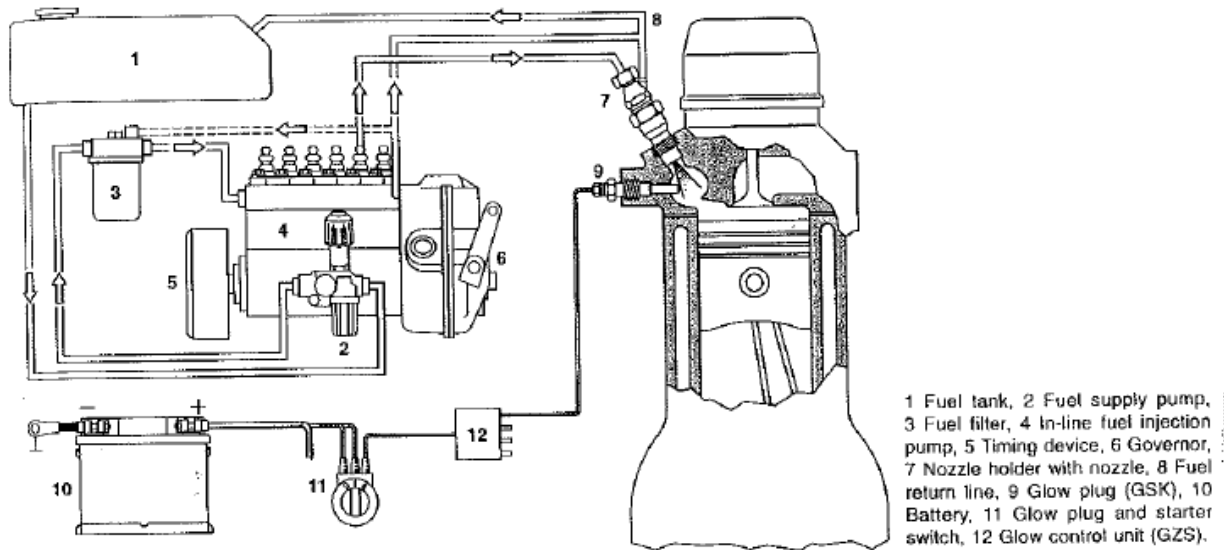


Systèmes d'injection pour moteur diesel

L'injection du gazole se fait à l'aide de la _____ avec une pression de quelques centaines de bars par _____ .



Toute la difficulté consiste à _____ de la manière la plus fine et la plus homogène possible en quelques millièmes de secondes. Si la pulvérisation n'est pas assez fine, les gouttes vont se perdre en ruissellement sur les parois de la chambre de combustion. La qualité du mélange dépend de la géométrie de la chambre de combustion, du mouvement de l'air dans le cylindre et de _____ .

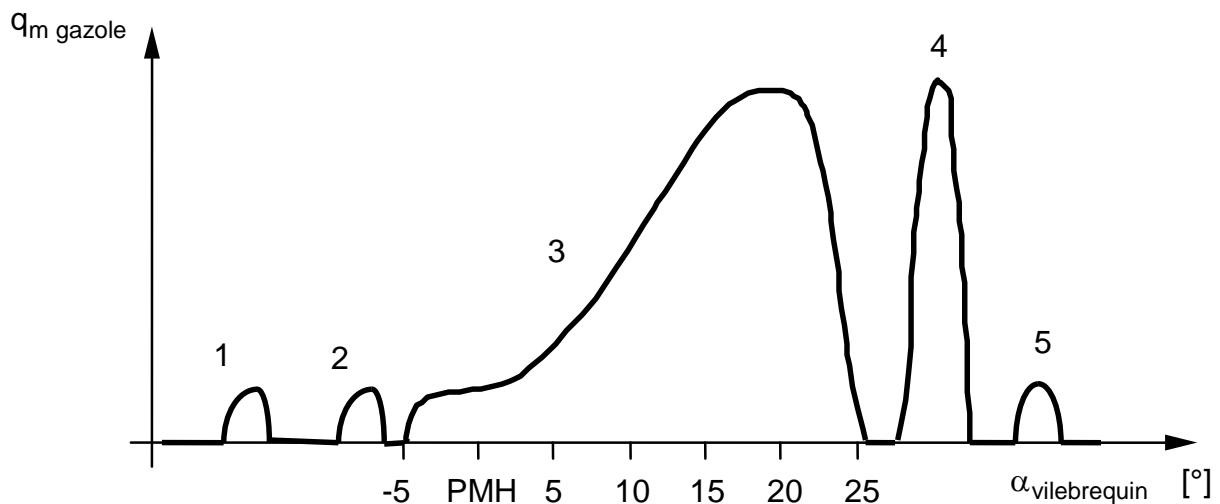
1 Exigences aux systèmes d'injections pour moteur diesel

Fabricants : Bosch, Lucas, Caterpillar, Volkswagen

Le système d'injection est l'élément clé pour l'injection du gazole dans le cylindre. Il a plusieurs tâches :

- comprimer du gazole à une pression élevée (jusqu'à 1000 bars)
- doser la quantité du gazole injecté (volume entre une tête d'épingle et une goutte d'eau)
- débuter l'injection du gazole au bon moment
- suivre la courbe idéale (repérée **3** sur la figure suivante (ressemblant à une botte (boot)) pour diminuer les NO_x
- assurer une préinjection (repérée **2** sur la figure suivante (aussi appelée injection pilote)) à quantité et position variable, éventuellement sans interruption jusqu'à l'injection principale **3** : l'échauffement progressif de la chambre de combustion diminue le bruit du moteur et les NO_x
- assurer une préinjection supplémentaire (repérée **1** sur la figure suivante (dite pilote éloignée)) afin d'améliorer les caractéristiques du moteur à froid
- interrompre l'injection principale **3** et **4** (split injection) afin de diminuer l'émission de particules
- assurer une post-injection (repérée **5** sur la figure suivante (aussi appelée injection secondaire)) pour la régénération du pot catalytique (réduisant l'émission de NO_x) et du filtre à particules
- grande variabilité du laps de temps entre 2 pré- ou post-injections

La pompe est amenée à fonctionner 100 fois par seconde dans le cas d'un moteur à 4 cylindres. Ceci exige répétabilité de l'injection ($> 10^9$ injections pendant la durée de vie du moteur). Les tolérances, en particulier dans la fabrication des trous de l'injecteur, sont de l'ordre du micron, soit inférieures au diamètre d'un cheveu.

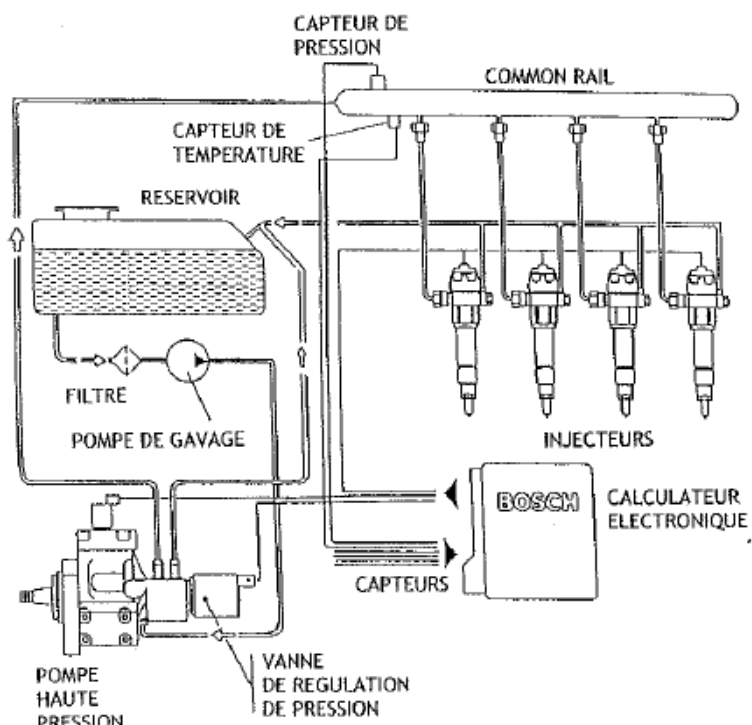


Le profil au-dessus avec cinq injections est valable pour les bas régimes du moteur (< 2200 tours/min). L'optimum pour les moyennes vitesses sont deux ou trois injections et pour les vitesses élevées (> 3700 tours/min) une injection.

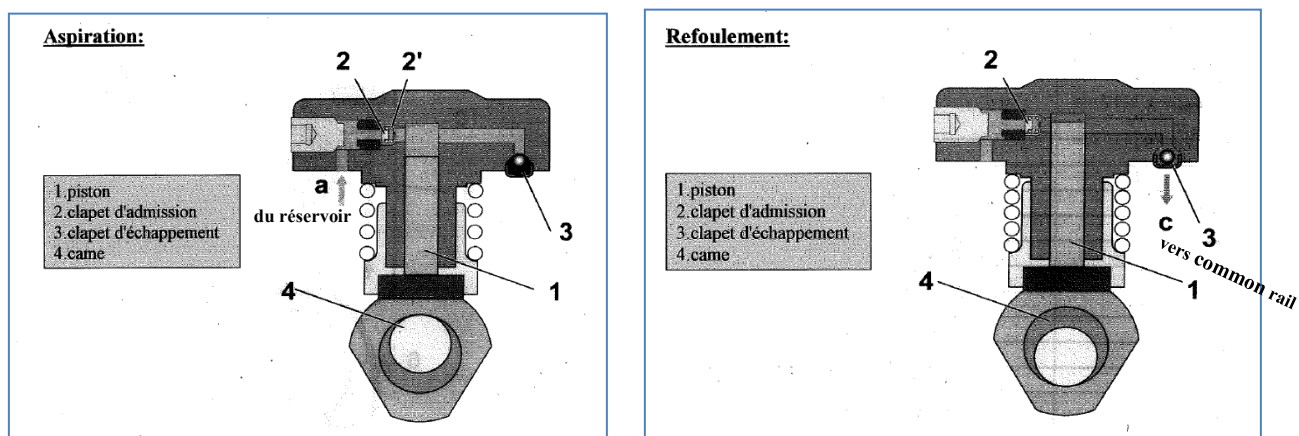
2 Rampe d'alimentation commune à haute pression (common rail)

initié par Fiat en 1992, introduit en _____ par Alfa Romeo (JTD) et Mercedes Benz (CDI : Common rail **D**irect **I**njection))

Voitures : sigle _____ (**H**igh pressure **D**irect **I**njection)

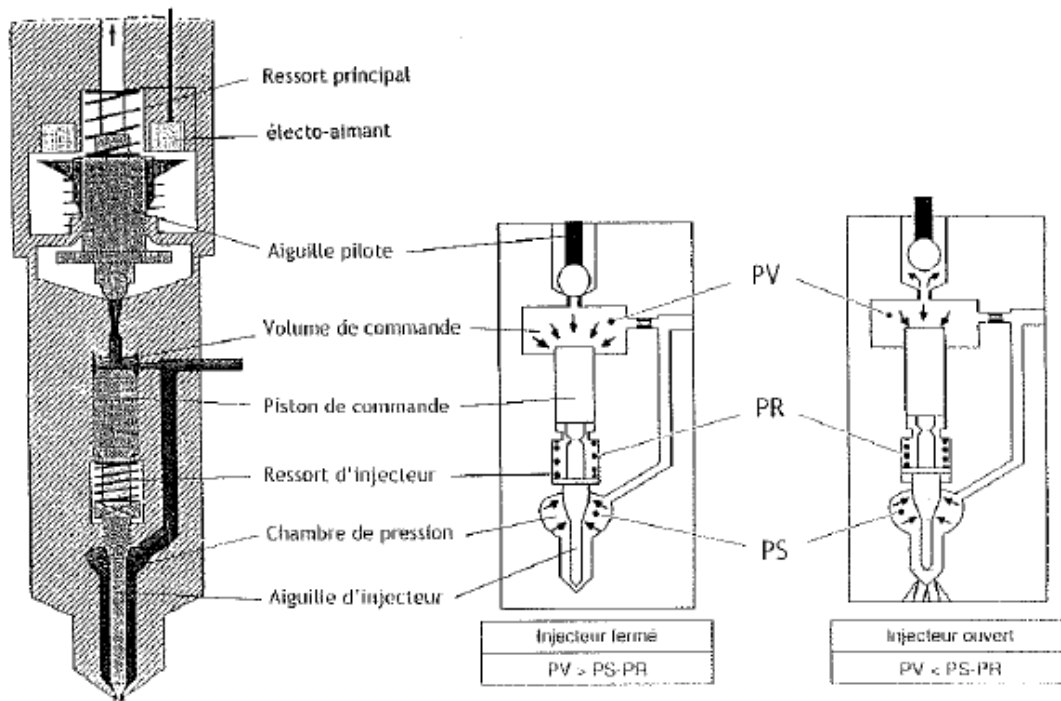


La pompe haute pression comprime le gazole à une pression entre 250 et 2000 bar :



Le gazole comprimé est stocké dans une rampe d'alimentation commune, le "common rail", aussi appelée accumulateur. C'est un tube fabriqué en acier forgé. Afin d'éviter les variations de pression, un grand volume est optimal. Pour un démarrage rapide un petit volume est favorable. Suivant le

moteur le common rail a un diamètre intérieur de 10 mm et une longueur de 280 à 600 mm. Au common rail sont branchés directement les *injecteurs* :



Les injecteurs s'ouvrent et se ferment grâce à une commande électromagnétique pilotée par un *calculateur électronique*.

Avantages du système "common rail" :

- une pression d'injection élevée _____ .
=> augmentation du couple pour les faibles vitesses de rotation
- la pression d'injection est immédiatement disponible (pas de déperdition en début et en fin d'injection), les ouvertures et les fermetures sont _____ .
- grande flexibilité pour le temps d'ouverture (à l'aide de l'injecteur électronique) et pour la pression (à l'aide d'un modulateur de pression entre common rail et injecteur) : le début d'injection est variable et il est possible de pratiquer la multi-injection (jusqu'à 5 injections) : une préinjection à 370 bar (moins de bruit) et une post-injection (régénération du pot catalytique NO_x et du filtre à particules)
- réduction de la pollution et de la consommation
- il est possible de construire des moteurs diesel avec plus de 6 cylindres
- encombrement faible

3 Perspectives

Moteur diesel	
Avantages	Faible consommation ; Couple ; Puissance
Inconvénients	
Axes d'amélioration	<ol style="list-style-type: none"> Réduction de la complexité et des coûts des dispositifs anti-pollution Amélioration de la combustion
Approches technologiques	<ol style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> - _____ (EGR : exhaust gas recirculation) : Une partie des gaz d'échappement (20 à 30 %) sont refroidie et ajoutée à l'air aspiré par le moteur - _____¹ : injection du gazole dans le conduit d'aspiration -> mélange homogène air/gazole -> inflammation par compression -> combustion homogène <ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la pression d'injection - Amélioration de l'injection multiple - _____ : Diminution de la cylindrée à puissance égale - Downspeeding : Diminution de la vitesse de rotation

Moteur à essence	
Avantages	Moins cher ; Plus rapidement à la bonne température après le démarrage (moins lourd, silencieux, puissance par cylindrée)
Inconvénients	
Axes d'amélioration	<ol style="list-style-type: none"> Amélioration du rendement Déplacement du point de fonctionnement vers des meilleurs rendements Diminution des pertes de charge dues à la vanne papillon
Approches technologiques	<ol style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> - _____ - Recirculation des gaz d'échappement - Rapport volumétrique maximal sans cliquetis : Compression variable VCR (Variable Compression Ratio), MCE-5 ... <ul style="list-style-type: none"> - Downsizing : à l'aide de 2 turbocompresseurs en série ; Sigle : THP ou TSI - Voitures hybrides Commande du débit-masse air/essence par le _____ des soupapes (VTP, VETEC, Valvetronic)

¹ HCCI : Homogenous Charge Compression Ignition ; en français : autoallumage par compression

