

Le régulateur de pression (repère 9 sur DT2) (voir régulation haute pression DT 15)

En parallèle sur la sortie HP se trouve le régulateur de pression "F" (doc DT4) à commande RCO (rapport cyclique d'ouverture), assurée par le calculateur. Le régulateur crée une fuite contrôlée. La durée variable des cycles d'ouverture et de fermeture règle la pression d'injection. Le gazole libéré par ce régulateur de pression retourne au réservoir par la sortie "G" avec le débit réservé pour le refroidissement et la lubrification.

Remarque : moteur à l'arrêt, il ne subsiste pas de pression résiduelle dans le circuit HP.

La rampe d'alimentation (10)

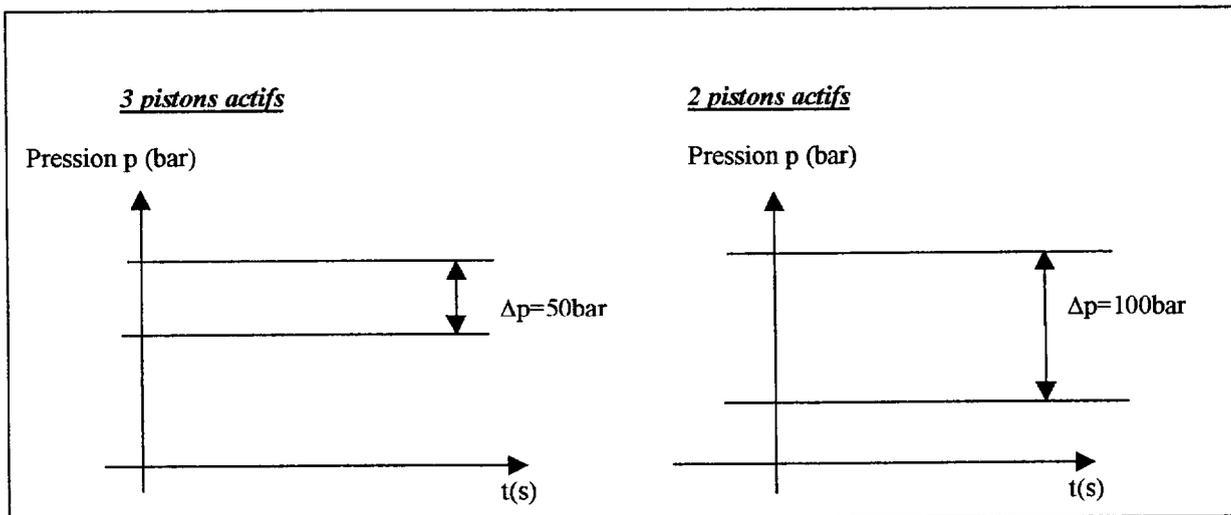
La rampe d'alimentation (le Rail) sert de collecteur et d'accumulateur. Elle est en acier forgé.

Sur la rampe se trouvent :

- - l'arrivée du gazole sous pression.
- - les sorties d'injecteurs,
- - le capteur de température du gazole.
- - le capteur haute pression.

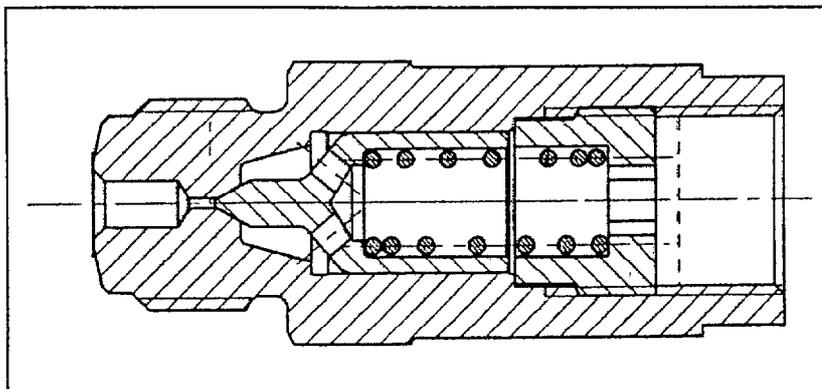
La capacité de la rampe est adaptée à la cylindrée du moteur.

Le volume accumulé sert d'amortisseur de pulsations. Les pulsations de pression dépendent du débit d'injection et se situent environ à 50 bar pour un volume refoulé de 0,65 cm³/tour avec 3 éléments de pompage. Lors de la coupure du 3^{ème} élément de pompage, l'amplitude des pulsations de pression augmente à environ 100 bar.



Le limiteur de pression (non repéré sur doc. DT2)

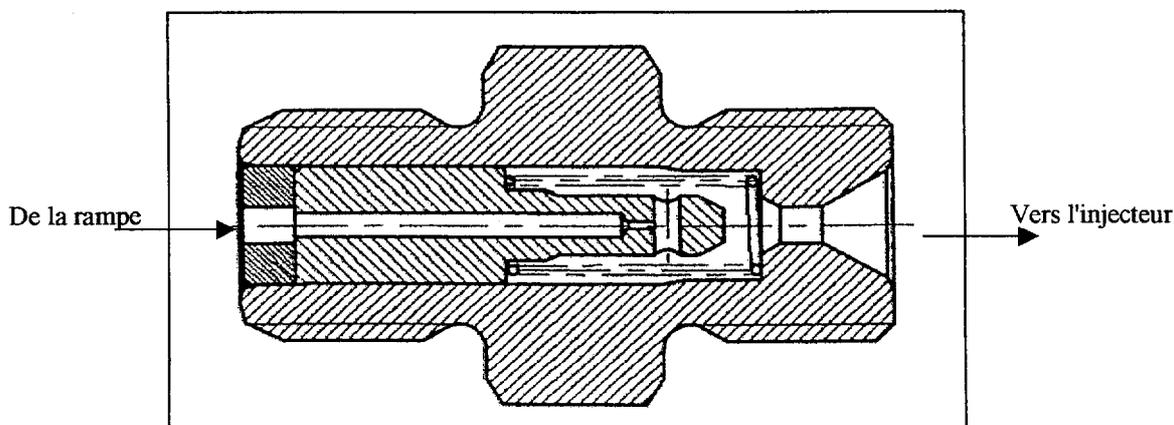
En vue d'éviter une surpression ($p > 1400 \text{ bar}$) dans les composants haute pression, un limiteur de pression est monté en bout de rampe (rail). Ce limiteur ouvre un orifice de retour en cas de dépassement de sa pression maximale (1400 bar) et abaisse la pression de la rampe en dessous de la limite de surpression.

**Les limiteurs de débits (non repérés sur doc DT2)**

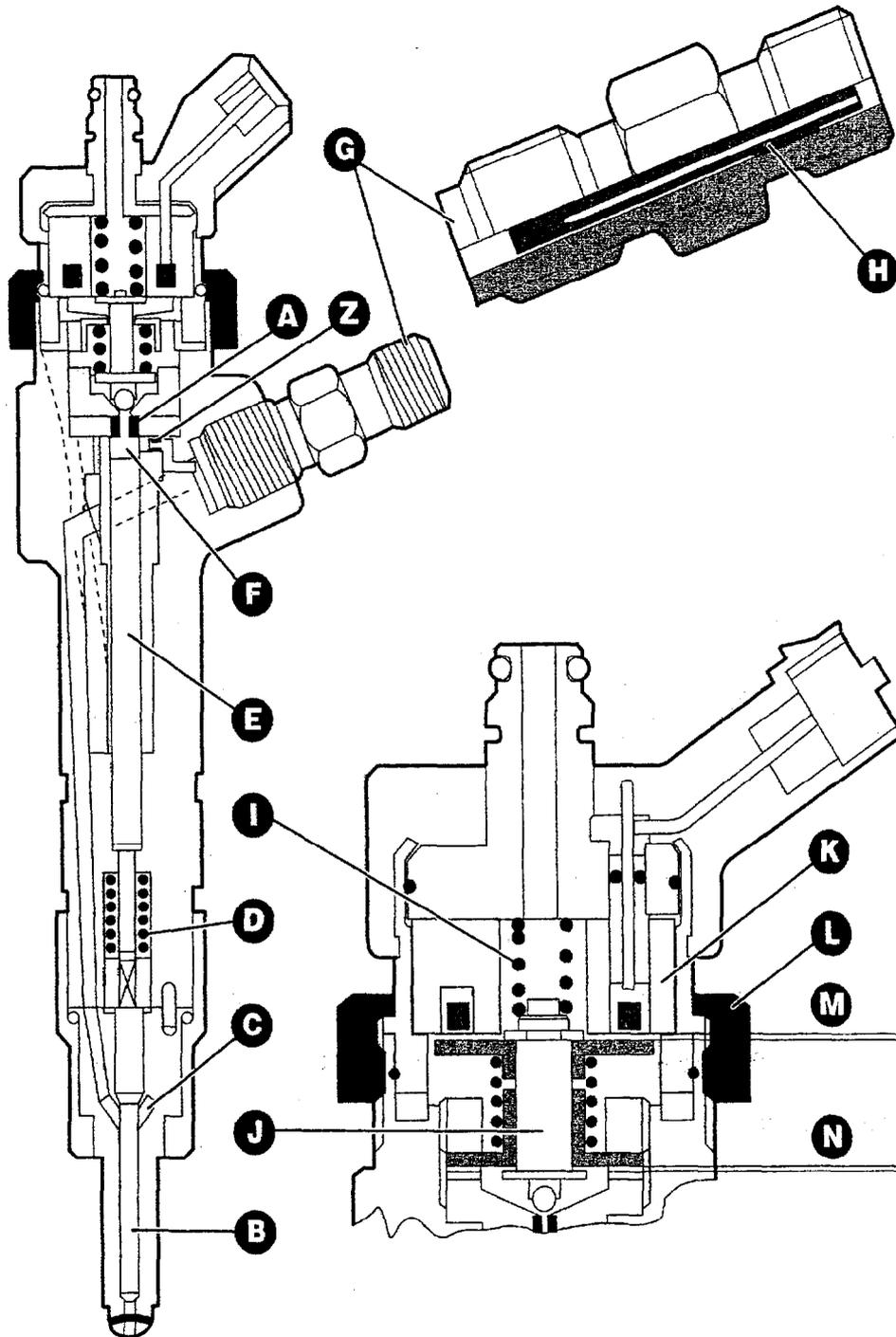
Pour éviter toute injection permanente dans le cas où les injecteurs resteraient ouverts par suite d'une anomalie, un limiteur de débit referme la jonction entre la rampe (rail) et l'injecteur dès que le débit maximal a été dépassé. Les limiteurs de débits sont montés entre le rail et chacun des injecteurs.

La figure ci-dessous représente le piston du limiteur en position initiale. La pression de la rampe règne dans la chambre de commande.

Fonction de limitation : A chaque injection, du carburant est prélevé de la chambre de commande qui est prévue pour le débit d'injection maximum. Le piston se déplace vers l'injecteur en raison de la chute de pression provoquée par le calibrage. Lorsque l'injection est terminée, du carburant s'écoule à travers ce calibrage et le piston est repoussé lentement vers sa position initiale sous l'action du ressort. Le calibrage est dimensionné de façon à ce que le piston se retrouve dans sa position initiale lorsque le régime et le débit sont maximums.



L'injecteur (13)



- A - Gicleur d'ouverture de l'injecteur.
- Z - Gicleur de réalimentation.
- B - Aiguille d'injecteur.
- C - Chambre de pression.
- D - Ressort d'injecteur.
- E - Piston de commande.
- F - Volume de commande
- G - Raccord d'entrée.
- H - Filtre laminaire inclus dans le raccord.

- I - Ressort principal.
- J - Aiguille pilote et sa bille. '
- K - Solénoïde.
- L - Ecran de fermeture.
- M,N - Jeu de fonctionnement de l'aiguille pilote

Le bas de chaque injecteur ressemble au modèle classique multitrou (de caractéristiques adaptées à la version du moteur), le sommet est surmonté d'une électrovanne de commande.

Les pressions de carburant utilisées dans le système «Common Rail» interdisent la commande électrique directe des injecteurs, car ni la puissance de l'électrovanne, ni sa vitesse de commutation ne sont suffisantes. L'ouverture de ceux-ci est donc réalisée par un effet de pression différentielle. La commande de l'injection et les fuites internes aux injecteurs entraînent donc une consommation interne de carburant.

Au repos, l'aiguille d'injecteur "B" est appliquée sur son siège par son ressort "D". L'aiguille est surmontée par le piston de commande "E" qui est libre dans son alésage. La tête du piston débouche dans une chambre "F" appelée «Volume de commande». Cette chambre est en liaison avec la rampe d'alimentation au travers du calibrage "Z". Elle est en liaison avec le retour au réservoir par le calibrage "A". Ce circuit est fermé par la bille de l'aiguille pilote "J" sur laquelle s'appuie le ressort principal "I".

Note :

Dans le raccord d'entrée "G" un filtre laminaire "H" empêche le passage d'éventuelles impuretés.

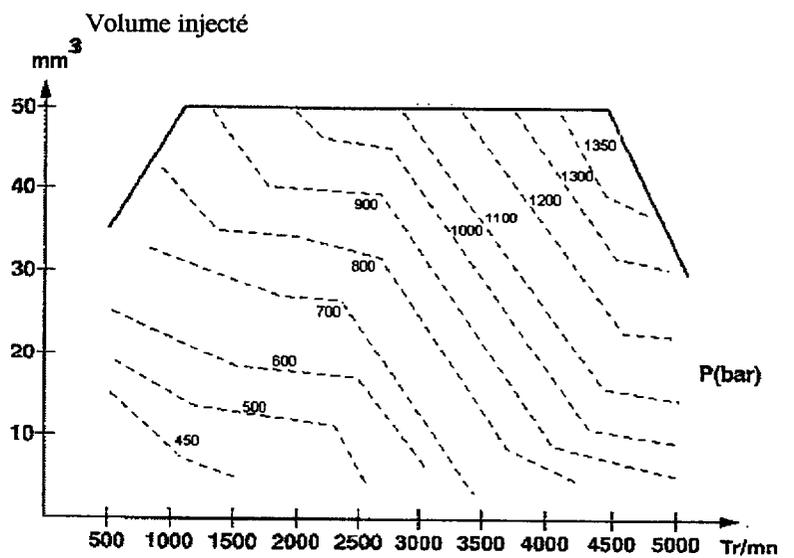
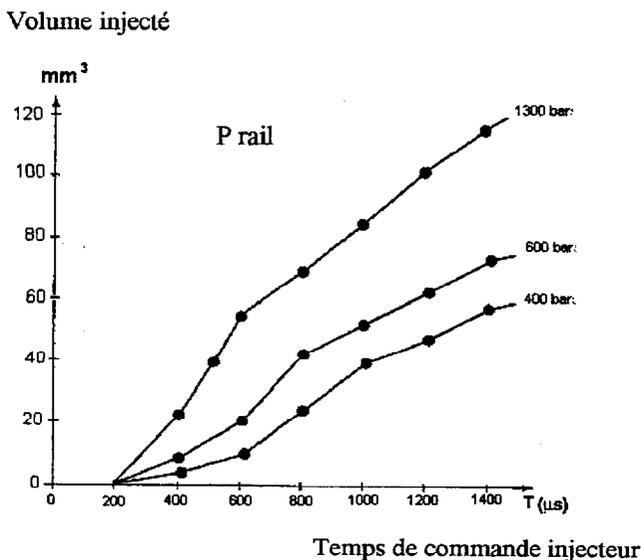
La levée maximale de l'aiguille pilote "B" est d'environ 60 microns.

CARACTERISTIQUES D'UN INJECTEUR

- Courant d'attraction >20A
- Courant de maintien >12A
- Taille du volume de commande : 10mm³
- Piston de fermeture (aiguille de l'injecteur) : l = 78 mm
- Intervalle le plus court entre 2 pilotages : 1 ms
- Plage de pression : 120 à 1350 bar

Cartographie d'un injecteur.

Cartographie schématique de la pression d'injection



4 / DISPOSITIF DE CONTROLE MOTEUR.

Le principe de base de l'action du contrôle moteur est très semblable à celui d'un dispositif d'injection séquentielle sur un moteur à essence, avec l'adaptation rendue nécessaire par l'existence de très hautes pressions et d'injections multiples.

Les capteurs mesurent les conditions de fonctionnement moteur et transforment les valeurs physiques en signaux électriques.

Le calculateur reçoit ces signaux, les traite et les transforme en ordres ou informations destinés :

- aux actionneurs principaux (réglage pression, injecteurs, etc),
- aux actionneurs secondaires (électrovanne de commande du recyclage des gaz d'échappement, par exemple),
- aux interfaces avec d'autres systèmes.

Les composants du système sont :

Le calculateur.

Il comporte un étage de puissance capable de fournir le courant de commande très élevé nécessaire au fonctionnement des injecteurs.

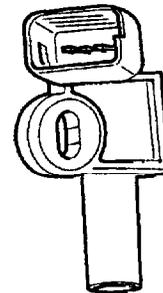
Le capteur de régime.

Les informations régime et position du moteur sont fournies par ce capteur fixé sur le carter d'embrayage.

Le capteur de référence cylindre.

C'est un capteur «à effet Hall» qui donne un signal carré directement exploitable par le calculateur.

Il est fixé sur le cache arbre à cames en regard d'une roue cible entraînée par celui-ci.



La sonde de température moteur.

C'est une thermistance C.T.N. qui informe de l'état thermique du moteur. Elle est implantée sur le boîtier de sortie d'eau.

Le débitmètre d'air.

C'est un débitmètre à film chaud qui intègre une sonde C.T.N. de mesure de la température du flux d'air. Il permet de calculer la masse d'air absorbé par le moteur.

Le calculateur mesure la résistance d'un conducteur électrique plat chauffé par un courant et refroidi par le flux d'air admis.

La valeur trouvée est utilisée pour la limitation des fumées pendant les phases transitoires (accélération, décélération).

L'information "débitmètre" sert au calcul du taux de recyclage des gaz d'échappement (E.G.R.).

Le débitmètre est monté entre le filtre à air et le turbocompresseur.

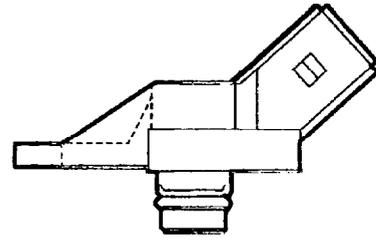
Le capteur de pression de suralimentation.

Il fournit l'information «charge» en mesurant la pression de suralimentation.

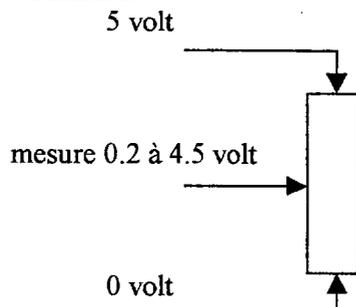
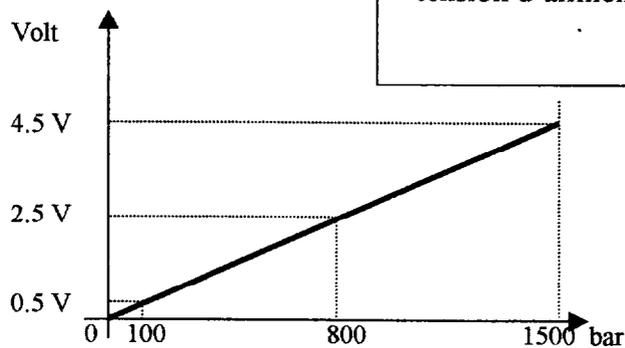
Cette information est utilisée pour :

- le réglage de la pression d'injection,
- le réglage de la durée d'injection.

Alimenté sous 5 volts par le calculateur, il fournit une tension proportionnelle à la pression collecteur.

**Le capteur de haute pression.**

Il mesure la haute pression régnant dans le rail. Son principe de mesure est similaire à celui d'un potentiomètre.

Principe de mesure:**Réponse du capteur:****Caractéristiques du capteur :**

- plage de mesure : 0 ... 1500 bar
- pression sans endommagement : 1800 bar
- pression d'éclatement : 3000 bar
- plage de températures : -40 ... +140 °C
- temps de réponse : < à 2 ms
- durée de vie : > 4000 heures ou > 10ans
- tension d'alimentation : 5 volt

Le capteur de température gazole.

C'est un capteur C.T.N. fixé sur la rampe.

Le carburant voit varier sa densité et sa viscosité en fonction de sa température.

Le calculateur corrige le débit à partir de cette donnée.

**Le capteur de pédale d'accélérateur.**

Entraîné par la pédale d'accélérateur, il traduit la volonté du conducteur.

Il comprend deux potentiomètres dont la résistance varie proportionnellement avec la position de l'accélérateur.

Les informations provenant de chaque potentiomètre sont constamment comparées afin de détecter un éventuel défaut.

Les mesures sont constamment comparées aux relevés d'autres capteurs afin de détecter d'éventuelles incohérences

Le capteur de pédale de frein.

Il permet de pallier une information incohérente provenant du capteur de pédale d'accélérateur.

Le capteur de pédale d'embrayage.

Il permet de pallier une information incohérente provenant du capteur de pédale d'accélérateur. Son état (ouvert, fermé) intervient dans la gestion du ralenti.

Le capteur de vitesse véhicule.

Son action sur le fonctionnement du moteur consiste à informer le calculateur de diverses situations :

- véhicule à l'arrêt,
- véhicule roulant (à plus de 2 km/h),
- véhicule en décélération.

Ses signaux sont utilisés par différents systèmes (direction variable, suspension) et par le régulateur de vitesse.

La batterie.

Sa valeur de tension est importante.

Le calculateur mémorise une situation de défaut : - au-dessus de 17,5 V,
- en dessous de 7 V.

En dessous de 10 V, le fonctionnement sera aléatoire parce que le courant nécessaire à la bonne marche des injecteurs «circule très mal» en raison de la résistance totale (calculateur, câblages injecteurs).

En fonction de la tension de batterie, le calculateur règle le ralenti par action sur le temps d'injection et la pression de service.

Les injecteurs. Eléments étudiés par ailleurs.

Le régulateur de haute pression. Elément étudié par ailleurs.

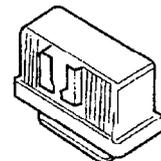


Le désactivateur du 3^{ème} piston. Elément étudié par ailleurs.

Le relais de préchauffage.

Relais d'alimentation des bougies de préchauffage.

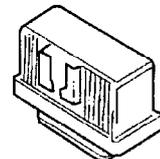
La procédure est décidée par le calculateur, elle est fonction des indications de la sonde de température d'eau du moteur.



Le relais de commande du chauffage additionnel.

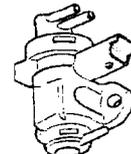
Ce système, dont il existe plusieurs variantes (à résistances électriques, à brûleur) renforce le chauffage par l'aérotherme.

Il fonctionne si besoin après le démarrage du moteur.



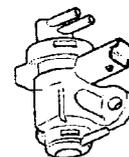
Electrovanne de régulation de pression d'admission.

Commandée par le calculateur, elle provoque l'ouverture ou la fermeture de la vanne de régulation de pression du turbo.



Electrovanne E.G.R.

Commande la manœuvre de la vanne de recyclage E.G.R.



5/ LE CIRCUIT DE REGULATION DE PRESSION RAIL

Indépendamment des besoins du moteur, la pompe refoule du carburant dans l'accumulateur haute pression qu'est le rail (ou rampe). Afin d'y maintenir la pression pratiquement constante souhaitée par le système de commande, le régulateur de pression laisse sortir le carburant en cas de pression trop élevée; au contraire la valve du régulateur se ferme si la pression chute . Le rôle du régulateur de pression est d'atteindre l'équilibre entre le carburant refoulé par la pompe et le carburant utilisé par les injecteurs ou s'échappant par le retour du régulateur de pression . La pression souhaitée par le système de commande est appelée "pression de consigne"

Le capteur de pression de rampe mesure la pression momentanée dans le rail et transmet les données au calculateur. Ce dernier, par l'intermédiaire d'un circuit de régulation, met sous tension le régulateur de pression de façon à régler la pression de rampe souhaitée

Le système de régulation de haute pression est constitué des éléments suivants :

- un capteur de pression rampe,
- le régulateur de pression,
- la rampe et les conduites qui constituent l'accumulateur,
- le calculateur qui constitue la commande.

-5-1- Pression dans le rail en fonction de la fréquence de rotation moteur et du débit aux injecteurs

La dernière colonne représente la valeur du signal de commande du régulateur de pression en % .

Exemple: 15% représente le temps de commande à la fermeture du régulateur pour 85% de commande à l'ouverture (voir le dossier technique " signal de commande du régulateur de pression ")

Fréquence de rotation moteur en tr/min	Débit aux injecteurs en mm ³ /coup	Pression dans le rail en bar	Signal de commande du régulateur en %
920	5	150	15
1500	10	300	20
1500	20	400	25
2500	15	400	25
2500	30	750	30
2500	45	1000	50
3000	20	600	27
3000	35	900	35
3500	20	750	30
3500	40	1100	40
4000	40	1300	45

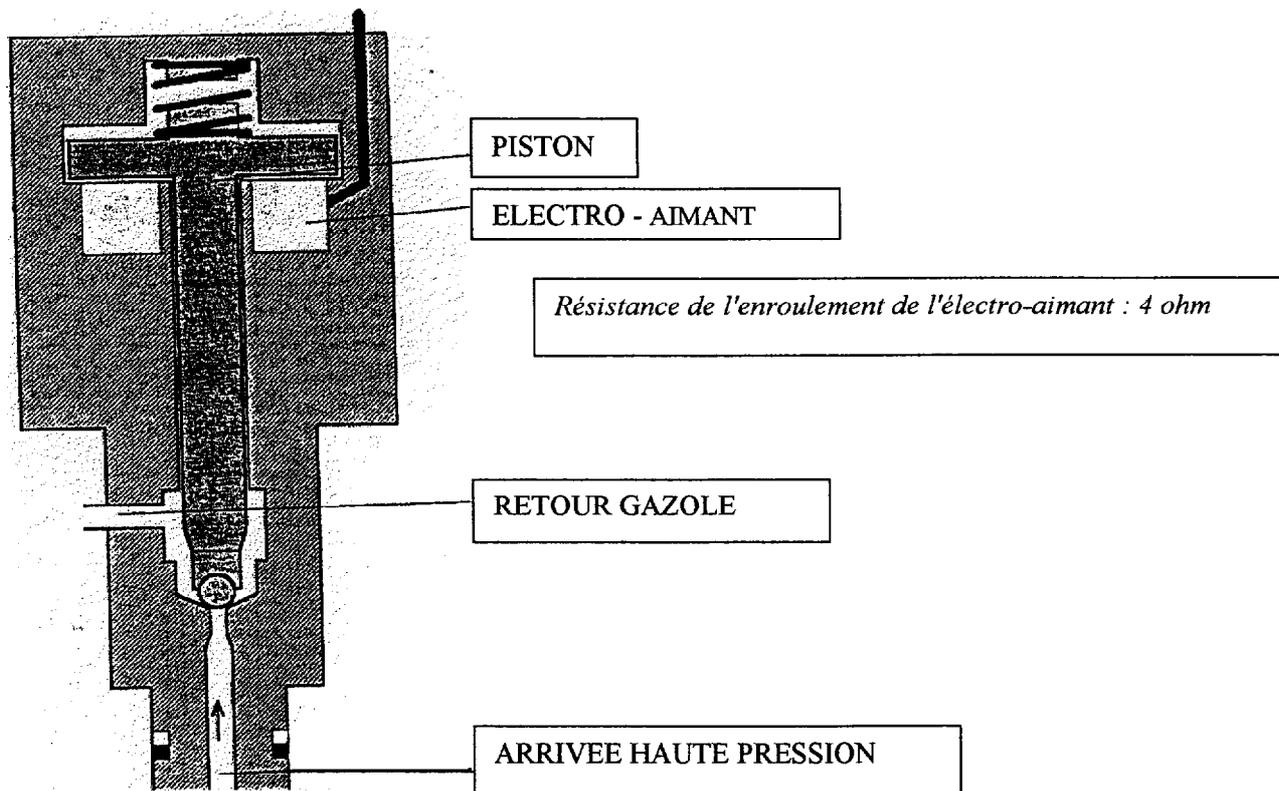
- *Nota* : le tableau ne présente pas le temps de commande de l'injecteur (Ti) qui varie également .

- *Exemple*: pour obtenir 20mm³/coup à 600 bars l'injecteur est commandé pendant 0,6 ms ; pour 20 mm³/coup à 400 bar il est commandé pendant 0,8 ms (voir la courbe "cartographie d'un injecteur" DT11)

-5-2- Le régulateur de pression rail :

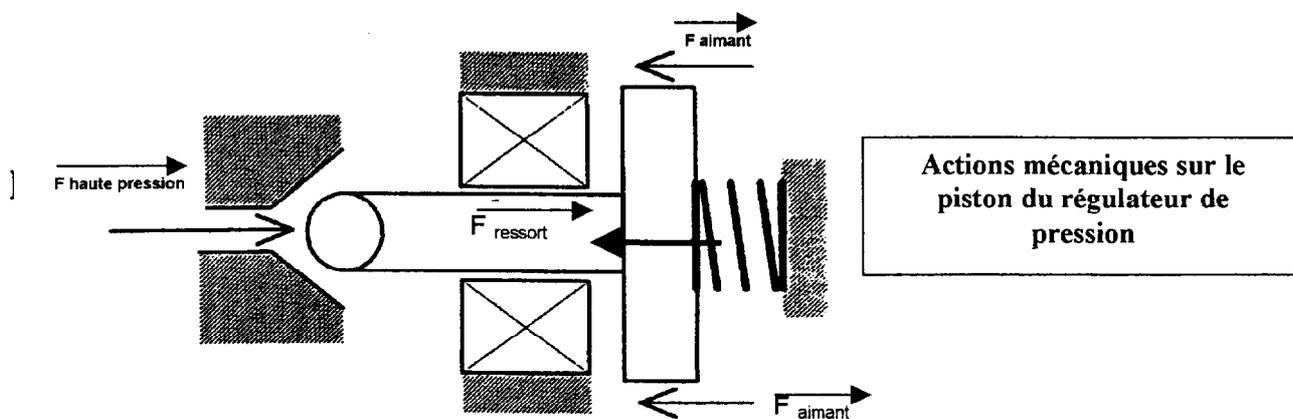
Le régulateur de pression est monté sur la pompe haute pression (ou parfois en bout de rampe), il assure le réglage de la pression dans le rail ou rampe .
En vue d'éviter des frictions inutiles et de réduire les forces requises , l'intégralité de l'induit est balayé par le carburant . Une étanchéité complète n'est effectuée que vis à vis des orifices extérieurs.

Croquis du régulateur de pression rail:



-5-2-1- Mode de fonctionnement : position repos

La haute pression régnant dans la rampe ou à la sortie de la pompe est appliquée au régulateur de pression via l'arrivée haute pression ($F_{\text{haute pression}}$). Si l'électro-aimant est hors tension ($F_{\text{aimant}} = 0$), le régulateur de pression s'ouvre pour $F_{\text{haute pression}} > F_{\text{ressort}}$. Avec la dimension actuelle de la vanne, il en résulte une pression rampe d'environ 100 bar. La quantité de carburant en excès retourne au réservoir via la conduite de retour .



-5-2-2- Montée en pression :

Si la pression doit être augmentée à partir de l'état hors tension de l'aimant, il est alors nécessaire d'établir une force supplémentaire appelée F aimant

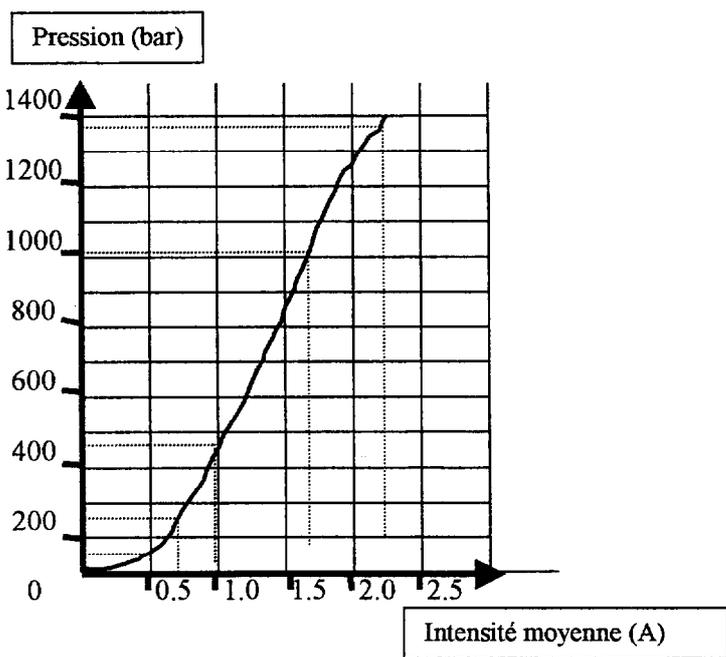
L'équilibre devient alors :

$$F_{\text{aimant}} + F_{\text{ressort}} = F_{\text{haute pression}}$$

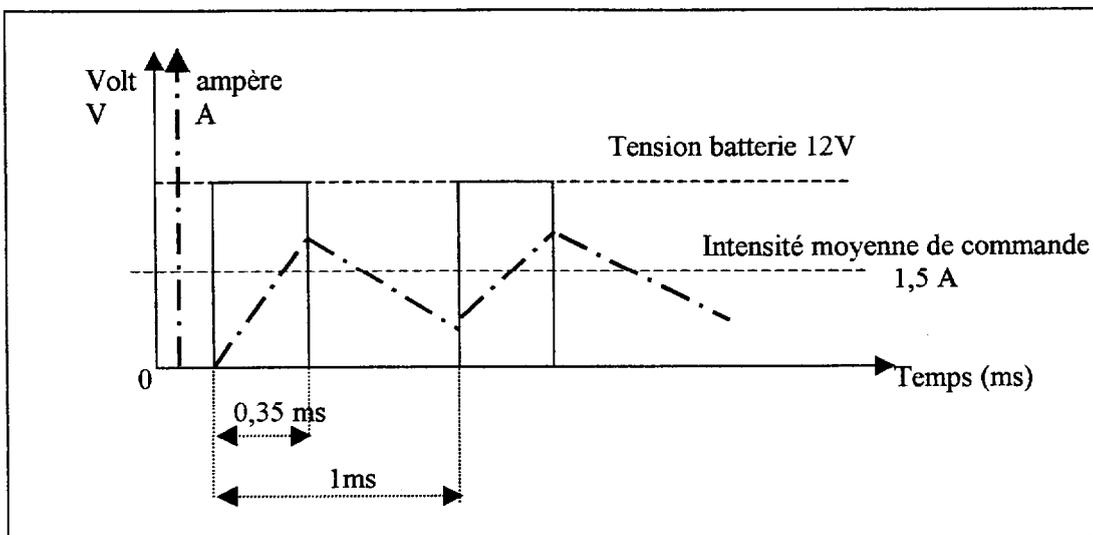
La section de passage vers le retour est alors réduite.

La force magnétique de l'aimant est proportionnelle au courant électrique . La variation du courant est réalisée par une modulation d'impulsions en largeur du courant de pilotage (la commande agit comme un hacheur de courant à rapport cyclique variable) La fréquence de pilotage est de 1 khz : voir signal électrique de commande (DT18)

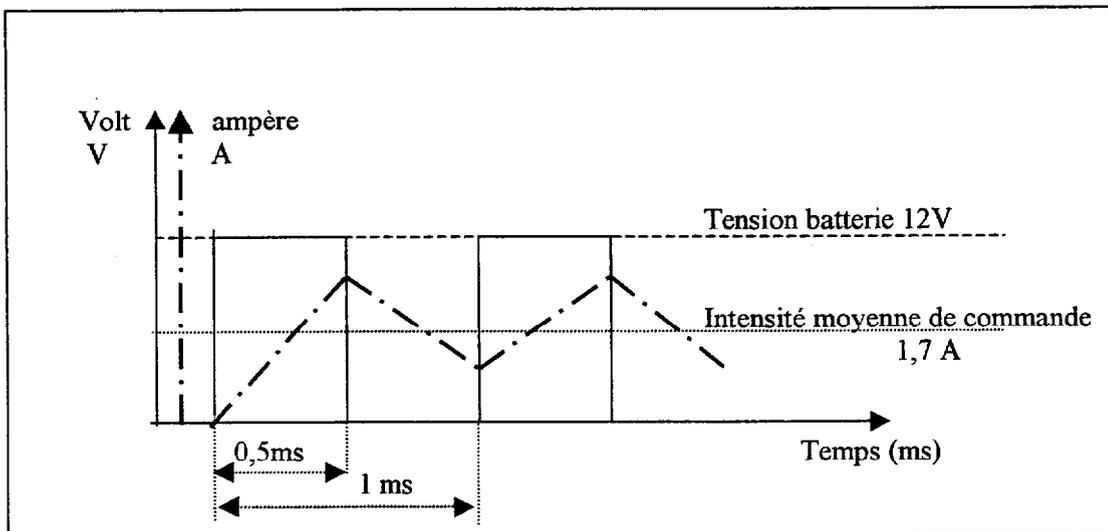
**Evolution du courant moyen de commande du régulateur de pression de rampe
Pression rail = f (Intensité moyenne de commande)**



Signal électrique de commande du régulateur de pression : signal de commande 35%,
pression rail 900 bar, intensité moyenne de commande 1,5 A



Signal électrique de commande du régulateur de pression : signal de commande 50%,
pression rail 1000 bar, intensité moyenne de commande 1,7 A



NOMENCLATURE DU SCHEMA ELECTRIQUE

COMPOSANTS	Repère BOSCH	Repère P.S.A.
Batterie		BB00
Connecteur diagnostic		C001
Voyant diagnostic moteur		V1300
Capteur référence cylindre		1115
Relais de préchauffage		1150
Désactivateur 3 ^{ème} piston	EAV	1208-6
Pompe de gavage	EKP3.1D	1210
Capteur de température d'eau		1220
Capteur de température de gazole		1221
Electrovanne de régulation de pression du turbo-compresseur		1233
Electrovanne EGR		1253
Capteur de position de pédale d'accélérateur		1261
Relais double		1304
Débimètre d'air		1310
Capteur de pression d'air d'admission		1312
Capteur de PMH et régime moteur		1313
Calculateur de contrôle moteur	EDC15C2	1320
Capteur haute pression gazole	RDS2	1321
Régulateur haute pression gazole	DRV	1322
Ensemble porte-injecteur complet	CRI1	1331-1334
Capteur vitesse véhicule		1620
Liaison avec calculateur B.V.A.		1630
Contacteur de stop		2100
Compte-tours		4210
Contacteur de pédale d'embrayage		7306
Contacteur de pédale de frein		7308
Compresseur de réfrigération		8020
Relais d'alimentation du chauffage additionnel		8098
Transpondeur (Commande pompe de gavage... ..)		8221

SCHEMA ELECTRIQUE

