



Injecteur pompe piézoélectrique

Cahier didactique n.º 107



SEAT
service

État technique 09.05. En raison du développement et de l'amélioration constants du produit, les données qui y apparaissent sont sujettes à d'éventuelles variations.

La reproduction totale ou partielle du présent cahier est interdite, de même que son enregistrement dans un système informatique ou sa transmission, quelle qu'en soit la forme ou à travers tout moyen, qu'il soit électronique, par photocopie, par enregistrement ou par toutes autres méthodes, sans l'accord préalable et écrit des titulaires des *droits d'auteur*.

TITRE: Injecteur pompe piézoélectrique
AUTEUR : Institut de Service
SEAT, S.A. Sdad. Unipersonal. Zona Franca, Calle 2.
R.C.S. de Barcelone. Tome 23662, Feuillet 1, Folio 568551

1.^a édition

DATE DE PUBLICATION: Janvier 2006
DÉPÔT LÉGAL: B-3.492 - 2006
Préimpression et impression : GRÁFICAS SYL - Silici, 9-11
Pol. Industrial Famadas - 08940 Cornellá - BARCELONE

Injecteur pompe piézoélectrique

L'apparition de l'injecteur pompe dans les moteurs diesel a supposé un progrès technologique sur le marché compétitif de l'automobile. **La haute pression atteinte et la précision des phases d'injection** permettent une amélioration importante des performances des moteurs, amélioration qui se traduit, à son tour, par une réduction de la consommation de carburant et par une réduction des émissions polluantes des gaz d'échappement.

Le développement de l'injecteur pompe a donc été poursuivi, à la recherche d'un meilleur fonctionnement de ce dernier.

Engagée dans l'usage de la technologie de pointe, SEAT a implanté **la dernière génération d'injecteurs pompes dans ses moteurs diesel : Les injecteurs pompes à commande piézoélectrique**, qui améliorent les avantages que présentait déjà ce système et qui, en outre, permettent une plus grande flexibilité dans la configuration des phases d'injection.

L'emploi d'injecteurs pompes piézoélectriques se traduit par une amélioration dans la formation du mélange, par de meilleures performances et par la réduction des émissions sonores du moteur.

INDEX

INTRODUCTION.....	4-7	
STRUCTURE	8-13	
CYCLES D'INJECTION	14-20	
DIAGNOSTIC	21	
SERVICE.....	22	

INTRODUCTION

ASPECTS GÉNÉRAUX

Cette nouvelle génération d'injecteurs pompes, qui correspondent à la version PPD 1.1, se distinguent essentiellement de ceux qui étaient montés jusqu'à présent chez SEAT (version PDE-P2), de part l'utilisation d'une **soupape piézoélectrique** au lieu d'une soupape électromagnétique pour le contrôle de l'injection.

La substitution de la soupape électromagnétique par la soupape piézoélectrique donne au système injecteur pompe **plus de vitesse de commutation** à l'ouverture et à la fermeture de l'aiguille de la soupape, ce qui permet une **meilleure gestion des phases d'injection**.

De plus, dans cette nouvelle génération d'injecteurs pompes, on est parvenu à des améliorations mécaniques internes qui permettent une meilleure compensation des pressions d'injection créées dans l'injecteur lui-même.

Grâce à ce changement, on obtient de **meilleures performances du moteur** par la

réduction du volume utilisé à haute pression et en conséquence des forces d'actionnement. De moindres forces d'actionnement se traduisent par une moindre consommation de carburant.

Les injecteurs pompes piézoélectriques seront montés pour la première fois chez SEAT sur le nouveau moteur 2,0 L TDi de 125 kW portant les lettres BMN , puis ils seront implantés sur d'autres moteurs TDi qui sont actuellement dotés d'injecteurs pompes à commande électromagnétique.

Note: Pour de plus amples informations concernant le moteur 2,0 L TDi de 125 kW, veuillez consulter le cahier didactique n° 111 « Altea FR »



D107-01

GESTION DES PHASES D'INJECTION

Avec l'utilisation de la soupape piézoélectrique, **la vitesse de commutation est presque quatre fois supérieure** à la vitesse obtenue avec une soupape électromécanique. Cela permet l'ouverture et la fermeture de la soupape de commutation à chacune des phases du cycle d'injection, les quantités injectées pouvant ainsi être gérées de façon plus flexible et exacte.

L'injecteur pompe à commande piézoélectrique **permet jusqu'à deux pré-injections et deux post-injections par cycle**, à la différence de l'injecteur pompe à commande électromagnétique puisque, liée à l'injection principale, seule une pré-injection est possible dans la mesure où cette dernière est mue à travers un système mécanique-hydraulique (le piston d'évasion).

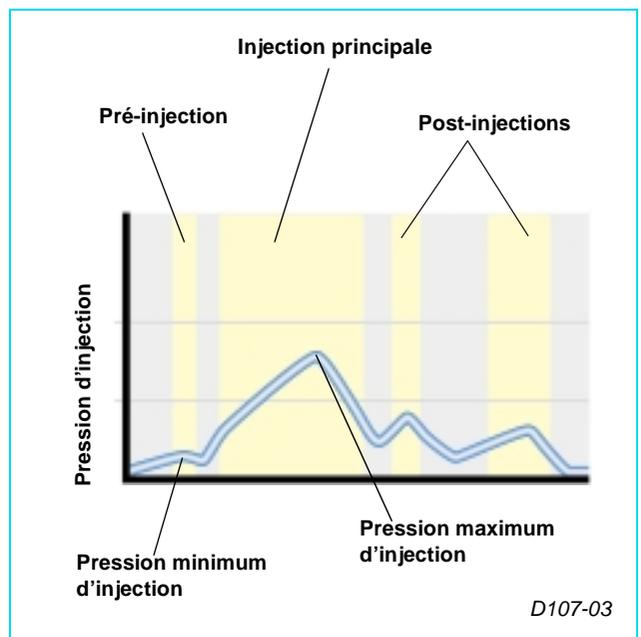
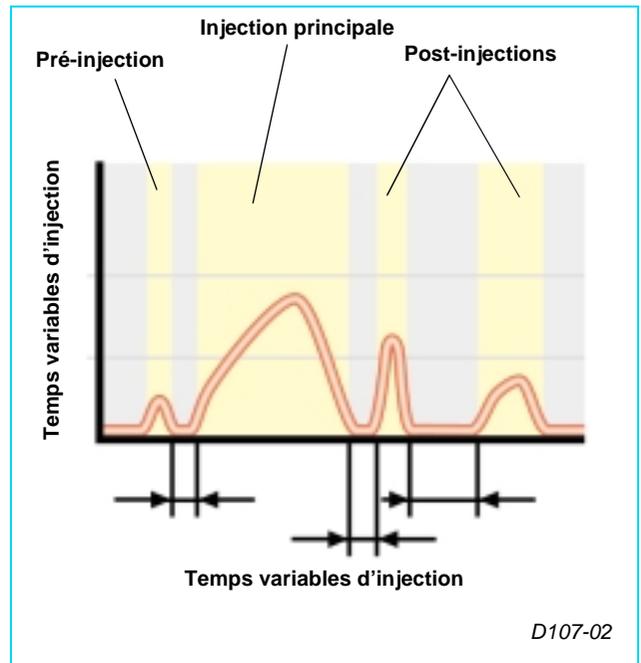
De plus, les pré-injections et les post-injections peuvent être modifiées aussi bien en termes de moment de l'injection (degrés de vilebrequin) qu'en termes de temps d'injection (quantité injectée) puisqu'elles sont contrôlées électroniquement grâce à l'usage de la soupape piézoélectrique.

PRESSION D'INJECTION

La structure interne du nouvel injecteur pompe a été modifiée, de sorte que **la marge d'utilisation des pression d'injection a été élargie, cette marge étant à présent comprise entre 130 et 2 200 bar**.

Le début de la pré-injection a lieu à une pression plus basse, ce qui permet, d'une part, un **chauffage plus lent et progressif de la chambre de combustion** et, par conséquent, des conditions plus optimales pour l'injection principale et, d'autre part, l'augmentation de la pression maximum d'injection, ce qui permet une **meilleure combustion à un régime élevé**.

Par conséquent, on réduit les émissions polluantes et on obtient un meilleur rendement thermique.



INTRODUCTION

OPTIMISATION DU VOLUME DE HAUTE PRESSION

Dans le nouvel injecteur pompe, on a optimisé le volume de carburant à haute pression, de sorte que **les chambres à haute pression** situées dans l'aiguille de l'injecteur et dans l'aiguille de la soupape **et le piston d'évasion ont été éliminés**.

L'optimisation du volume du carburant à haute pression a donné lieu à la **diminution du diamètre du piston de la pompe**, nécessaire pour pousser le débit d'injection, qui, dans le nouvel injecteur pompe, est de 6,35 mm (avant, de 8,0 mm). Cela donne lieu à de moindres forces d'actionnement, qui se traduisent par une moindre consommation de carburant et, par conséquent, à un meilleur rendement thermique du moteur.

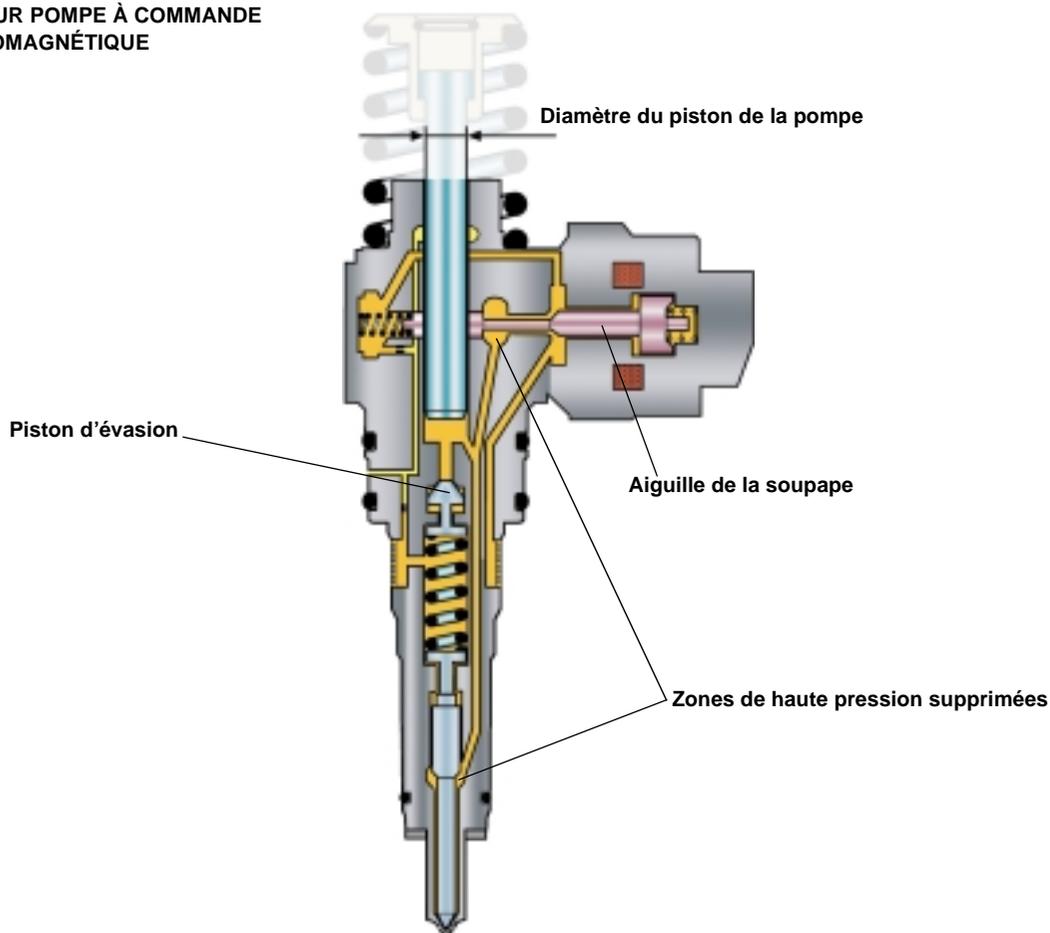
RÉDUCTION DES ÉMISSIONS SONORES

La sonorité engendrée par les injecteurs pompes trouve son origine dans les variations de pression, grandes et rapides, qui ont lieu à l'intérieur de ceux-ci. Elle est aussi due aux efforts mécaniques requis pour leur actionnement.

Grâce à la soupape piézoélectrique, il est désormais **possible de contrôler les variations de pression** qui ont lieu à l'intérieur de l'injecteur au cours des différentes phases d'injection, ce qui permet donc de réduire la sonorité.

La réduction des forces d'actionnement et le moindre diamètre du piston de la pompe ont aussi contribué à cette réduction des bruits.

INJECTEUR POMPE À COMMANDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE



D107-04

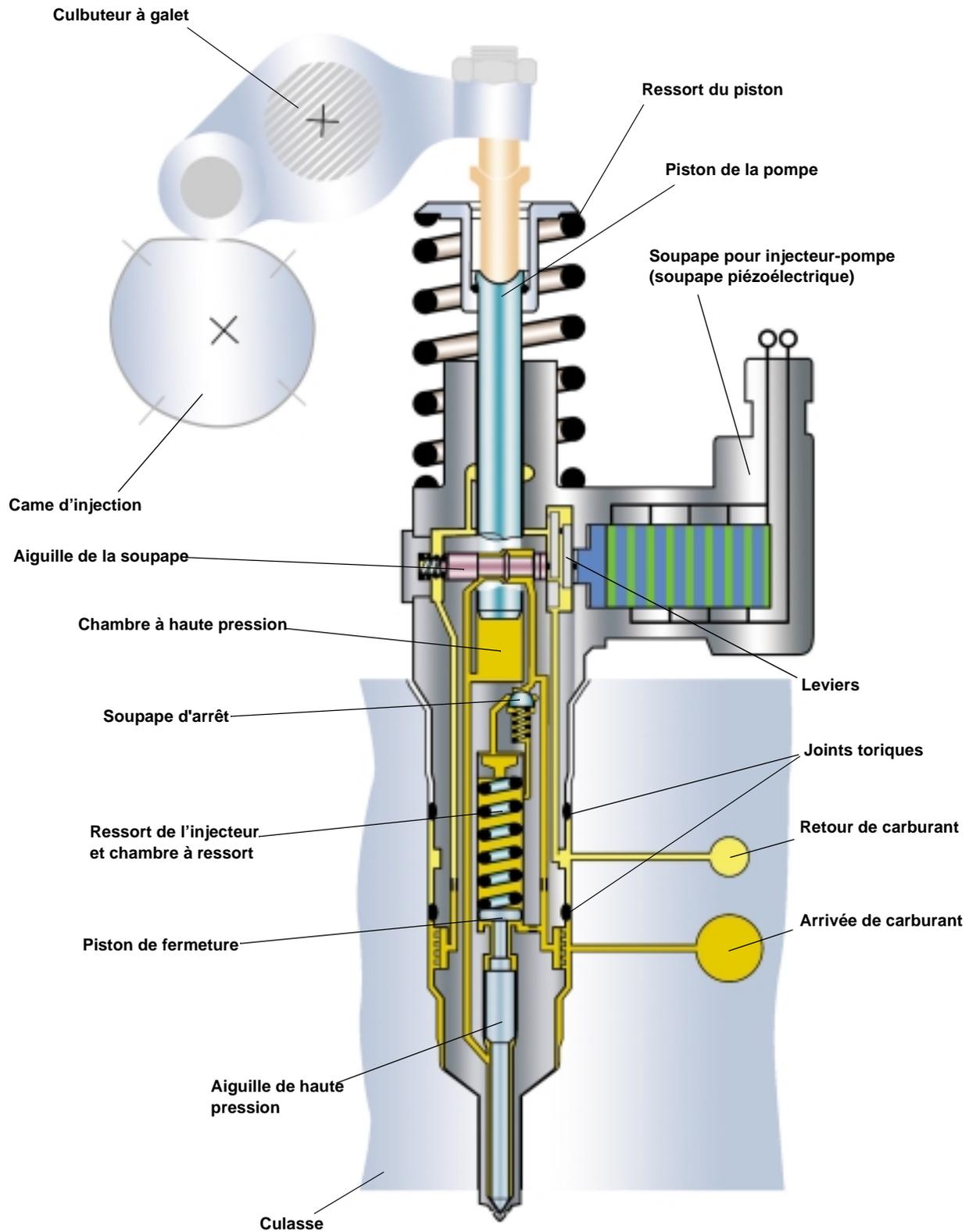
DONNÉES TECHNIQUES

Le tableau suivant contient les données techniques d'un injecteur pompe à commande électromagnétique (PDE-P2) dans la colonne de gauche et celle d'un injecteur pompe à commande piézoélectrique (PPD 1.1) dans la colonne de droite.

	Injecteur pompe à commande électromagnétique (PDE - P2)	Injecteur pompe à commande piézoélectrique (PPD 1.1)
Diamètre du piston de la pompe (mm)	8.0	6.35
Pression minimum d'injection (bar)	160	130
Pression maximum d'injection (bar)	2.050	2.200
Quantité éventuelle des pré-injections	1 (fixe)	0-2 (variable)
Quantité éventuelle des post-injections	0 ou 2	0-2 (variable)
Degré de l'angle du vilebrequin entre phases (pré-injection, injection principale et post-injection)	environ 6-10 (fixe)	> 6 (variable)
Quantité de pré-injection (mm³)	1-3, environ.	> 0,5 environ
Gestion de la pré-injection	Piston d'évasion (mécanique-hydraulique)	Soupape piézoélectrique (électronique)
Hausse de la pression pour l'injection principale	Piston d'évasion	Soupape de fermeture, soupape d'arrêt

STRUCTURE

SCHÉMA GÉNÉRAL



D107-05

SOUPAPE PIÉZOÉLECTRIQUE

Les éléments qui composent la soupape piézoélectrique de l'injecteur pompe sont les suivants :

- l'**actionneur piézoélectrique**,
- les **leviers de transmission**.

Comme son nom l'indique, le fonctionnement de l'actionneur piézoélectrique est basé sur l'effet piézoélectrique ('piezo' en grec signifie «opprimer»).

FONDEMENTS

La piézoélectricité est la propriété qu'ont certains matériaux de produire un voltage lorsqu'ils sont soumis à une tension mécanique. C'est le principe sur lequel sont basés, par exemple, les capteurs de cliquetis du moteur.

Dans certains matériaux céramiques, cet effet est réversible. Ce phénomène est appelé l'**effet piézoélectrique inverse**, c'est-à-dire que si l'on applique un voltage externe à ces éléments, ces derniers se déforment (variation de longueur). Ce phénomène se manifeste sur une structure cristalline.

Pour appliquer le principe piézoélectrique à un élément actionneur, ce dernier doit travailler sous l'effet piézoélectrique inverse, la longueur de sa structure cristalline devant varier lorsqu'il se voit appliquer un voltage externe.

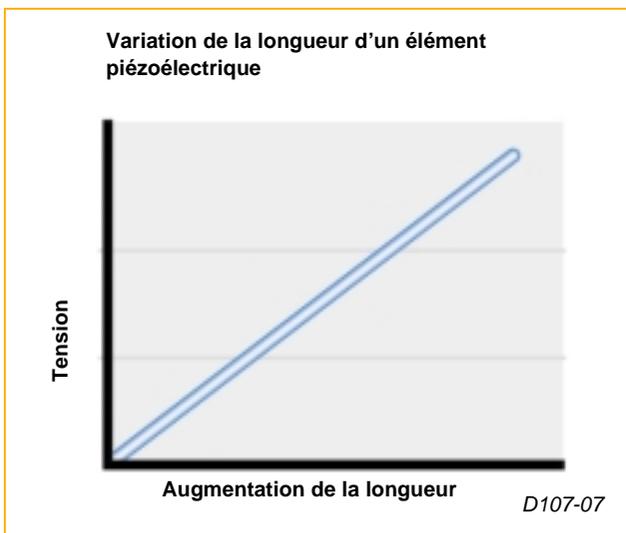
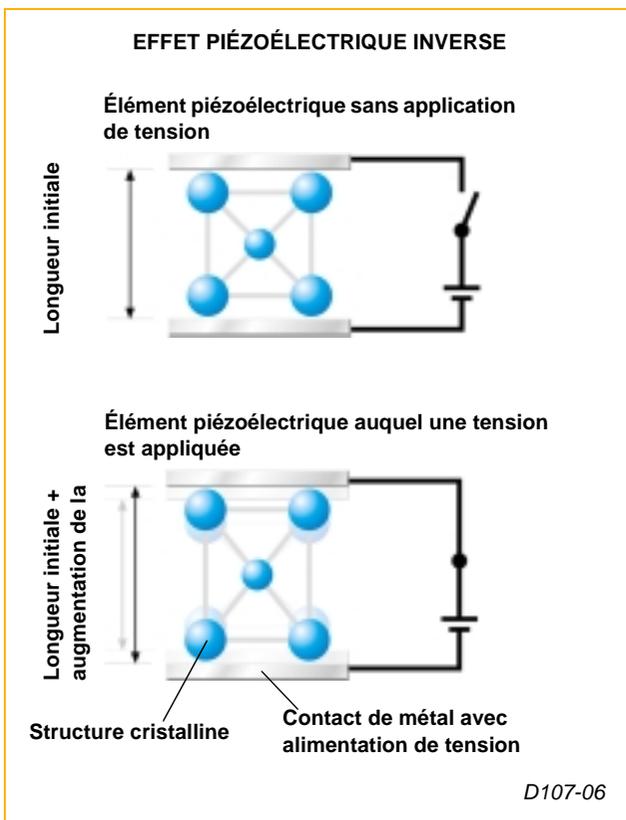


DIAGRAMME DE DÉFORMATION

La variation de la longueur d'un élément piézoélectrique est **proportionnelle à la tension appliquée**.

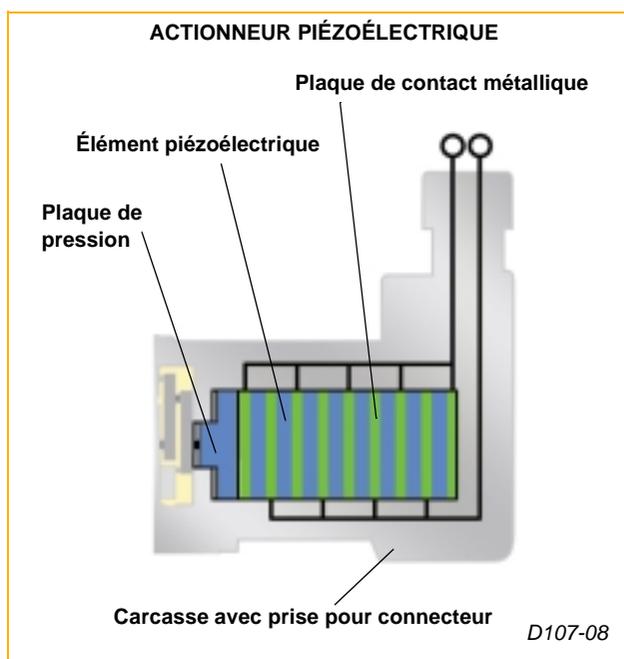
La tension de contrôle pour l'actionneur piézoélectrique est d'entre 100 et 200 volts.

STRUCTURE

ACTIONNEUR PIÉZOÉLECTRIQUE

En partant de la conception la plus appropriée pour l'actionneur piézoélectrique, on a utilisé des **éléments piézoélectriques d'une épaisseur de 0,08 mm**, dont la longueur ne varie que de 0,15 % à l'application de tension. Ainsi, pour parvenir à un **parcours de 0,04 mm, environ**, on doit disposer d'une batterie d'éléments piézoélectriques.

Pour obtenir la variation de longueur nécessaire dans la batterie d'éléments piézoélectriques, on a intercalé des plaques de métal à travers lesquelles on applique de la tension, le tout formant un bloc piézoélectrique. Ce bloc et une plaque de pression située à l'une des extrémités constituent l'actionneur piézoélectrique de l'injecteur pompe.

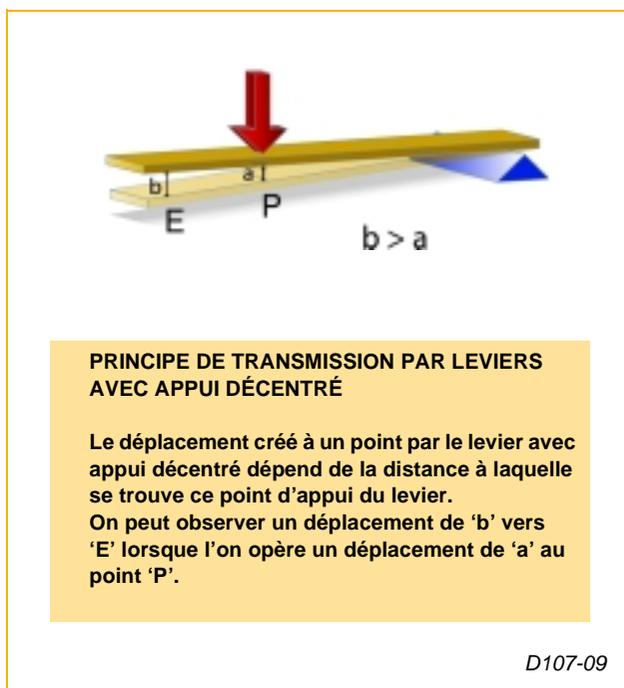


LEVIERS DE TRANSMISSION

L'aiguille de la soupape demande une **course de commutation d'environ 0,1 mm** afin de permettre le passage de carburant vers le conduit où se créera la haute pression. De même, cette longueur sera aussi la distance à parcourir pour que l'aiguille se ferme sur son siège.

Étant donné que lorsque l'on applique de la tension sur l'actionneur piézoélectrique, sa longueur varie d'environ 0,04 mm, **il a été nécessaire d'implanter un mécanisme** entre l'actionneur et l'aiguille de la soupape afin de compenser la différence de longueur.

Le mécanisme consiste dans le déplacement engendré par la **combinaison de deux leviers qui se trouvent en contact entre eux**, avec des points d'appui décentrés et opposés, de sorte que le déplacement engendré par l'actionneur piézoélectrique est transmis et allongé.



TRANSMISSION AU REPOS

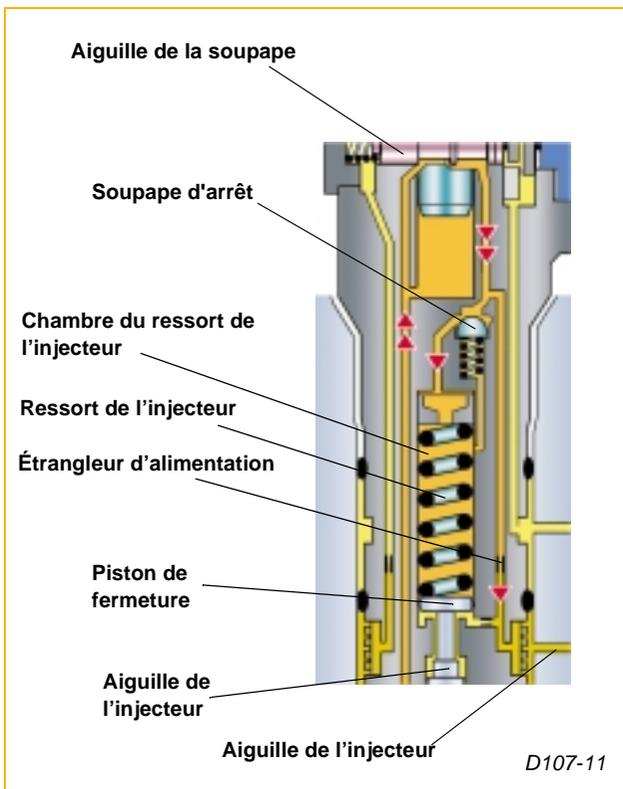
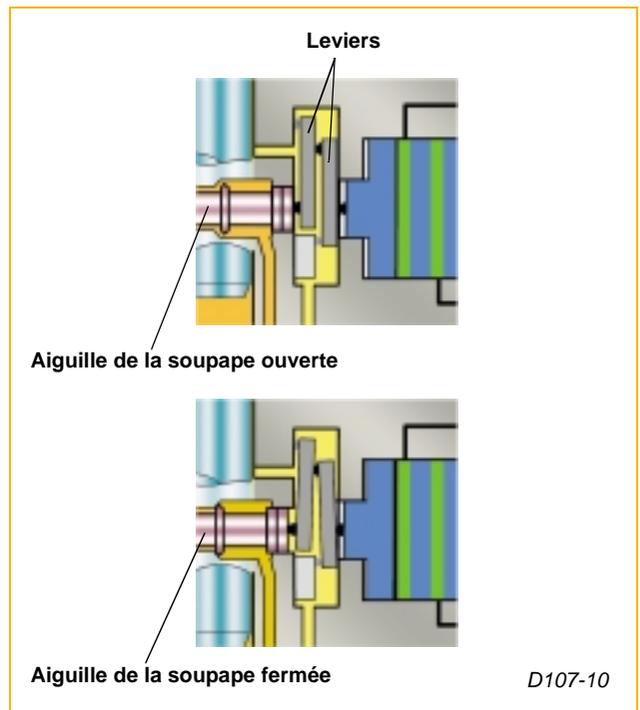
La transmission est au repos lorsque l'actionneur piézoélectrique ne reçoit pas de tension d'alimentation.

Dans cette position, l'aiguille de la soupape est ouverte par la force du ressort.

TRANSMISSION ACTIONNÉE

Lorsque l'actionneur piézoélectrique est activé, la plaque de pression opprime le premier levier qui, à son tour, opprime le second, transformant ainsi un déplacement initial de **0,04 mm** en un déplacement de **0,1 mm**.

Dans cette position, l'aiguille de la soupape est fermée, séparant la zone de haute et la zone de basse pression du carburant.



CHAMBRE DU RESSORT DE L'INJECTEUR

La chambre du ressort répond à une conception entièrement nouvelle. Le piston d'évasion a été supprimé et le piston de fermeture de la partie inférieure de la chambre a été modifié.

La chambre **contient le ressort qui ferme l'aiguille de l'injecteur** et qui sert à empêcher l'aiguille de ne s'ouvrir de façon prématurée avant le début de chaque phase d'injection.

La force exercée par le ressort est complétée par la pression que produit le carburant à l'intérieur de la chambre. Ainsi, **les pressions exercées sur l'aiguille de l'injecteur varient** selon qu'il s'agit d'une pré-injection ou d'une injection principale.

La pression existant à l'intérieur de la chambre est contrôlée par la soupape d'arrêt située à l'entrée, alors que la dépressurisation se fait grâce au piston de fermeture, comme nous l'expliquons ci-après.

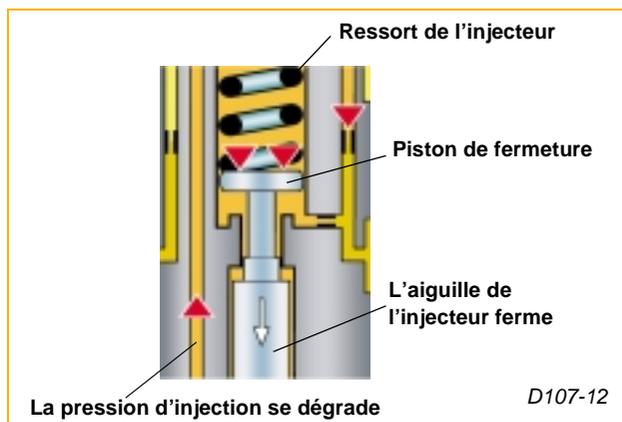
Note: Pour plus d'informations concernant les injecteurs pompes, veuillez consulter le cahier didactique n° 78 « Moteur 1,4 L TDi ».

STRUCTURE

FERMETURE DE L'AIGUILLE DE L'INJECTEUR

Lorsque la soupape d'arrêt est fermée, la haute pression du carburant existant dans la chambre du ressort opprime le piston de fermeture et aide ainsi le ressort de l'aiguille à opérer une fermeture rapide.

La fermeture rapide de l'aiguille réduit les émissions de gaz d'échappement et remplace la fonction du piston d'évasion des injecteurs pompes à commande électromagnétique.

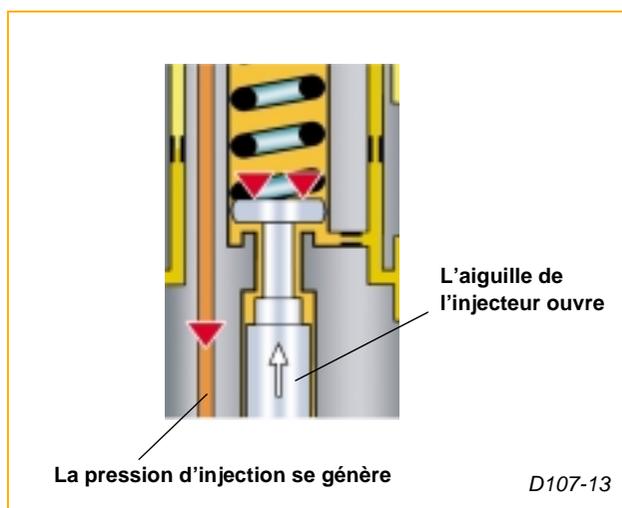


OUVERTURE DE L'AIGUILLE DE L'INJECTEUR

Lorsque l'aiguille de l'injecteur se trouve sur son siège, la haute pression du carburant existant à l'intérieur de la chambre évite l'ouverture prématurée de l'aiguille.

Cette ouverture n'aura lieu que lorsque la pression engendrée par le piston de la pompe sur la partie inférieure de l'aiguille dépassera la pression qui existe à l'intérieur de la chambre.

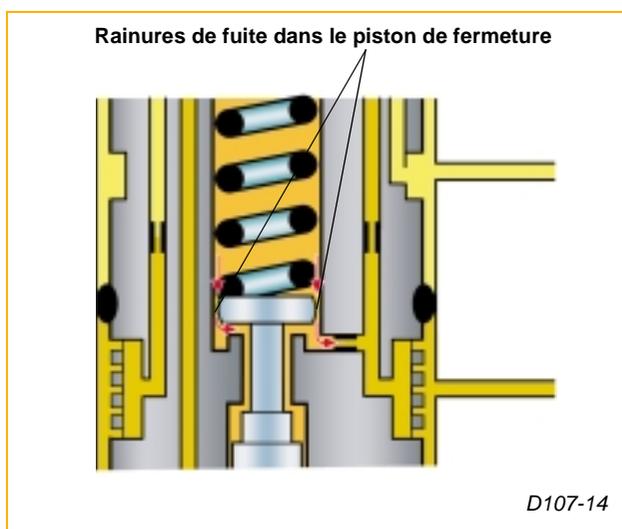
La haute pression utilisée dans l'injection principale a une influence sur la qualité de la combustion et sur la composition des émissions de l'échappement.



DÉPRESSURISATION

Après chaque cycle d'injection (pré-injection, injection principale et post-injection), une dépressurisation a lieu dans la chambre de l'aiguille de l'injecteur, à travers une rainure de fuite dans le piston de fermeture.

La dégradation de la pression dans la chambre se produit de façon à ce que la phase de pré-injection du cycle d'injection suivant puisse se faire avec le carburant à basse pression (à partir de 130 bars environ).



SOUPEPE D'ARRÊT

La soupape d'arrêt est située dans la chambre du ressort de l'injecteur.

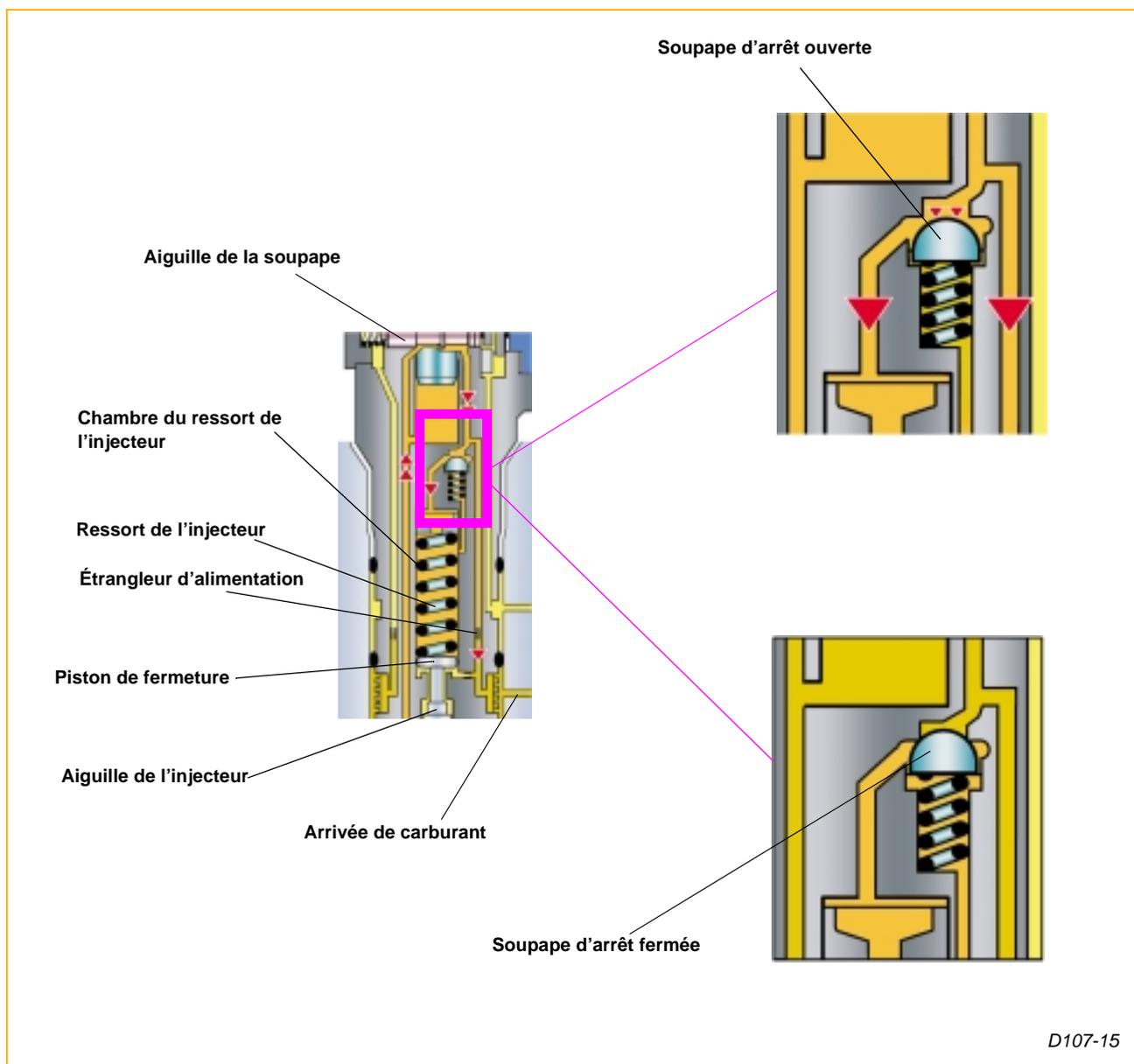
À la fin de chacune des phases d'injection, la **chambre du ressort de l'injecteur se charge de carburant** à haute pression qui passe à travers la soupape d'arrêt.

Par ailleurs, dans la zone d'alimentation, le carburant à haute pression se dégrade à travers l'étrangleur d'alimentation. La baisse de pression dans la partie supérieure de la soupape d'arrêt entraîne la fermeture de cette dernière.

La haute pression accumulée dans la chambre du ressort de l'injecteur favorise :

- la **fermeture rapide de l'aiguille** après les phase d'injection.

- la création de **la haute pression pour l'injection principale** et la post-injection, grâce à l'aide apportée au ressort de l'aiguille de l'injecteur pour que cette dernière reste fermée jusqu'à que la pression d'injection soit atteinte.



D107-15

CICLE D'INJECTION

PRÉ-INJECTION

La pré-injection adapte les conditions de la chambre de combustion du cylindre afin d'obtenir la meilleure combustion possible au cours de l'injection principale.

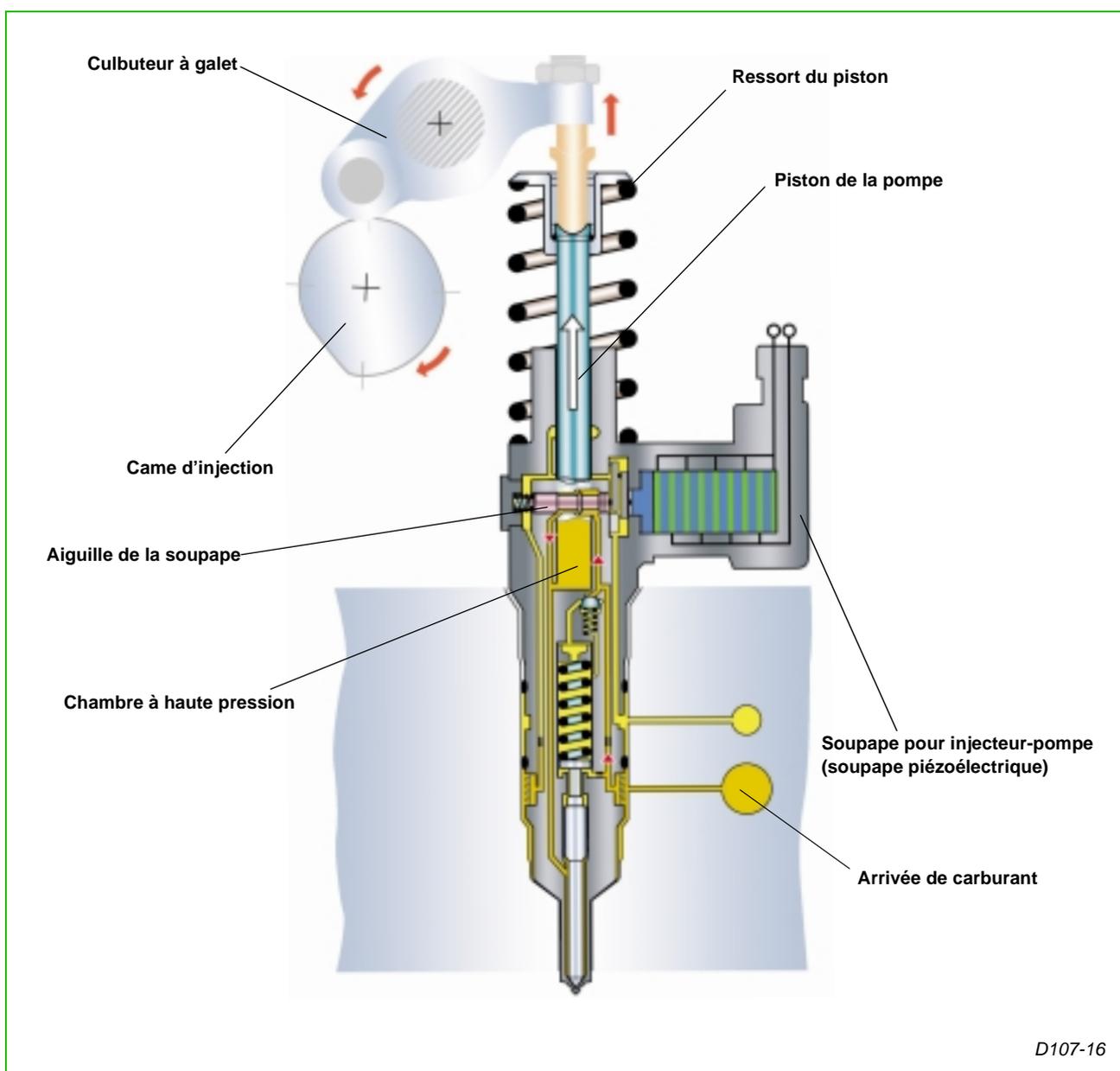
REPLISSAGE DE LA CHAMBRE DE HAUTE PRESSION

L'aiguille de la soupape se trouve au repos (ouverte) et la came d'injection, au flanc de sortie très doux, permet au **piston de la pompe d'effectuer un mouvement ascendant relativement lent**, ce qui favorise l'absence de forma-

tion de bulles au moment où le volume de la chambre augmente et où elle se charge de carburant.

Quoi qu'il en soit, la pression du carburant provenant de la pompe d'alimentation permet au carburant de passer rapidement vers la chambre de haute pression.

Notes: Pour plus d'informations concernant la pré-injection, veuillez consulter le cahier didactique n° 78 « Moteur 1,4 L TDi ».



DÉBUT DE LA PRÉ-INJECTION

Le piston de la pompe est opprimé vers le bas, en suivant le mouvement et la géométrie de la came d'injection, actionnée à son tour par le culbuteur à galet.

Le carburant qui se trouve dans la chambre à haute pression se déplace vers la zone d'alimentation, jusqu'à ce que l'actionneur piézoélectrique soit excité. À ce moment, l'aiguille de la soupape est comprimée contre son siège et tout le carburant de la chambre est dirigé vers le bas de l'aiguille de l'injecteur.

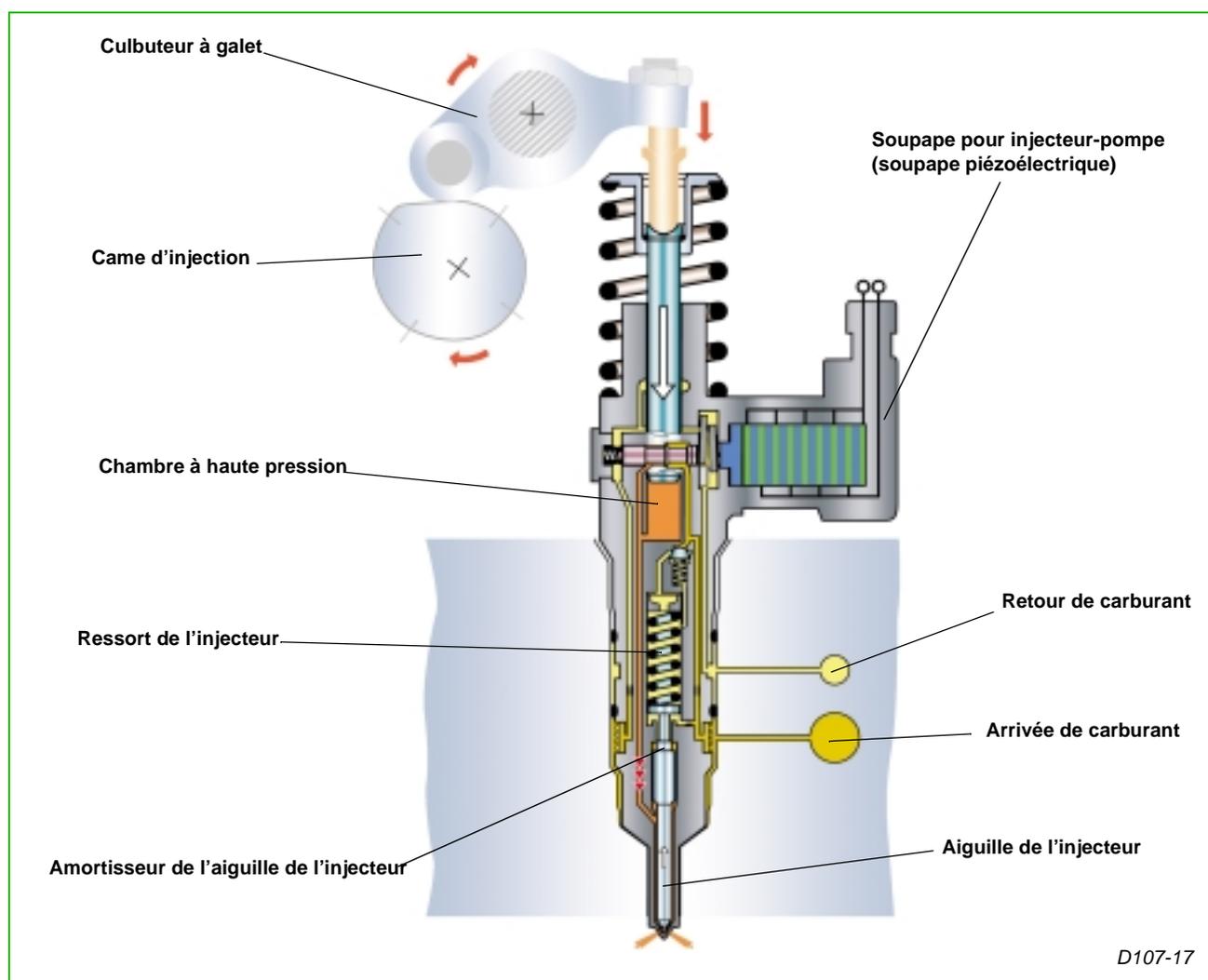
La piston de la pompe poursuit son mouvement descendant, ce qui crée une augmentation de la pression du carburant sur l'aiguille de l'injecteur. Lorsque cette pression (130 bars environ) dépasse la force qu'oppose le ressort de la

chambre, l'aiguille de l'injecteur est soulevée de son siège et la pré-injection commence.

Au cours de la pré-injection, le parcours de l'aiguille est limitée à la moitié du coussin hydraulique qui se forme entre l'aiguille et le carter de l'injecteur.

Le coussin hydraulique fonctionne de la même façon que dans l'injecteur pompe à commande électromagnétique. Autrement dit, lorsque, dans sa course ascendante, l'aiguille de l'injecteur crée le lit de carburant, celle-ci est freinée et la dépressurisation n'est possible qu'à travers la rainure de fuite vers la chambre du ressort de l'injecteur.

Cette course d'ouverture limitée de l'aiguille permet le bon dosage du carburant pour la phase de pré-injection.



CICLE D'INJECTION

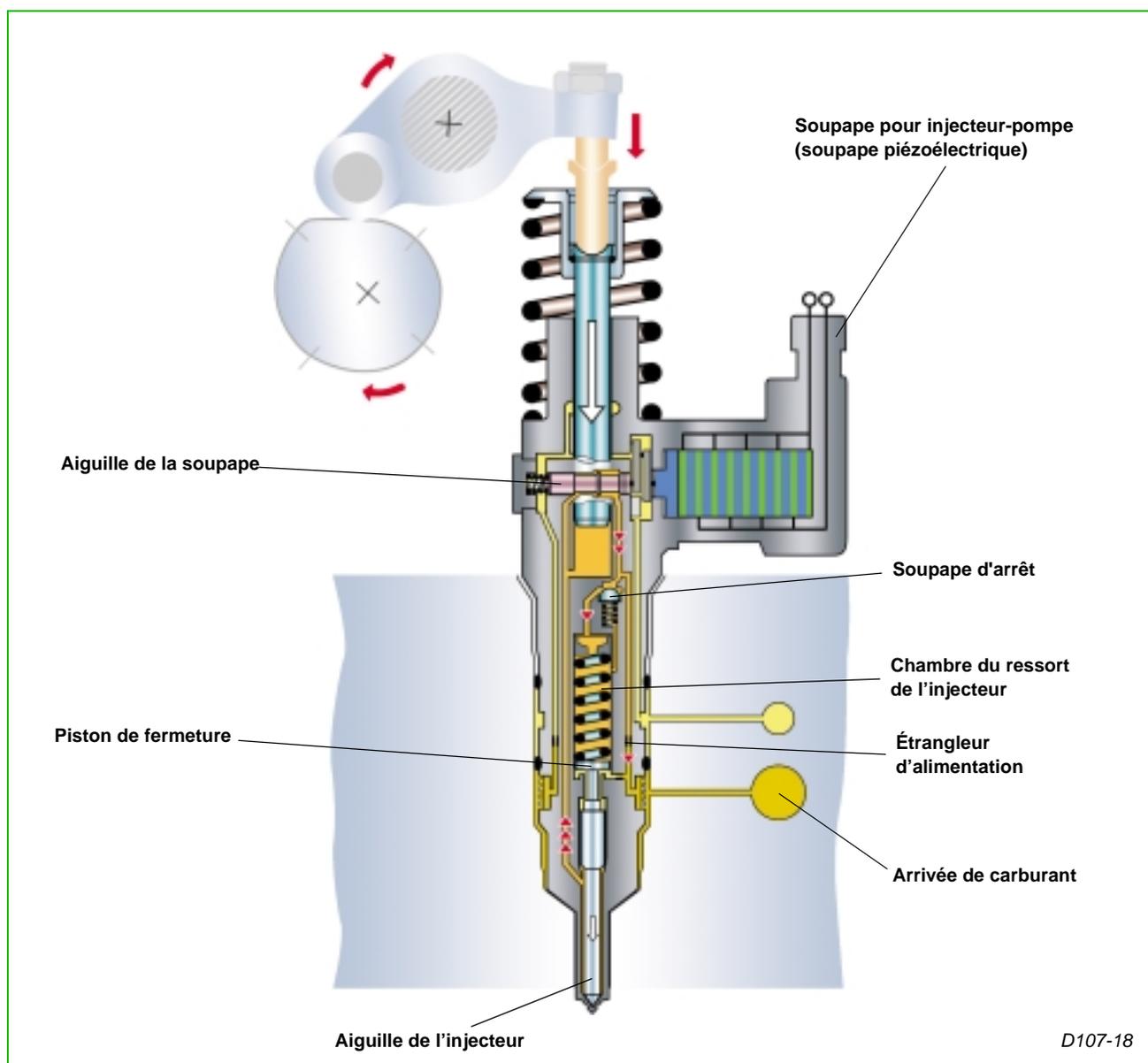
FIN DE LA PRÉ-INJECTION

La pré-injection **se termine lorsque l'actionneur piézoélectrique cesse d'être excité** et que l'aiguille de la soupape se décolle de son siège. À ce moment, la haute pression de carburant se dégrade et l'aiguille de l'injecteur se ferme.

Dans son parcours vers la zone d'alimentation, **le carburant à haute pression est retenu par un étrangleur d'alimentation**. Une partie du carburant entre alors dans la chambre du ressort à travers la soupape d'arrêt.

Le carburant qui entre dans la chambre de retenue aide le ressort de l'injecteur à fermer l'aiguille plus rapidement. Il exerce aussi davantage de pression sur le piston de fermeture, ce qui permet à l'aiguille d'injecteur d'opposer plus de résistance à l'ouverture lors de la phase d'injection suivante.

En fonction de la demande d'énergie requise par le moteur, l'unité de commande du moteur peut créer une ou deux pré-injections par cycle.



INJECTION PRINCIPALE

Elle constitue la plus grande quantité de carburant de tout le cycle d'injection.

DEBUT DE L'INJECTION PRINCIPALE

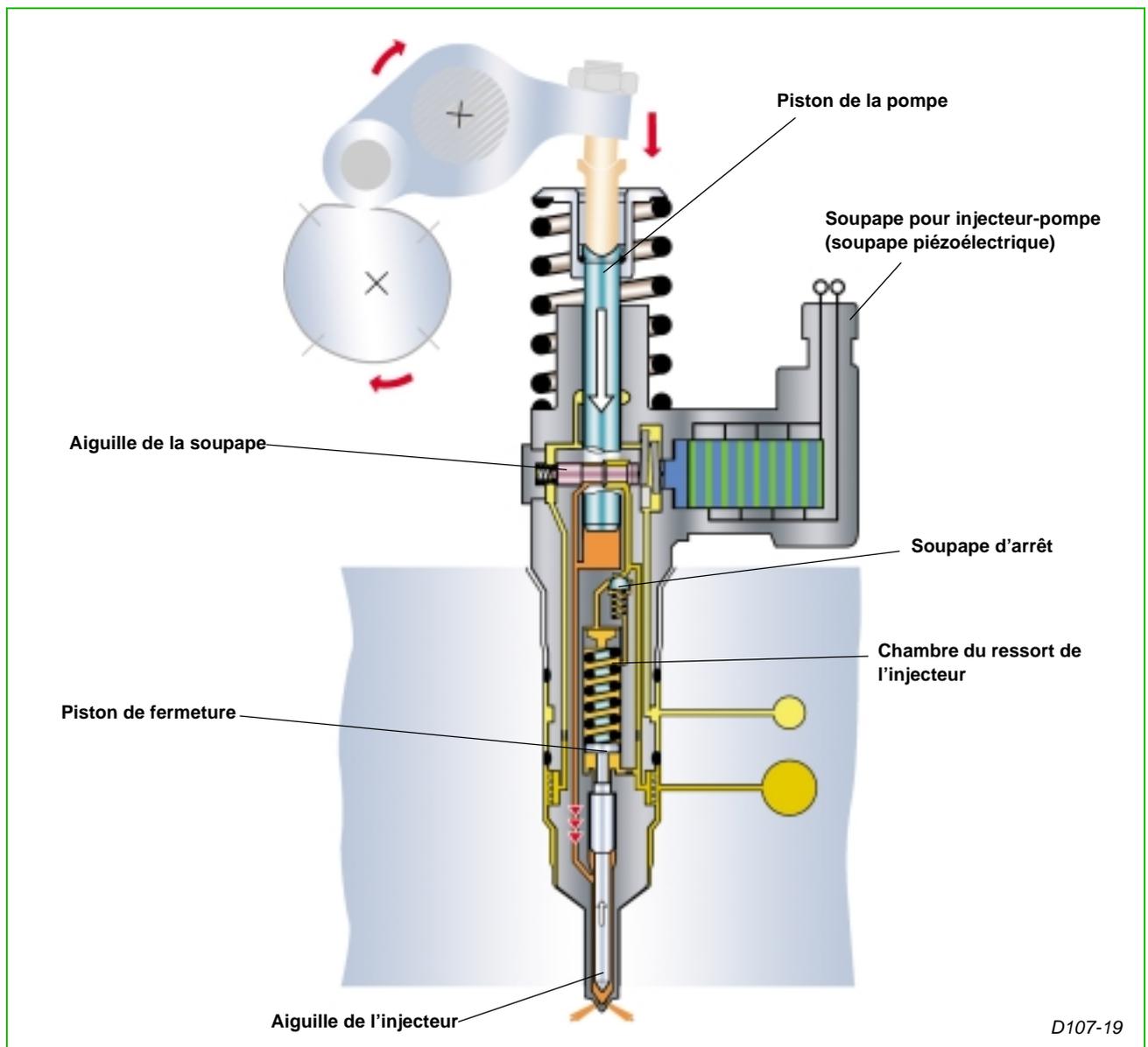
Le piston de la pompe poursuit son parcours descendant et **la soupape piézoélectrique est à nouveau excitée**. Cela entraîne la fermeture de l'aiguille, qui permet à nouveau la création de haute pression.

À présent, la pression du carburant nécessaire pour que l'aiguille de l'injecteur se soulève de son siège est **supérieure à la pression de**

pré-injection puisque la chambre du ressort contient du carburant à haute pression.

La pression du carburant augmente jusqu'à soulever l'aiguille de l'injecteur de son siège. L'injection principale commence alors.

Il faut savoir que le volume du carburant injecté de la chambre à haute pression est beaucoup plus grand que celui qui peut l'être des orifices de l'injecteur. Cela permet à **la pression d'injection d'atteindre les 2 200 bars** lorsque le moteur se trouve à sa puissance maximum.



CICLE D'INJECTION

FIN DE L'INJECTION PRINCIPALE

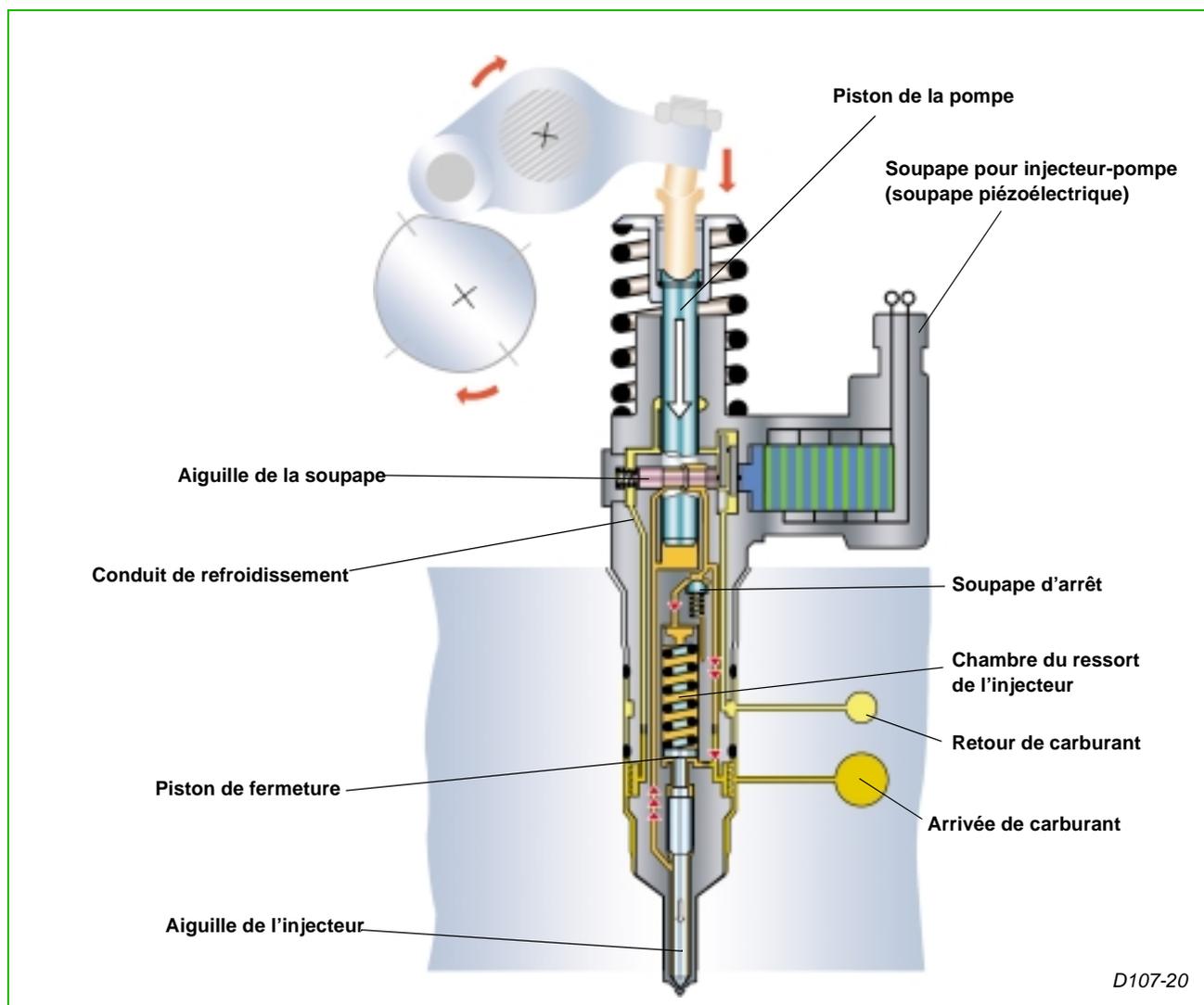
L'injection principale **se termine lorsque la soupape piézoélectrique cesse d'être excitée** et que l'aiguille de la soupape revient à sa position de repos.

Tout comme à la fin de la pré-injection, la haute pression du carburant se dégrade vers la zone d'alimentation et vers la chambre du ressort, de sorte que le carburant qui entre dans la chambre opprime le piston de fermeture et aide le ressort à fermer l'aiguille de l'injecteur.

Le **retour de carburant** se fait de la même façon que dans l'injecteur pompe à commande électromagnétique et remplit les mêmes fonctions, à savoir :

- refroidir l'ensemble injecteur pompe en créant une circulation continue de carburant du conduit d'alimentation au conduit de retour et transporter le carburant de fuite en le délogeant du piston de la pompe, où celui-ci est à haute température, et l'envoyer au retour pour son refroidissement.

- et éliminer les éventuelles bulles qui se forment dans le carburant en raison des pressions et des températures qu'il atteint, en le faisant passer par des étrangleurs dans la zone d'alimentation et de retour.



POST-INJECTION

Les phases de post-injection n'ont lieu que s'il est nécessaire de **régénérer le filtre à particules**, en faisant augmenter la température des gaz d'échappement à la sortie des cylindres.

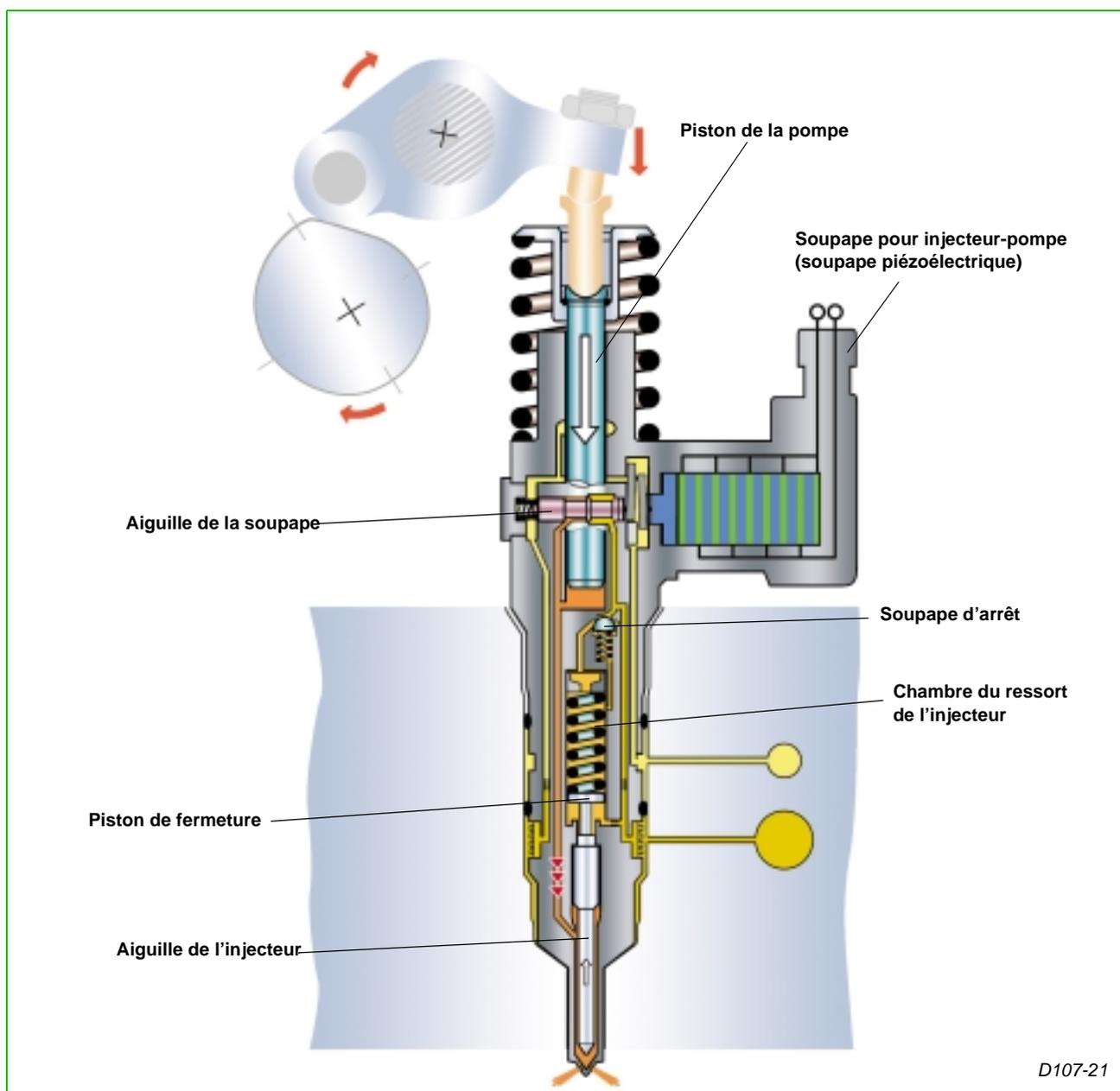
DÉBUT

Le piston de la pompe continue à descendre et la phase de post-injection **commence lorsque l'aiguille de la soupape se ferme** sous l'effet de l'excitation de l'actionneur piézoélectrique.

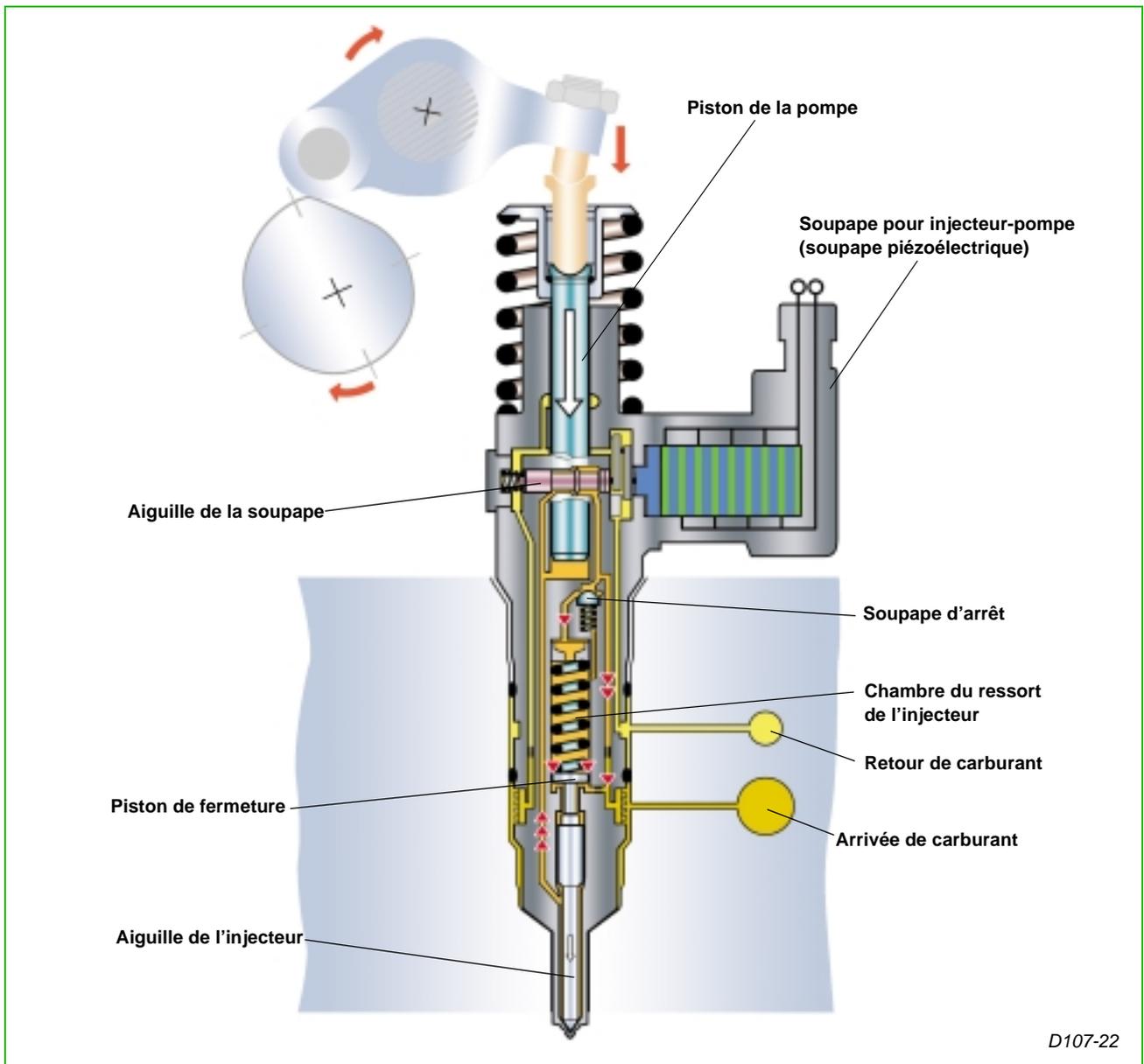
La post-injection se fait de la même façon que l'injection principale, à la différence que la phase de post-injection dure moins longtemps.

Dans un cycle d'injection, jusqu'à deux post-injections peuvent avoir lieu.

Note: Pour plus d'informations concernant la régénération du filtre à particules, veuillez consulter le cahier didactique n° 111 « Altea FR ».



CICLE D'INJECTION



FIN DE LA POST-INJECTION

La post-injection **se termine à l'ouverture de l'aiguille de la soupape**. La haute pression du carburant se dégrade et l'aiguille de l'injecteur se ferme.

Comme à la fin de chaque phase, du carburant à haute pression recommence à entrer dans la chambre du ressort de l'injecteur, favorisant ainsi la fermeture de l'aiguille de l'injecteur, qui oppose à son tour plus de résistance à l'ouverture à l'injection suivante.

Sachant que la phase d'injection suivante est une pré-injection et qu'au cours de cette dernière,

il faut injecter du carburant à basse pression (à partir de 130 bars environ), une **rainure de fuite a été prévue sur le piston de fermeture** afin de permettre la dépressurisation de la chambre du ressort entre chaque cycle d'injection.

Le temps qui s'écoule entre chaque cycle d'injection est suffisant pour que le carburant se trouvant à l'intérieur de la chambre puisse s'échapper à travers la rainure de fuite vers la zone d'alimentation.

UNITÉ DE COMMANDE DU MOTEUR

La gestion des nouveaux injecteurs pompes piézoélectriques est réalisée par une nouvelle unité de gestion de moteur diesel développée par Siemens sous le nom de **Simos PPD 1**.

SURVEILLANCE DU DÉBUT DE L'INJECTION

L'unité de commande du moteur **mesure le moment auquel la fermeture de l'aiguille de la soupape devient effective**.

Cette mesure se fait grâce à l'analyse du même signal que celui que l'unité de commande du moteur envoie pour l'ouverture de la soupape puis le début du cycle d'injection.

L'analyse consiste dans la **détection du moment auquel l'aiguille de la soupape bouge sur son siège** grâce à l'analyse du signal de la tension d'alimentation.

Le siège de l'aiguille dans le corps de l'injecteur pompe transmet un mouvement opposé à celui que réalise l'actionneur piézoélectrique à la

soupape piézoélectrique. L'effet sur l'actionneur piézoélectrique se montre par une inflexion dans la courbe de tension envoyée par l'unité.

Pour mesurer la fermeture effective de l'aiguille de la soupape, **l'unité de commande du moteur envoie une impulsion supplémentaire d'essai tous les cinq cycles d'injection**, lorsque le moteur du piston de la pompe ne génère pas de pression, afin de fermer l'aiguille de la soupape sans l'influence de parasites (par exemple, la haute tension du carburant).

FONCTION D'URGENCE

Lorsque l'unité de commande détecte que le début du cycle d'injection ne se fait pas dans des limites précises, un défaut est enregistré dans la mémoire de l'unité.

En fonction de la gravité du défaut, l'unité de commande pourra cesser d'exciter l'injecteur pompe concerné.

U.C. Moteur SIMOS PPD 1.

The diagram illustrates the connection between the engine control unit (U.C. Moteur SIMOS PPD 1) and the injector pump. A blue arrow points from the control unit to the injector pump, and a green arrow points from the injector pump back to the control unit. To the right, a graph shows the relationship between Tension (Voltage) on the y-axis and Temps (Time) on the x-axis. The curve shows a rising voltage that levels off into a series of small oscillations, labeled as BIP (Beginning of Injection Period). A vertical blue bar highlights the start of this oscillatory period.

BIP

Tension

Temps

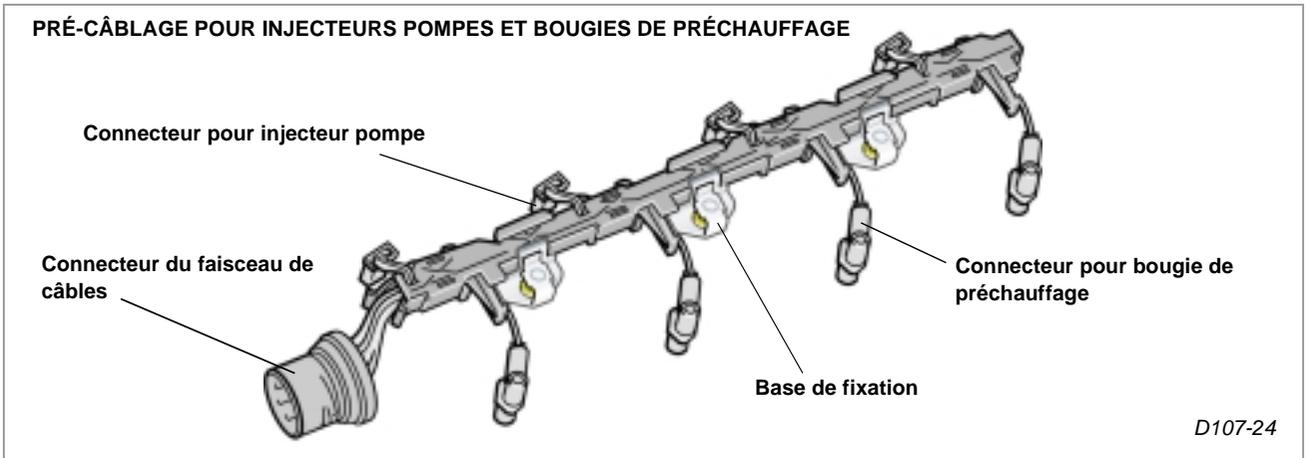
BIP : Ce sont les initiales de *Beginning of Injection Period*, dont la signification est la suivante : Début de la Période d'Injection. Cette période est identifiée par l'unité de commande du moteur grâce au point d'inflexion que subit la courbe de tension d'alimentation lorsque l'aiguille de l'injecteur se meut de son siège.

D107-23

PRÉ-CÂBLAGE POUR INJECTEURS POMPES ET BOUGIES DE PRÉCHAUFFAGE

En cas de démontage et/ou de montage du pré-câblage pour les injecteurs pompes et les bougies de préchauffage, ne pas séparer l'ornière de pas-

sage du câblage des bases de fixation. En effet, cela pourrait être à l'origine d'une rupture du câblage.



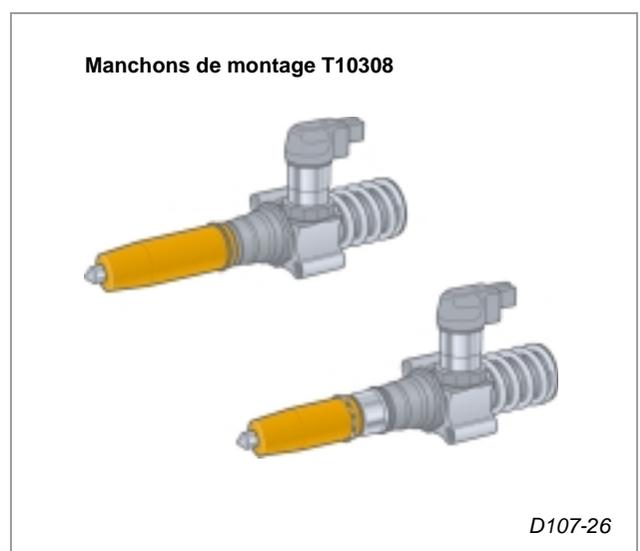
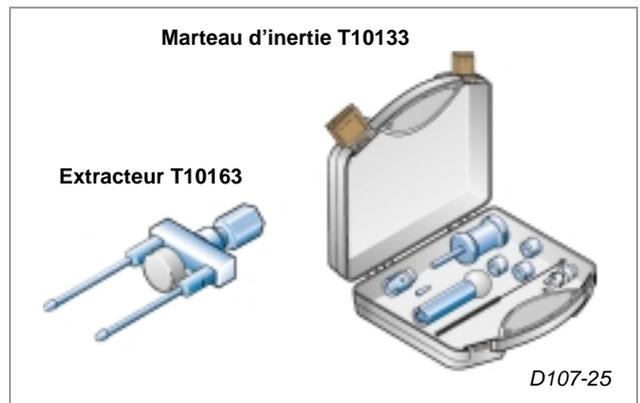
OUTILS

Les injecteurs piézoélectriques sont fixés à la culasse au moyen de 2 vis, tout comme ceux de la version PDE – P2 de la soupape électromagnétique.

L'extracteur **T10163** et le marteau d'inertie **T10133** sont utilisés ensemble pour démonter et pour monter l'injecteur pompe à commande piézoélectrique.

Par ailleurs, pour libérer le connecteur du faisceau de câble du châssis auxiliaire de la culasse, l'utilisation du nouvel outil **T10310** est requise.

Pour le montage des anneaux toriques dans l'injecteur pompe à commande piézoélectrique, on utilise les nouveaux manchons de montage **T10308**.



Note: Pour obtenir des informations sur la façon de procéder dans chaque cas, veuillez consulter le système ELSA.



SEAT
service

