Injection :

L'automobile p 72

L'injection d'essence ne doit pas être confondue avec l'injection des moteurs diesel, ou avec l'injection directe d'essence (dans le cylindre). Les injections modernes sont l'évolution des carburateurs, elles injectent un brouillard d'essence a l'**extérieur** de la chambre de combustion.

But :

1. *Fabriquer un mélange plus précis (Carbu ≈ ± 20 % en bas régimes)*
2. *Freiner au minimum le passage de l'air pour favoriser le remplissage, donc la puissance*
3. *Mieux répartir le mélange entre les cylindres.*
4. *Eviter la condensation dans les tubulures et les problèmes de reprise. (permettre l'utilisation de tubulures utilisant les ondes de pression)*
5. *Permettre l'utilisation d'un catalyseur avec sonde λ*

Fonctionnement :

Quel que soit le type d'injection, le principe de base est identique.

Le dosage de la puissance du moteur se fait par un papillon qui freine l'arrivée __*d'air*__.

L'essence est injectée sous forme de brouillard juste avant la soupape d'admission.

On mesure la quantité d'air que laisse passer le papillon et on injecte la quantité d'essence correspondante

---

Les injections se différencient surtout par le principe de dosage du carburant ou par la méthode de mesure du débit d'air, mais a part ces différences le fonctionnement est très ressemblant d'une marque à l'autre.

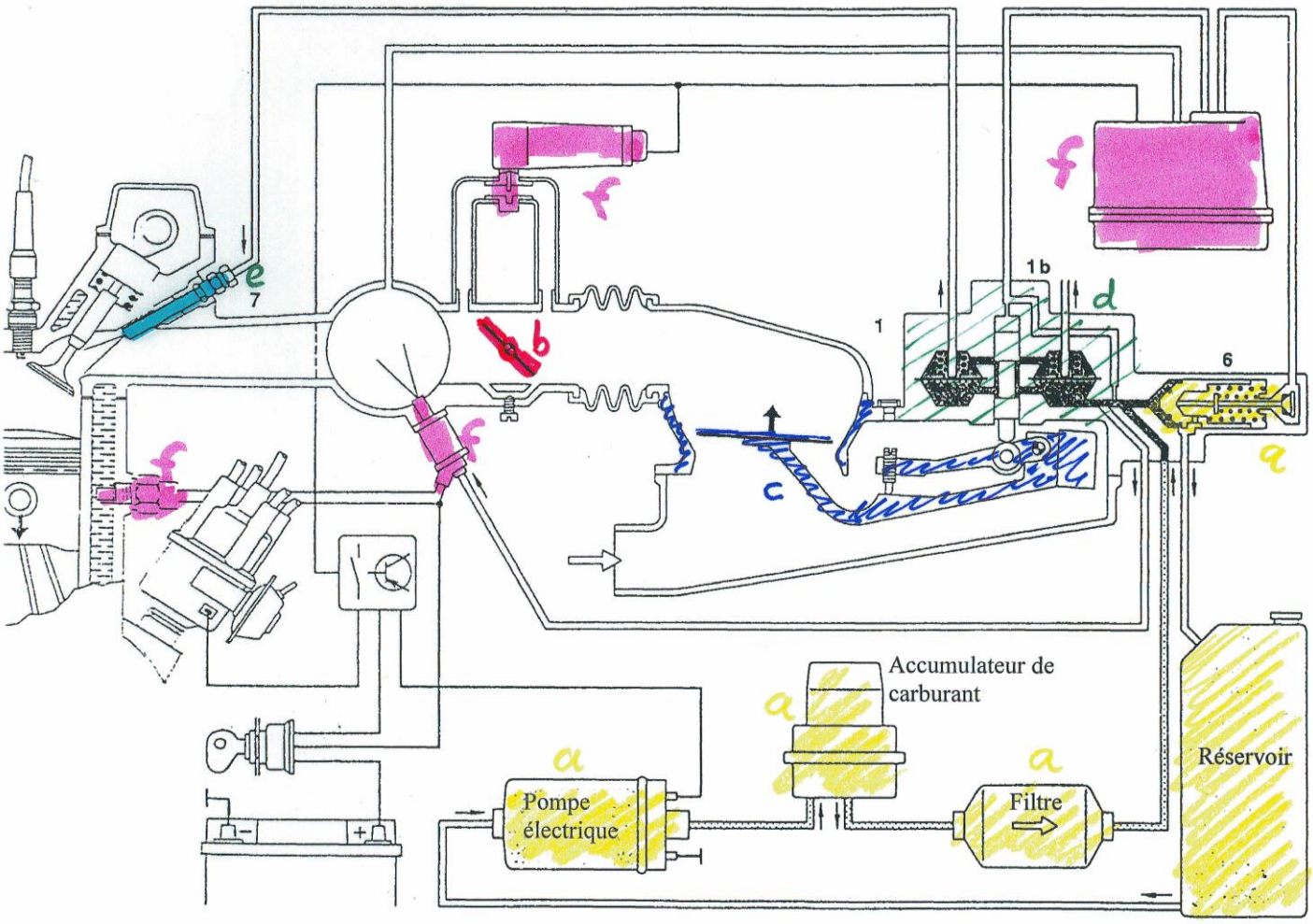
Nous allons étudier l'injection mécanique « K » de Bosch ainsi que l'injection électronique « L » et ses améliorations.

Injection K :

L'automobile p 73

Fonctionnement :

L'injection K utilise un système de dosage **mécanique** du carburant en fonction du débit d'air, et diffuse le carburant de manière **continue** devant la soupape.

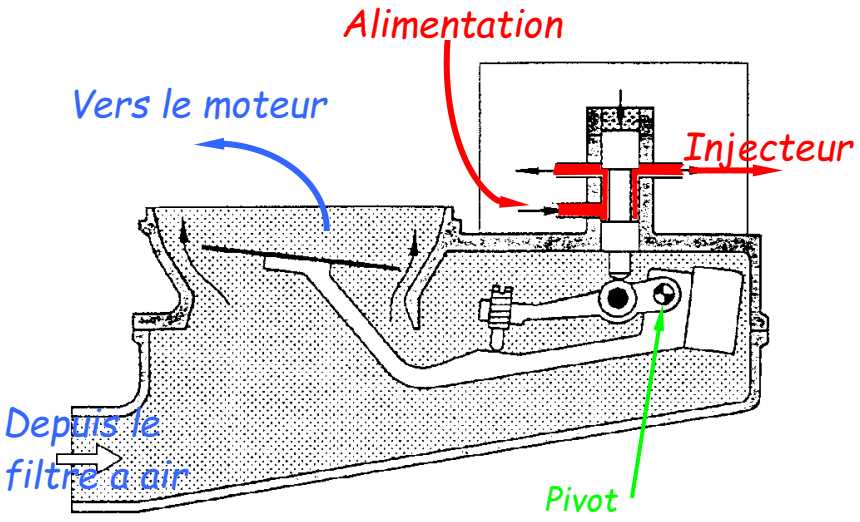


On peut classer ces éléments en 6 fonctions différentes :

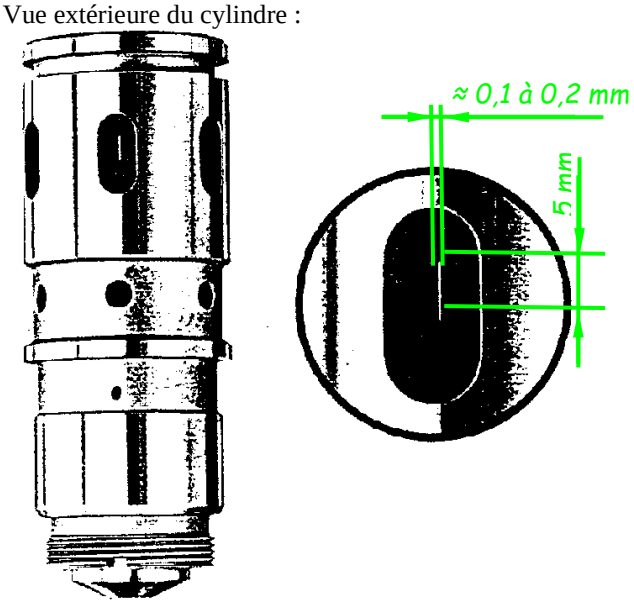
- a) Alimentation en carburant
- **b) Réglage de la « puissance » du moteur**
- **c) Mesure du débit d'air**
- **d) Dosage et répartition du carburant**
- **e) Formation du mélange carburé**
- f) Adaptation aux conditions de démarrage a froid

Injection K : **Doseur distributeur :** *L'automobile p 73*

Le débit d'air que laisse passer le papillon des gaz soulève le **plateau-sonde**, qui soulève un piston, qui découvre une fente (étrangleur à section variable), qui laisse passer la quantité d'essence nécessaire.



Vue extérieure du cylindre :



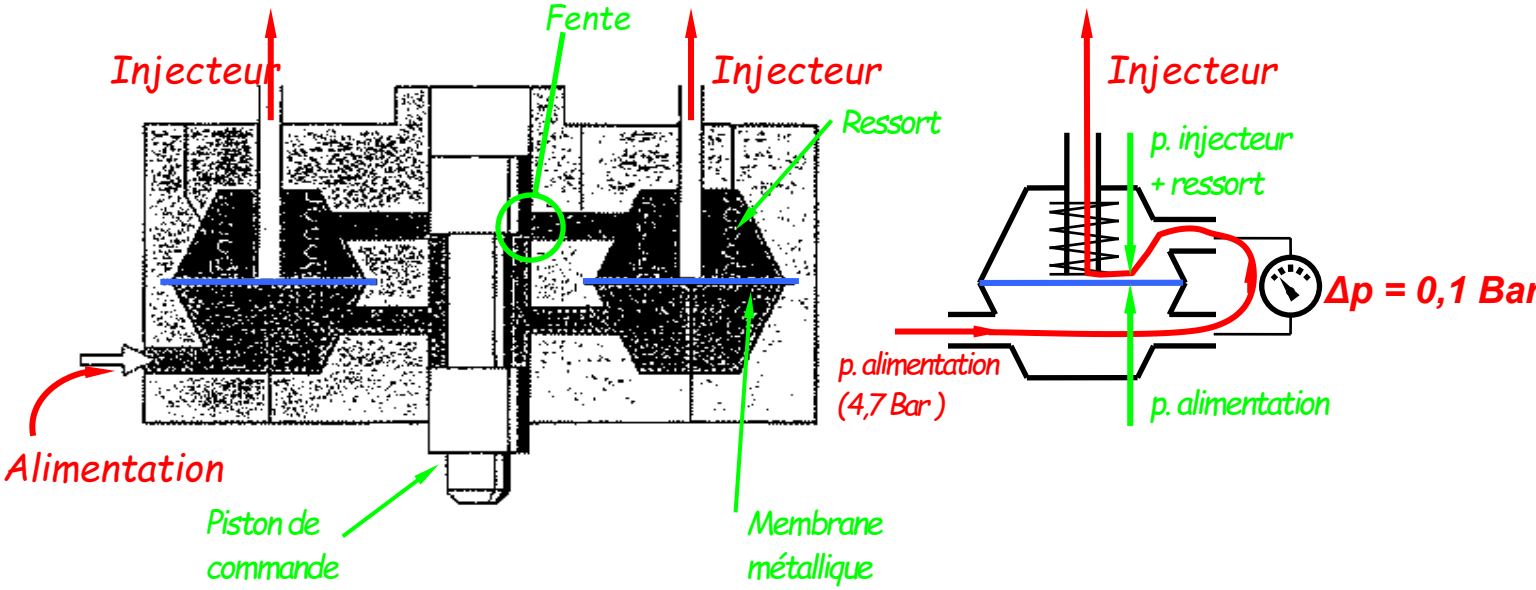
La distribution du carburant entre les cylindres se fait car *il y a une fente par cylindre*

Le dosage de la quantité injectée se fait par *la grandeur de l'ouverture de la fente* _____

Ce système ne pourrait pas fonctionner sans les **soupapes de pression différentielle**, qui

assurent une différence de pression toujours constante (0,1 Bar) indépendamment de la pression d'alimentation

(assurent la stabilité du mélange)

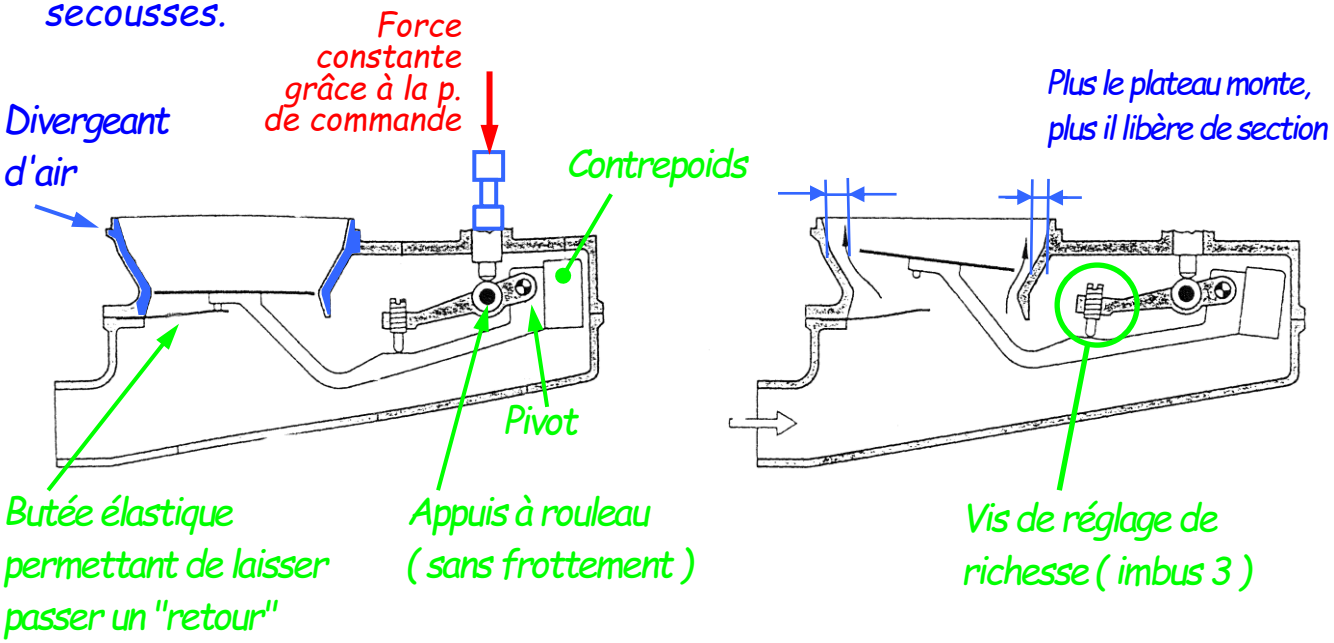


Δp bas = dosage facile

Injection K : **Plateau Sonde :** *L'automobile p 73*

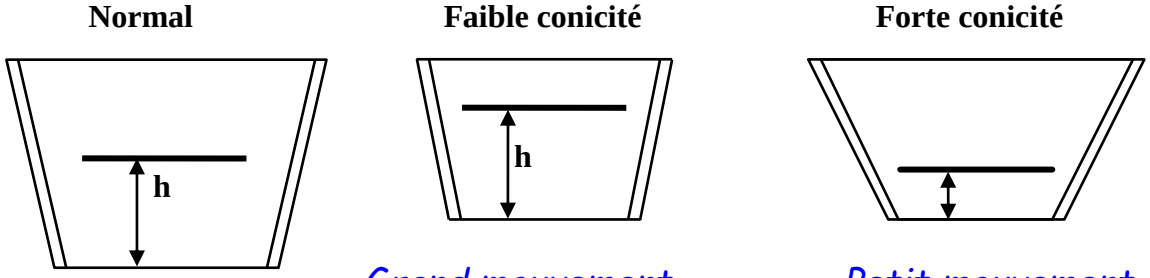
C'est un disque placé au bout d'un levier, qui obture le passage de l'air. Lorsque le moteur tourne, le flux d'air soulève le disque et à travers le bras de levier, soulève le piston de commande.

Il est équilibré par un contrepoids qui le rend insensible aux secousses.



La distance dont monte le piston de commande détermine la quantité d'essence injectée de manière proportionnelle. Donc le plateau sonde doit bouger lui aussi proportionnellement au débit d'air.

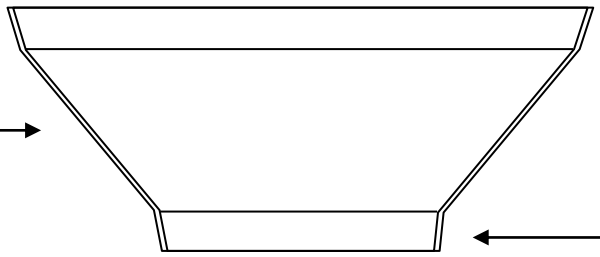
Cet effet est obtenu par *la conicité du divergeant d'air*_____



Grand mouvement du plateau pour une petite variation de débit

Petit mouvement du plateau pour une grande variation de débit

Divergent réel :



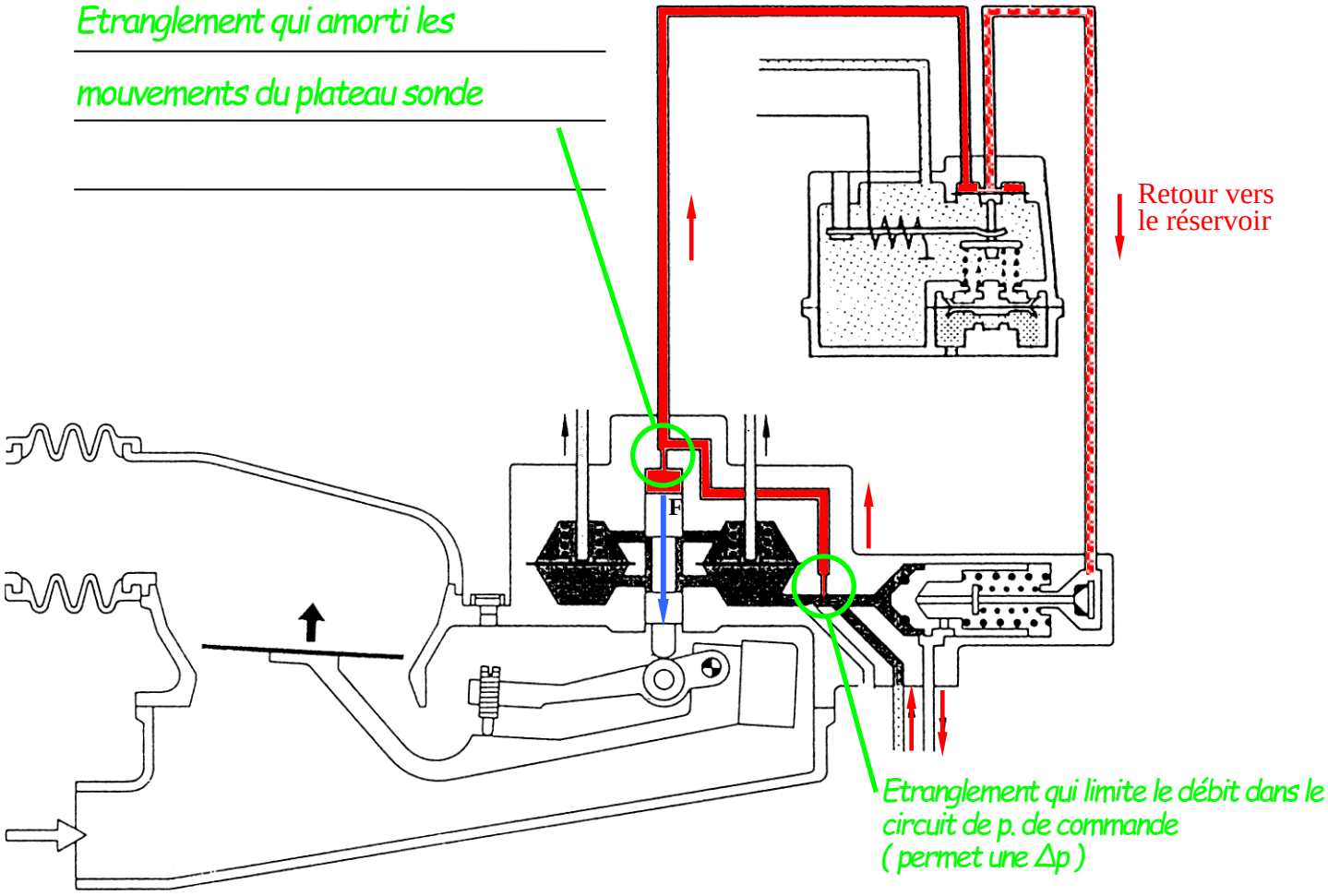
Conicité normale _____

Enrichissement en pleine charge _____

Réglage du ralenti plus précis _____

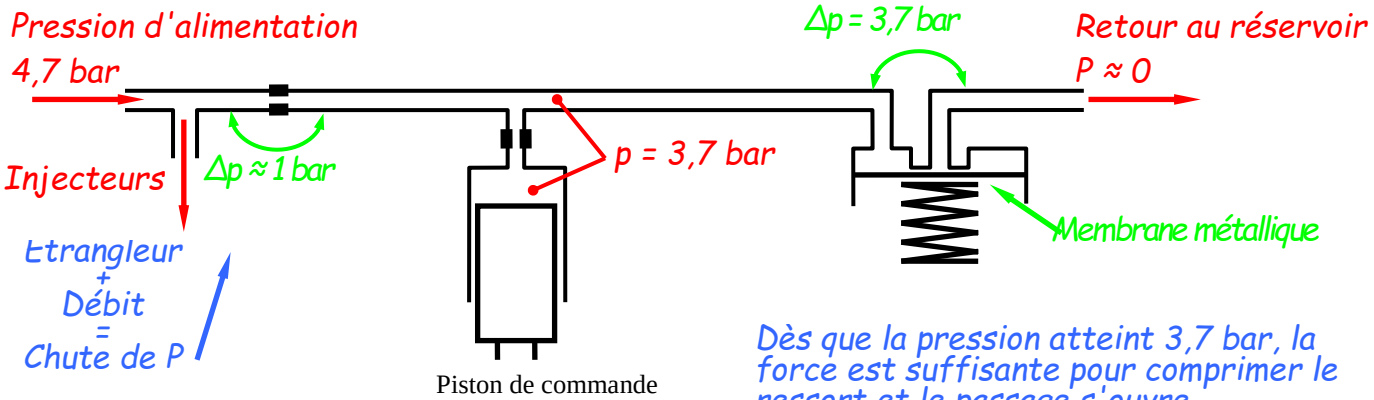
Injection K : **Plateau Sonde :** *L'automobile p 75*

Pour obtenir un déplacement proportionnel au débit d'air, la force qui retient la montée du plateau doit être constante tout au long de la course de celui-ci, c'est pourquoi on utilise une pression d'essence nommée : Pression de commande_____ .



A chaud la pression de commande est de 3,7 bar .Si, par exemple, cette **pression** était **plus basse**, le plateau aurait plus de facilité à monter, donc son mouvement serait plus grand pour un même débit d'air, et le mélange serait plus riche_____.

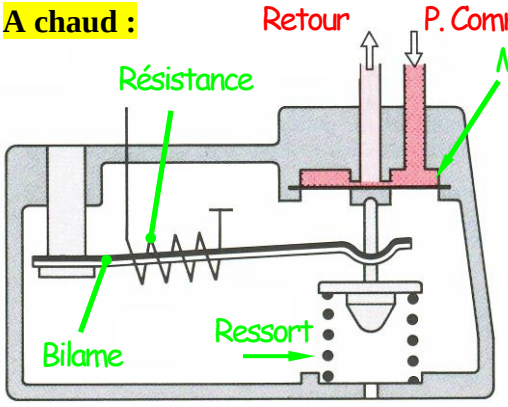
La pression de commande est régulée par le correcteur de réchauffage___ sur le principe d'une soupape de limitation de pression :



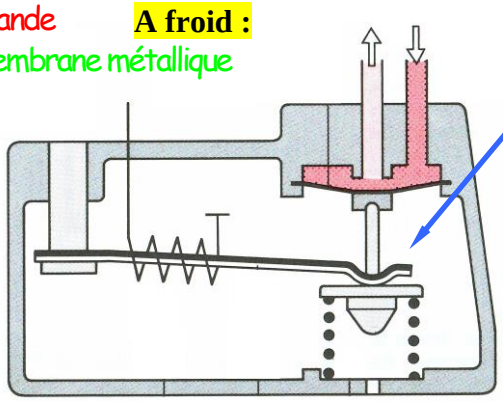
Injection K : Correcteur de réchauffage : *L'automobile p 75*

Au début de la phase de réchauffage, qui suit le départ à froid, le mélange doit être enrichi pendant quelques minutes, puis revenir à la richesse normale. Cet effet est obtenu par le correcteur de réchauffage, en faisant chuter la pression de commande (pression sur le piston)

A chaud :



A froid :



Le bilame contrarie la force du ressort

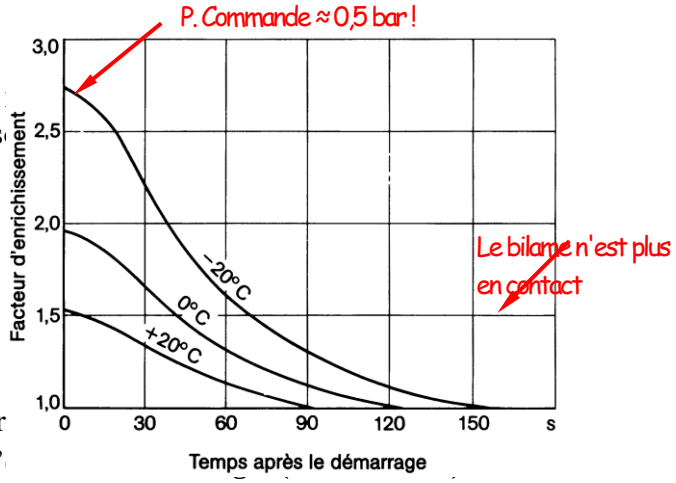
A chaud, seul le ressort règle la pression de commande

Le correcteur de réchauffage est fixé contre le bloc
bilame n'est pas en contact avec la coupelle du ress

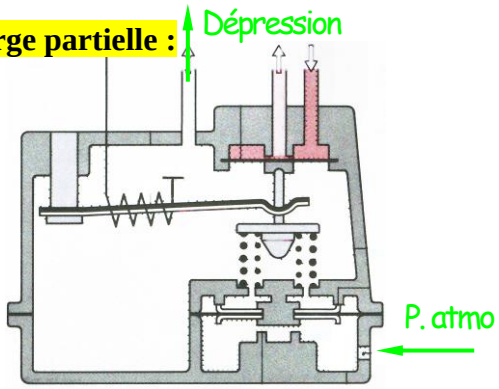
Le bilame est chauffé par une résistance

alimentée dès que le moteur tourne_ ,
ce qui permet de limiter son action dans le temps.

Certains correcteurs disposent d'un système qui per
pression de commande **en pleine charge** et donc d'

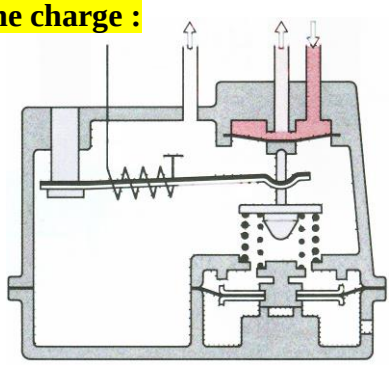


Charge partielle :



La dépression tire la membrane, les deux ressorts travaillent

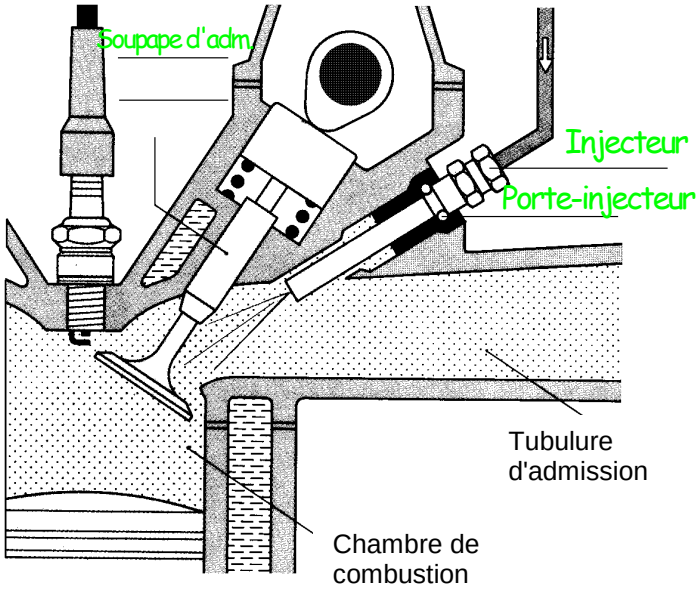
Pleine charge :



Seul le ressort principal travaille : pression basse = enrichissement

Injection K : **Injecteur :** *L'automobile p 78*

_____ *Il ne participe pas au dosage du carburant,* _____ celui-ci est uniquement réglé par le doseur distributeur. Le seul but de l'injecteur est de pulvériser le carburant, sous forme d'un brouillard très fin. L'injecteur injecte en continu, indépendamment des temps d'ouverture de la soupape. Il injecte à l'extérieur de la chambre de combustion et quand la soupape n'est pas ouverte, le brouillard d'essence s'accumule, jusqu'à la prochaine ouverture. Grâce à la forme des tubulures, le brouillard ne peut pas être aspiré par un autre cylindre.

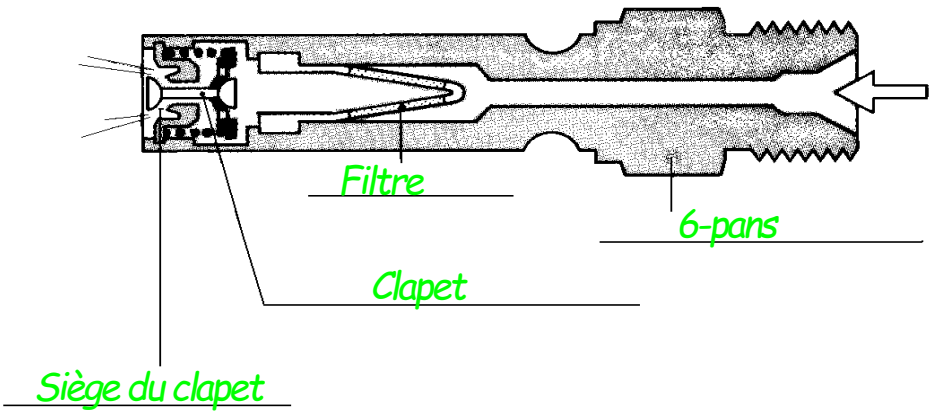


L'injecteur n'est tenu en place que par un O-ring dans un porte injecteur en matière synthétique, qui *l'isole de la température*

La plus importante partie du brassage entre l'air et l'essence se fait *lors du passage de la soupape*

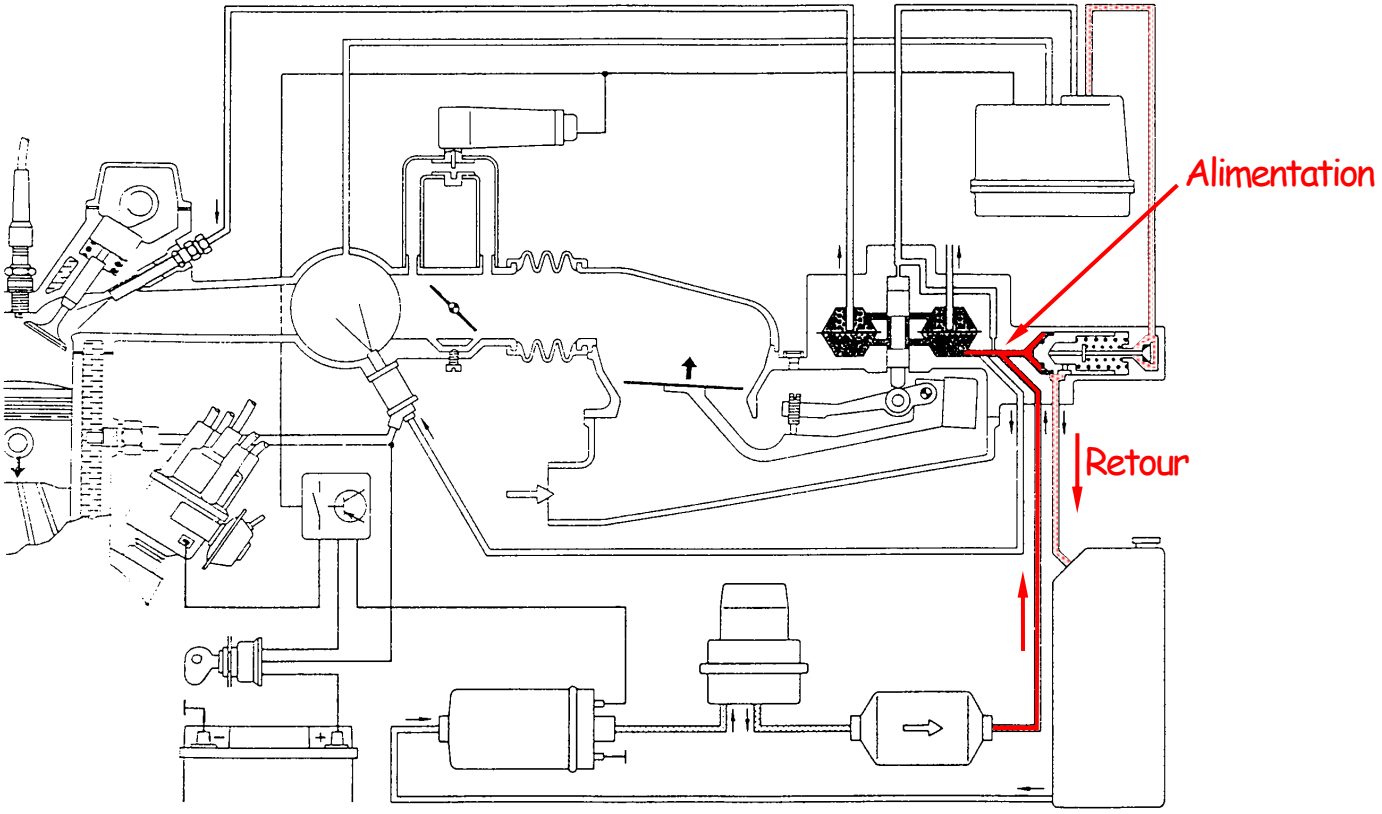
Pour créer le brouillard, le flux d'essence soulève un clapet taré par un ressort, qui s'ouvre à ≅ *3,3* bar, et vibre sur son siège à un fréquence de ≅ *1500* Hz, ce qui produit un ronflement (sifflement) audible et pulvérise l'essence, même à faible débit.

La pression d'injection est de ≅ ...*3,6*... bar.



Injection K : Régulateur de Pression d'alimentation : *L'automobile p 75*

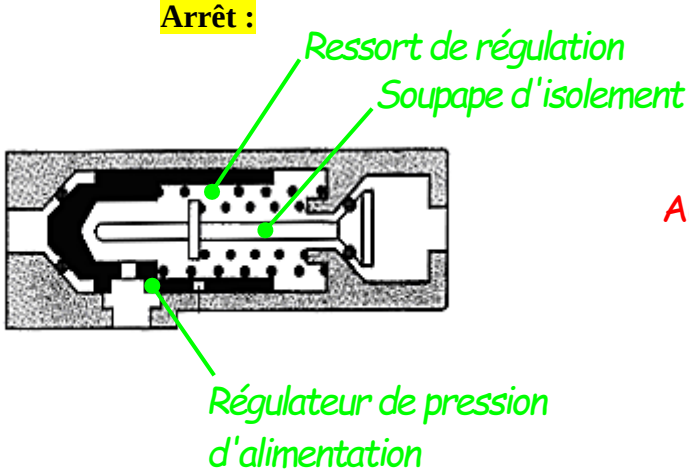
La pompe refoule un débit constant en direction du doseur distributeur, le régulateur de pression d'alimentation maintient la pression à ≈ _4,7_ bar et laisse retourner le surplus d'essence au réservoir.



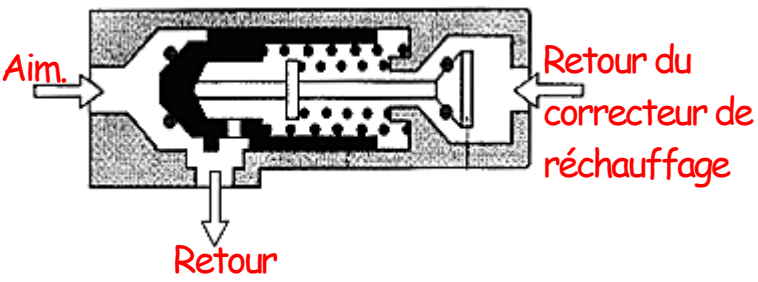
On utilise le mouvement de cette soupape pour commander la *soupape d'isolement* _ qui ferme le conduit de retour du correcteur de réchauffage ce qui permet de

conserver la pression dans le circuit après l'arrêt du moteur

Arrêt :



Marche :

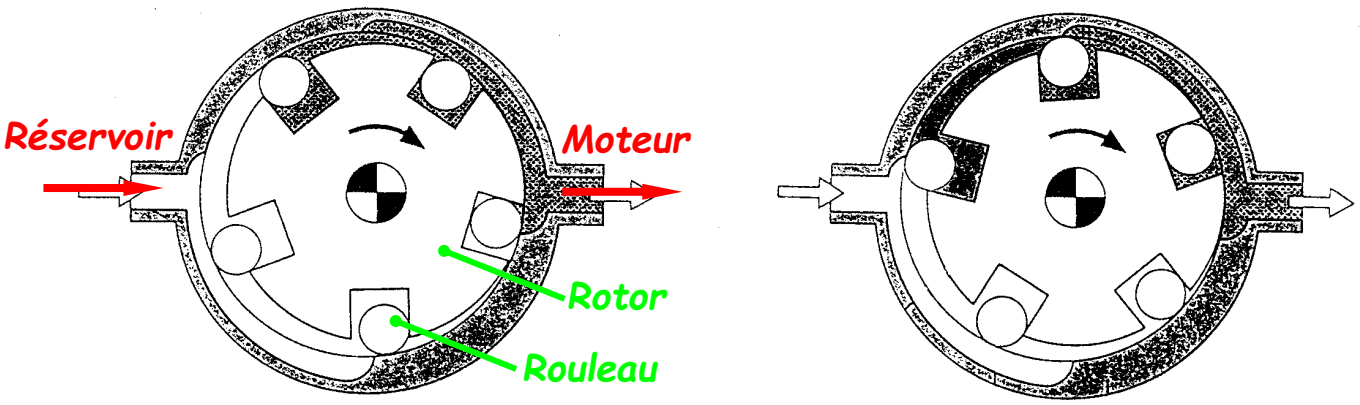


Injection K :

L'automobile p 75

Pompe à essence :

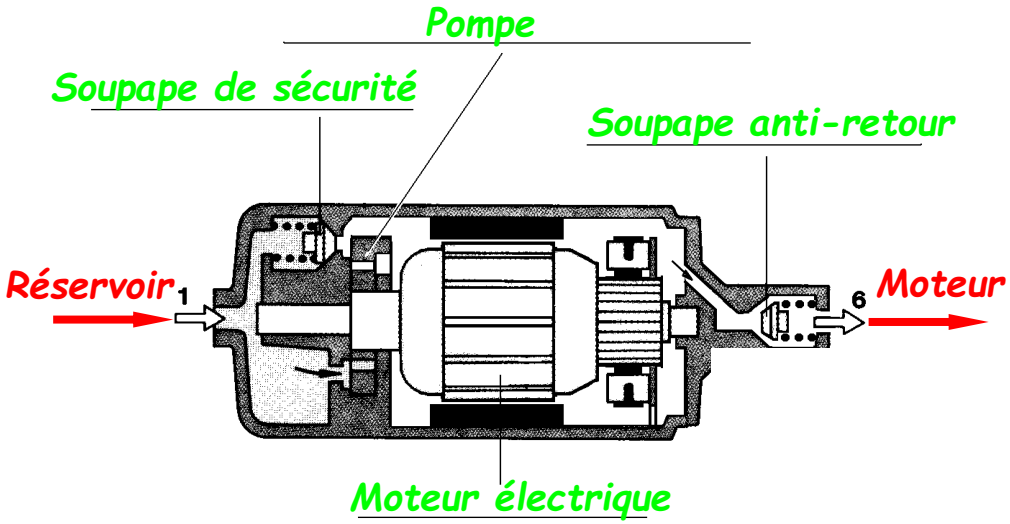
C'est une pompe électrique à rouleaux, dont le moteur est noyé dans l'essence (le carburant ne peut pas s'enflammer car $\lambda \approx 0$). Le moteur entraîne un rotor a encoches, tournant dans un carter excentré. Les rouleaux, poussés vers l'extérieur par la force centrifuge, assurent l'étanchéité entre le rotor et le carter, isolant des chambres dont le volume varie, refoulant ainsi l'essence en direction du doseur distributeur. Les rouleaux permettent de limiter le frottement et donc de supporter de travailler sans lubrification.



La pompe est équipée d'une soupape de sécurité qui limite la pression dans le but d'éviter

la destruction de la pompe si la conduite était bouchée.

Une soupape anti-retour permet de maintenir le circuit en pression, après l'arrêt du moteur



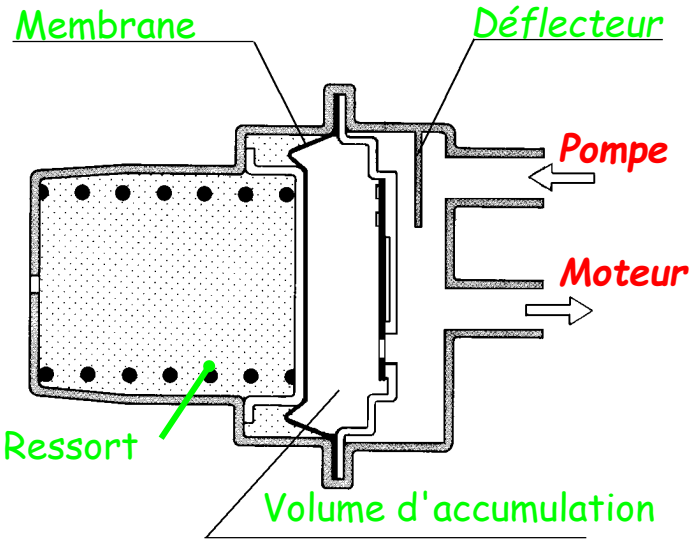
La pompe aspire directement dans le réservoir par un tuyau très court, ou est carrément plongée à l'intérieur de celui-ci pour éviter le vapor-lock

Injection K : **Accumulateur :** *L'automobile p 75*

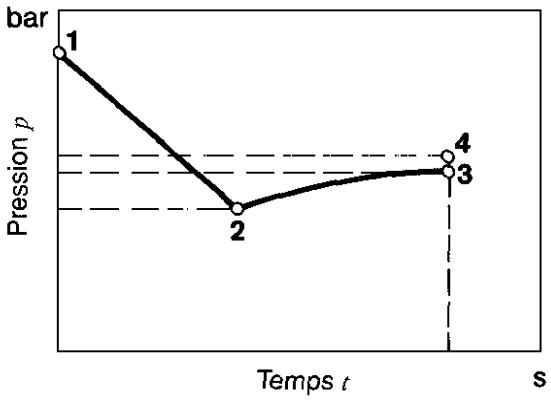
Il permet de maintenir le circuit en pression
après l'arrêt du moteur, pour éviter la formation de bulles de vapeur qui rendraient difficile le redémarrage à chaud. Il ne peut maintenir le circuit en pression que si

la soupape d'isolement et la soupape anti-retour

_____ sont fermées. Il amortit le bruit de fonctionnement de la pompe.

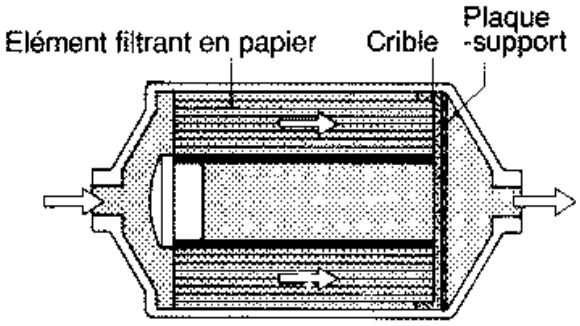


Evolution de la pression après l'arrêt du moteur:
La pression baisse d'abord et passe de la valeur normale d'alimentation (1) à la pression de fermeture (2) du régulateur. Elle remonte ensuite, sous l'effet de l'accumulateur, et atteint le seuil (3) qui est inférieur à la pression d'ouverture (4) des injecteurs.



La languette métallique percée laisse l'accumulateur se remplir rapidement lors de la mise en marche de la pompe, mais ralenti la sortie du carburant pour rendre possible la chute de pression nécessaire à la fermeture de la soupape d'isolement.

Filtre :
Il retient les impuretés du carburant pour protéger les organes du doseur distributeur dont les ajustages sont très fins. Il à un sens de passage.



filtre ≈ 10 µ

Il est monté après la pompe pour éviter

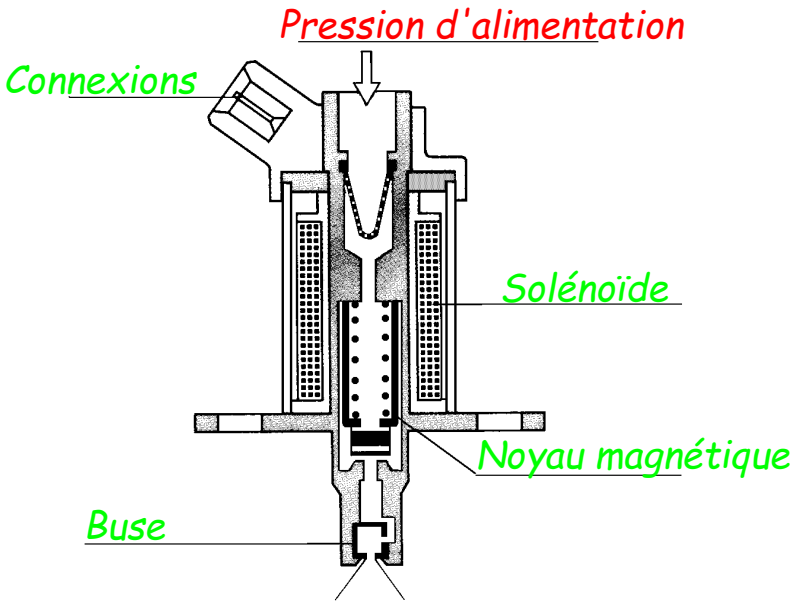
le vapor-lock ,et ne protège donc pas celle-ci des impuretés.

Injection K :

L'automobile p 78

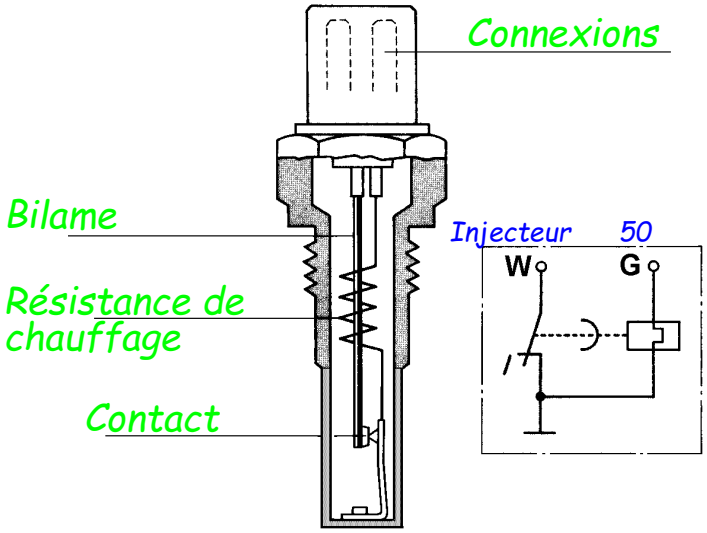
Injecteur de départ à froid :

Comme son nom l'indique, l'injecteur de départ à froid injecte une quantité de carburant supplémentaire pour enrichir le mélange carburé lors de la mise en marche du moteur, uniquement lors de basses températures. Il est alimenté par la pression d'alimentation, et est toujours sous pression. Il est composé d'une électrovanne et d'une buse de giclage à effet giratoire.



Thermocontact temporise :

Il commande l'injecteur de départ à froid, il subit l'influence de la température du moteur, et d'un réchauffage électrique qui limite la durée de fonctionnement.



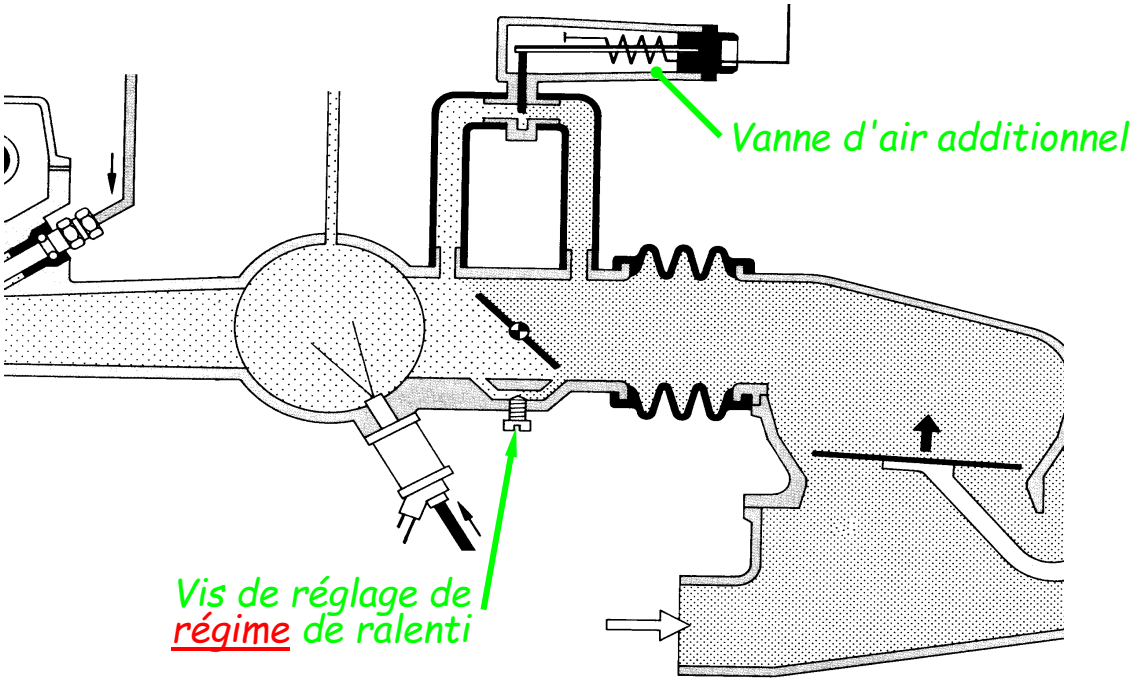
Exemple : à -20° interruption après 8 *secondes* (2 s. à 20°)

Ouvert dès 35°

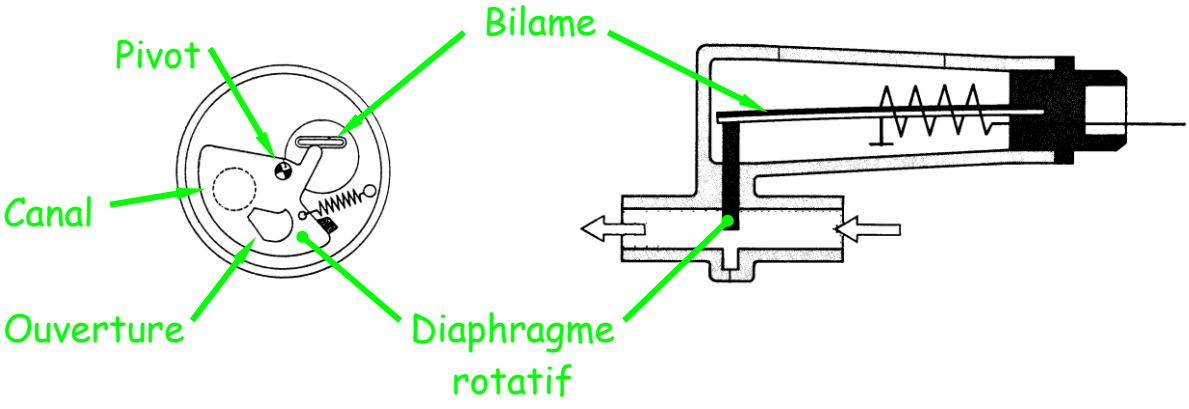
Injection K : Vanne d'air additionnel : *L'automobile p 78*

Le démarrage à froid et les premières minutes de marche du moteur nécessitent un enrichissement pour compenser la condensation sur les parois des tubulures et du cylindre, enrichissement effectué par l'injecteur de départ à froid et le correcteur de réchauffage. Il est aussi indispensable de compenser la mauvaise combustion en augmentant la quantité de mélange

C'est le rôle de la vanne d'air additionnel. A froid, elle ouvre un canal en dérivation du papillon, ce qui augmente la quantité de mélange qui arrive au cylindre, et crée ainsi un ralenti accéléré .



La vanne d'air additionnel est composée d'un bilame, chauffé par une résistance et par la chaleur du moteur, et d'un diaphragme qui libère plus ou moins le canal de dérivation.

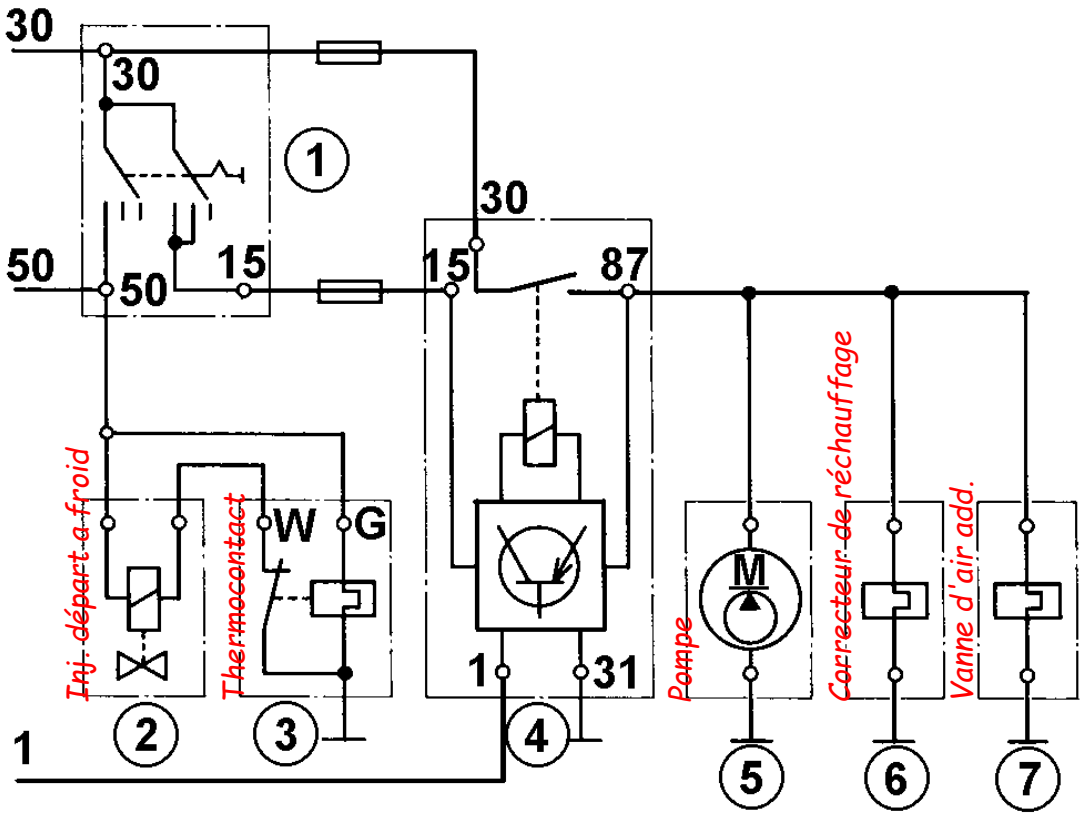


Injection K :

L'automobile p 78

Circuit électrique :

La pompe à essence (5), le correcteur de réchauffage (6) et la vanne d'air additionnelle (7) sont branchés sur la batterie (borne 30) a travers le relais de commande (4), qui ne les alimente que quand le contact est mis **et** que le moteur tourne.
Le relais de commande (4) est fermé que quand il reçoit des impulsions d'allumage sur la borne 1 et du courant de contact sur la borne 15. Si il ne reçoit plus d'impulsions pendant 1 seconde, il interrompt l'alimentation de la pompe, pour éviter de vider le réservoir en cas d'accident.
L'injecteur de départ à froid (2) et le thermocontact temporisé (3) sont alimentés par la borne 50 , c'est à dire uniquement lorsque la clé de contact (1) est sur position démarreur.



L'injecteur de départ à froid ne peu débiter que quand le démarreur tourne, le thermocontact interrompt l'injection si le temps d'actionnement du démarreur dépasse ≈ 8 secondes. Le thermocontact ne supporterait pas d'être branché en continu.

La pompe est alimentée quelques secondes lorsque le contact est mis, puis s'arrête si l'allumage ne fourni pas d'impulsions, ce qui permet de mettre le circuit en pression avant d'actionner le démarreur.