

V.1 Définition :

L'injection de carburant consiste à introduire l'air par une tubulure d'admission de forte section et à injecter le carburant en amont plus près de la soupape ou à l'intérieur du cylindre.

V.2 Avantages du système d'injection :

- L'augmentation des performances du moteur (couple, puissance,...).
- Economie de carburant grâce au dosage très précis.
- Diminution des émissions toxiques (meilleure combustion).
- Meilleur remplissage en air des cylindres donc souplesse accrue.

V.3 Différents systèmes d'injection :

On peut classer les systèmes d'injection selon l'endroit où se fait l'injection du carburant dans l'air aspiré par le moteur :

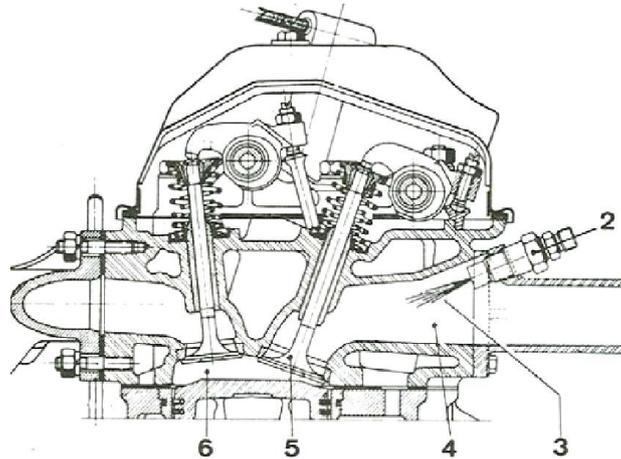
- l'injection est directe si elle s'effectue dans la chambre de combustion du cylindre.
- L'injection est indirecte si elle a lieu dans la tubulure d'admission, plus ou moins près de la soupape d'admission, le jet d'essence étant dirigé vers la soupape.
- L'injection centralisée si elle se fait dans la partie du collecteur commune à tous les cylindres, à l'endroit qu'occuperait un carburateur.

On peut également différencier les systèmes d'injection par le dispositif de régulation :

- Dans l'injection mécanique, la pompe entraînée mécaniquement par le moteur, effectue la mise en pression du carburant et dose le volume injecté.
- Dans l'injection électronique, la pompe électrique, effectue l'alimentation du carburant sous pression; les fonctions de dosage, régulation, injection sont totalement ou partiellement pilotées par une centrale électronique.

V.4 Injection indirecte (essence) :

L'injection d'essence consiste à introduire l'air par une tubulure d'admission de forte section et à injecter le carburant en amont plus près de la soupape d'admission. L'injection peut être continue ou discontinue, mécanique ou électronique.



Les plus répandus actuellement sont les systèmes Bosch :

- K-Jetronic : injection mécanique continue indirecte.
- L ou D-Jetronic : injection électronique discontinue indirecte.

V.4.1 Principe de l'injection K-Jetronic :

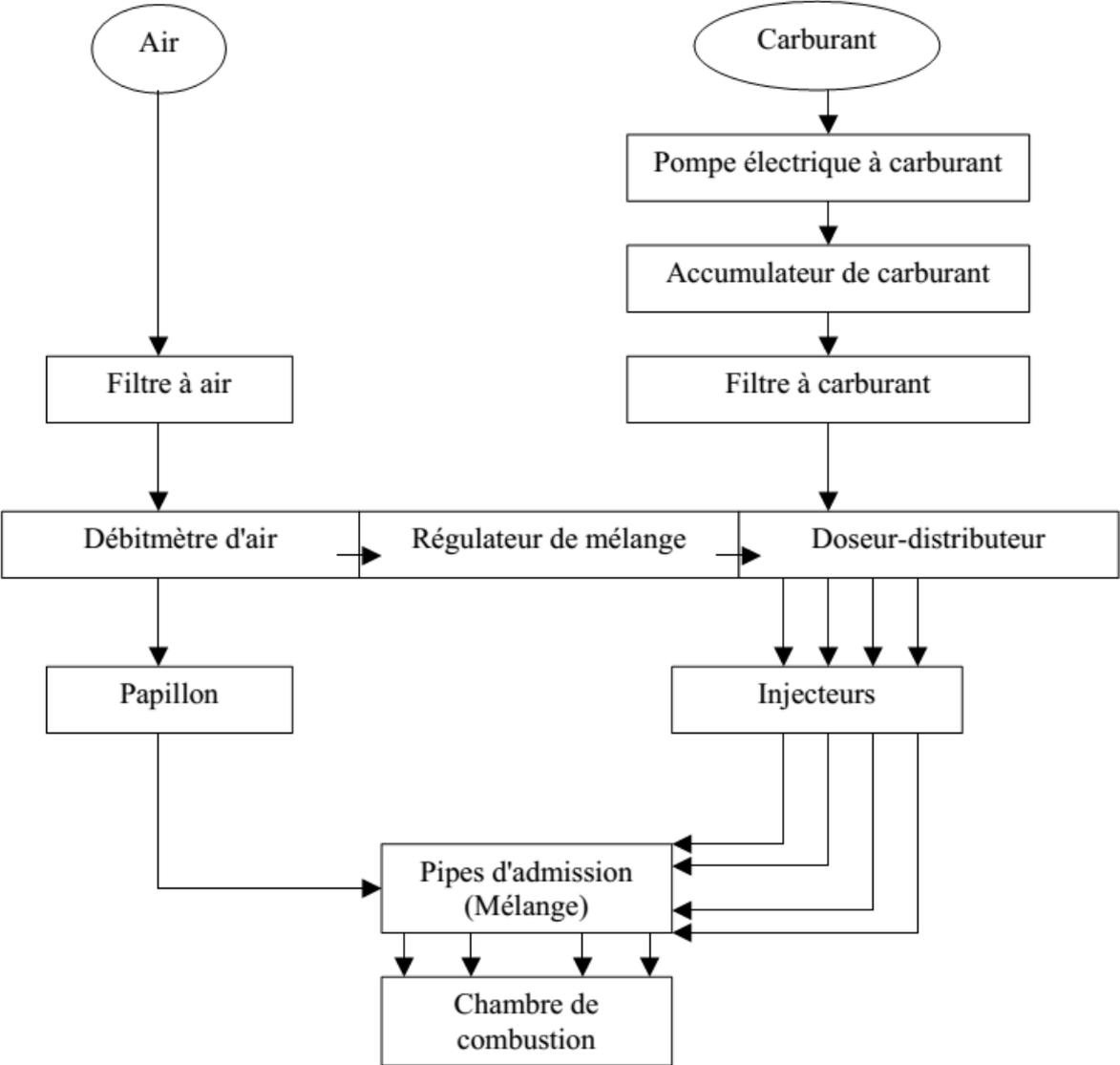
L'air est dosé par un papillon placé dans la tubulure d'admission. Le carburant est calibré par un doseur dont le tiroir est commandé par le déplacement du débitmètre d'air placé dans la tubulure d'admission.

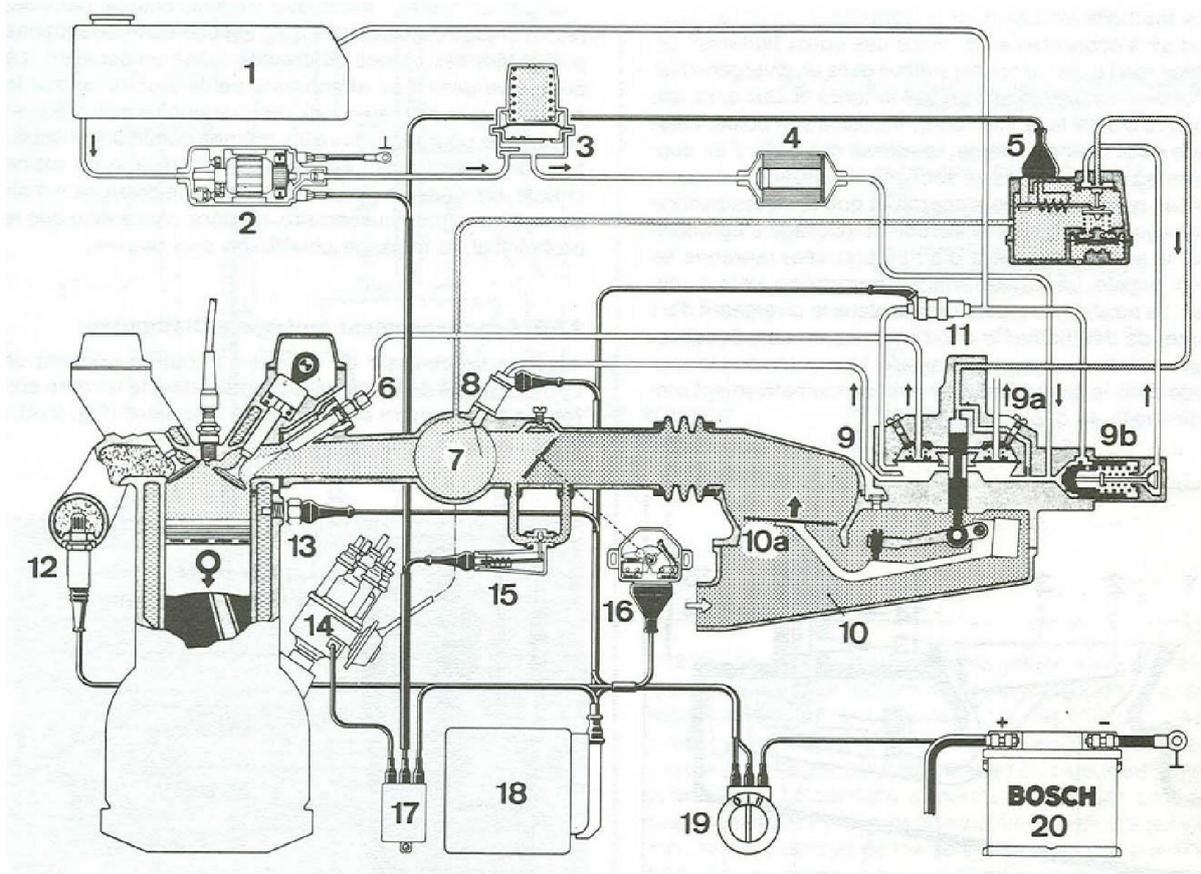
Le doseur reçoit le carburant d'une pompe électrique par l'intermédiaire d'un régulateur de pression.

Les injecteurs débitent en permanence un carburant dont la pression et le débit sont déterminés par le débit de l'air et sa pression absolue (≈ 4.6 bars).

Pour le départ à froid, un électro-injecteur unique injecte un supplément de carburant à l'entrée du collecteur d'admission.

Schéma de principe du système K-Jetronic





- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Réservoir à carburant | 10. Débitmètre d'air |
| 2. Pompe électrique à carburant | 10a. Plateau-sonde |
| 3. Accumulateur de carburant | 11. Electrovanne de cadence |
| 4. Filtre à carburant | 12. Sonde Lambda |
| 5. Correcteur de réchauffage | 13. Thermocontact temporisé |
| 6. Injecteur | 14. Allumeur |
| 7. Collecteur d'admission | 15. Commande d'air additionnel |
| 8. Injecteur de départ à froid | 16. Contacteur de papillon |
| 9. Régulateur de mélange | 17. Relais de commande |
| 9a. Doseur-distributeur de carburant | 18. Centrale de commande électronique |
| 9b. Régulateur de pression d'alimentation | 19. Commutateur d'allumage-démarrage |
| | 20. Batterie |

Schéma de l'installation du système K-Jetronic

V.4.2 Principe de l'injection L-Jetronic :

Le débit de l'air est dosé par un papillon et mesuré par un débitmètre à potentiomètre placé dans la tubulure d'admission. Le calculateur reçoit des informations sous forme de signaux électriques sur :

le débit, la pression et la température de l'air, la température de l'eau, le déclenchement de l'allumage, la vitesse d'ouverture du papillon, la vitesse de rotation du moteur. Il transforme ces informations en une tension de commande des injecteurs électromagnétiques, dont le début, la durée et la fin d'injection sont fonction des paramètres d'entrée.

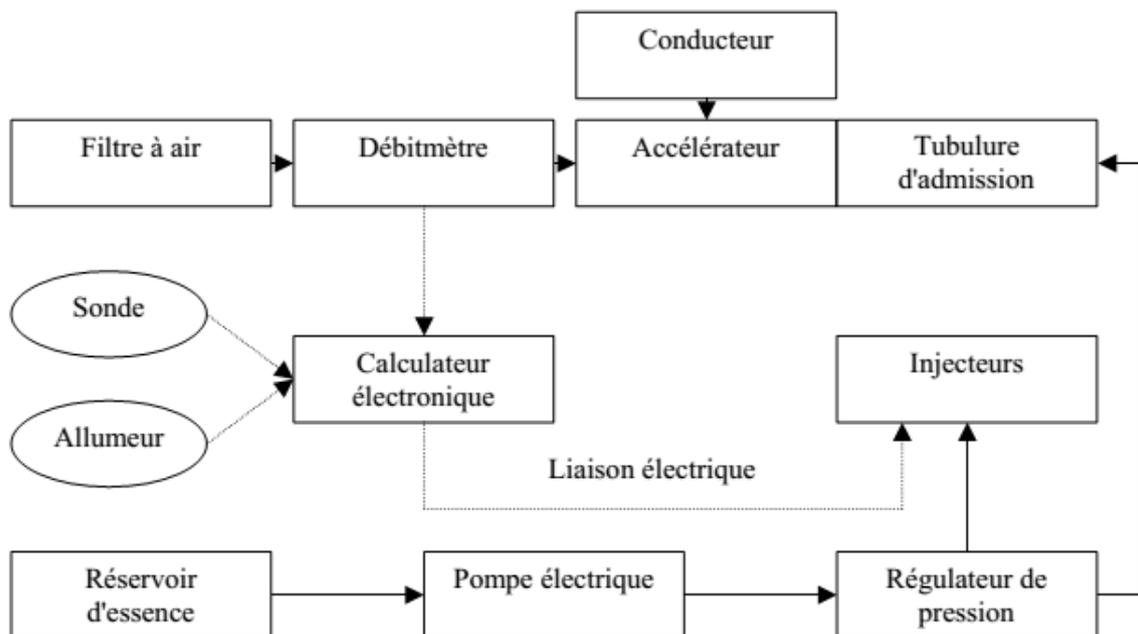


Schéma de principe du système L-Jetronic

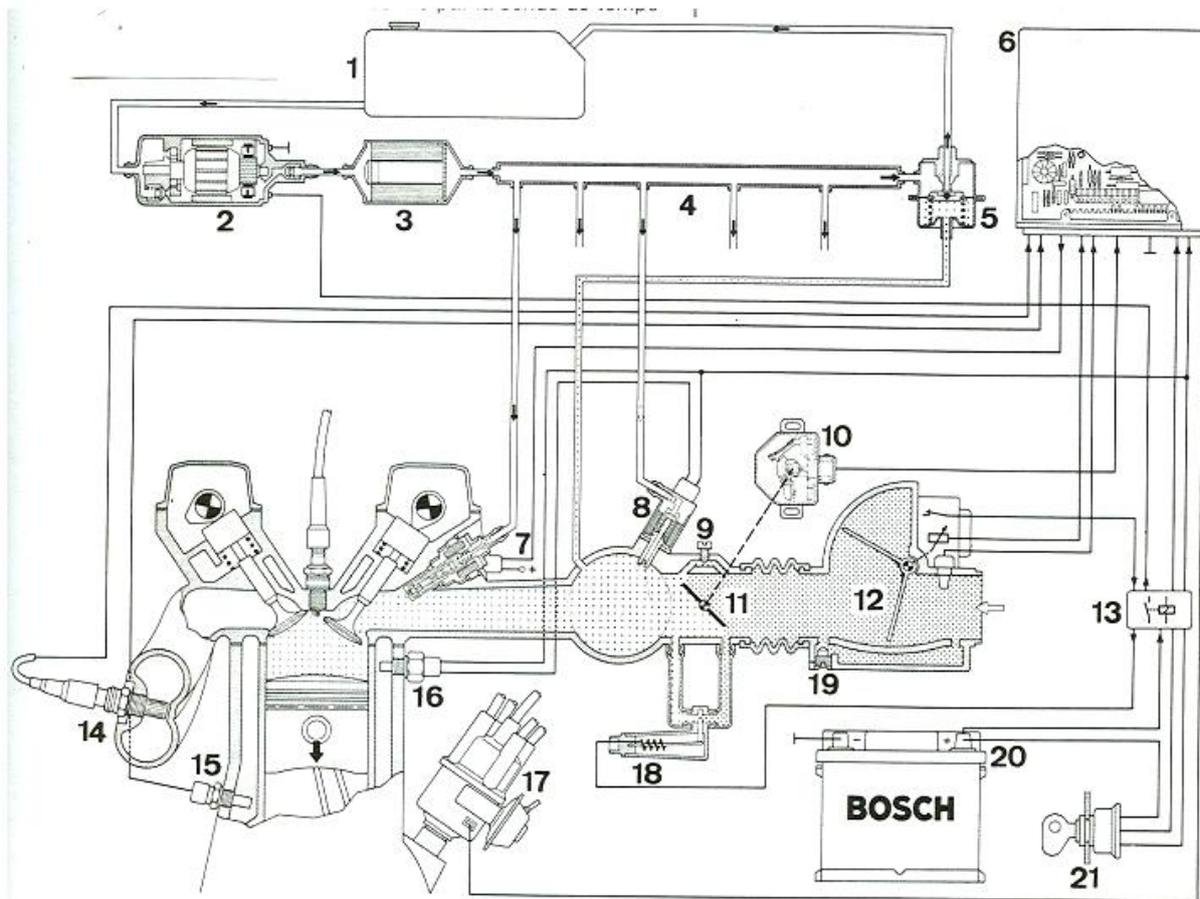
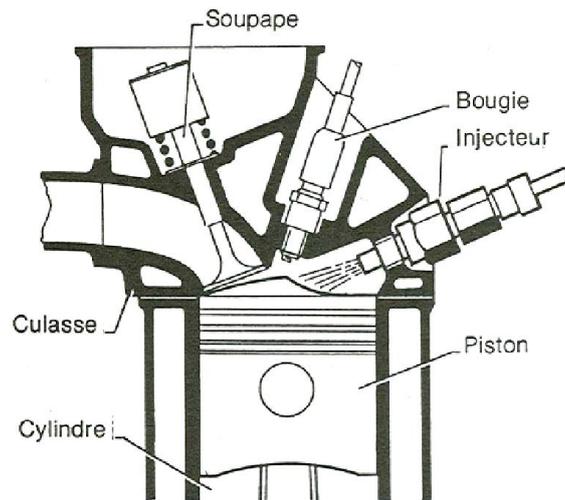


Schéma du système L-Jetronic

- | | |
|--|--|
| 1. Réservoir de carburant | 11. Papillon |
| 2. Pompe électrique à carburant | 12. Débitmètre d'air |
| 3. Filtre à carburant | 13. Ensemble de relais |
| 4. Rampe de distribution | 14. Sonde lambda |
| 5. Régulateur de pression | 15. Sonde de la température du moteur |
| 6. Appareil de commande électronique | 16. Thermocontact temporisé |
| 7. Injecteur | 17. Allumeur |
| 8. Injecteur de départ à froid | 18. Commande d'air additionnel |
| 9. Vis de réglage de la vitesse du ralenti | 19. Vis de réglage de la richesse de ralenti |
| 10. Contacteur de papillon | 20. Batterie |
| | 21. Commutateur d'allumage/démarrage |

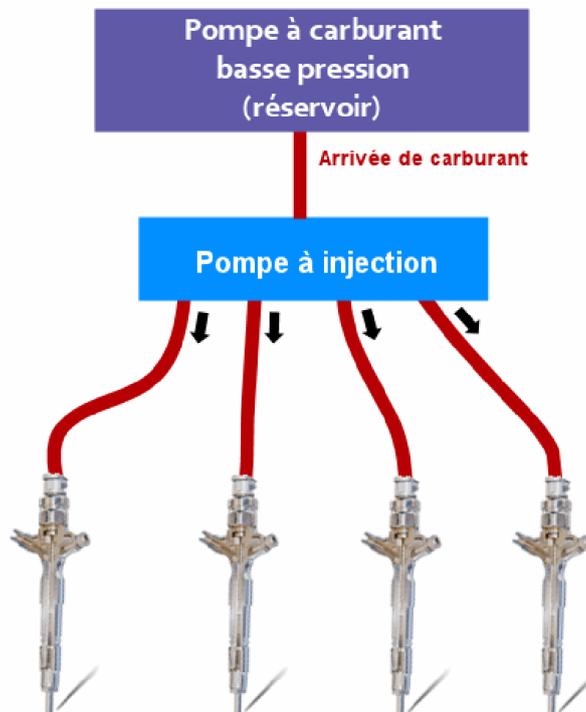
V.5 Injection directe (essence et diesel)

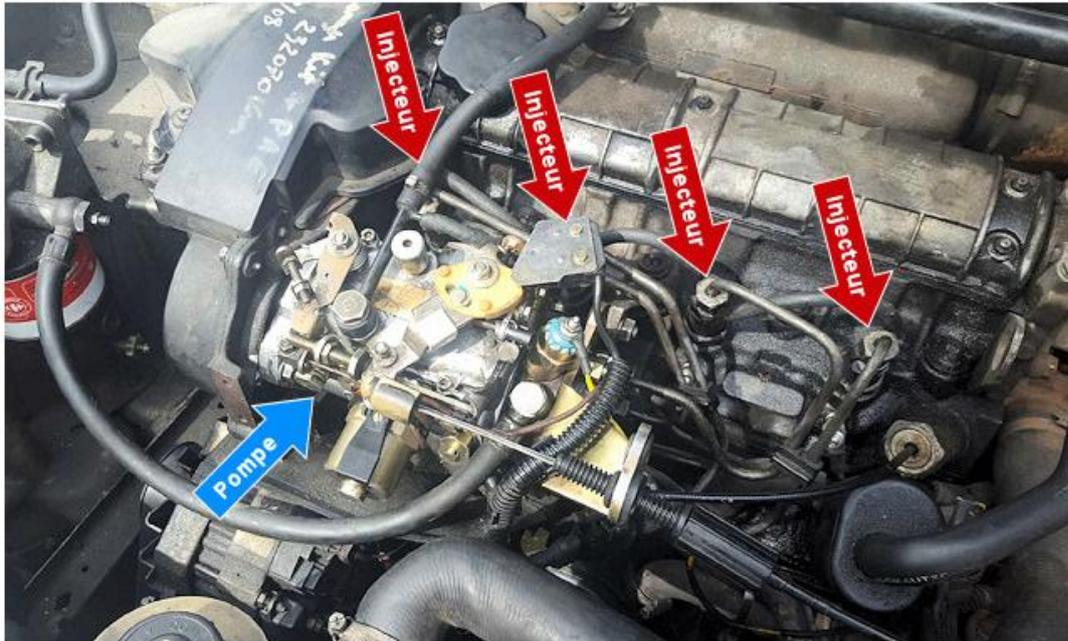
L'injection consiste à introduire l'air par une tubulure d'admission de forte section et à injecter le carburant directement dans le cylindre.



V.5.1 Injection classique

Dans le cas d'une injection standard, une pompe à injection est directement reliée à chacun des injecteurs. Cette pompe va alors envoyer sous pression du carburant à chacun d'entre eux. Un calculateur s'occupe ensuite de contrôler les injecteurs pour les ouvrir au bon moment. L'avantage est d'être assez fiable du fait de sa relative simplicité. Hélas, il rend le diesel un peu plus vibrant et bruyant en raison d'une combustion assez simpliste (on envoie du carburant au 3ème temps du moteur et puis c'est tout).

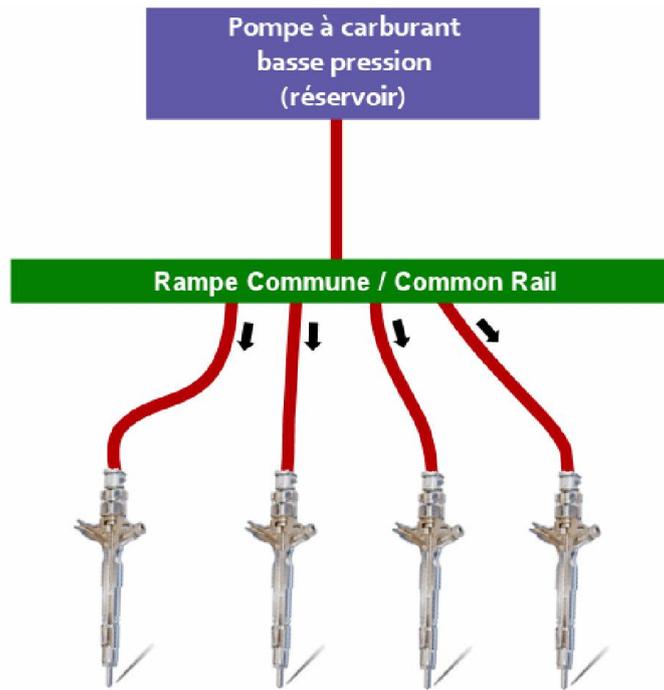




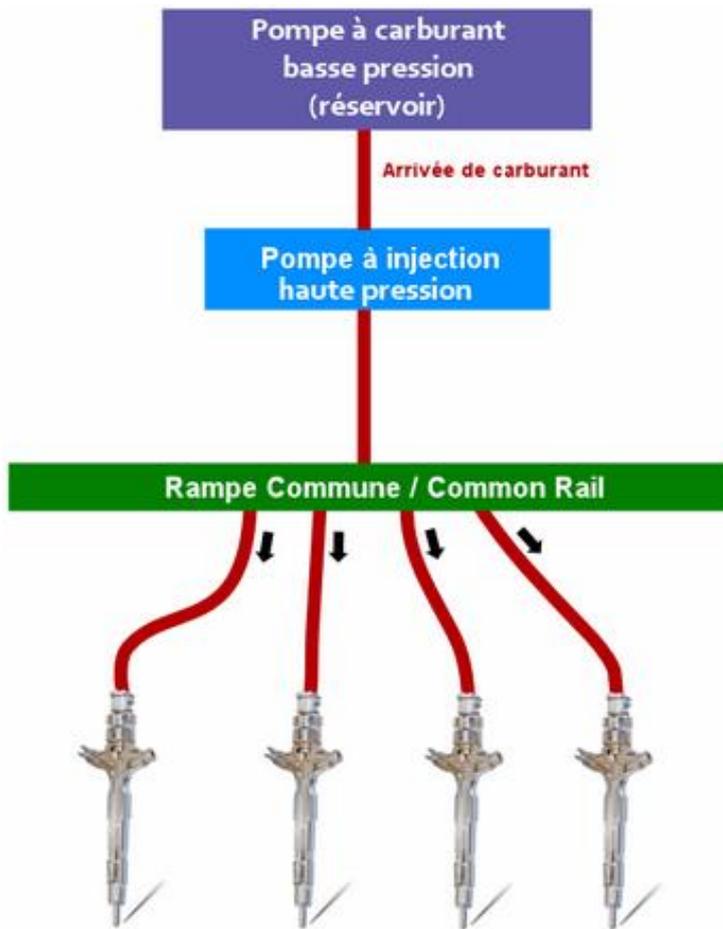
V.5.2 Injection à rampe commune (DCI)

Cette fois-ci, il y a une rampe commune (en forme de sphère dans certains cas) entre la pompe à injection et les injecteurs. Cet accumulateur de carburant sous pression permet d'obtenir une pression d'injection plus élevée et uniforme sur tous les injecteurs. Ce surplus de pression permet alors une meilleure répartition du carburant dans les cylindres, c'est à dire un meilleur mélange air/carburant. De plus, les moteurs sont un peu moins bruyants car il permet d'effectuer des pré-injections de carburant. En effet, les ingénieurs ont remarqué que le moteur claquait moins si on effectuait une infime injection de carburant avant le 3ème temps du moteur à 4 temps (certains font même jusqu'à 8 injections par cycle !), celui où l'on injecte le carburant pour l'explosion (ou plutôt la combustion).

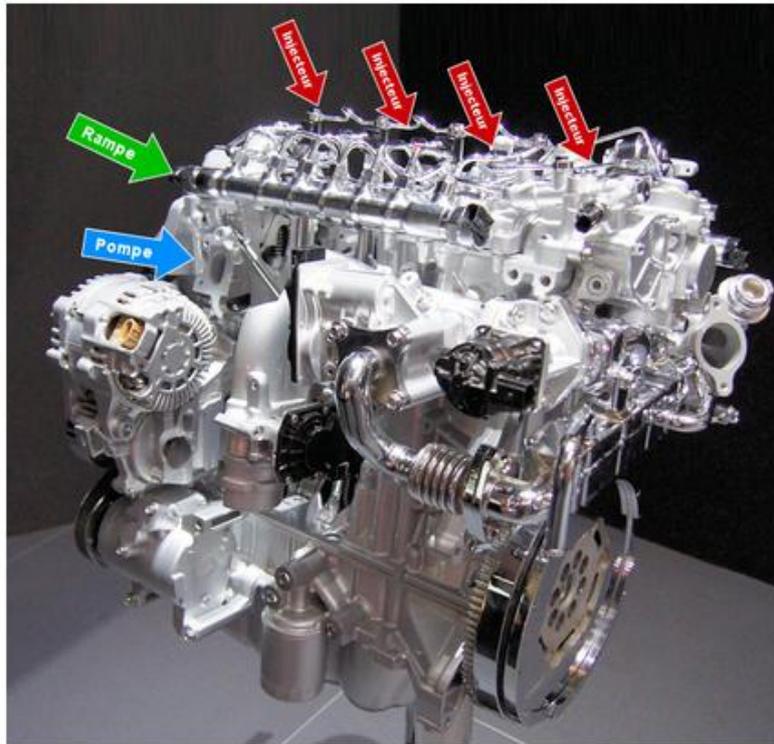
De plus, avec ce système, les ingénieurs arrivent beaucoup plus facilement à proposer des moteurs moins énergivores et plus performants pour une même cylindrée.



Sur les autos plus anciennes il n'y avait pas de haute pression. Il y avait donc une pompe à carburant / de gavage basse pression qui envoyait directement le carburant vers une rampe d'injection

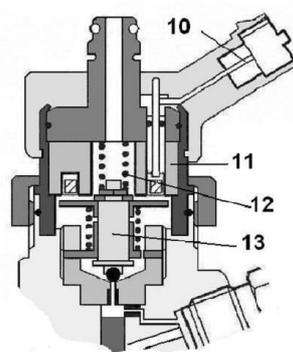
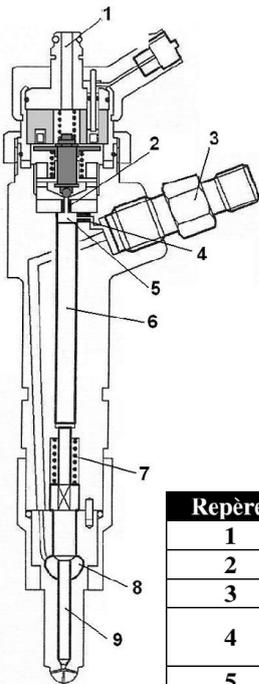


Les voitures modernes ont besoin de plus de pression pour l'injection directe, il y a alors une pompe haute pression et la rampe peut accumuler bien plus de pression.



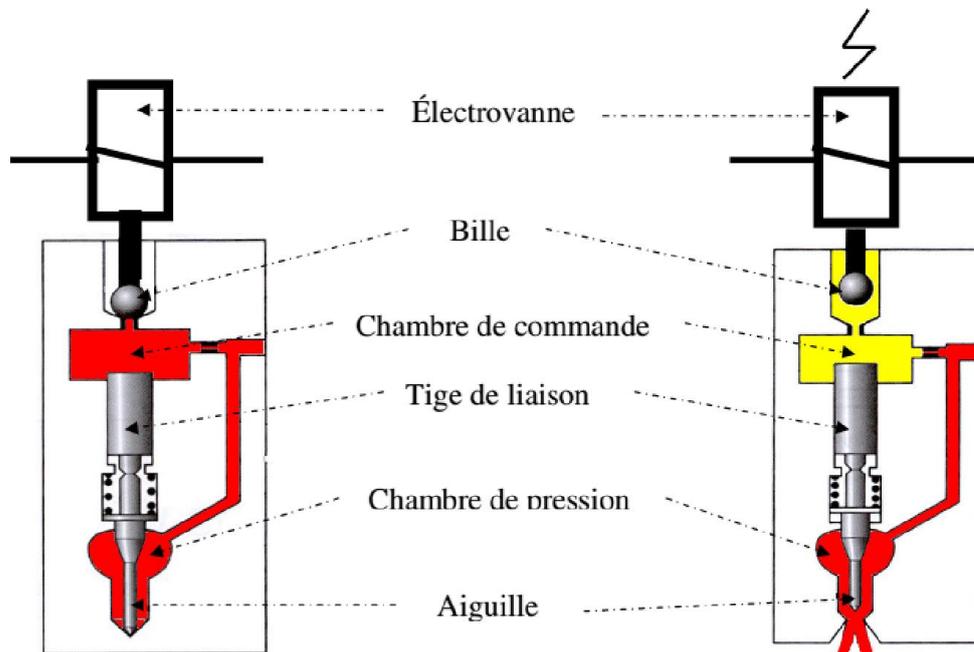
Exemple d'un injecteur Bosch :

Constitution :



Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Raccord retour	7	Ressort d'injecteur
2	Ajutage circuit retour	8	Chambre de pression
3	Raccord entrée pompe	9	Aiguille d'injecteur
4	Ajutage circuit alimentation	10	Connecteur électrique
5	Chambre de commande	11	Bobine
6	Tige de liaison	12	Ressort de rappel
		13	Noyau magnétique

Fonctionnement :



On distingue trois phases de fonctionnement :

Injecteurs fermé (au repos): L'électrovanne n'est pas alimentée (fuite fermée). Le ressort plaque la bille sur son siège. La pression de la chambre de commande est égale à la pression dans la chambre de pression. Le ressort maintient l'aiguille de l'injecteur sur sa portée d'étanchéité.

Ouverture de l'injecteur : L'électrovanne est alimentée et engendre un champ magnétique. Le noyau magnétique comprime le ressort de rappel et permet la fuite du circuit de retour. L'ajutage du circuit d'alimentation évite l'équilibrage des pressions ce qui a pour effet de soulever l'aiguille. Le débit injecté dépend de la pression dans la rampe, du temps d'ouverture et du diamètre des trous de la buse

Fermeture de l'injecteur: L'électrovanne cesse d'être activée, le ressort de rappel pousse le noyau magnétique et entraîne la bille sur son siège, il n'y a plus de fuite. La pression s'équilibre à nouveau, le ressort repousse l'aiguille, il n'y a plus d'injection

V.5.3 Injecteur pompe (TDI) :

Il existe une troisième méthode, beaucoup moins utilisée... Inventé et utilisé par le groupe **Volkswagen** pendant des années, ce système d'injecteur pompe consiste à installer une petite pompe autonome sur chaque injecteur. Cela en lieu et place d'une pompe centrale. L'un des avantages fut de pouvoir avoir une injection à haute pression, plus importante qu'une injection classique. Hélas, la puissance arrivant trop rapidement, cela a quelque peu pénalisé l'aspect de l'agrément moteur.

