



# L'injection Diesel haute pression à rampe commune

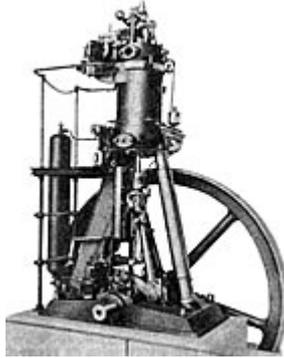
## Sommaire

Historique	page 2
Les émissions polluantes du moteur Diesel	page 3
Les différents types de moteurs Diesel	page 6
Présentation du système	page 10
Le circuit d'alimentation basse pression	page 11
Le circuit d'alimentation haute pression	page 15
La gestion électronique du système	page 20
Principe de fonctionnement	page 23
Précautions à prendre lors d'interventions sur le système	page 27

# Historique

Le moteur Diesel qui équipe les automobiles que nous connaissons à ce jour est le fruit d'une évolution constante.

Cette évolution a subi des accélérations en fonction de circonstances telles que le premier choc pétrolier et l'apparition des normes antipollution.



*Le moteur Diesel de 1897*

- 1897** Le premier moteur conçu par un ingénieur thermicien, Rudolf DIESEL, fonctionne en Allemagne. Il résulte de travaux théoriques destinés à améliorer le rendement thermodynamique. Ce moteur, qui a un rendement de 26,2 % (à rapporter aux 20 % du moteur à essence de l'époque), développe une puissance de 27 kW pour une cylindrée d'environ 20 litres ;
- 1936** Mercedes produit en petite série la première voiture à moteur Diesel, la 260D ;
- 1938** Peugeot réalise une série d'un millier de modèle 402 ; après la seconde guerre mondiale, ce type de véhicule est toujours produit ;
- 1973** la crise pétrolière favorise la généralisation des voitures à moteur Diesel ;
- 1988** Fiat produit la première voiture de série équipée d'un moteur à injection directe ;
- 1989** Audi présente la première voiture équipée d'un moteur à injection directe à régulation électronique ;
- 1998** premières applications de l'injection directe à rampe commune réalisée par Bosch sur des véhicules de série ;
- 2000** plusieurs constructeurs européens produisent une version de leur véhicule de prestige équipé d'un moteur V8 Diesel à injection directe à rampe commune.

# Les émissions polluantes du moteur Diesel

## Les émissions polluantes

La combustion du gazole dans un moteur Diesel génère un certain nombre de résidus. Ceux-ci découlent des réactions chimiques complexes de la combustion et dépendent essentiellement :

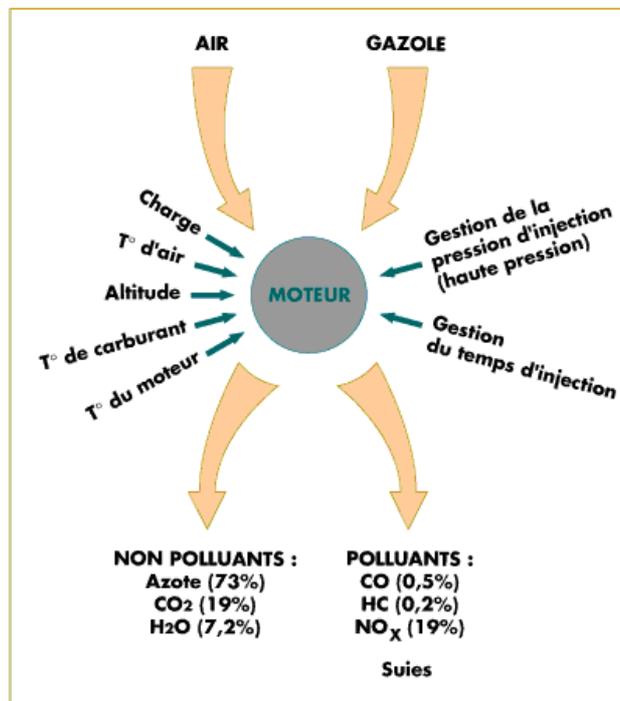
- du carburant utilisé ;
- de la température de fonctionnement du moteur ;
- de la conception de la chambre de combustion ;
- du système d'injection ;
- des conditions d'utilisation.

La réalisation d'une combustion la plus complète possible contribue à une production minimum de résidus. Une adéquation parfaite entre la quantité maximum de carburant et l'air contenu dans la chambre de combustion, ainsi qu'un brassage optimal, limitent la production de polluants.

Une combustion correcte engendre une production d'eau (H<sub>2</sub>O) et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), produits considérés comme non polluants.

Il se forme aussi dans de faibles proportions une série de composés indésirables :

- monoxyde de carbone (CO) ;
- hydrocarbures imbrûlés (HC) ;
- oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) ;
- particules de suie.



Les solutions proposées pour réduire la production de polluants passent par :

- un système d'injection performant ;
- la mise en œuvre d'un catalyseur d'oxydation ;
- un système de recyclage des gaz d'échappement ;
- un filtre à particules.

Il convient de préciser que moins de 1% des gaz d'échappement rejetés par le moteur sont nocifs.

## Evolution de la législation sur les émissions polluantes

Depuis 1990, le taux de rejets de gaz d'échappement dans l'atmosphère est limitée par la normalisation européenne (normes Euro).

Émission maximale (en g/km)	Euro 1 (01/01/93)	Euro 2 (01/01/96)	Euro 3 (01/01/00)	Euro 4 (01/01/06)
CO	3,16	1	0,64	0,5
NOx	-	-	0,5	0,25
HC + NOx	1,13	0,7 (0,9)	0,56	0,3
Particules	0,16	0,08 (0,1)	0,05	0,025

Les chiffres entre parenthèses sont spécifiques aux moteurs à injection directe pour l'année 1996.

## Evolution des carburants

Un grand potentiel d'évolution caractérise la qualité des carburants pour moteur Diesel. Les améliorations concernent :

- la diminution de 0,2% à 0,05 % de la teneur en soufre devenue obligatoire en 1996 ;
- l'augmentation de l'indice de cétane ;
- les additifs dans le combustible permettent une réduction effective des polluants émis par le moteur.

## Analyse de la combustion

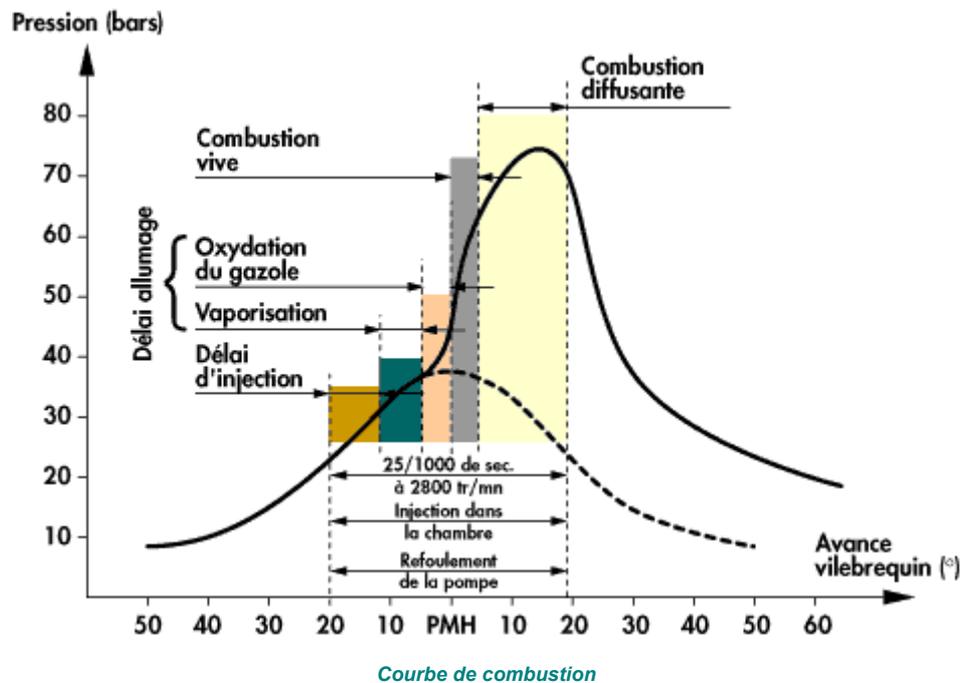
Le combustible est pulvérisé dans la chambre de combustion.

À partir de cet instant on distingue trois phases qui sont décrites en page suivante.

## Le délai d'allumage ou délai d'inflammation

C'est le temps qui s'écoule entre le moment où le combustible pénètre dans la chambre et l'instant où il s'enflamme. Il est inversement proportionnel :

- à la finesse de la pulvérisation ;
- à la température de la chambre de combustion ;
- au débit des injecteurs.



Au cours de cette phase le combustible est pulvérisé, il s'oxyde et certaines de ses molécules subissent un phénomène de craquage thermique.

## La phase incontrôlée

La combustion de la totalité de la quantité déjà injectée se déroule à une vitesse proche de celle du son (soit 340 m/s).

Cette combustion, 2 000 fois plus rapide que celle d'un mélange carburé dans un moteur à essence, génère le bruit caractéristique du moteur Diesel.

## La combustion contrôlée

La température qui règne dans la chambre permet la combustion du gazole en continu à la sortie de l'injecteur, celle-ci se déroulant avec une émission sonore acceptable.

# Les différents types de moteurs Diesel

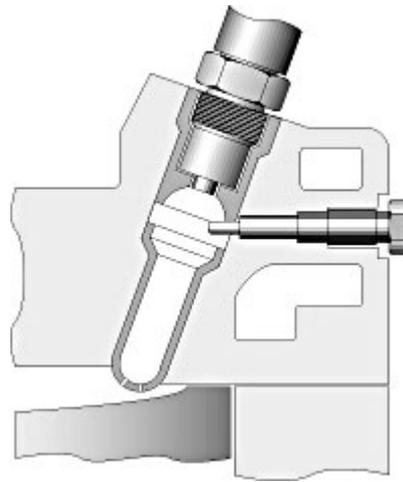
## Les moteurs à injection indirecte

L'application du moteur Diesel aux véhicules automobiles légers privilégie parfois le silence de fonctionnement au détriment d'une légère surconsommation.

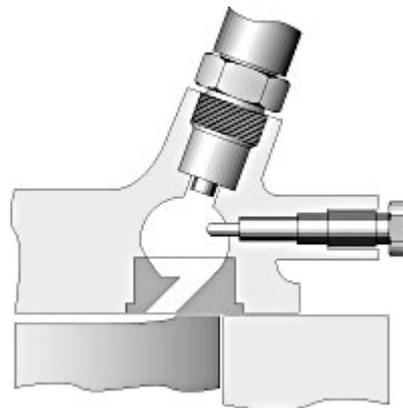
Pour satisfaire à ces conditions, les moteurs Diesel montés sur les voitures étaient, jusqu'à un passé récent, de type à chambre divisée (injection indirecte).

Deux principes sont utilisés : les préchambres et les chambres de turbulence.

### *Avec préchambre*



### *Avec chambre de turbulence*



Dans ces deux cas, la combustion se déroule dans deux volumes séparés : une chambre, représentant 30 à 60% du volume total, qui reçoit l'injection du carburant et où s'amorce la combustion, et une chambre principale dans laquelle elle s'achève.

L'injection du carburant dans ce petit volume relativement chaud permet de réduire le délai d'allumage du combustible. Seule la quantité minimum de combustible nécessaire à l'amorçage de la combustion s'enflamme, le reste se trouve chassé de la préchambre par l'augmentation de pression et la combustion se poursuit dans la chambre principale.

Les moteurs à injection indirecte remplissent les conditions requises pour son application à l'automobile, à savoir un relatif silence de fonctionnement et un faible taux d'émissions de NOx.

Le second choc pétrolier en 1973 et les normes de dépollution toujours plus sévères ont amené les constructeurs à repenser le moteur Diesel en termes d'économie et de faible pollution.

## Les moteurs à injection directe

Le moteur à injection directe s'impose pour son rendement supérieur à ceux des moteurs à injection indirecte.

En effet, le rapport entre la surface et le volume de la chambre de combustion est nettement plus faible pour un moteur à chambre à espace mort unique (injection directe) que pour un moteur à préchambre (injection indirecte) ; de plus, la durée de la combustion est plus courte dans un moteur à injection directe.

Ces deux paramètres diminuent les échanges thermiques entre la chambre de combustion et le système de refroidissement, facteurs de perte de rendement.

Les problèmes liés à l'injection directe sont de deux ordres : bruits de combustion et émission d'oxyde d'azote(NOx).

L'apparition de la régulation électronique dans les systèmes d'injection a permis de stabiliser et d'affiner les réglages de base, tant au niveau du moment d'injection que du débit de combustible.

Ces différents systèmes d'injection mécaniques par pompe distributrice, régulés ou non de manière électronique, présentent comme caractéristique commune la variation de la pression d'injection en fonction de la vitesse de rotation du moteur.

Cette variation de pression d'injection rend difficile une maîtrise totale de la combustion.

### *Le moteur à injection directe*



Le système d'injection à rampe commune s'affranchit de cette contrainte.

## Les moteurs à injection haute pression à rampe commune

Contrairement aux systèmes à pompe distributrice, la pression d'injection est indépendante de la vitesse de rotation du moteur et demeure constante pendant la phase d'injection.

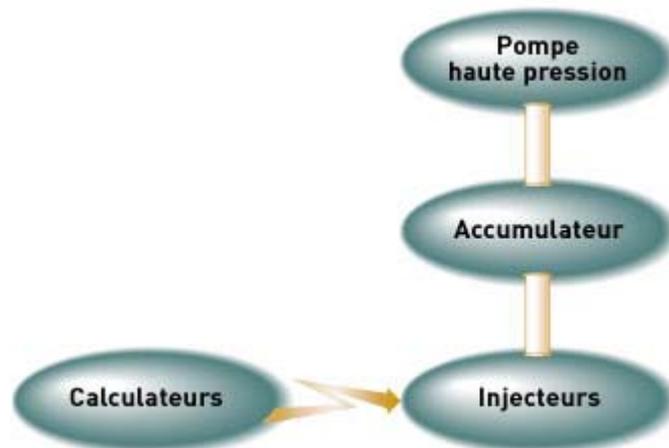
Le pilotage de l'injection par un calculateur électronique laisse une grande latitude de programmation aux motoristes.

La quantité de combustible injecté peut être fractionnée pour réaliser une pré-injection, ce qui permet de réduire les bruits de combustion et la formation de NOx.

Cette faible quantité de carburant (1 à 4 mm<sup>3</sup>) permet de préparer, par une augmentation de la température et de la pression dans la chambre de combustion, l'inflammation du combustible lors de l'injection principale.

Les véhicules équipés de filtres à particules présentent une phase de nettoyage qui nécessite une post-injection, rendue possible grâce au pilotage des injecteurs par un calculateur électronique.

Le pilotage par une électronique numérique de tous les paramètres de l'injection permet d'optimiser le fonctionnement du moteur.



## Conclusion

La réduction des émissions de rejets polluants est devenue une nécessité pour les constructeurs.

Le calcul de la pollution émise par un véhicule prend en compte la puissance fournie et non un pourcentage des gaz émis, ce qui favorise le moteur qui a le meilleur rendement.

Une des solutions pour atteindre cet objectif passe par une diminution de la consommation et par une maîtrise de la combustion.

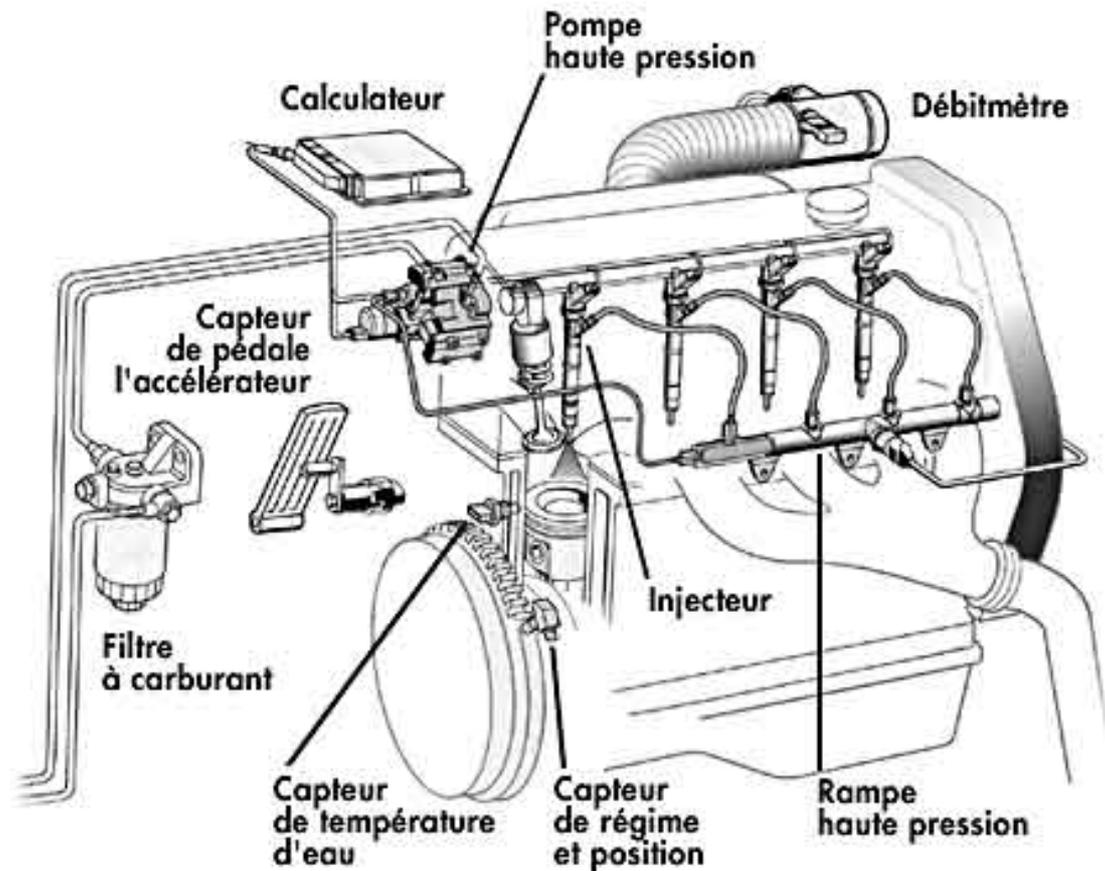
Le moteur Diesel à injection directe, alimenté par un système d'injection haute pression à gestion électronique, offre un rendement supérieur à tous les autres moteurs thermiques.

Grâce à sa relative simplicité d'adaptation sur les moteurs existants, le système d'injection Diesel haute pression à rampe commune constitue la solution actuelle la plus facilement industrialisable.

L'apparition de l'injection à rampe commune pour les moteurs Diesel a ouvert un nouvel espace de liberté aux motoristes. Les progrès sur le plan du confort, de la consommation et de la diminution de la pollution en sont les conséquences directes.

# Présentation du système

Comparativement aux systèmes d'injection classiques phasés avec la distribution du moteur, le système d'injection haute pression à rampe commune permet, avec sa rampe d'accumulation, de maintenir constante la pression quels que soient la vitesse du moteur et la quantité de carburant injectée.



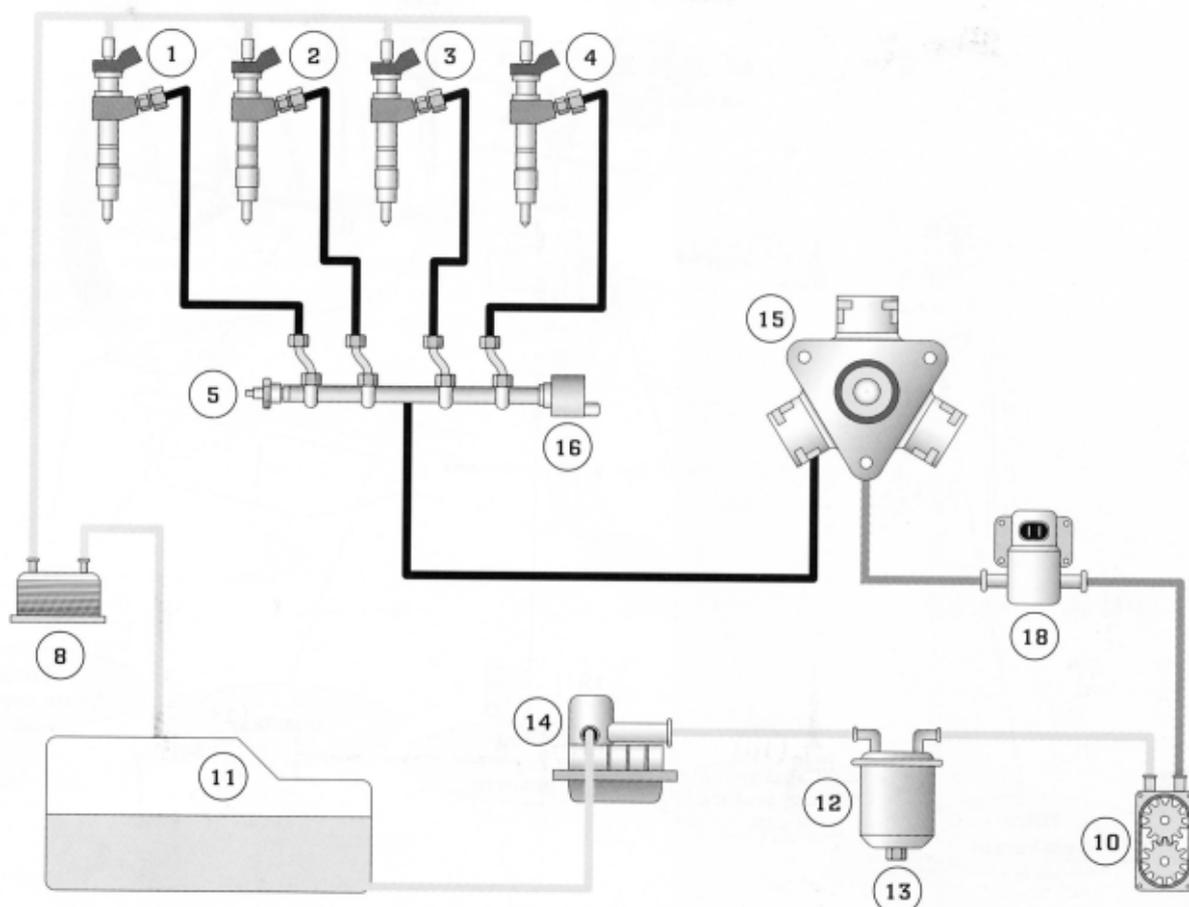
# Le circuit d'alimentation basse pression

## Description

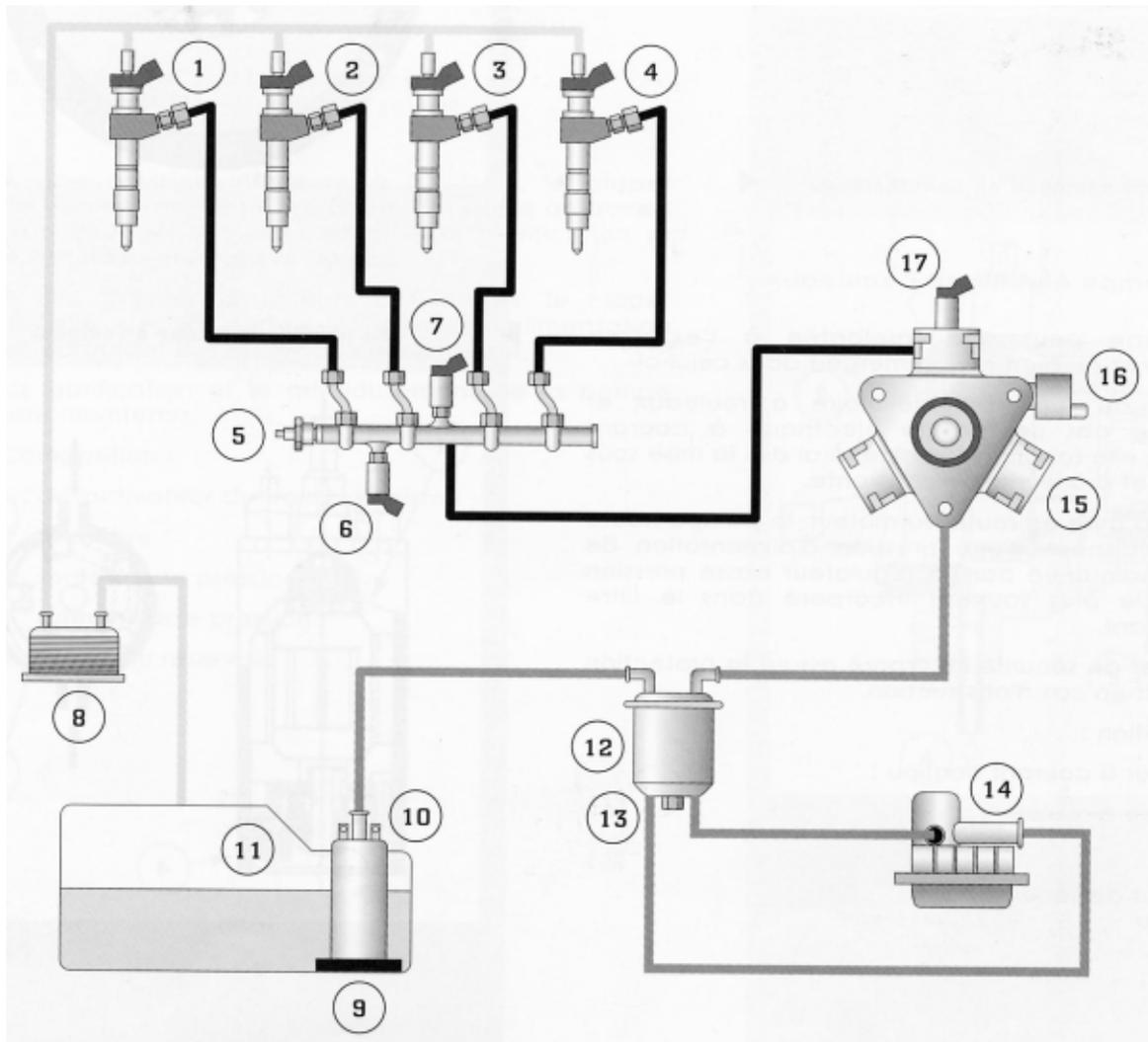
Le circuit d'alimentation basse pression permet d'alimenter en quantité suffisante et à pression constante le circuit haute pression.

Les principaux composants décrits sont :

- 1 à 4 : injecteurs électrohydrauliques ;
- 5 : rampe commune haute pression ;
- 6 : sonde de température de carburant ;
- 7 : capteur de pression de carburant ;
- 8 : refroidisseur de carburant, placé sur le circuit de retour ;
- 9 : pré-filtre à carburant ;
- 10 : pompe de gavage basse pression ;
- 11 : réservoir de carburant ;
- 12 : filtre à carburant, décanteur d'eau et régulateur du circuit basse pression ;
- 13 : vis de purge d'eau ;
- 14 : réchauffeur de carburant ;
- 15 : pompe haute pression ;
- 16 : régulateur haute pression de carburant ;
- 17 : désactivateur de troisième piston de la pompe haute pression ;
- 18 : électrovanne de coupure.



alimentation par pompe mécanique



### alimentation par pompe électrique

- 1 à 4 :** injecteurs électrohydrauliques ;
- 5 :** rampe commune haute pression ;
- 6 :** sonde de température de carburant ;
- 7 :** capteur de pression de carburant ;
- 8 :** refroidisseur de carburant, placé sur le circuit de retour ;
- 9 :** pré-filtre à carburant ;
- 10 :** pompe de gavage basse pression ;
- 11 :** réservoir de carburant ;
- 12 :** filtre à carburant, décanteur d'eau et régulateur du circuit basse pression ;
- 13 :** vis de purge d'eau ;
- 14 :** réchauffeur de carburant ;
- 15 :** pompe haute pression ;
- 16 :** régulateur haute pression de carburant ;
- 17 :** désactivateur de troisième piston de la pompe haute pression ;
- 18 :** électrovanne de coupure.

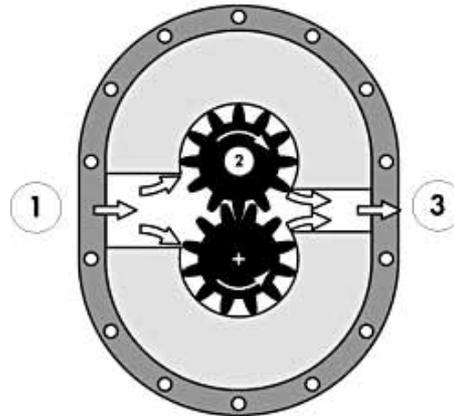
## La pompe d'alimentation

La pompe d'alimentation refoule le carburant du réservoir vers la pompe haute pression (environ 2,5 bars avec un débit de 200 l/h).

### La pompe mécanique à engrenages

La pompe est implantée directement sur le moteur.

Elle est composée de deux roues dentées entraînées par la distribution du moteur. Cette pompe est de type volumétrique et le débit qu'elle fournit dépend de sa vitesse de rotation donc de celle du moteur.



Composition :

- 1 : chambre d'aspiration ;
- 2 : pignon d'entraînement ;
- 3 : chambre de refoulement.

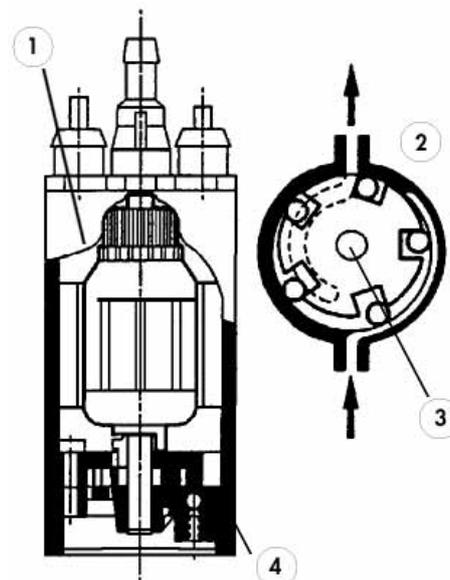
### La pompe électrique à rouleaux

La pompe peut être implantée à l'extérieur du réservoir ou bien être immergée dans celui-ci.

Elle est du type multicellulaire à rouleaux et entraînée par un moteur électrique à courant continu ; elle fonctionne en général dès la mise sous contact et à une vitesse constante.

Lors de la mise en route du moteur, la pompe haute pression dispose d'une pression d'alimentation de 3 bars maintenue par un régulateur basse pression qui est le plus souvent incorporé dans le filtre à carburant.

Un clapet de sécurité incorporé assure la protection du circuit en cas d'obstruction.



Composition :

- 1 : moteur à courant continu ;
- 2 : pompe à rouleaux ;
- 3 : rotor ;
- 4 : clapet de sécurité.

## L'élément filtrant

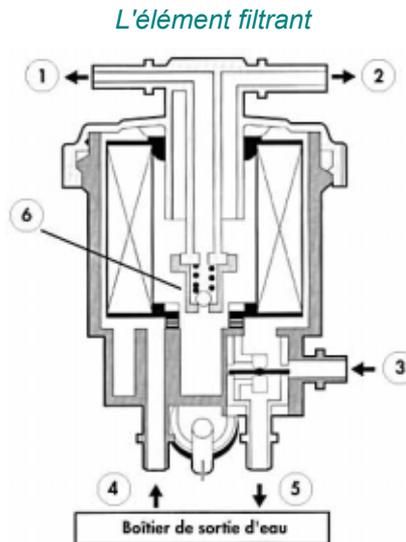
Un élément thermostatique intégré au filtre permet la dérivation du gazole vers le réchauffeur.

Un régulateur maintient la pression d'alimentation constante.

Certains constructeurs placent la régulation basse pression à l'extérieur du filtre

Composition :

- 1 : retour réservoir ;
- 2 : sortie vers pompe HP ;
- 3 : entrée du filtre ;
- 4 : entrée du gazole réchauffé ;
- 5 : départ vers le boîtier de sortie d'eau ;
- 6 : régulateur de basse pression ;
- 7 : élément thermostatique.



Dans certains cas, un capteur de pression d'alimentation peut être intégré au filtre à gazole.

## Le circuit d'alimentation de la pompe haute pression

À une pression inférieure à 0,8 bars, le clapet de sécurité est fermé. Le carburant passe au travers d'un ajutage afin de permettre la lubrification et le refroidissement de la pompe.

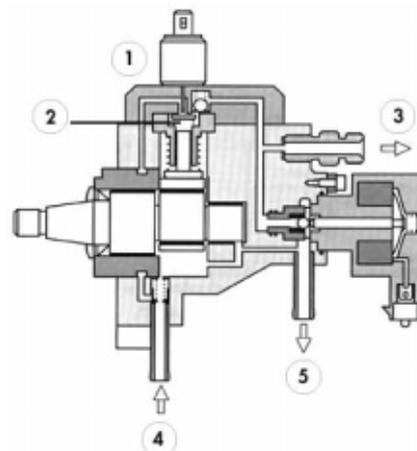
À une pression supérieure à 0,8 bars, le clapet décolle de sa portée et permet l'alimentation en carburant des éléments de pompage.

La lubrification et le refroidissement de la pompe sont maintenus.

*L'alimentation de la pompe haute pression*

Composition :

- 1 : désactivateur du troisième piston ;
- 2 : chambre ;
- 3 : sortie haute pression ;
- 4 : entrée basse pression ;
- 5 : retour au réservoir.



# Le circuit d'alimentation haute pression

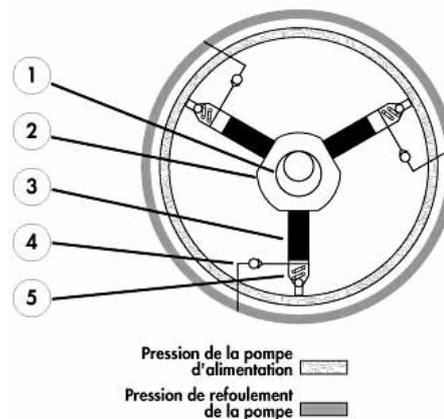
## La pompe haute pression

La pompe est entraînée par la distribution du moteur (coefficient d'entraînement : 0,5 environ). Elle est composée de trois pistons radiaux, décalés de 120°, qui fournissent à la rampe une quantité suffisante de carburant à une pression déterminée.

Ce type de pompe absorbe un couple d'entraînement compris entre 18 et 20 Nm, soit 1/9 du couple d'entraînement d'une pompe distributrice ; de plus la traction est plus régulière.

La pompe doit pouvoir fournir le débit souhaité par le calculateur sous une pression variant de 2 bars à 1 400 bars.

*La pompe haute pression*



Composition :

- 1 : arbre excentrique ;
- 2 : came d'entraînement ;
- 3 : piston ;
- 4 : clapet de refoulement à bille ;
- 5 : clapet d'aspiration.

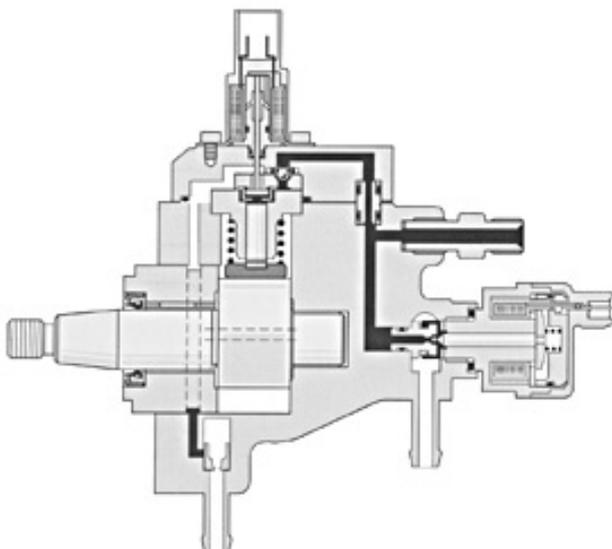
## La régulation haute pression

La pompe haute pression est conçue pour fournir des débits importants ; le débit en excédant retourne au réservoir par une fuite contrôlée par le régulateur de pression.

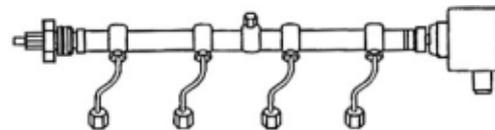
Le régulateur contrôle la pression dans la rampe haute pression ; il est commandé par un RCO (rapport cyclique d'ouverture) fourni par le calculateur.

Le régulateur est situé soit sur la pompe haute pression soit sur la rampe.

*Régulateur fixé sur la pompe*



*Régulateur fixé sur la rampe*

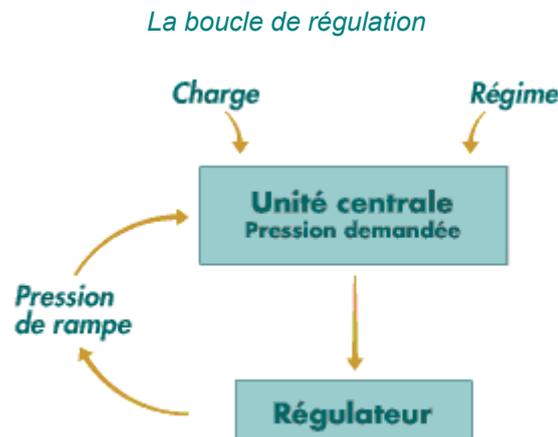


## La boucle de régulation de la pression d'injection

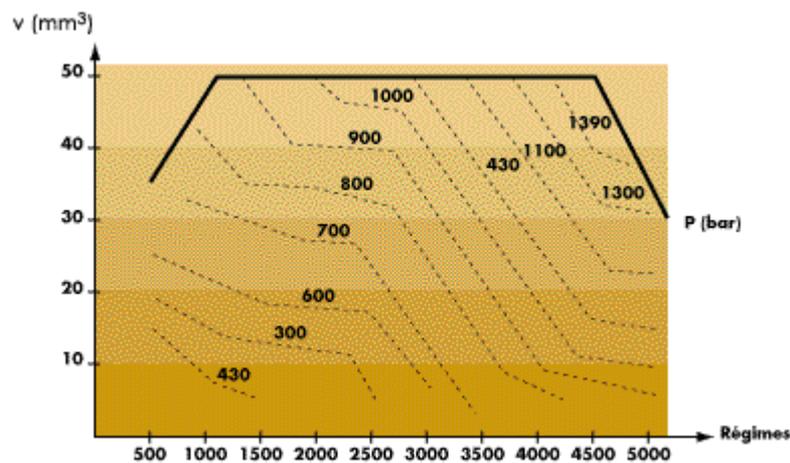
La pression d'injection dépend essentiellement des paramètres de charge et de régime du moteur.

Une valeur consignée fixée par l'unité centrale est validée par l'information du capteur de pression fixé sur la rampe. En cas d'écart entre la valeur de consigne fixée par le calculateur et la valeur mesurée par le capteur, le signal de commande envoyé au régulateur de pression est modifié de nouveau.

La pression dans la rampe varie de 280 bars à faible charge à 1 400 bars.



## Cartographie des pressions



## Fonctionnement du régulateur de pression

La régulation de pression comporte deux phases :

- une régulation mécanique : un ressort, taré pour une pression de 100 bars, commande l'ouverture d'une bille et permet :
  - d'assurer une pression minimum,
  - d'atténuer les fluctuations de pression dans le circuit haute pression ;
- une régulation électrique : l'unité centrale commande un électroaimant bloquant le circuit de retour ce qui augmente la pression dans le circuit haute pression.

Quand le RCO est :

- maximum, la pression hydraulique est maximale ;
- minimum, la pression est minimale.

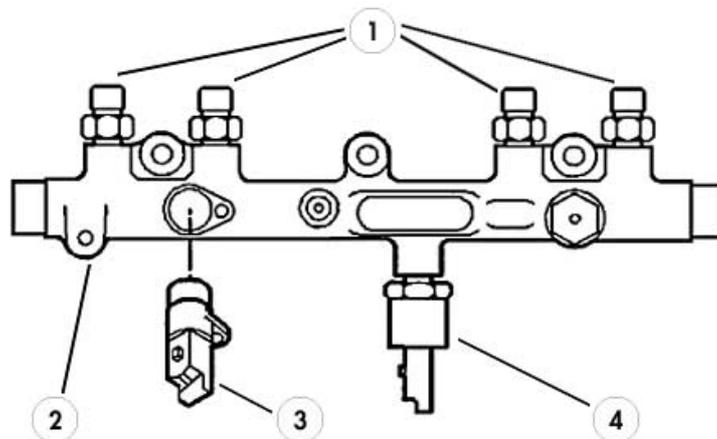
## La rampe commune haute pression

La rampe est en acier forgé et est adaptée à la cylindrée du moteur. Son volume amortit les pulsations de pression.

Composition :

- 1 : sorties haute pression ;
- 2 : rampe ;
- 3 : sonde de température de carburant ;
- 4 : capteur de pression.

*La rampe commune haute pression*

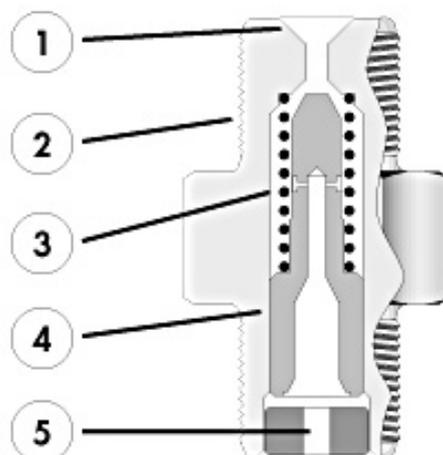


Les sorties haute pression sont en général équipées de limiteur de débit afin de sécuriser l'installation. Le limiteur de débit intervient en cas de grippage d'injecteurs ou d'interruption de canalisations haute pression.

Composition :

- 1 : sortie vers l'injecteur ;
- 2 : corps de limiteur ;
- 3 : ressort ;
- 4 : piston ;
- 5 : pression de rampe.

*Le limiteur de débit*



## Les injecteurs

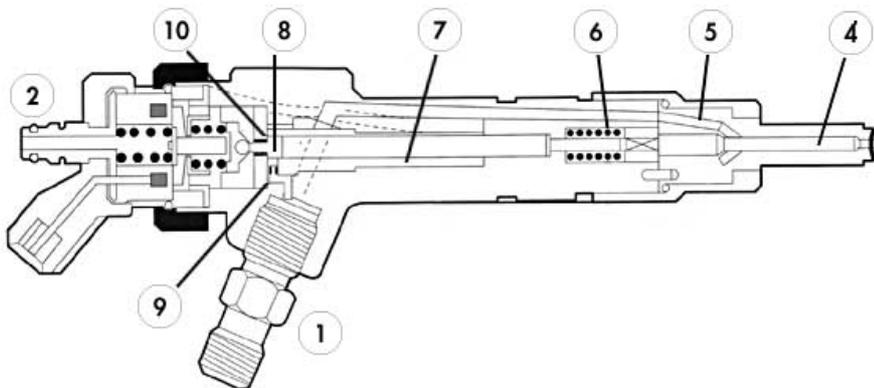
L'injecteur permet la pulvérisation du carburant dans la chambre de pression en dosant avec précision le débit et le point d'avance.

### Description

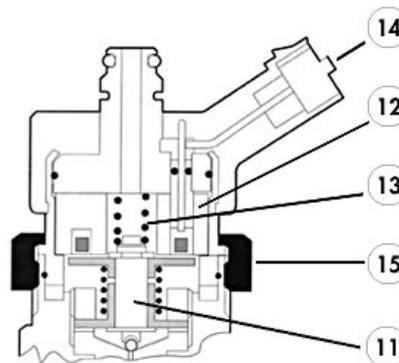
L'injecteur est composé de deux parties :

- la partie inférieure : c'est un injecteur à trous multiples, semblable aux injecteurs classiques montés sur les moteurs à injection directe ;
- la partie supérieure : c'est un dispositif à commande électrique qui permet la commande de l'aiguille.

*L'injecteur*



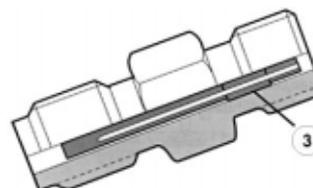
*La partie supérieure de l'injecteur*



Composition :

- 1 : raccord d'entrée de pompe ;
- 2 : raccord de retour au réservoir ;
- 3 : filtre tige ;
- 4 : aiguille d'injecteur ;
- 5 : chambre de pression ;
- 6 : ressort d'injecteur ;
- 7 : tige de liaison ;
- 8 : chambre de commande ;
- 9 : ajutage du circuit d'alimentation ;
- 10 : ajutage du circuit de retour ;
- 11 : noyau de commande ;
- 12 : bobine ;
- 13 : ressort de rappel ;
- 14 : connecteur ;
- 15 : écrou.

*Le raccord d'entrée de pompe*



## Principe de fonctionnement

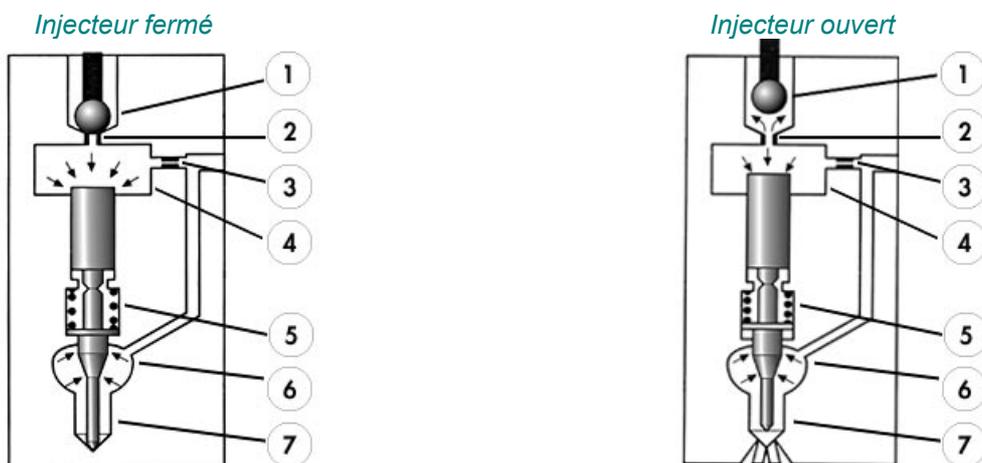
On peut décomposer le fonctionnement en quatre phases.

**1 - Injecteur fermé (au repos) :** l'électrovanne n'est pas pilotée (fuite fermée). Le ressort plaque la bille (1) sur son siège. La pression de la chambre de commande (4) est égale à celle de la chambre de pression (6). Le ressort (5) maintient l'aiguille de l'injecteur (7) sur sa portée d'étanchéité.

**2 - Début d'ouverture de l'injecteur :** activée par un courant d'appel, l'électrovanne s'ouvre. La pression dans la chambre de commande (4) chute. L'aiguille de l'injecteur (7) se soulève. L'ajutage d'arrivée (3) évite l'équilibrage des pressions.

**3 - Pleine ouverture :** l'aiguille de l'injecteur (7) est en butée mécanique. L'électrovanne est maintenue ouverte par un courant de maintien. Le débit injecté dépend de la pression dans la rampe, du temps d'ouverture de l'aiguille (7) et du diamètre des trous de la buse.

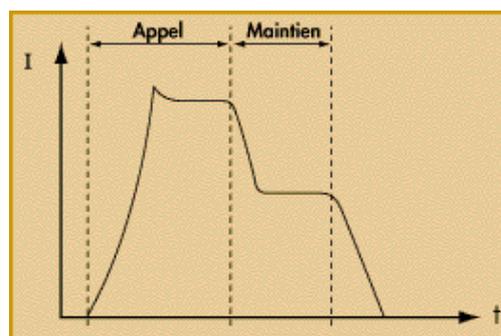
**4 - Fermeture de l'injecteur :** l'électrovanne cesse d'être activée, le ressort de rappel pousse la bille (1) sur son siège et provoque la fermeture de l'ajutage de fuite (2). La pression s'établit de nouveau dans la chambre de commande (4) par l'ajutage d'arrivée (3). L'équilibre des pressions est de nouveau rétabli.



## Commande de l'injecteur

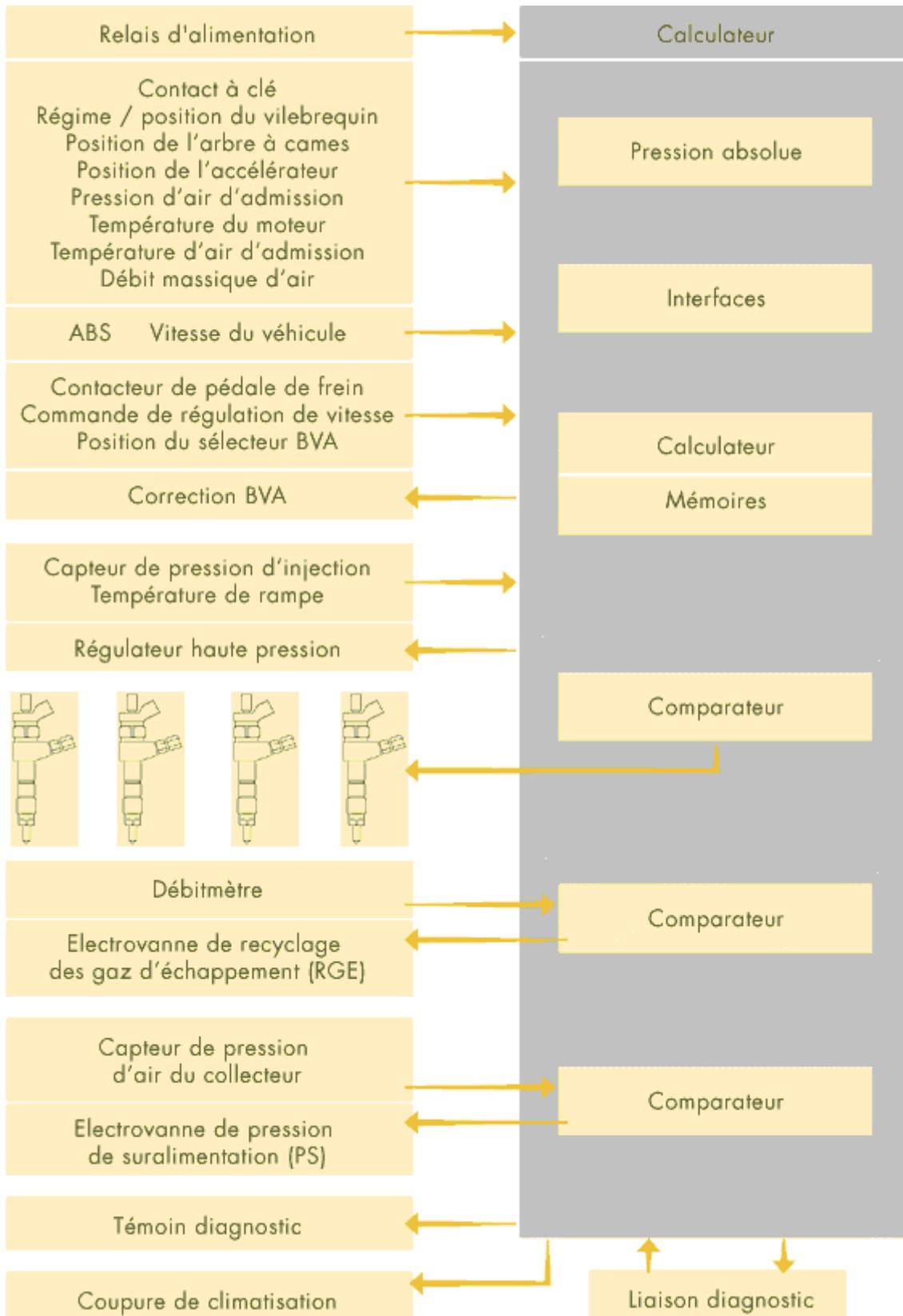
Le temps de commande du solénoïde de l'injecteur varie de 200 à 1 200 ms environ. Ce temps comprend les phases d'appel et de maintien.

*Le courant de commande*



# La gestion électronique du système

## Organisation



## Particularités

Par rapport aux autres systèmes alimentés par pompe distributrice ou par pompe en ligne, le calculateur détermine indépendamment :

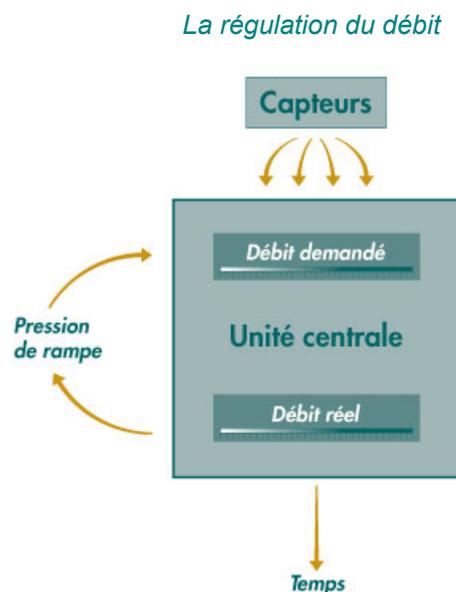
- le débit injecté ;
- l'avance à l'injection.

## Régulation du débit injecté

La quantité de carburant injectée est déterminée par le calculateur en fonction :

- d'une régulation poste à poste dans l'ordre d'injection ;
- des valeurs mesurées par les capteurs.

Pour adapter cette quantité à injecter, le calculateur peut agir indépendamment sur la pression dans la rampe ainsi que sur la durée d'alimentation des électrovannes des injecteurs.



## Régulation de l'avance

Il est possible avec ce système d'assurer plusieurs injections pendant le même cycle moteur, c'est à dire :

- une pré-injection ;
- une injection principale ;
- une post-injection.

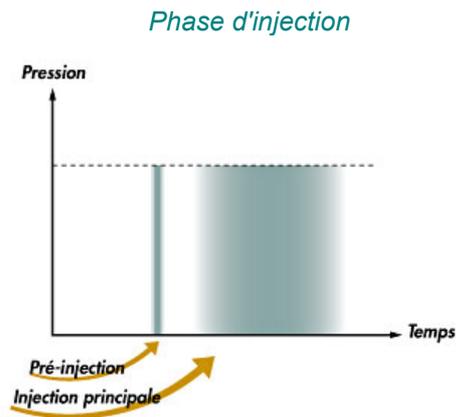
### La pré-injection

Le principe fondamental du moteur Diesel est la combustion par auto-allumage. Cet auto-allumage comporte un délai d'allumage, c'est-à-dire un temps mis par le combustible pour atteindre son point d'auto inflammation.

Avec les pompes d'injection distributrices, la quantité injectée pendant ce délai est trop importante, notamment à froid, d'où un bruit caractéristique de « cognement ».

Avec le système à rampe commune, la pré-injection de quelques millimètres cube de combustible, avant le point mort haut, permet de préparer l'amorçage de la combustion avant l'injection du débit principal.

La pré-injection est activée à faible charge et aux phases transitoires jusqu'à un régime moteur déterminé.



### L'injection principale

Le débit injecté dans le cylindre est variable suivant :

- la pression dans la rampe ;
- le temps d'ouverture de l'aiguille d'injecteur.

La pression dans la rampe fait varier notamment la quantité de combustible injectée par degrés de rotation du vilebrequin, le taux d'introduction et la finesse de pulvérisation.

Le temps d'ouverture de l'aiguille fait varier la durée angulaire d'injection. On peut noter que la levée d'aiguille ainsi que le diamètre et le nombre de trous dans la buse font partie de données essentielles pour l'élaboration d'un débit.

### La post-injection

La post injection succède à l'injection principale pendant la détente des gaz.

Un produit additif mélangé avec le combustible permet le nettoyage du filtre à particules.

# Principe de fonctionnement

La batterie alimente, par l'intermédiaire d'un relais, le calculateur et les différents organes du système. Un dispositif d'anti démarrage codé autorise la mise en route.

Dès le démarrage, il faut deux tours de vilebrequin pour obtenir une pression de rampe suffisante (250 à 300 bars).

Le calculateur relève simultanément la position du vilebrequin grâce à un système de détrompage sur le volant, ainsi que la position de l'arbre à cames grâce au capteur de phase.

## Paramètres pris en compte par le calculateur

Différents capteurs mesurent :

- la position du levier d'accélérateur ;
- la température du liquide de refroidissement ;
- la température du carburant ;
- le régime moteur et la position du vilebrequin ;
- la pression absolue et la pression régnant dans le collecteur d'admission ;
- le capteur de vitesse d'avancement ;
- le contacteur de frein et d'embrayage ;
- le débit massique et la température d'air.

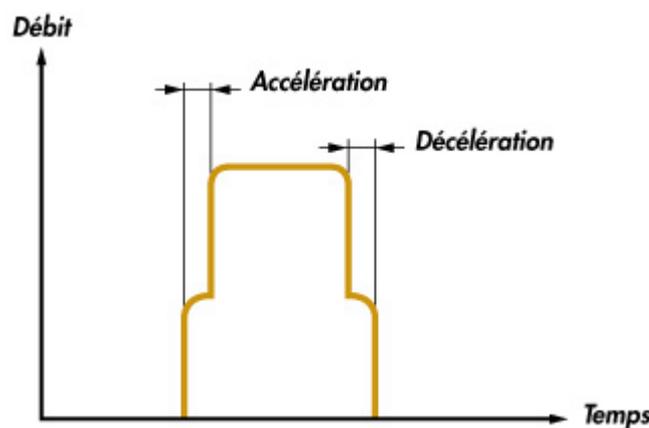
D'autres fonctions annexes sont assurées :

- le bouclage de RGE ;
- le bouclage de la pression de suralimentation.

L'unité centrale prend également en compte les différentes phases de fonctionnement :

- au démarrage, le débit de surcharge ;
- au ralenti, le débit poste à poste contrôlé ;
- en marche normale, l'amortissement actif des à-coups et le débit adapté au besoin.

### Correction anti à-coups

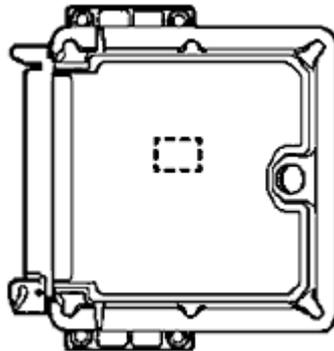


## Les principaux capteurs

### Le capteur de pression absolue

Le capteur est de type piézo résistif.

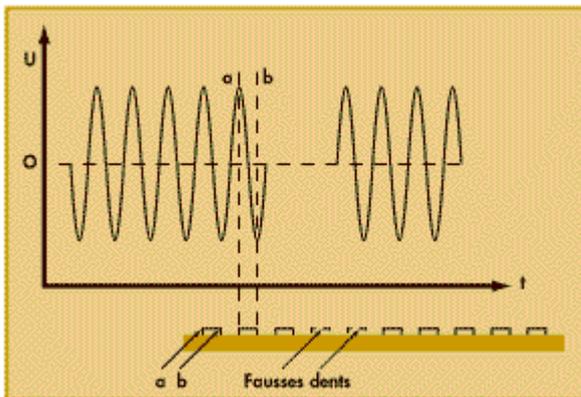
Il est composé de jauges de contrainte et il mesure la pression atmosphérique.



### Le capteur de régime

Il est de type inductif.

Fixé sur le carter d'embrayage, il informe le calculateur de la vitesse de rotation du moteur et de la position du piston du cylindre n°1, grâce à un creux situé sur la cible et correspondant à un écart de deux dents.

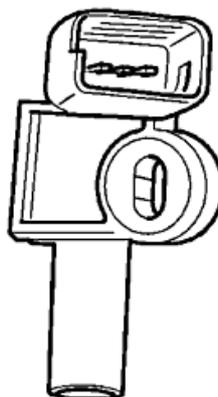


### Le capteur de phase

Ce capteur est du type à effet Hall (signal carré).

Il est situé dans la culasse, au niveau de l'arbre à cames. Il permet au calculateur de connaître la position du premier cylindre.

Certains constructeurs ont prévu un réglage de l'entrefer.

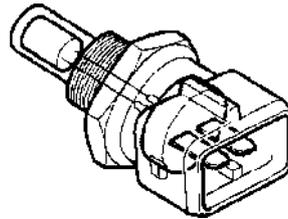


### Le capteur de température du moteur

Le capteur de température du moteur est du type CTN (coefficient de température négatif). Il est implanté sur le circuit du liquide de refroidissement.

Ce signal sert au calculateur à déterminer :

- le débit de démarrage ;
- le débit de ralenti ;
- le temps de préchauffage ;
- le temps de post-chauffage ;
- le recyclage des gaz d'échappement ;
- la fonction anti-ébullition ;
- le débit de pleine charge ;
- l'allumage du voyant d'alerte.



### Le capteur de pression de rampe

Ce capteur est du type piézo résistif.

Le capteur est fixé sur la rampe d'injection commune haute pression.

Le signal fourni par le capteur est proportionnel à la pression de carburant dans la rampe d'injection.

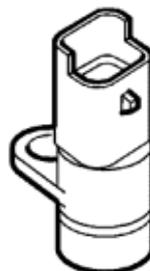


### Le capteur de température de carburant

Le capteur est du type CTN.

Il est fixé soit sur la rampe haute pression soit sur le circuit de retour au réservoir.

Il permet au calculateur d'apporter des corrections sur le débit de carburant injecté (variation de viscosité du carburant).

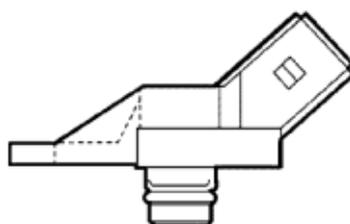


### Le capteur de pression d'air d'admission

Le capteur de pression d'air du collecteur est du type piézo-résistif.

Il sert à mesurer la pression dans le collecteur d'admission. La tension du signal est proportionnelle à la pression dans le collecteur. Le calculateur règle, à partir de ces données :

- la pression de suralimentation ;
- le débit injecté.

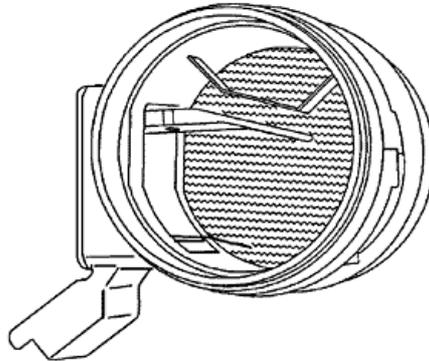


### Le débitmètre d'air à film chaud et le capteur de température d'air d'admission

Il est situé entre le filtre à air et la tubulure d'admission.

Il permet au calculateur, avec l'information de température d'air, de déterminer la masse d'air introduite dans le moteur. Il participe au « bouclage » du circuit RGE.

Le capteur de température d'air incorporé dans le débitmètre est du type CTN.

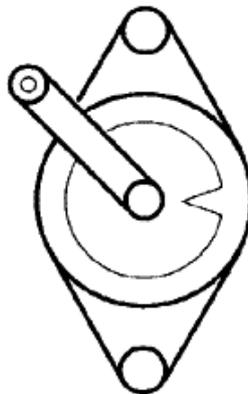


### Le transducteur d'accélérateur

Ce capteur est composé de deux potentiomètres.

Il transforme l'action du conducteur sur l'accélérateur en information de charge transmise au calculateur.

Les deux signaux de tension des pistes, comparés en permanence, permettent au calculateur de détecter un dysfonctionnement du capteur.



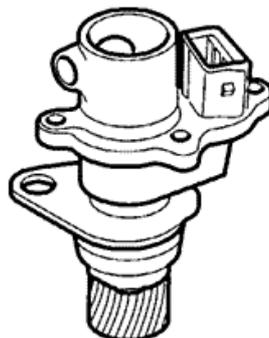
### Le capteur de vitesse du véhicule

Le capteur est soit du type inductif soit à effet Hall.

Il est situé en sortie boîte de vitesses.

Le capteur permet au calculateur de connaître différentes configurations d'utilisation du véhicule :

- arrêté ou roulant ;
- en décélération ou en accélération ;
- le rapport de boîte de vitesses engagé ;
- etc.



# Précautions à prendre lors d'interventions sur le système

Le système d'injection haute pression utilise des composants hydrauliques de grande précision.

Les conditions de fonctionnement extrêmes, telles que la pression (supérieure à 1 200 bars), la température du carburant (plus de 100 °C) et des durées d'injection très courtes font que l'équilibre du système est lié à la qualité du montage de l'ensemble. C'est pourquoi il est impératif de prendre certaines précautions !

## Précautions individuelles

Parmi les règles de bases il faut :

- arrêter impérativement le moteur avant toute intervention sur le système d'injection ;
- attendre au minimum une minute, juste après l'arrêt du moteur, que la pression hydraulique chute dans le circuit ;
- travailler seul dans le proche périmètre du véhicule ;
- éviter de se pencher au-dessus du moteur en fonctionnement ; il y a en effet des risques de fuites ou mêmes de projections de gazole en cas de fissure sur les tubes haute pression de la rampe ou des injecteurs (raccords desserrés). Les projections entraînent des brûlures ou des injections sous-cutanées qui peuvent provoquer un empoisonnement. Dans ce cas, il est impératif de consulter un service d'urgence approprié.

## Les dangers dûs aux circuits électriques

Lors des interventions, le courant mis en œuvre peut atteindre une tension de 80 volts et une intensité de 22 à 25 ampères en courant continu ; or, le domaine de la très basse tension en courant continu est compris entre 0 et 140 volts ; il n'y a donc pas de risque d'électrocution.

## Précautions en regard de l'équipement

Comme il a été précisé ci-dessus, ce type d'équipement est fabriqué avec le plus grand soin. Le même soin doit être appliqué lors d'une intervention en après-vente :

- mettre l'environnement proche du véhicule à l'abri, notamment de la poussière ;
- les opérations de dépose et repose doivent être effectuées conformément aux prescriptions du constructeur (consigne de remontage, couple de serrage à respecter...).

La bonne marche du véhicule et votre sécurité en dépendent !