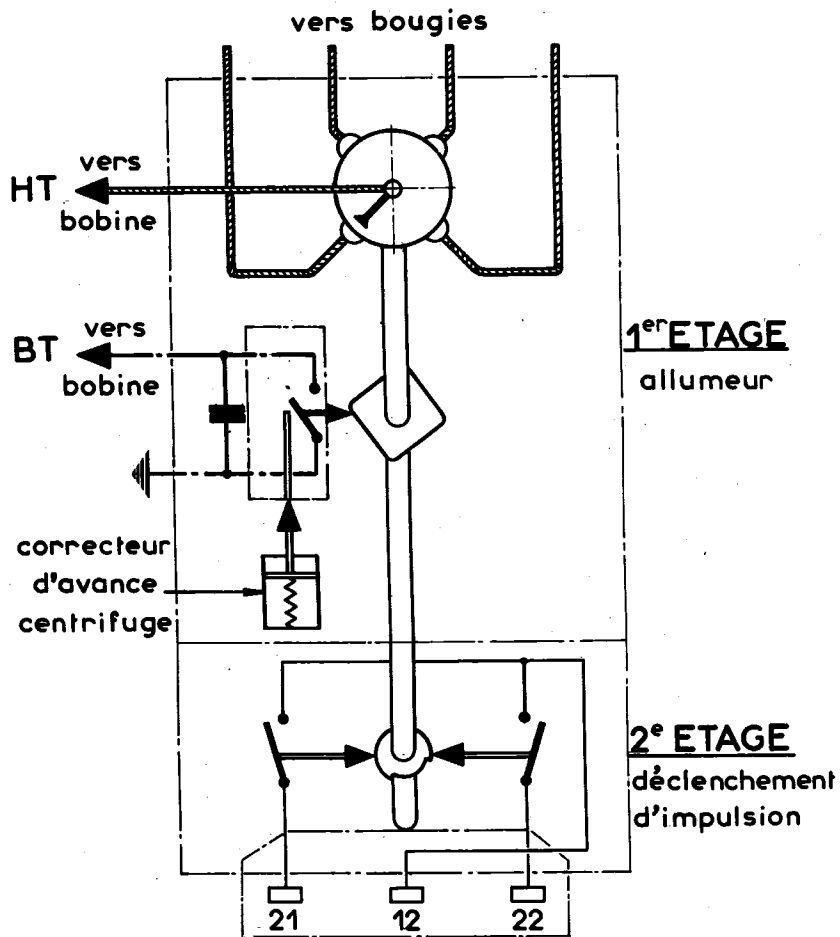
Pour simplifier l'appareillage électronique, les injecteurs sont alimentés deux par deux. Ainsi lorsqu'un groupe d'injecteurs reçoit une impulsion, l'un des cylindres est alimenté peu avant le temps d'admission tandis que l'autre est alimenté un temps plus tôt.

Logé dans le distributeur d'allumage, le déclencheur d'impulsion se compose de deux interrupteurs à contacts disposés à 180°, actionnés par une came supplémentaire de l'arbre du distributeur.

Chaque interrupteur correspond à un groupe d'injecteurs.

Le rôle du déclencheur d'impulsion est triple

- il envoie au calculateur le signal de début d'impulsion.
- il renseigne le calculateur sur la vitesse de rotation du moteur.
- il permet d'aiguiller l'impulsion sur l'un des deux groupes d'injecteurs.



ORDRE D'INJECTION D.14-25

	Aspi.	Compr.	Détonne	Echapp.		Aspi.	Compr.	Cyl. 1
	Echapp.	Aspi.	Compr.	Détonne		Echapp.	Aspi.	Cyl. 3
	Détonne	Echapp.	Aspi.	Compr.		Détonne	Echapp.	Cyl. 4
	Compr.	Détonne	Echapp.	Aspi.		Compr.	Détonne	Cyl. 2
	Injecteur ouvert		Allumage					Angle vilebrequin
0	180	360	0	180	360	0	180	360

3°) **Le calculateur électronique.**

Le calculateur électronique assure la commande de la pompe à essence et groupe quatre fonctions importantes directement liées à la commande des injecteurs.

a) Commande de la pompe à essence

- Le calculateur commande la pompe à essence par l'intermédiaire d'un relais dans les trois cas suivants
 - Le conducteur met le contact : le relais se ferme pendant une seconde; la pompe tourne pendant une seconde puis s'arrête.
 - Le conducteur actionne le démarreur : la pompe tourne pendant tout le temps que le démarreur est alimenté.
 - La vitesse du moteur est supérieure à 100 tr/mn (la pompe ne tourne pas si le moteur tourne à une vitesse inférieure à 100 tr/mn, démarreur non actionné).

b) Fonctions liées à la commande des injecteurs

- Émission d'un créneau de base. - Correction de la largeur de ce créneau. - Aiguillage des créneaux sur les deux groupes d'injecteurs. - Amplification du signal partant aux injecteurs.

REMARQUE : En électronique, une impulsion de longue durée est appelée « CRÉNEAU ».

- Émission du créneau de base.

Cette fonction, déclenche une impulsion dont la durée est fonction des indications de la sonde de pression et de la vitesse de rotation moteur.

- Correction du créneau de base.

Cette fonction centralise les informations concernant des corrections, qui seront étudiées plus loin, et revient agir sur le temps d'impulsion primitif.

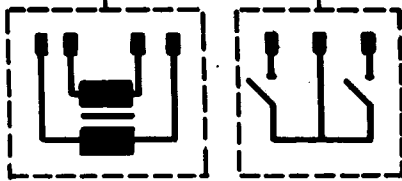
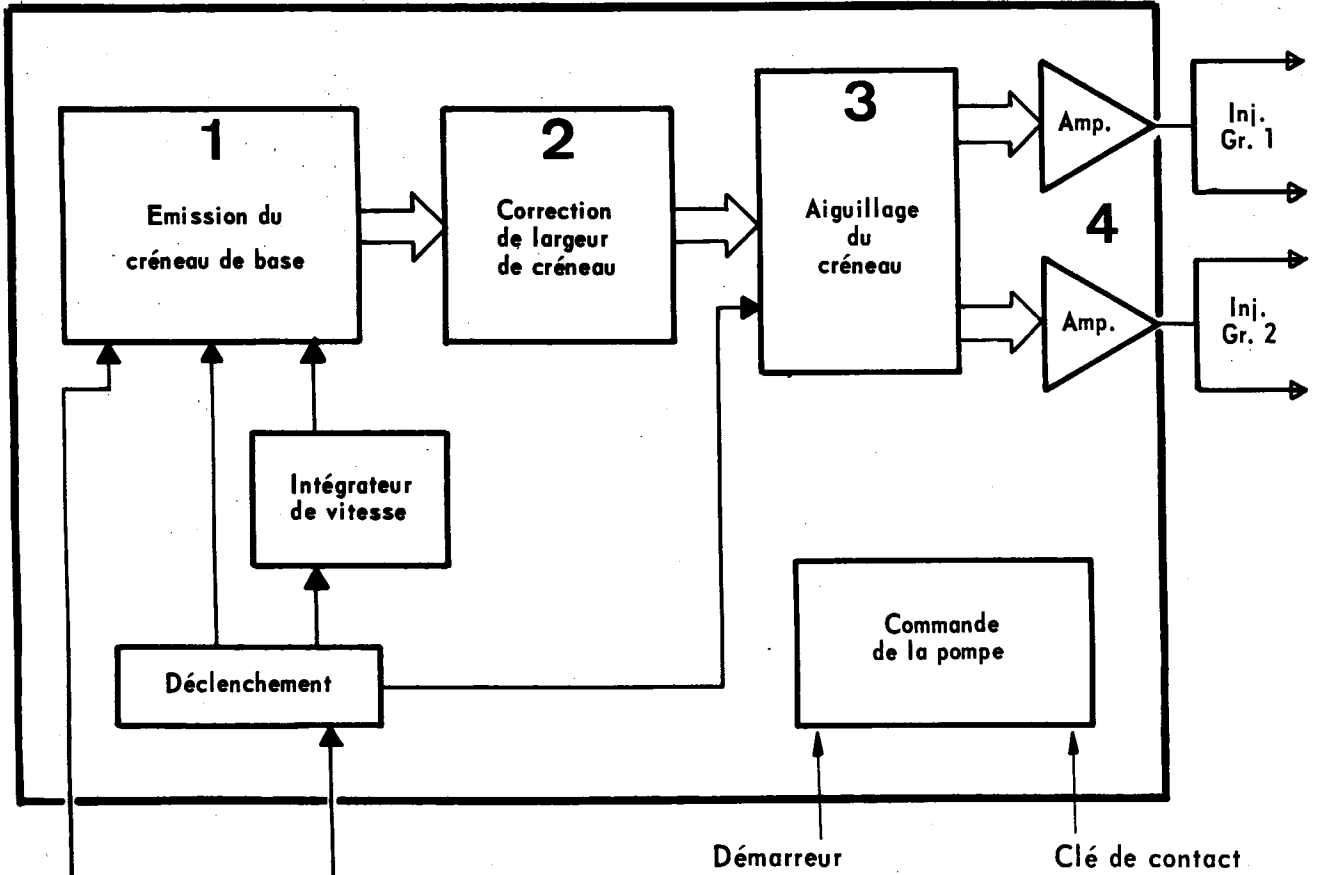
-Aiguillage des créneaux,

Cette fonction reçoit l'ordre du déclencheur d'impulsion d'envoyer alternativement les créneaux sur chaque groupe d'injecteurs.

- Amplification.

Enfin le créneau, ainsi corrigé et dirigé, est amplifié afin d'avoir une puissance suffisante pour déplacer l'aiguille de l'injecteur.

D.14-26



Sonde de pression

Allumeur Déclencheur

D. 14-27

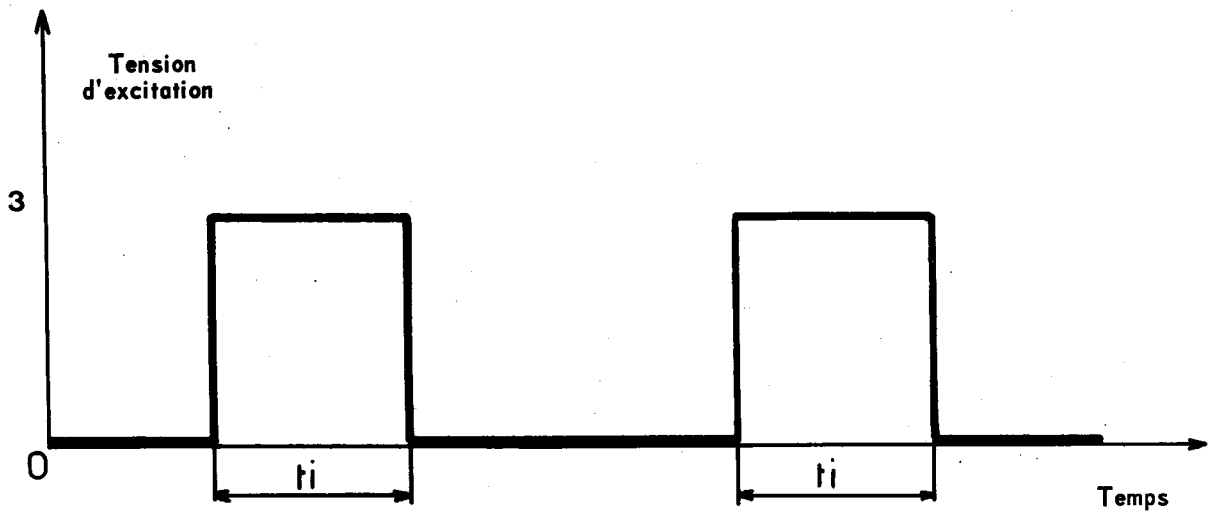


DIAGRAMME D'EXCITATION DES INJECTEURS

Remarque concernant les corrections du créneau de base

- Différents facteurs agissent sur la correction du créneau de base. Ils seront étudiés ci dessous avec les cas particuliers de fonctionnement du moteur : Ralenti, reprise, pleine charge etc.
- Il existe toutefois un facteur de correction qui intervient à tous les stades de fonctionnement, c'est la correction de tension.

Correction de tension

- La détection de tension est faite directement par un circuit interne du calculateur qui corrige le temps d'injection en fonction de la tension qui lui est appliquée.
- Cette correction est nécessaire car les variations de tension peuvent entraîner des variations du temps de levé des aiguilles d'injecteurs, ces dernières ne s'ouvrant pas avec la même vitesse suivant la valeur de la tension.

III – FONCTIONNEMENTS PARTICULIERS.

- Des détecteurs annexes et des circuits auxiliaires du calculateur établissent les corrections à réaliser pour obtenir, dans tous les cas, le fonctionnement correct et souhaité du moteur.

1°) Fonctionnement au ralenti.

- Lorsque le moteur est au ralenti, le papillon est fermé. L'air parvient dans la tubulure par le circuit de ralenti ordinaire usiné dans le boîtier porte papillon et son débit se règle au moyen d'une vis pointeau (vis de ralenti).
- Lorsque le moteur est froid; ses résistances internes sont importantes. Il aura besoin de plus d'énergie qui lui sera apportée
 - Par un mélange plus riche : c'est le rôle des sondes de température..
 - Par une plus grande quantité de mélange : c'est le rôle de la commande d'air additionnel.

a) Les sondes de température.:

Elles transforment une indication de température en un signal électrique, ceci s'effectue au moyen d'une résistance dont la valeur varie avec la température.

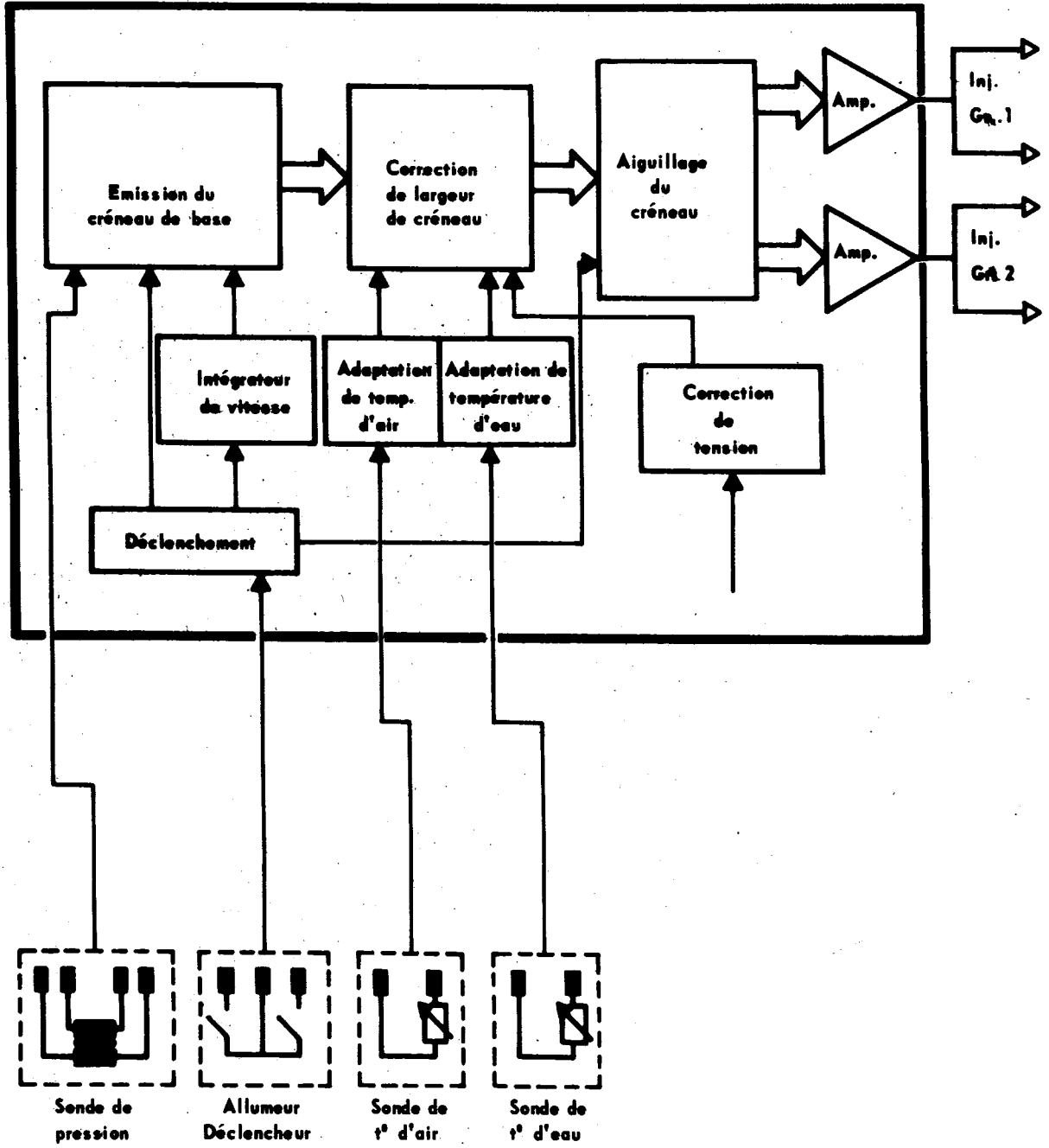
- Sonde de température d'air

-Elle est située sur le tube d'aspiration du filtre à air; et corrige la largeur du créneau de base en fonction de la température de l'air aspiré, permettant ainsi de répondre aux normes antipollution.

- Sonde de température d'eau

Elle est située sur le circuit d'eau de refroidissement à l'avant gauche de la culasse; elle indique au calculateur la température du moteur. Lorsque le moteur est à une température inférieure à sa température normale de fonctionnement (70°) le mélange doit être enrichi.

REMARQUE : Ces sondes de température agissent à tous les régimes du moteur.



b) La commande d'air additionnel.

Description : Elle comporte deux parties

- Un circuit où circule l'eau de refroidissement du moteur. Ce circuit contient un élément thermique (genre calorstat).
- Un circuit d'air qui passe par un orifice percé dans le boîtier. Cet orifice est plus ou moins obturé par un piston dont le déplacement est commandé par l'élément thermique du circuit d'eau.

Fonctionnement :

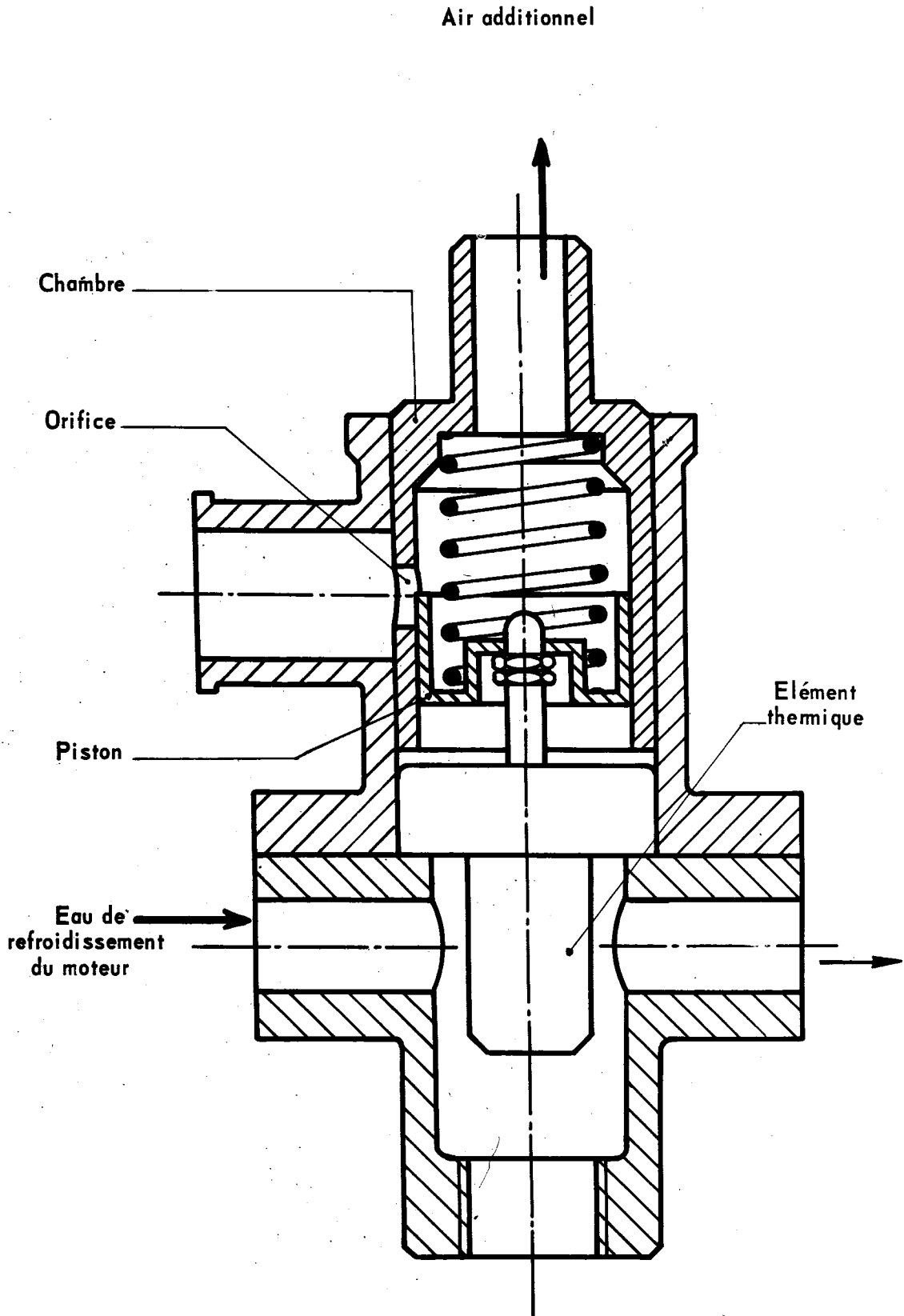
- Lorsque l'eau du moteur est froide, l'élément thermique est rétracté. Le piston découvre l'orifice au **maximum**. L'air parvient à la tubulure d'admission.
- Au fur et à mesure de l'élévation de température du moteur, l'élément thermique se dilate et pousse le piston qui va obturer peu à peu l'orifice d'entrée d'air.
- Lorsque la température du moteur est supérieure à 700, l'orifice est complètement obturé, l'air ne passe plus.

c) Le ralenti accéléré :

Les véhicules à commande hydraulique des vitesses et d'embrayage comportent un dispositif de ralenti accéléré en dérivation sur le circuit de la commande d'air additionnel.

Il est hors circuit lorsque le frein principal est actionné et se règle par vis pointeau comme le ralenti normal.

D. 14-14



d) Ajustement de la quantité d'essence au ralenti

- Le réglage du régime du ralenti est réalisé par la quantité d'air aspiré. Sur les indications de la sonde de pression et des sondes de température, le calculateur ajuste automatiquement la quantité d'essence nécessaire.

Nota : Un potentiomètre est monté sur le calculateur depuis Avril .1971 pour déterminer au ralenti une combustion conforme -aux normes antipollution. Ce potentiomètre est réglé en usine par le Constructeur (BOSCH), sa position est repérée par un point de peinture et ne doit en aucun cas être modifié.

- Dans les conditions définies ci dessus le mélange serait encore trop riche pour respecter les normes anti-pollution.. Un signal provenant du contacteur sur axe de papillon agit sur l'émetteur du créneau de base afin de diminuer la largeur de celui ci

2°) Fonctionnement à la reprise.

- La reprise est caractérisée par une ouverture rapide du papillon correspondant à un besoin instantané de puissance du moteur. Le moteur a donc besoin d'un mélange plus riche et qui doit lui parvenir très rapidement.

La sonde de pression ne peut répondre à ce besoin pour deux raisons

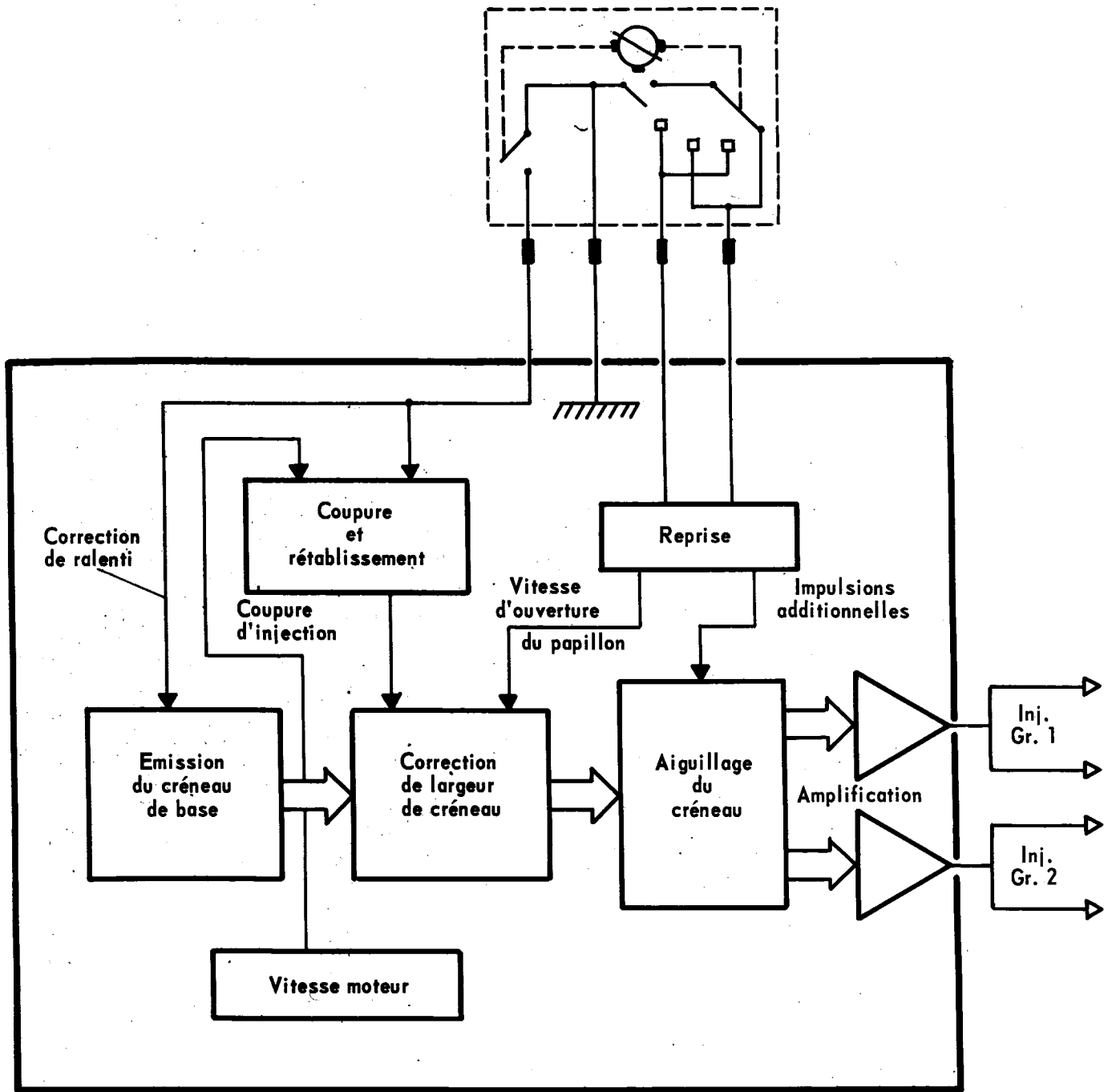
- Elle enregistre l'augmentation de pression avec un certain retard.
- Elle ne tient pas compte de la vitesse d'ouverture du papillon.

- C'est le contacteur sur axe de papillon qui indique au calculateur la position et les mouvements du papillon au moyen d'impulsions électriques.
- Dans le calculateur, ces impulsions électriques passent par deux circuits
 - Un circuit rapide qui va directement aux injecteurs en passant par l'aiguillage et l'amplification. Les injecteurs recevront donc des impulsions additionnelles entraînant une augmentation du temps d'ouverture.
 - Un circuit moins rapide qui corrige le créneau de base en fonction de la vitesse d'ouverture du papillon. Ceci permet d'avoir un fonctionnement «sans trou » du moteur entre la fin des impulsions additionnelles et la fin du temps de réponse de l'ensemble. sonde de pression et calculateur.

3°) Fonctionnement en frein moteur.

- Lorsque le véhicule roule au frein moteur, le papillon est fermé, le moteur n'a pas besoin d'essence.
- L'injection est coupée par le calculateur si la vitesse de rotation du moteur le permet et s'il reçoit du contacteur, sur axe de papillon, un signal indiquant que le papillon est fermé.
- Pédale d'accélérateur relâchée (papillon fermé), deux cas sont à considérer
 - le régime moteur est supérieur à 1100 tr/mn et va en diminuant, l'injection est coupée et ne sera rétablie qu'à 1100 tr/mn.
 - le régime moteur est inférieur à 1800 tr/mn et va en augmentant, l'injection est établie et ne sera coupée qu'à 1800 tr/mn.

CONTACTEUR D'AXE DE PAPILLON



Le contacteur sur axe de papillon.

Description :

- C'est un appareil monté sur le boîtier porte-papillon.

Il comprend

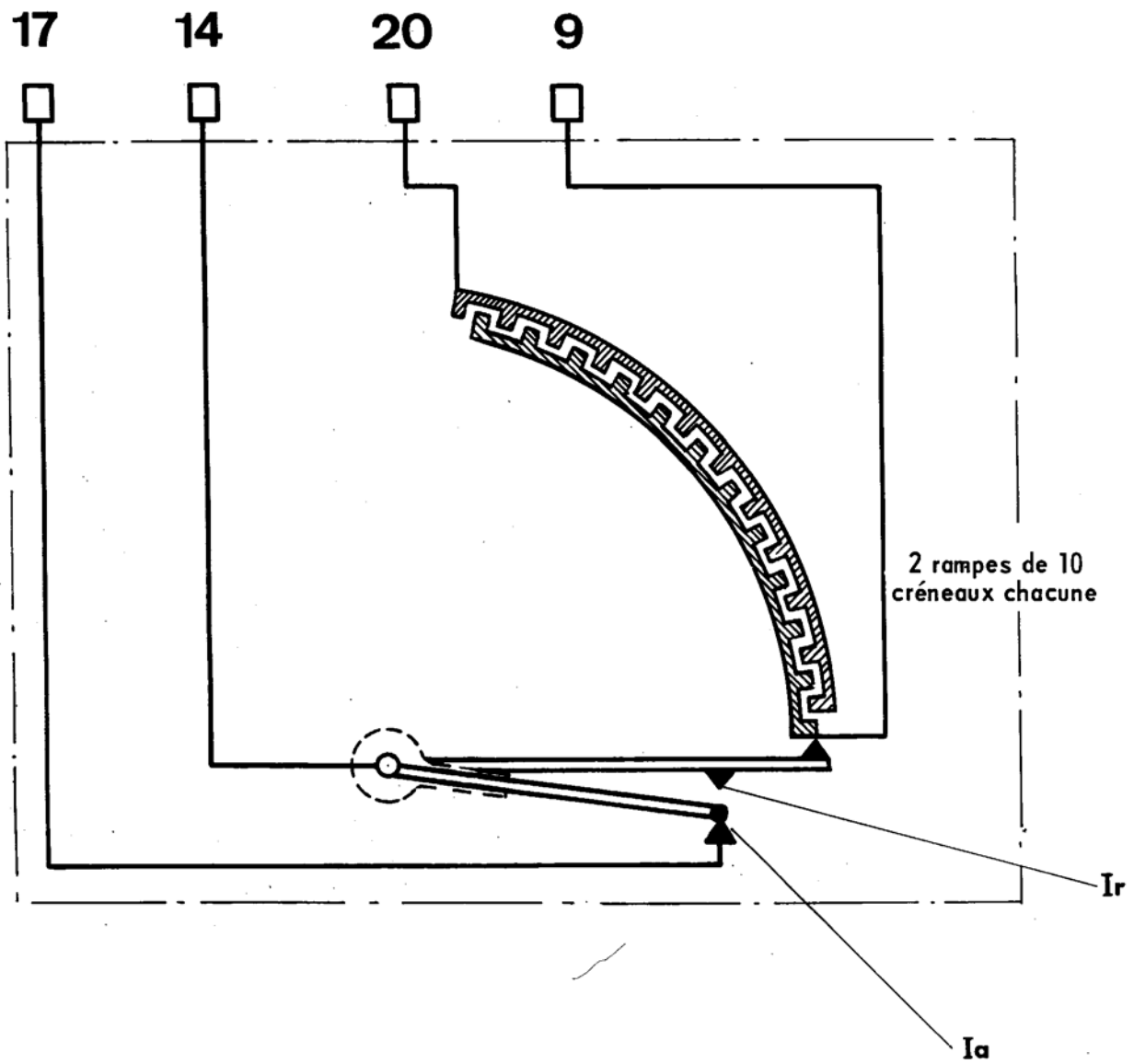
- Quatre bornes servant au branchement.
 - Un axe solidaire de l'axe de papillon,
 - Un contact Ir solidaire de l'axe, qui se ferme lorsque le papillon s'ouvre, et s'ouvre instantanément dès que s'amorce la fermeture du papillon.
 - Une aiguille conductrice, munie d'un frotteur, reliée à la borne 14 par l'intermédiaire du contact Ir.
 - Deux rampes_ conductrices de 10 plots chacune dont l'une est reliée à la borne 20 et l'autre à la borne 9.
 - Un contact Ia qui met en relation les bornes 14 et 17.
- Ce contact est fermé lorsque le papillon est fermé. Il doit s'ouvrir lorsque le papillon est ouvert de 1 à 2° par rapport à sa position au ralenti.

Fonctionnement

- Les signaux électriques transmis au calculateur sont obtenus comme suit

- Fonction ralenti et frein moteur : fermeture du contact Ia.
- Fonction reprise : Le contact Ir étant fermé, L'aiguille en se déplaçant met alternativement les bornes 20 et 9 en contact avec la borne 14 qui crée les impulsions électriques. .
- Il y a 10 impulsions électriques au maximum sur chaque borne.
- Les impulsions électriques cessent quand le papillon se ferme : ouverture du contact Ir.

Vers le calculateur



4°) Fonctionnement en pleine charge.

a) Rappel.

- Le dosage théorique découlant des lois de la combustion et permettant d'obtenir la combustion complète de l'essence lorsque tout l'oxygène de l'air admis dans le cylindre est brûlé est de 1 gramme d'essence pour 15 grammes d'air.
- Ce dosage n'est pas satisfaisant car il ne donne ni la puissance maximum ni le rendement maximum du moteur. En fait, deux dosages nettement différents sont réalisés
 - Un dosage économique (1/ 18 environ) utilisé en marche normal(remplissages moyens).
 - Un dosage de puissance maximum (1/ 12,5) utilisé lorsque l'on a besoin de la puissance maximum du moteur (pleine charge).

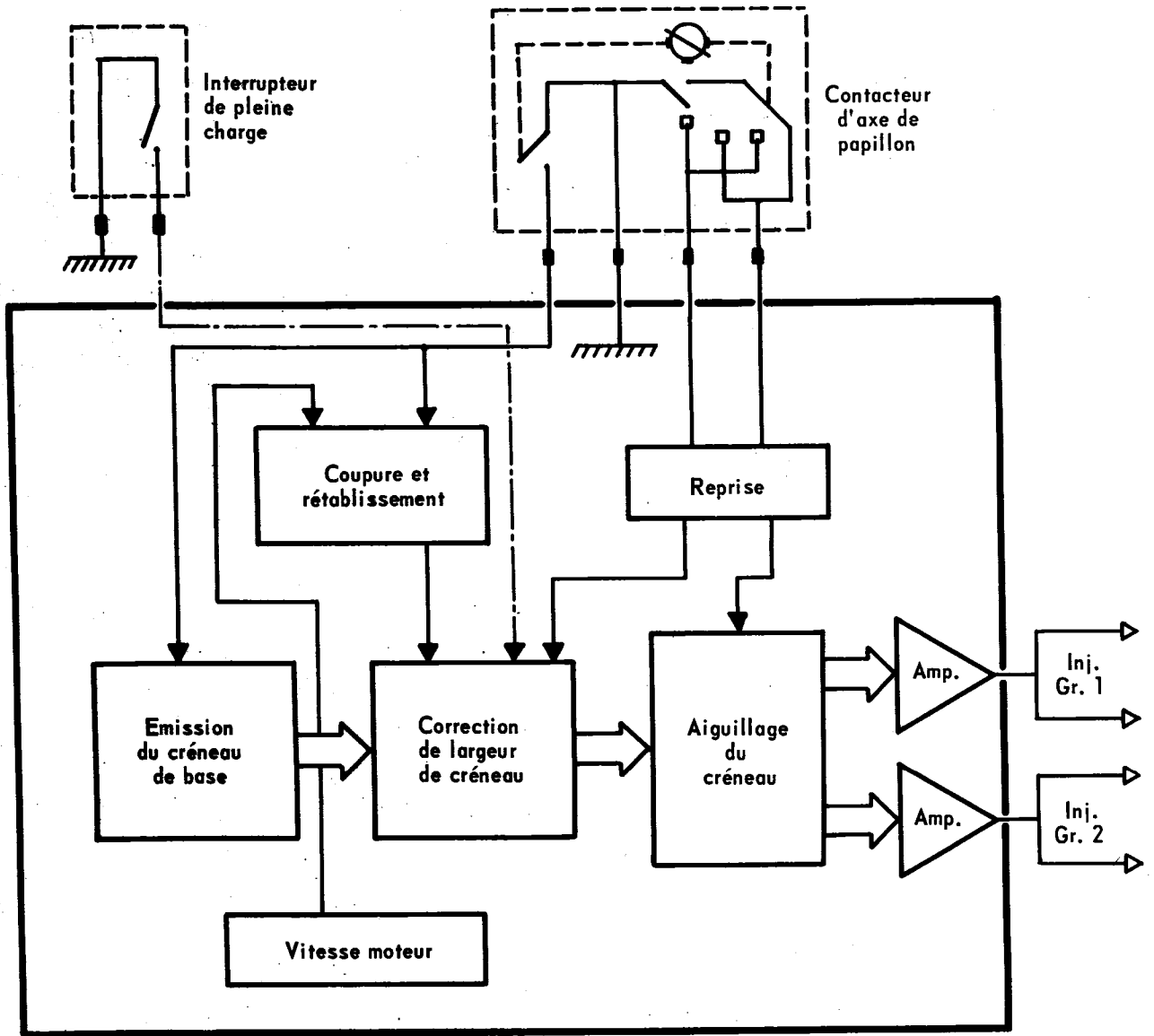
- Ainsi, en pleine charge, nous devons passer du dosage économique à celui de puissance maximum. Il faut un appareil qui permette au calculateur d'obtenir ce résultat d'une manière simple : c'est le rôle de l'interrupteur de pleine charge.

b) L'interrupteur de pleine charge.

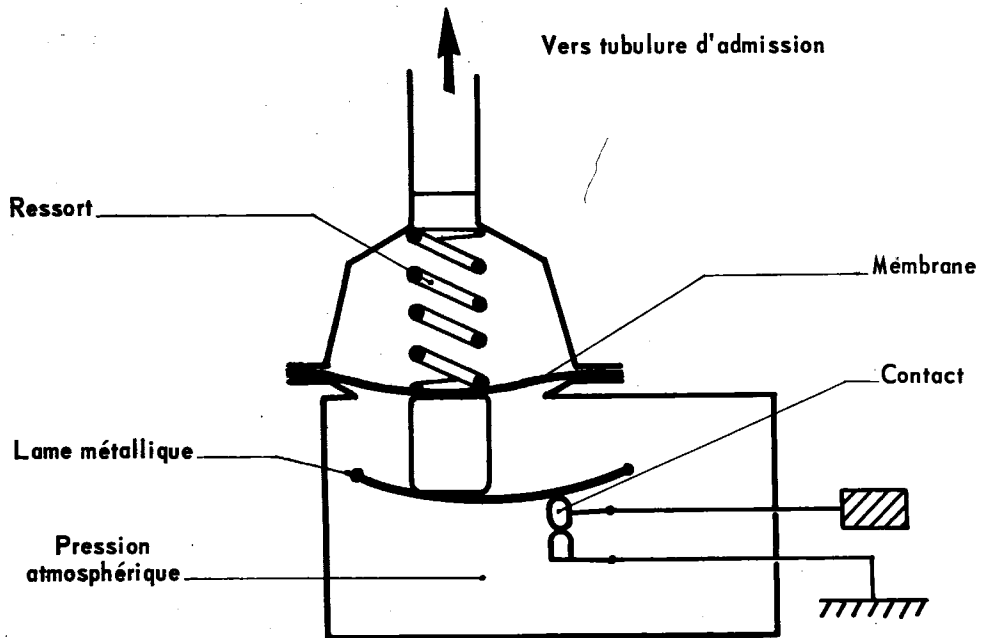
Description : Il comprend,

- Deux chambres séparées par une membrane, L'une des chambres est en communication avec la tubulure d'admission, l'autre avec l'atmosphère.
- Une lame métallique courbée, fixée à ses extrémités, est reliée à la membrane. Cette lame ne peut occuper que deux positions.
- Un contact qui met en communication les deux bornes de l'appareil suivant la position de la lame.

D.14-23



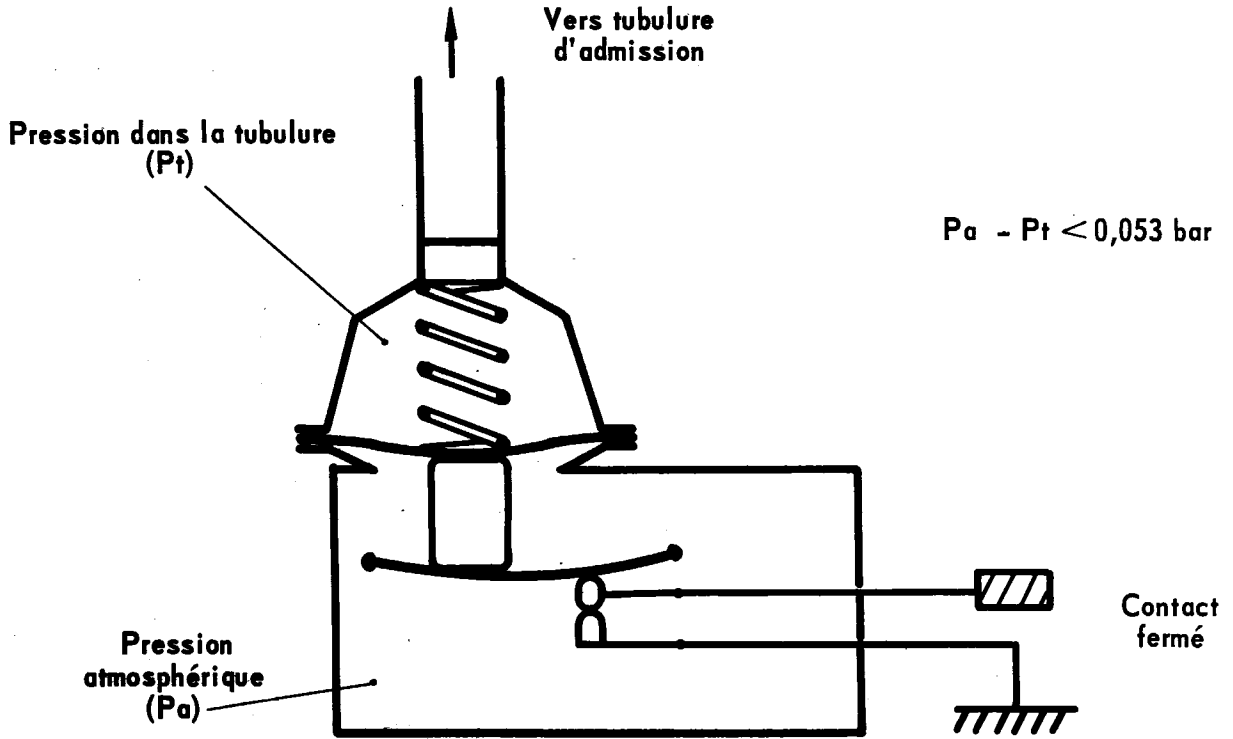
D.14-15



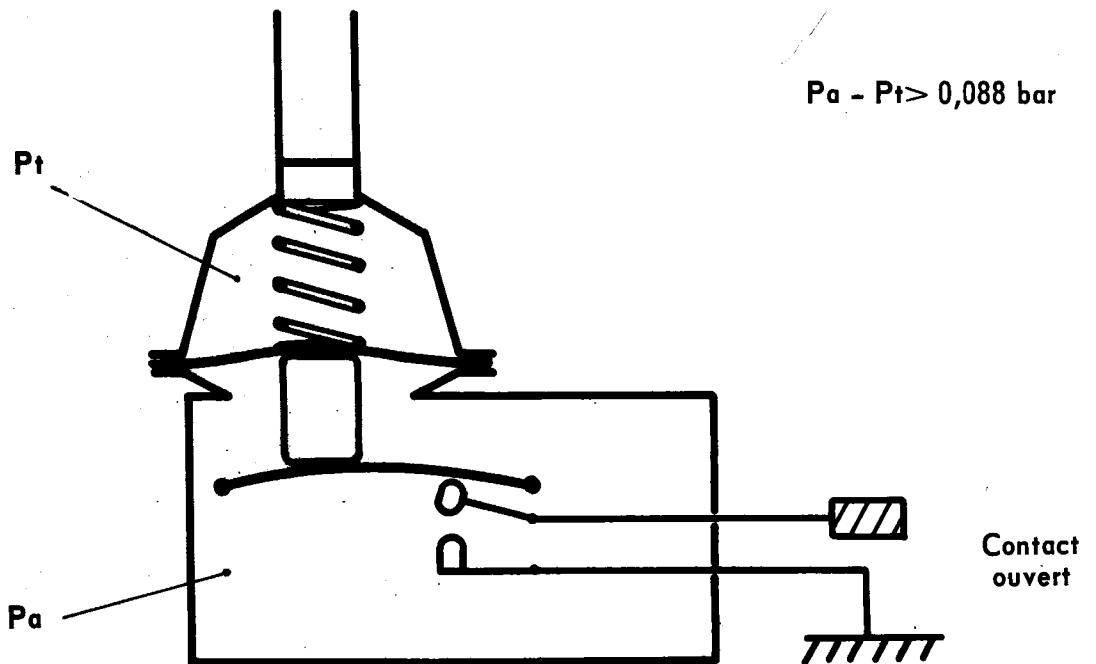
Fonctionnement

- L'interrupteur de pleine charge transforme une évolution de la pression d'admission en un signal électrique au calculateur
- Le contact se ferme quand la différence entre la pression atmosphérique et la pression d'admission devient inférieure à 0,053 bar.
- Lorsque, l'interrupteur étant fermé (donc la pression d'admission élevée), la pression décroît, l'interrupteur ne s'ouvre que pour une différence de pression supérieure à 0,088 bar.
- Ce décalage, conséquence du principe de fonctionnement de la lame métallique courbée, permet d'éviter des oscillations autour de la pression d'enclenchement qui entraîneraient des variations intempestives du temps d'impulsion aux injecteurs.

D.14-15



D.14-16



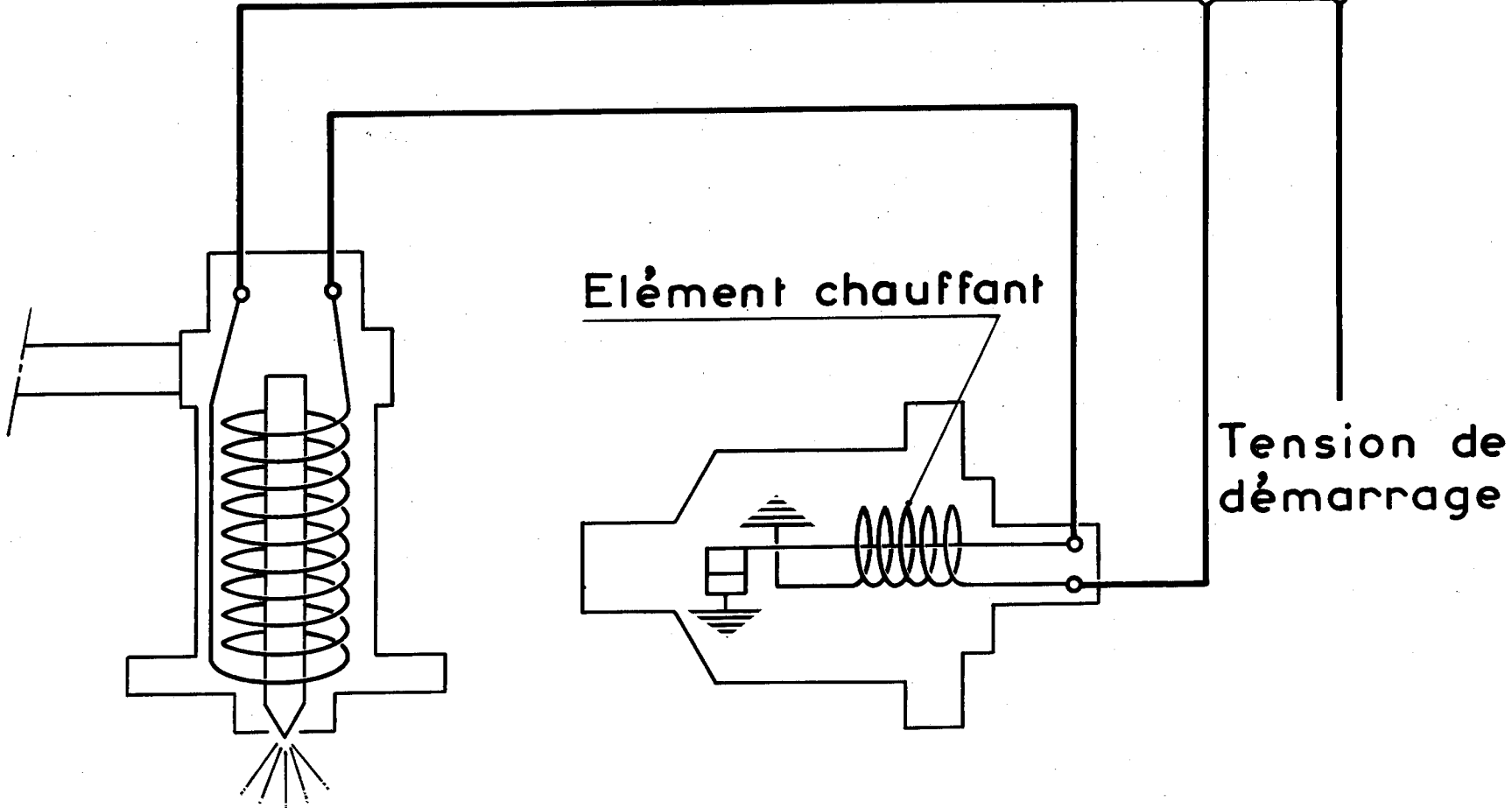
5°) Le départ à froid.

- Au démarrage lorsque le moteur est froid, il faut fournir un mélange très riche. Cette richesse d'appoint est fournie par un injecteur de départ à froid qui injecte de l'essence dans la tubulure d'admission.

- Pour que cet injecteur fonctionne, il faut :
 - d'une part que le démarreur fonctionne,
 - d'autre part que le thermo-contact, placé dans le circuit d'eau de refroidissement du moteur, soit fermé.

- Le thermo-contact permet à l'injecteur de fonctionner jusqu'à une température de + 25°C. Il est temporisé pour éviter qu'un conducteur, qui manœuvrerait trop longtemps le démarreur ne noie son moteur, si celui-ci refuse de partir. Le temps de fermeture du thermo-contact varie avec la température.

Vers borne 18
du calculateur



Injecteur de
départ à froid

Elément chauffant

Thermo-contact
temporisé