

Institut Technique Cardinal Mercier

Notre Dame Du Sacré Cœur

Année scolaire 2016-1017

Dossier sur la pompe haute pression des moteurs Diesel

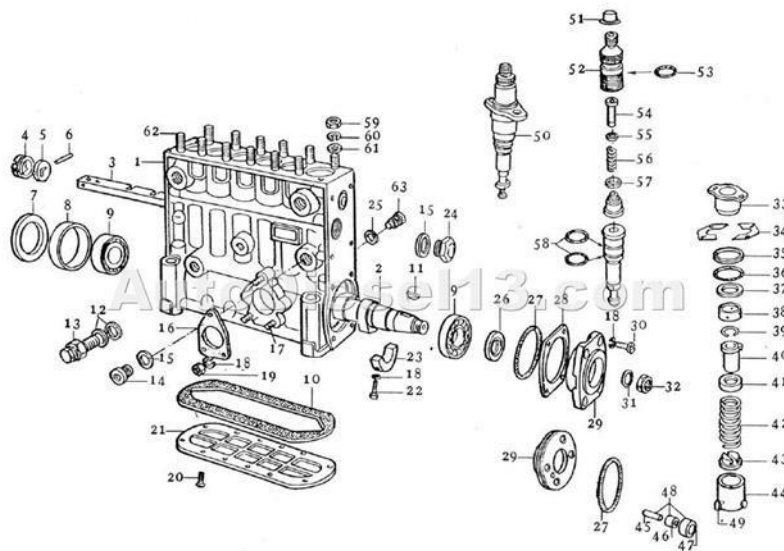


Table des matières

Les pompes hautes pression des moteurs diesels

Introduction

1 La pompe haute pression en ligne.

- 1.1 Introduction.
- 1.2 Schéma et caractéristiques
- 1.3 Méthode de fonctionnement

2 La pompe d'injection rotative.

- 2.1. Introduction
- 2.2 Schéma et caractéristiques
- 2.3 Méthode

3 Différences entre les différentes pompes.

- 3.1 Schéma
- 3.2 Exercices

4 Les différents constructeurs et matériaux utilisés.

- 4.1 Caractéristiques des constructeurs.
- 4.2 Principaux matériaux et pression utilisés

5 Le système d'injection haute pression.

- 5.1 common rail
- 5.2 Injecteurs
- 5.3 Schéma

Conclusion

Bibliographies

Introduction

Tout d'abord avant de vous parler des différentes pompes haute pression. Je me permets de vous faire une petite introduction du moteur thermique car cela est la base de toute chose en mécanique.

Moteur thermique.

Le fonctionnement d'un moteur est régi par:
Des paramètres **thermodynamiques** (pression, volume, température) liés au principe de combustion d'un mélange gazeux comprimé dans un certain volume.

Des paramètres **dynamiques** (masse, vitesse, accélération) directement relatifs à la cinématique du système bielle-manivelle (qui transforme la force motrice agissant sur le piston en couple moteur) et aux masses des pièces en mouvement.

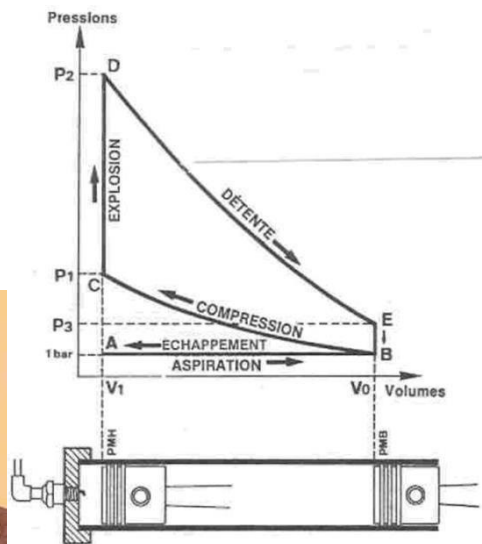
Le cycle théorique du moteur à explosions:

L'ingénieur *Beau de Rochas* a imaginé un cycle représentant le cycle thermique d'un moteur à explosions.

Ce diagramme traduit la succession des transformations thermodynamiques gazeuses pendant les 4 phases du cycle (sur 2 tours du vilebrequin).



Monsieur Beau de Rochas



Le moteur diesel.

Voici tout d'abord, quelques informations pour bien saisir ce qui se passe dans les chambres de combustion d'un moteur diesel.

Un diesel n'a pas de bougies d'allumage. Le rapport volumétrique (rapport

volume du cylindre + volume de chambre de combustion entre le PMB et le PMH) y est beaucoup plus élevé que dans un moteur à allumage commandé, en sorte que la température en fin de course de compression atteigne 500 à 700°C sous une pression de 50 à 60 bars. L'injection commence en fin de compression et le carburant s'enflamme spontanément après un délai que les ingénieurs s'efforcent de réduire à un minimum.

Le délai d'inflammation dépend à un degré considérable des propriétés du carburant. Cette caractéristique est définie par l'indice de cétane. La taille des microgouttelettes de gazole dans les jets sortant de l'injecteur doit également être réduite à un minimum. De fait, les orifices des injecteurs sont de plus en plus petits (0.1 mm), de plus en plus nombreux (un seul en injection indirecte, 5 à 8 en injection directe), la pression d'injection est la plus élevée possible, et une forte turbulence est imprimée à l'air admis de façon à ce que le carburant y soit réparti de façon aussi homogène que possible.

L'indice de cétane.

L'indice de cétane, antagoniste à l'indice d'octane, évalue la capacité d'un carburant à s'enflammer. Le carburant d'un moteur diesel doit s'enflammer spontanément le plus facilement possible sous l'effet de la chaleur de l'air produite par sa compression.

Le zéro de l'échelle de cet indice est donné par la valeur du méthyl naphtalène qui a une forte résistance à l'inflammation et la valeur 100 est donnée par le cétane qui s'enflamme facilement.

Les pompes hautes pression.

Les pompes hautes pression sont des éléments incontournables des moteurs diesel. Sans ses éléments si le moteur diesel ne pourra fonctionner correctement car les pressions utilisées dans un moteur diesel sont très élevées. Et une mauvaise pression dans un moteur diesel risque la casse ou le mal fonctionnement du moteur. Dans ce petit laps récit j'ai pu vous faire comprendre le fonctionnement des pompes hautes pression des moteurs diesel.

1 La pompe haute pression en ligne.

1.1 Introduction.

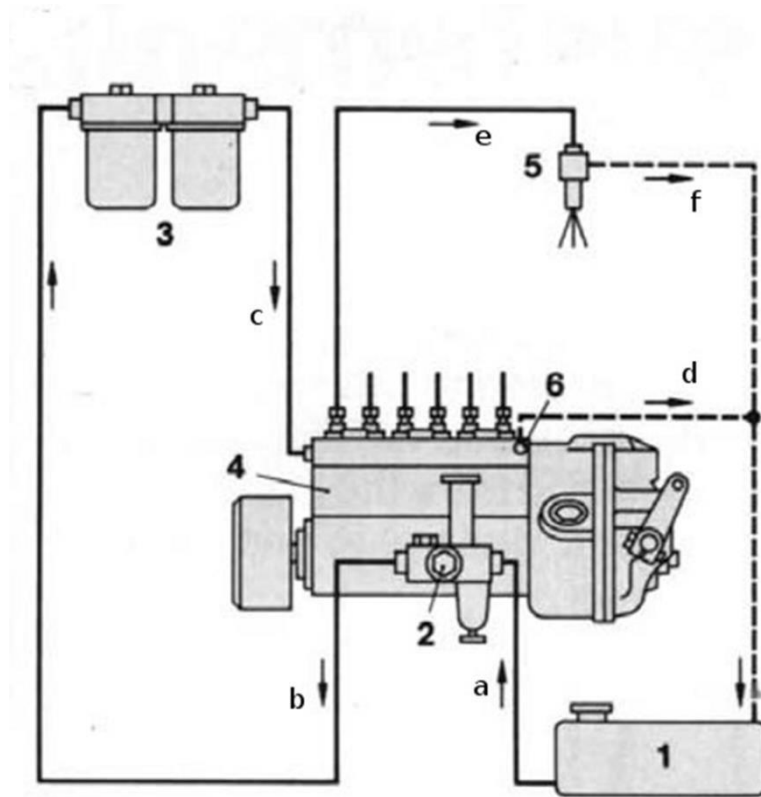
Caractéristiques techniques.

La pompe d'injection en ligne est lubrifiée par le circuit d'huile moteur, ce qui lui permet de bien fonctionner avec des carburants de moindre qualité. Sa fiabilité à long terme et sa durabilité ne sont garanties que si elle est entretenue régulièrement et si les pièces de rechange Bosch sont correctement installées.

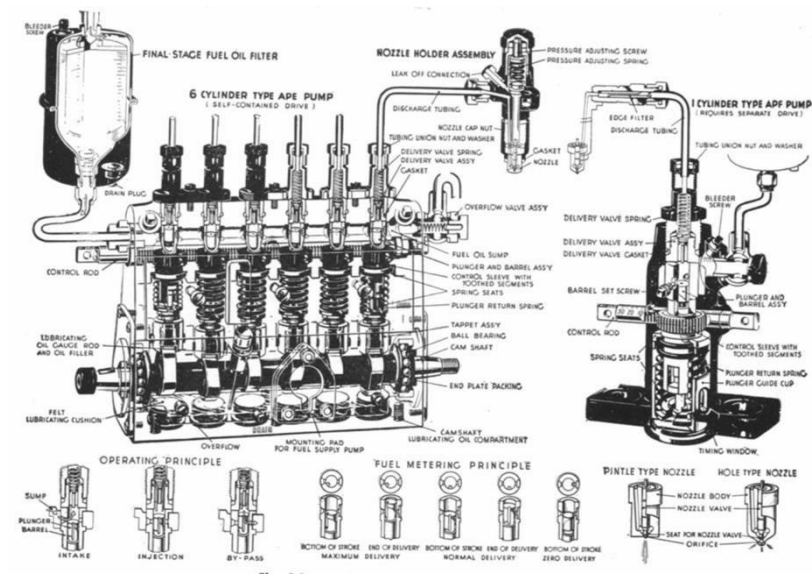
Fonctionnement.

Les cylindres sont disposés en ligne. Chaque cylindre est alimenté en carburant par son propre élément de pompage via une soupape de sécurité. Le moteur entraîne l'arbre à cames de la pompe via des engrenages ou une chaîne. La pompe fonctionne deux fois moins vite que le moteur, en synchronisation avec les mouvements des pistons.

1.2 Schéma et caractéristiques.



Circuit de carburant de la pompe en ligne.

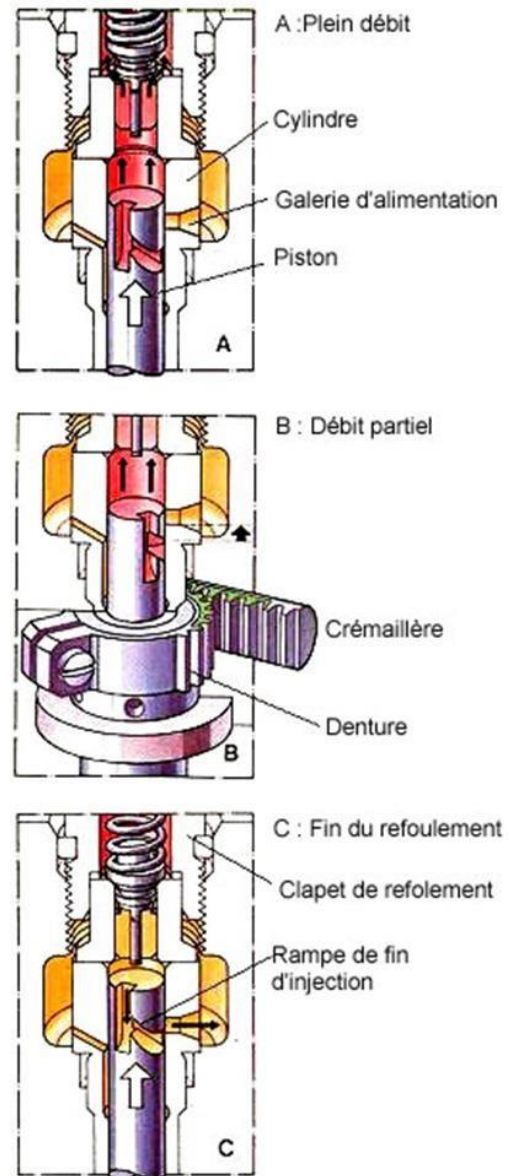
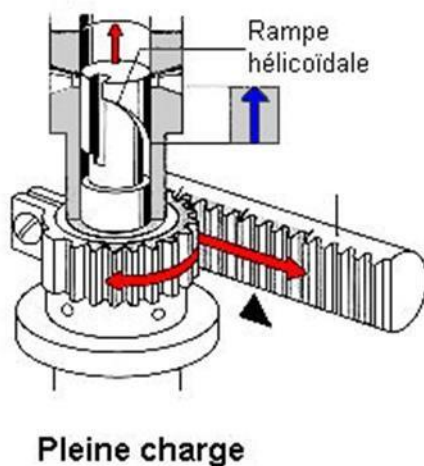


La pompe en ligne.

1.3 Méthode de fonctionnement.

La rotation des pistons détermine le volume de carburant injecté par course. Ils sont tournés par une douille solidaire d'un segment denté engrené sur une crémaillère, elle-même reliée à la pédale d'accélérateur

Selon la position angulaire du piston, son arête hélicoïdale ajuste la fin d'injection en ouvrant l'orifice de retour plus ou moins tard, ce qui règle ainsi le volume injecté par cycle en fonction de la puissance demandée.



Ps : Tout les sources qui on étés utilisée son de mon cour personnel ou de mais connaissances acquises durant ma scolarité.

2. La pompe d'injection rotative.

2.1 Introduction.

La pompe à injection rotative est un organe mécanique qui crée une pression constante pour distribuer le carburant aux différents injecteurs du moteur. La première pompe à injection a été inventée par Rudolf Diesel en 1895. C'était une pompe à air comprimé qui ne permettait pas des rotations moteur élevées. Dans les années 1925, Robert Bosch invente la première pompe à injection qui va permettre des rotations moteur plus élevées. Nous faisons le point.

Différents types de pompes à injection

Il existe plusieurs types de pompes à injection pour le diesel et pour l'essence.

Pour les véhicules essence, il existe principalement trois types : l'injection mono point, l'injection multipoints et l'injection directe.

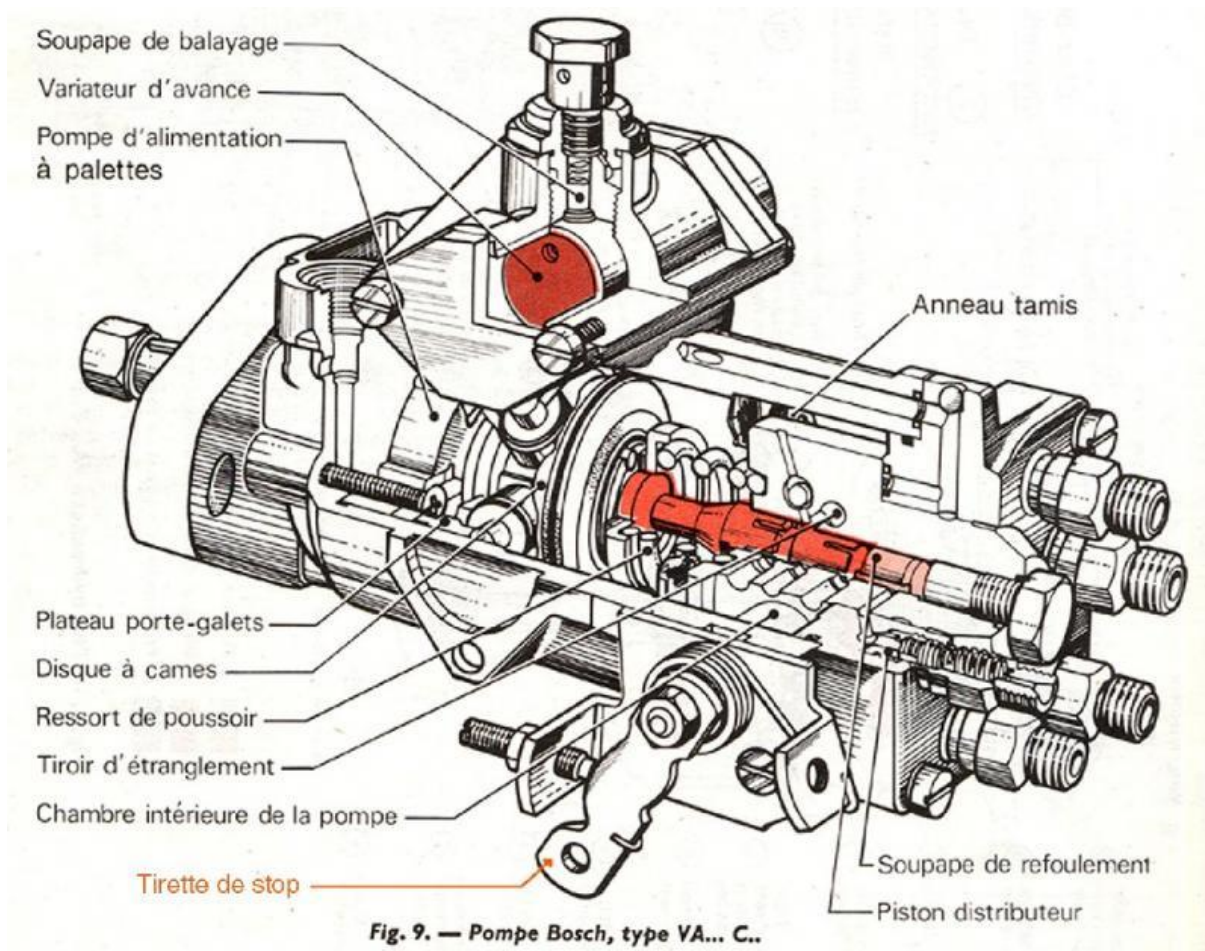
Pour les véhicules diesel, il existe principalement trois types également :

- La **pompe d'injection en ligne ou rotative** : sa pression est comprise entre 100 à 250 bars.
- La **pompe d'injection haute pression à rampe commune** : sa pression est comprise entre 1 600 et 2 000 bars. Les injecteurs sont commandés électriquement par un calculateur.
- La **pompe d'injection haute pression à injecteurs pompe** : sa pression est comprise entre 1 600 et 2 000 bars. Les injecteurs pompe sont commandés électriquement par un calculateur.

Depuis les années 2000, la plupart des véhicules sont équipés de pompes à haute pression. Les pompes à haute pression couplées aux injecteurs commandés électriquement permettent une pulvérisation plus homogène dans le moteur. Le meilleur dosage du carburant limite les imbrulés à l'échappement. Il y a donc moins de pollution et de consommation de carburant à puissance égale.

Lien: <https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/342324/pompe-a-injection>

2.1 : Schéma et caractéristique:



Lien:

https://www.google.be/search?q=la+pompe+rotative&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIU0ODA8-TSAhXFUBQKHANdzoQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#tbn=isch&q=la+pompe+rotative+diesel&*&imgc=9kJS9A8n421J_M

2.3: Méthode fonctionnement.

Dans la pompe à distributeur rotatif, un seul élément assure le pompage du combustible, quel que soit le nombre de cylindres-moteur à alimenter. Il est distribué à haute pression aux injecteurs dans l'ordre correct et aux intervalles requis par l'intermédiaire d'un distributeur tournant solidaire de la pompe. De ce fait, l'égalité des débits entre les différents injecteurs est une caractéristique inhérente à la pompe et n'est pas sujette à un mauvais réglage.

De même, l'espacement des injections étant déterminé par la répartition des canaux de distribution et par la précision d'usinage des cames, aucun réglage de phase n'est nécessaire, l'ensemble étant synchronisé dès l'usinage.

La pompe se présente sous la forme d'un ensemble compact et étanche; entièrement lubrifiée par le gas-oil, elle ne nécessite aucun autre système de graissage spécial. Elle ne comporte aucun roulement à billes ou à rouleaux, aucun pignon, aucun ressort surchargé. Le nombre de pièces et l'encombrement de la pompe demeurent constants quel que soit le nombre de cylindres-moteur à alimenter.

Un contrôle précis de la vitesse est obtenu à l'aide d'un régulateur mécanique à masselottes, ou hydraulique, incorporé à la pompe.

Le dispositif d'avance automatique monté sur certains modèles de pompes permet de faire varier automatiquement le début de l'injection.

Les vues en coupe (voir pages 4 et 6) montrent les principaux organes de la pompe. Notez en premier lieu la pièce tournante centrale, appelée rotor de pompage et de distribution; ce rotor, entraîné à l'aide d'un arbre d'entraînement cannelé monté dans le carter de pompe, porte, à l'extrémité opposée, une pompe volumétrique à palettes dite pompe de transfert. Le rotor est monté dans un cylindre fixe en acier, appelé « tête hydraulique », dans lequel il est ajusté avec une extrême précision. La partie du rotor qui effectue le pompage possède un alésage transversal dans lequel coulisent deux pistons opposés. Ces deux pistons

<http://www.sextan.com/wp-content/uploads/2017/02/manuelpompesinjectionRotoDieseladistributeurrotatifTypeDPA.pdf>

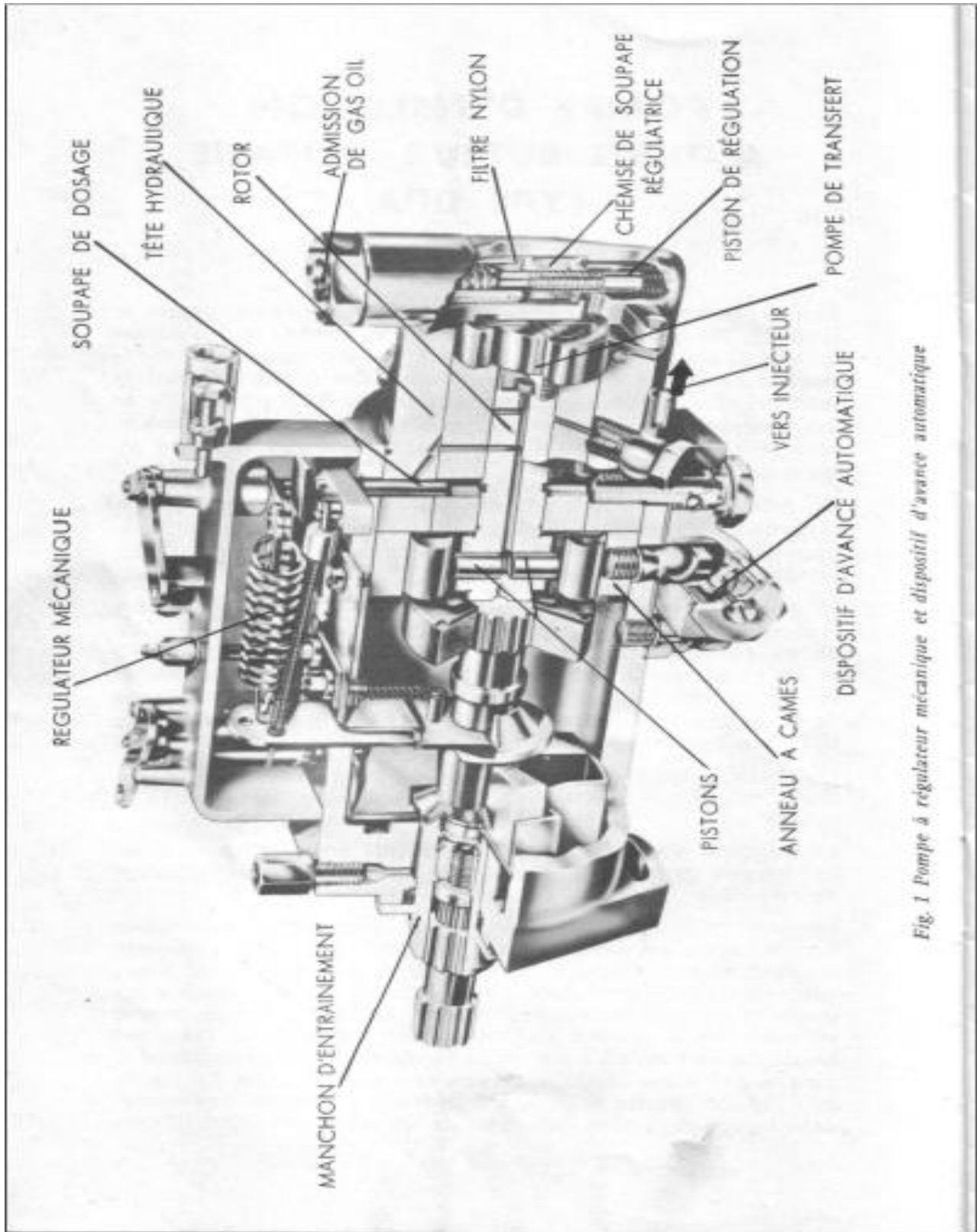


Fig. 1 Pompe à régulateur mécanique et dispositif d'avance automatique

3 Les différences entre les pompes.

3.1 Schéma

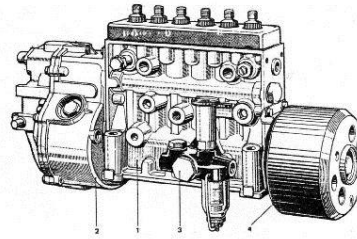


Fig. 11. — Pompe d'injection PE & P (1) avec régulateur RQ (2), pompe d'alimentation (3) et dispositif d'avance à l'injection (4).

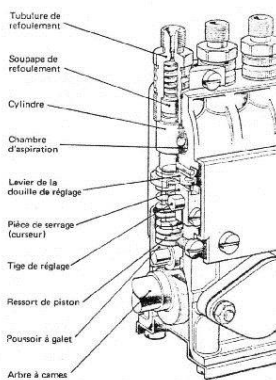


Fig. 10. — Pompe d'injection PES 4 M..

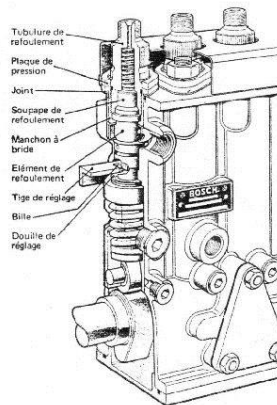


Fig. 12. — Pompe d'injection PE & P..

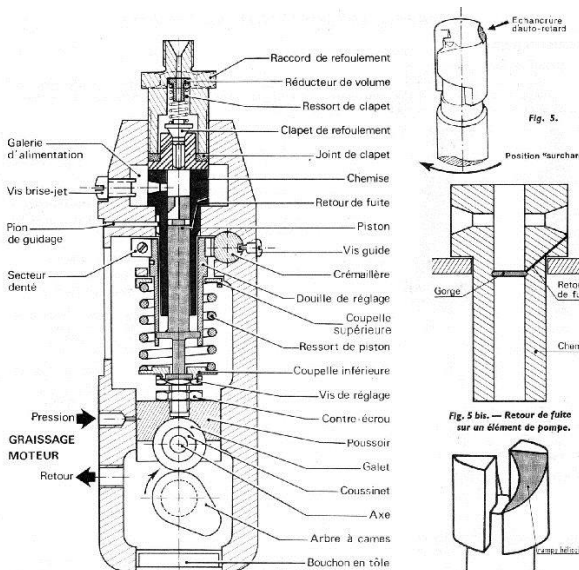


Fig. 6. — Pompe Bosch.

Fig. 6 bis. — Piston à début d'injection variable.

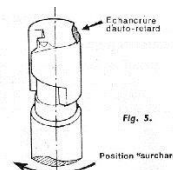


Fig. 5.

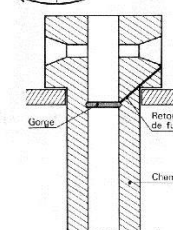
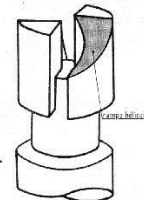
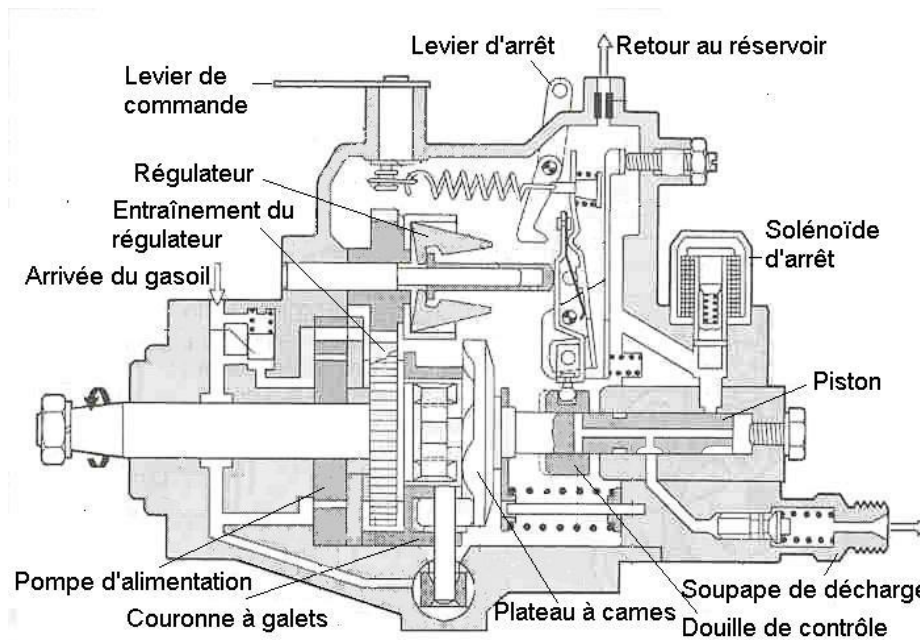


Fig. 5 bis. — Retour de fuite sur un élément de pompe.



- 1) https://www.google.be/search?q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+en+ligne&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlZf_suzSAhVK7hoKHZchC6sQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#imgrc=jCvoHnG6JpMyHM:
- 2) https://www.google.be/search?q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+en+ligne&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlZf_suzSAhVK7hoKHZchC6sQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#imgrc=xnHJmqwIZQ3H7M:

Pompe rotative:



https://www.google.be/search?q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+en+ligne&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlZf_suzSAhVK7hoKHZchC6sQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#tbn=isch&q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+rotative+diesel+&*&imgcr=P5YQIPCozh0QAM:

4 les principaux constructeurs est matériaux utiliser.

4.1 Caractéristique des constructeurs.

Marquee Bosh:

1. MCRS : système Common Rail modulaire pour gros moteurs Large engine

Les gros moteurs diesel sont souvent utilisés pour faire fonctionner des navires ou des locomotives, dans un mode de fonctionnement essentiellement en charge partielle. Les systèmes MCRS de Bosch permettent de réaliser des économies de carburant notables avec ces gros moteurs.

Caractéristiques techniques

La pompe haute pression et les injecteurs garantissent une pression d'injection constante au niveau de l'injecteur et permettent d'effectuer des injections multiples avec plus de souplesse. Le système MCRS s'adapte également facilement à différents types de moteur.

Avantages

- Pression d'injection élevée, indépendante de la vitesse
- Faible bruit de fonctionnement
- Consommations réduites
- Respect des seuils d'émission les plus stricts
- Adapté à la dépollution des gaz d'échappement
- Longue durée de vie

Les petits moteurs diesel à régime rapide ont besoin d'un système d'injection hautes performances, léger et de faible encombrement. Les pompes d'injection distributrices répondent à ces besoins. Elles se composent d'un petit ensemble compact contenant la pompe d'alimentation, la pompe haute pression, et le dispositif de régulation. En raison de sa compacité, la pompe d'injection distributrice est adaptée à diverses applications dans les voitures, les véhicules utilitaires légers, les moteurs fixes, et les engins de chantier et les machines agricoles.

Les pompes d'injection distributrices à piston axial pour les moteurs à injection indirecte, génèrent des pressions allant jusqu'à 350 bars au niveau de l'injecteur. Pour les moteurs à injection directe, des pompes d'injection distributrice avec piston axial et avec pistons radiaux sont utilisées avec des pics de pression d'environ 1950 bars. Les pompes d'injection distributrices sont lubrifiées avec le carburant et ne nécessitent aucun entretien.

https://fr.bosch-automotive.com/fr/parts_and_accessories/engine_systems_1/diesel/large_diesel/large_diesel_3

Pompe bosh :



[https://fr.bosch-automotive.com/fr/parts and accessories/engine systems 1/diesel/conventional injection/conventional injection diesel motorsys parts](https://fr.bosch-automotive.com/fr/parts_and_accessories/engine_systems_1/diesel/conventional_injection/conventional_injection_diesel_motorsys_parts)

5 Le système d'injection haute pression.

5.1 common rails:

Qu'est ce que le Common Rail System ?

Le système à rampe commune appelé plus communément **Common Rail** se compose d'une pompe d'injection distributrice, d'une rampe de distribution (un rail), de buses d'injecteur à pilotage magnétique, d'un boîtier de gestion électrique, de capteurs et de moteurs. Une unité de gestion électronique permet un pilotage précis de tous ces éléments. Cette unité est capable de régler la pression d'injection indépendamment du régime moteur et de la quantité injectée. La pression maximale des buses d'injecteurs offre une pré-injection, une injection principale et une post-injection encore plus précise.

Ce système permet au moteur diesel d'offrir plus de puissance tout en étant plus propre, plus économique et surtout plus silencieux.

Utilisé en combinaison avec des carburants sans soufre et des systèmes d'échappement ingénieux, le CRS (**common rail system**) peut satisfaire aux normes EURO IV, qui sont devenus obligatoires à partir de 2005.

DR Electrodiesel est spécialiste, depuis plus de 20 ans dans le var, en injecteur et pompe à injection common rail.



<http://www.dr-electrodiesel.com/qu-est-ce-que-le-systeme-common-rail-systeme-%C3%A0-rampe-commune>

5.2 Injecteurs.

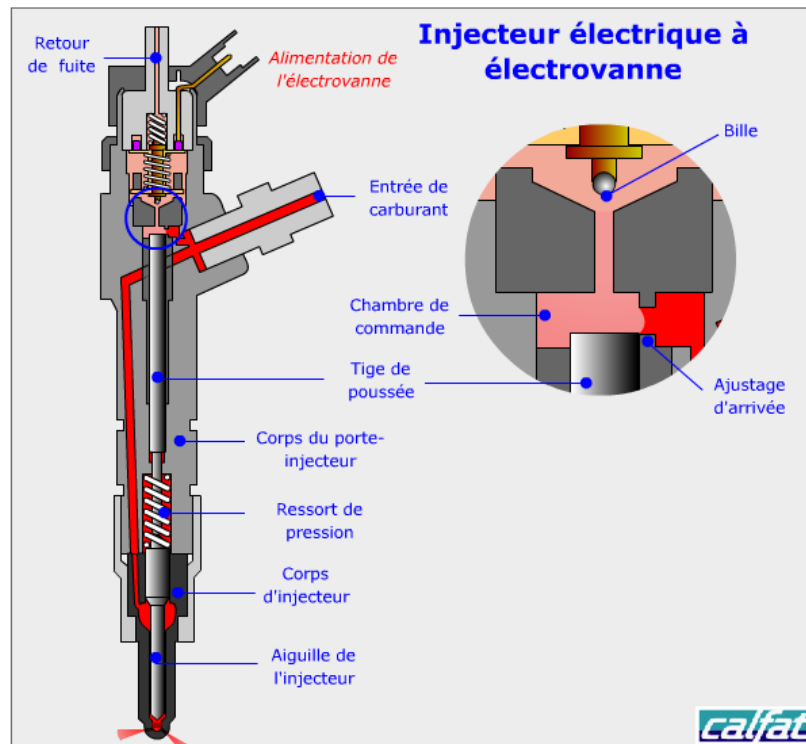
1. Injecteurs électromagnétiques

Les **injecteurs** de ce type fonctionnent en système à rampe commune (**Common Rail**). C'est un système d'alimentation le plus largement utilisé dans les moteurs diesel d'aujourd'hui. Il permet la séparation des fonctions de compression et d'injection du carburant. Ainsi, il offre beaucoup plus de flexibilité par rapport aux systèmes conventionnels et il permet mieux adapter le circuit d'injection au moteur. Puisque le carburant dans le réservoir est constamment sous haute pression, il est possible de déterminer les paramètres de l'injection par l'envoi d'impulsions électriques aux injecteurs. En alimentant la valve électromagnétique, le module de commande met en marche la buse (début de l'injection). Une fois l'alimentation électrique coupée, l'injection est terminée. La dose de carburant injectée est proportionnelle (à une pression donnée) à la durée d'ouverture de la vanne électromagnétique, mais, en même temps, elle ne dépend pas de la vitesse du moteur ni celle de la **pompe d'injection**. Dans les systèmes à rampe commune de nouvelle génération il est possible de réaliser plusieurs injections au cours d'un cycle de travail du piston. Cela permet de réduire la consommation de carburant, l'émission de polluants et assure un fonctionnement plus silencieux du moteur.

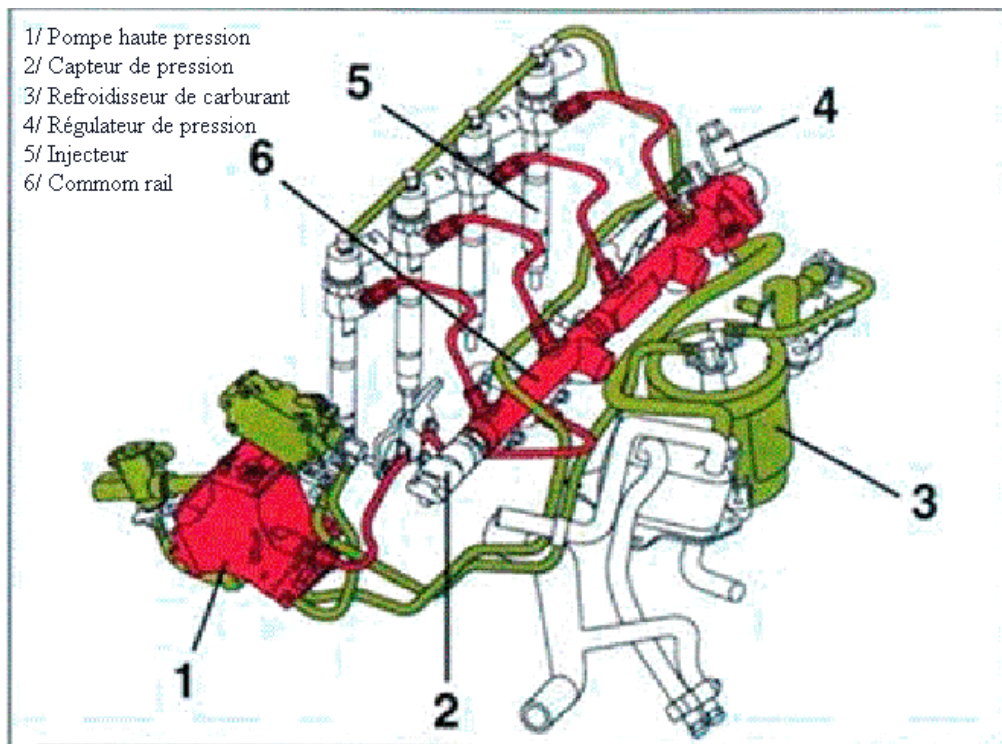
2. Injecteurs piézoélectriques

Les **injecteurs piézoélectriques** sont apparus dans les systèmes à rampe commune de troisième génération. Leur avantage principal est le temps de commutation court, d'environ 0,1 ms. C'est à peu près dix fois plus vite qu'avec les injecteurs électromagnétiques. Cela permet de régler facilement le début de l'injection et la dose de carburant et de réaliser l'injection en plusieurs étapes. Jusqu'ici, l'inertie des injecteurs électromagnétiques ne permettait qu'une injection initiale afin d'atténuer le bruit de combustion. Un groupe d'éléments piézoélectriques a été utilisé en tant que module de contrôle de fonctionnement de l'injecteur. La vitesse d'activation permet de raccourcir les intervalles entre les injections et d'optimiser ainsi le fonctionnement du moteur. En plus, la quantité de carburant, y compris une très petite dose de l'injection initiale, est mesurée très précisément, ce qui se traduit par une moindre consommation de carburant. Dans les systèmes équipés d'injecteurs piézoélectriques la pression de carburant est augmentée et peut aller jusqu'à plus de 2000 bar.

5.3 schema



https://www.google.be/search?q=injecteur+fonctionnement&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewjm2tDw_N_TAhUQUIAKHdJBRwQ_AUIBigB&biw=1600&bih=770#imgrc=RP9EA2fh9niQZM:



https://www.google.be/search?q=commande+rail&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj04JfQ_dTAhWlB1AKHf20BdsQ_AUIBigB&biw=1600&bih=770#imgrc=sG0-s4t8r6zAM:

conclusion:

Du fait de son taux de compression élevé, le moteur Diesel est plus économiques que le « moteur à essence » et dure normalement un peu plus longtemps au prix de contraintes un peu plus fortes. Robert Bosch a permis l'application du Diesel à l'automobile avec la création de la pompe à injection.

En 1895, Rudolf Diesel présente pour la première fois son moteur à allumage par compression. Ce moteur consomme, à puissance égale, beaucoup moins de carburant que le moteur à explosion, qui à cette époque, avait déjà fait ses preuves. Cette invention est rapidement associée aux moteurs de bateaux et aux moteurs stationnaires du fait de sa faible consommation. À cette époque, l'obstacle essentiel pour le moteur Diesel est une alimentation en carburant appropriée car le moteur Diesel de Rudolf ne peut atteindre des vitesses de rotation élevées du fait que le procédé mis en place par M. Diesel, consistait à envoyer du carburant dans la chambre de combustion en utilisant de l'air comprimé, ce qui n'est pas approprié aux grandes vitesses de rotation du moteur. Cette "pompe à air", utilisée pour alimenter le moteur ne permettait pas d'atteindre des vitesses rotation élevées.

À la fin de 1922, Robert Bosch se penche sur ce problème et entreprend le développement d'un système d'injection pour les moteurs Diesel. M. Bosch va donc remplacer la "pompe à air" de M. Diesel par une "pompe à injection". Cette "pompe à injection" va être achevée au courant de l'été 1925 et les premières "pompes à injection" seront fabriquées en série dès 1927 ce qui permet que le moteur Diesel atteigne des régimes plus élevés que précédemment¹.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe_%C3%A0_injection

Bibliographies:

Lien: <https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/342324/pompe-a-injection>

https://www.google.be/search?q=la+pompe+rotative&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIU0ODA8-TSAhXFUBQKHANdzoQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#tbm=isch&q=la+pompe+rotative+diesel+*&imgrc=9kJS9A8n421J_M

<http://www.sextan.com/wp-content/uploads/2017/02/manuelpompesinjectionRotoDieseladistributeurrotatifTypeDPA.pdf>

https://www.google.be/search?q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+en+ligne&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIjZf_suzSAhVK7hoKHZchC6sQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#imgrc=jCvoHnG6JpMyHM:

https://www.google.be/search?q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+en+ligne&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIjZf_suzSAhVK7hoKHZchC6sQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#imgrc=xnHJmqwIZQ3H7M:

https://www.google.be/search?q=sch%C3%A9ma+de+la+pompe+en+ligne&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwIjZf_suzSAhVK7hoKHZchC6sQ_AUIBigB&biw=1600&bih=794#tbm=isch&q=sh%C3%A9ma+de+la+pompe+rotative+diesel+*&imgrc=P5YQIPCozh0QAM:

https://fr.bosch-automotive.com/fr/parts_and_accessories/engine_systems_1/diesel/large_diesel/large_diesel_3

https://fr.bosch-automotive.com/fr/parts_and_accessories/engine_systems_1/diesel/conventional_injection/conventional_injection_diesel_motorsys_parts

<http://www.dr-electrodiesel.com/qu-est-ce-que-le-systeme-common-rail-systeme-%C3%A0-rampe-commune>

https://www.google.be/search?q=injecteur+fonctionnement&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjm2tDw_NTAhUQUIAKHdJBRwQ_AUIBigB&biw=1600&bih=770#imgrc=RP9EA2fh9niQZM:

https://www.google.be/search?q=commande+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj04JfQ_dTAhWlB1AKHf20BdsQ_AUIBigB&biw=1600&bih=770#imgrc=sG0-_s4t8r6zAM:

https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe_%C3%A0_injection

