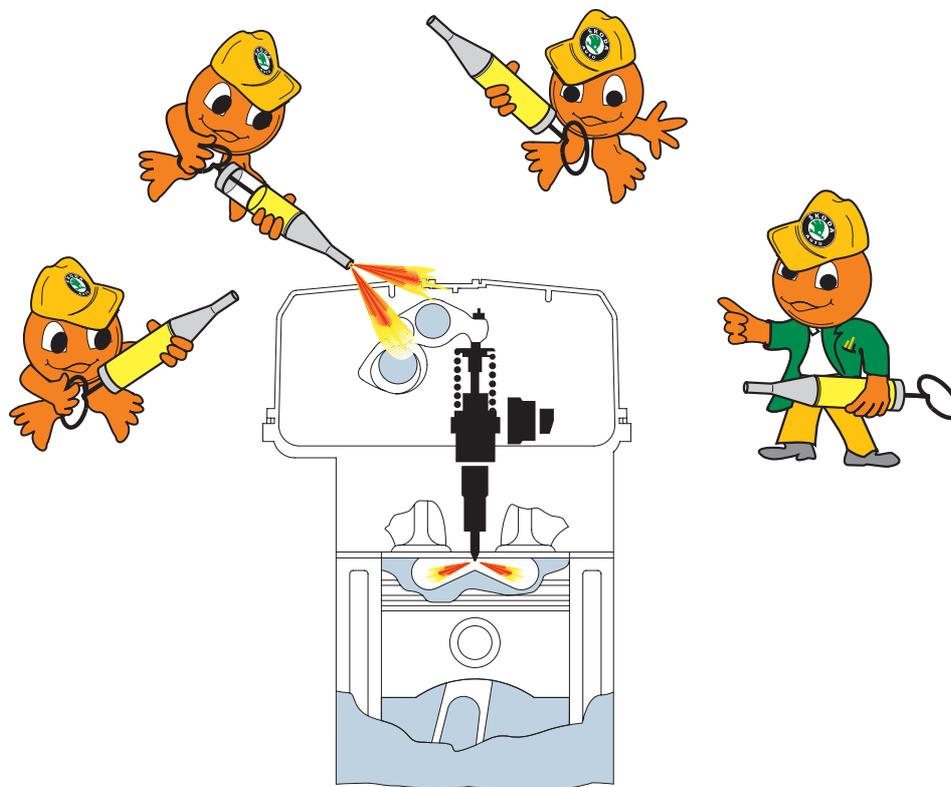


Nouvelle technique d'injection du gazole



SP36_01

Les moteurs diesel modernes doivent satisfaire des exigences toujours plus sévères quant à la puissance, la consommation de carburant, les émissions de gaz d'échappement et les niveaux phoniques. Des exigences ne pouvant être remplies que si le mélange est bien préparé.

Les moteurs ont donc besoin de systèmes d'injection performants capables de générer des pressions élevées autorisant une très fine pulvérisation du carburant et de piloter avec précision le début de l'injection et la quantité injectée.

Le système d'injection à pompe-injecteur est une méthode à la hauteur des exigences posées.

En collaboration avec la société Robert Bosch AG Volkswagen a réussi, une première, à mettre au point un moteur diesel équipé d'un système d'injection à pompe-injecteur à commande par électrovanne et installé dans une voiture de tourisme.

Ce moteur est conforme au Cahier des charges, non seulement en raison de sa puissance mais aussi parce qu'il pollue peu l'environnement.

Grâce à lui, une étape supplémentaire vient d'être franchie en direction des gaz d'échappement inodores et dépourvus de fumées.

Cette nouvelle génération de moteurs anime progressivement aussi les véhicules de chez Škoda.

Sommaire

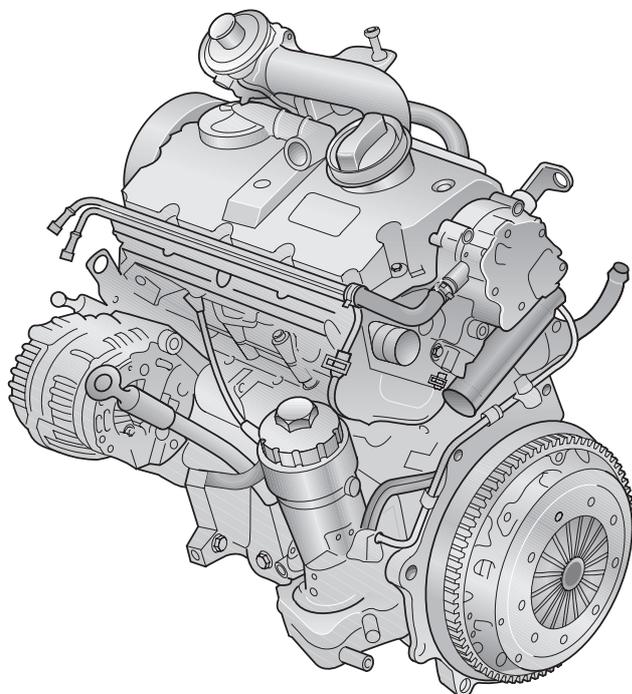
■	Introduction	4
■	Système d'injection à pompe-injecteur	6
■	Système d'alimentation en carburant	18
■	Système de préchauffage	25
■	Gestion du moteur	26
■	Schéma fonctionnel	38
■	Autodiagnostic	41
■	Mécanique du moteur	42
■	Contrôlez vos connaissances	46

Vous trouverez dans le Manuel de réparation des remarques concernant les révisions et l'entretien, ainsi que des instructions pour les réglages et les réparations.



Introduction

Le moteur 1,9 l TDI avec système d'injection à pompe-injecteur



SP36_05

Le moteur 1,9 l TDI avec système d'injection à pompe-injecteur est une évolution basée sur le moteur 1,9 l TDI avec pompe d'injection à distributeur.

La principale différence par rapport à ce moteur réside dans la nature de l'injection.

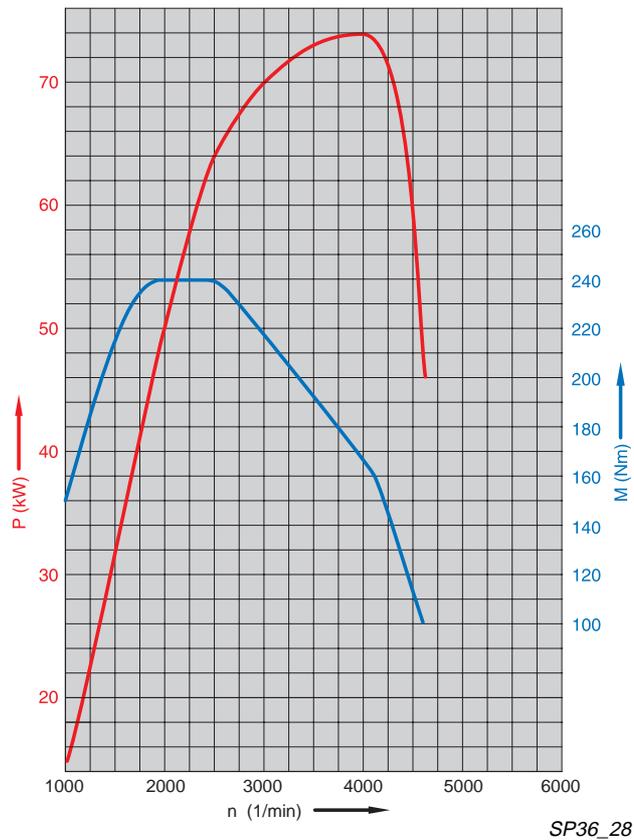
Ce programme autodidactique décrit la conception et le fonctionnement de ce nouveau système d'injection et les nouveautés apportées au système d'alimentation en carburant, à la gestion du moteur et à la mécanique de celui-ci.

Si l'on compare le système d'injection avec pompe-distributeur et pompe-injecteur les avantages de ce dernier sont les suivants:

- moins de résidus de combustion
- moins de polluants rejetés
- diminution de la consommation de carburant
- important degré d'exploitation de la puissance.

Des avantages obtenus comme suit:

- des injections élevées puisque de 205 MPa (2050 bars) au maximum
- une commande précise du processus d'injection
- injection préalable.



La mécanique du moteur

- moteur turbodiesel avec refroidissement de l'air de suralimentation
- pompe tandem pour alimentation en carburant et alimentation en dépression, pompe électrique de pré-alimentation
- carter en fonte grise
- poussoirs à coupelle avec rattrapage hydraulique du jeu des soupapes
- chaque cylindre est doté d'une pompe-injecteur, forte pression d'injection de 205 MPa (2050 bars)
- refroidissement du retour de carburant via un refroidisseur à circulation d'air sur le plancher du véhicule

Données techniques

Lettres d'identification du véhicule:	ATD
Gestion du moteur:	Bosch EDC 15P
Architecture:	Moteur 4 cylindres en ligne
Soupapes par cylindre:	2
Cylindrée:	1896 cm ³
Alésage:	79,5 mm
Course:	95,5 mm
Rapport volumétrique de compression:	19,0 : 1
Puissance nominale:	74 kW/4000 tr/min
Couple max.:	240 Nm entre 1900 ... 2400 tr/min
Dépollution:	recyclage des gaz d'échappement, catalyseur à oxydation
Norme d'échappement de escape:	EU3
Carburant	Diesel, IC 49 PME, IC48 min.

Systeme d'injection à pompe-injecteur

Généralités

Qu'est-ce qu'une unité pompe-injecteur?

Une unité pompe-injecteur est une pompe d'injection mono-cylindrique avec commande par électrovanne et injecteur regroupés en un module.

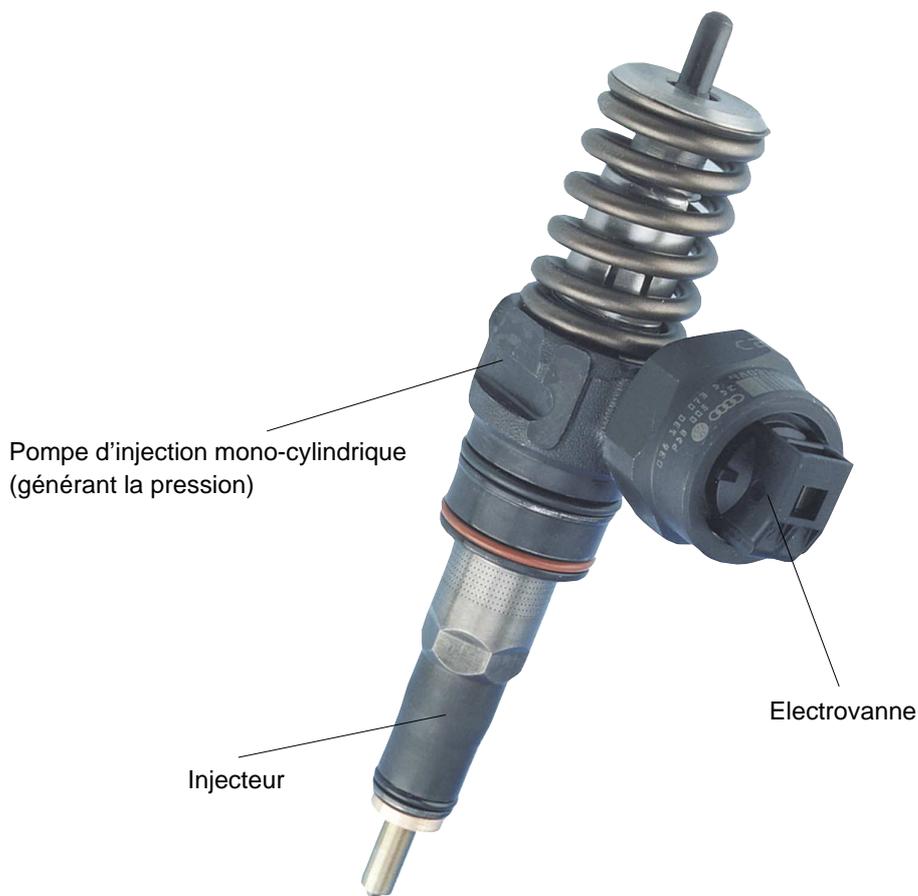


Remarque:
L'unité pompe-injecteur est également appelée Unit-Injektor-System UIS.

Telle une pompe-distributeur avec des injecteurs le système pompe-injecteur doit remplir les fonctions suivantes:

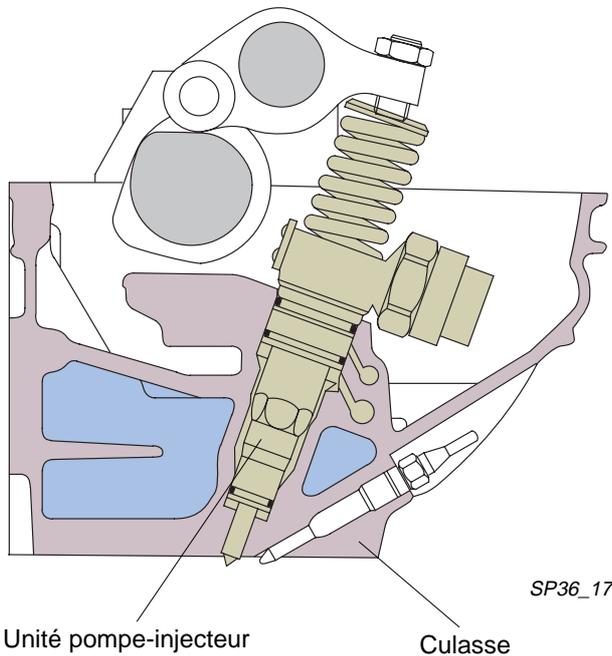
- générer la haute pression pour l'injection,
- injecter la bonne quantité de carburant et au moment voulu.

Chaque cylindre est doté de sa propre unité pompe-injecteur.
Peu de pièces véhiculant de la haute pression sont donc nécessaires.



SP36_06

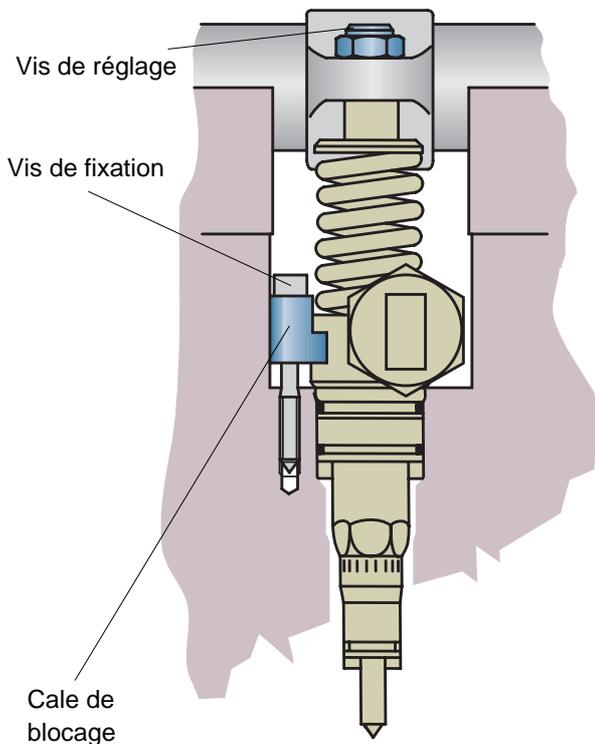
Emplacement



L'unité pompe-injecteur est directement placée dans la culasse au-dessus de chaque cylindre.

Des joints toriques radiaux assurent l'étanchéité entre l'unité pompe-injecteur et la culasse.

Fixation/Réglage



L'unité pompe-injecteur est fixée dans la culasse au moyen d'une cale de blocage.

Le piston de la pompe est ajusté après montage au moyen de la vis de réglage.

Lors de la pose d'une unité pompe-injecteur veillez à l'installer exactement au bon endroit et puis la régler. La vis de fixation peut se desserrer si l'unité n'est pas à angle droit par rapport à la cale de blocage.

L'unité pompe-injecteur et la culasse peuvent alors être endommagées.

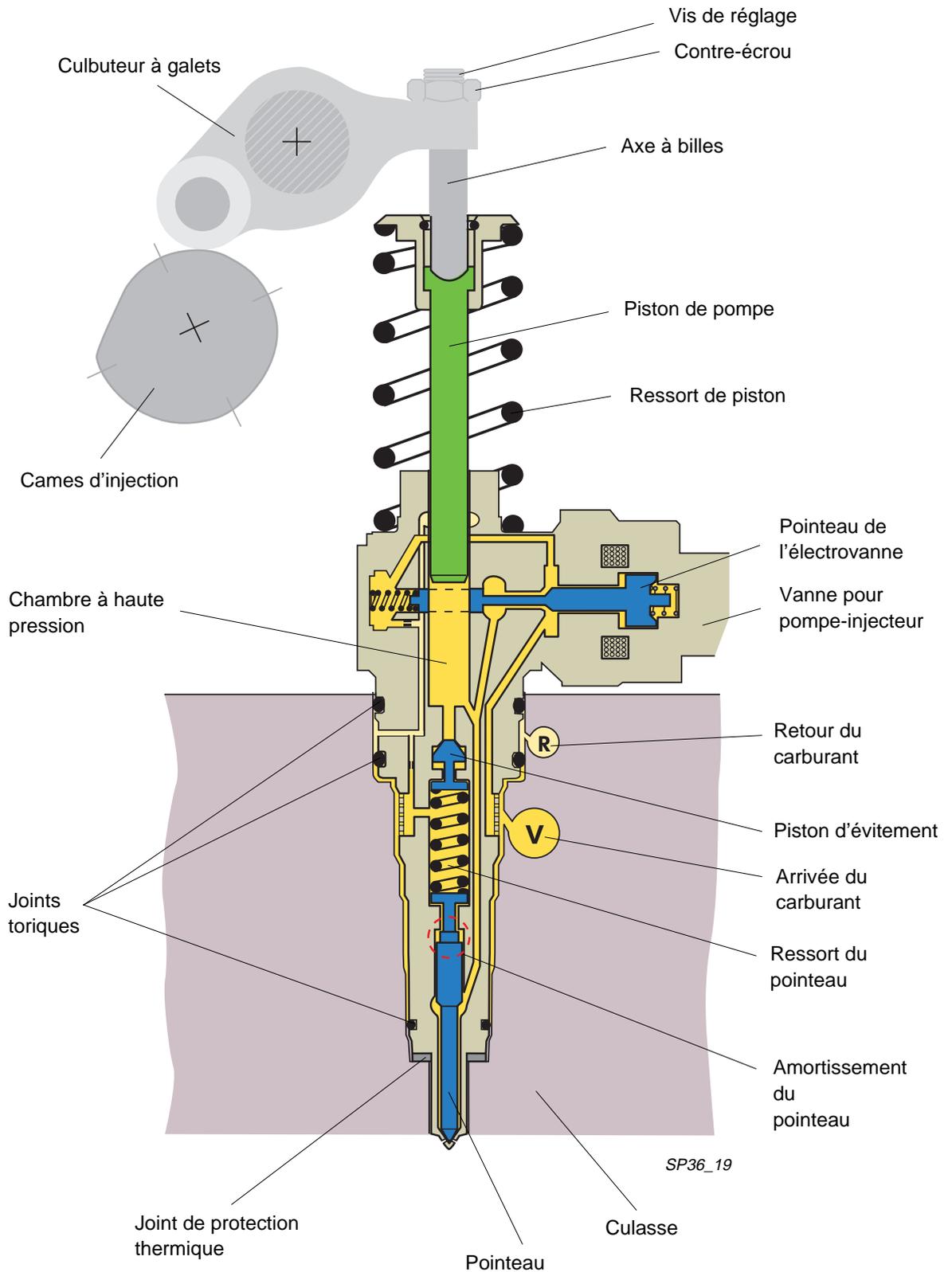
Un écart minimum est obtenu au point le plus bas entre le fond de la chambre à haute pression et le piston de la pompe via le réglage (voir page 8 également). Ceci afin d'empêcher que le piston de la pompe cogne contre le fond de la chambre à haute pression lors d'un réchauffement.



Remarque:
Veillez tenir compte des instructions dans le Manuel de réparation!

Système d'injection à pompe-injecteur

Conception

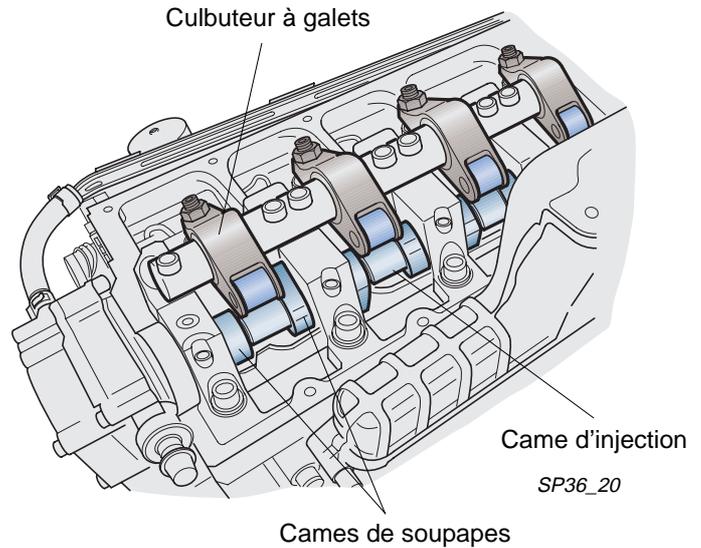


Entraînement

L'arbre à cames actionne via des culbuteurs à galets l'unité pompe-injecteur de chaque cylindre.

L'arbre à cames possède à cet effet quatre cames supplémentaires, les cames d'injection, lesquelles sont placées entre les cames des soupapes.

Ces cames actionnent les pistons des pompes des unités pompe-injecteur via les culbuteurs à galets.



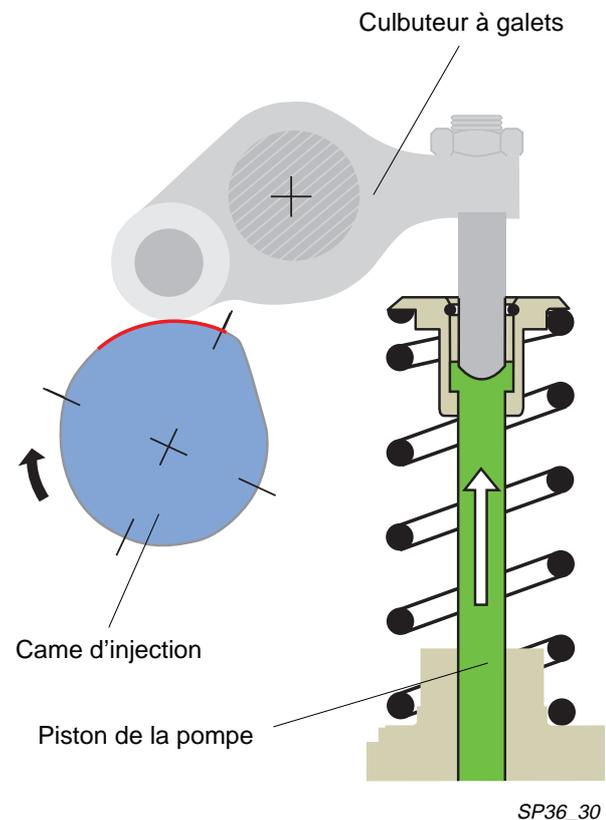
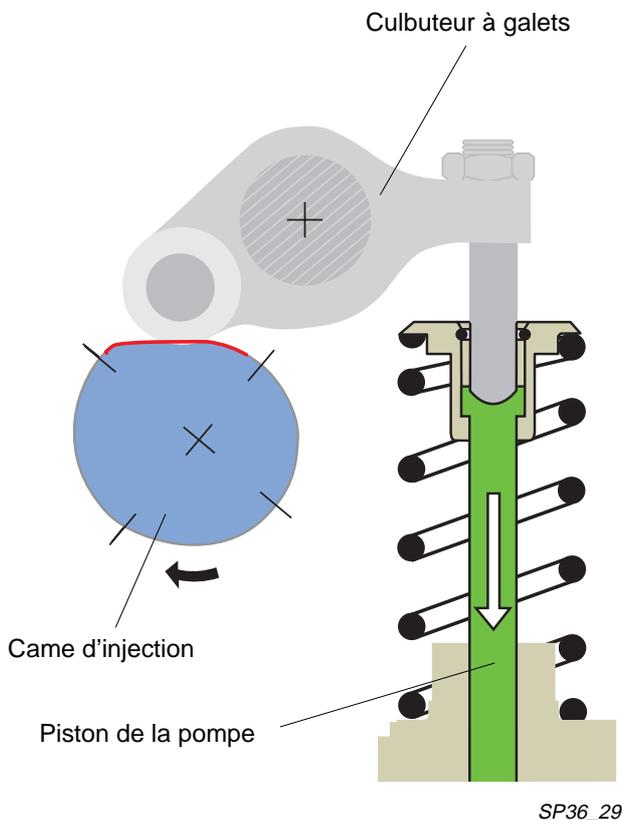
La came d'injection comporte un flanc montant très prononcé ...

Le piston de la pompe est poussé vers le bas à grande vitesse.

D'où l'obtention très rapide d'une pression d'injection importante.

... et un flanc plat descendant.

Du fait de celui-ci le piston de la pompe se déplace lentement et uniformément vers le haut, le carburant pouvant ainsi continuer d'arriver sans faire de bulles dans la chambre à haute pression de l'unité pompe-injecteur.



Système d'injection à pompe-injecteur

Critères exigés pour la formation du mélange et la combustion

Une combustion efficace suppose obligatoirement un mélange bien réussi. Il faut donc injecter la quantité adéquate de carburant, au bon moment, et avec une pression élevée. Il suffit de presque rien pour que le volume de polluants augmente, que les bruits provoqués par la combustion deviennent bruyants ou que la consommation de carburant soit élevée.

Injection préalable

Une petite quantité de carburant est injectée à faible pression – injection préalable – avant que ne commence l'injection principale de manière à ce que la combustion se déroule aussi doucement que possible.

La combustion de cette petite quantité de carburant fait monter la pression et la température dans la chambre de combustion.

Injection principale

Ce qui compte lors de l'injection principale c'est que le mélange ait été bien préparé afin que le carburant brûle intégralement si possible. Soumis à une forte pression le carburant est finement pulvérisé, celui-ci se mélangeant donc bien avec l'air. Une combustion complète se traduit par une réduction des émissions de polluants et un degré élevé d'exploitation de la puissance.

Le principe du système d'injection à pompe-injecteur lequel est caractérisé par une faible pression lors de l'injection préalable, qui est suivie d'une "pause", un accroissement de la pression lors de l'injection principale et un arrêt rapide du processus, correspond très bien à ce dont le moteur a besoin.

Un faible retard à l'allumage est important pour le déroulement de la combustion d'un moteur diesel.

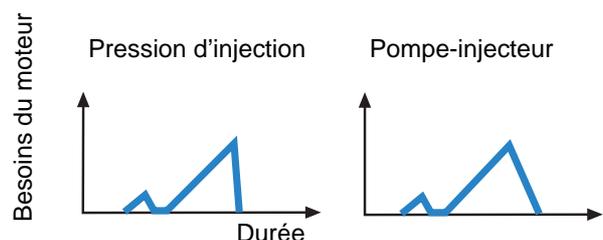
Le retard à l'allumage, c'est la période qui s'écoule entre le début de l'injection et le moment où la pression commence à monter dans la chambre de combustion. Si une grosse quantité de carburant est injectée durant cette période, la pression grimpe alors tout d'un coup et la combustion fait beaucoup de bruit.

D'où la possibilité d'un allumage rapide de la quantité principale injectée et réduction du retard à l'allumage. L'injection préalable et une "pause" entre injection préalable et injection principale font en sorte que les pressions n'augmentent pas brusquement dans la chambre de combustion, mais montent presque linéairement d'où peu de bruits dus à la combustion et moins d'oxyde d'azote rejeté.

Fin de l'injection

Il est important lorsque l'injection se termine que la pression retombe vite et que le pointeau se ferme rapidement.

Ceci empêche le carburant d'arriver dans la chambre de combustion avec une faible pression d'injection et des gouttes d'un grand diamètre, d'où une combustion incomplète et un accroissement des polluants rejetés.



Le processus d'injection

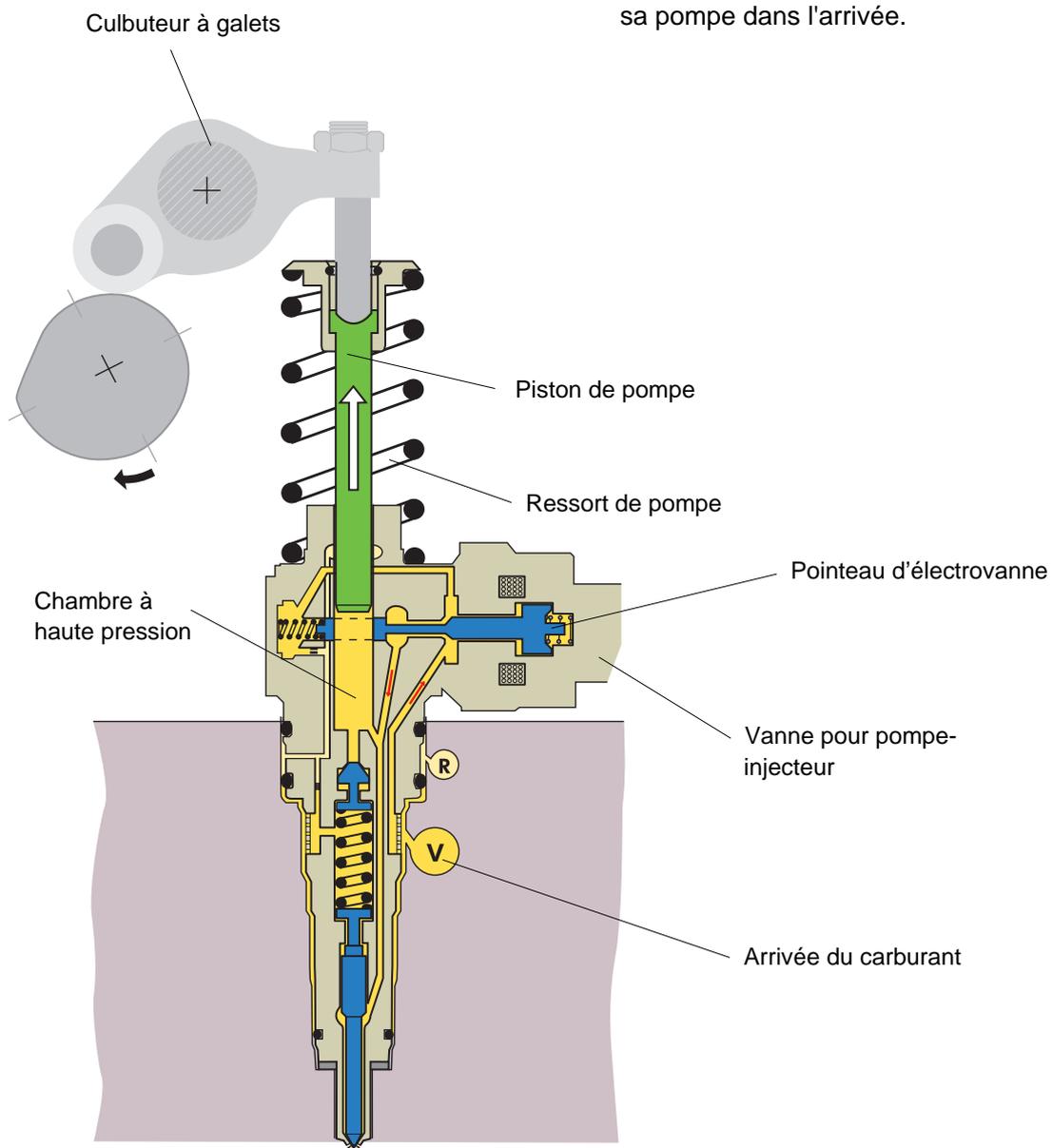
Remplissage de la chambre à haute pression

Lors du remplissage le piston de la pompe est poussé vers le haut par la force des ressorts du piston, ce qui augmente le volume de la chambre à haute pression.

La vanne pour la pompe-injecteur n'est pas activée.

Le pointeau de l'électrovanne est au repos et libère le passage dans l'arrivée du carburant en direction de la chambre à haute pression.

Le carburant s'écoule dans la chambre à haute pression sous l'effet de la pression générée par sa pompe dans l'arrivée.



SP36_21

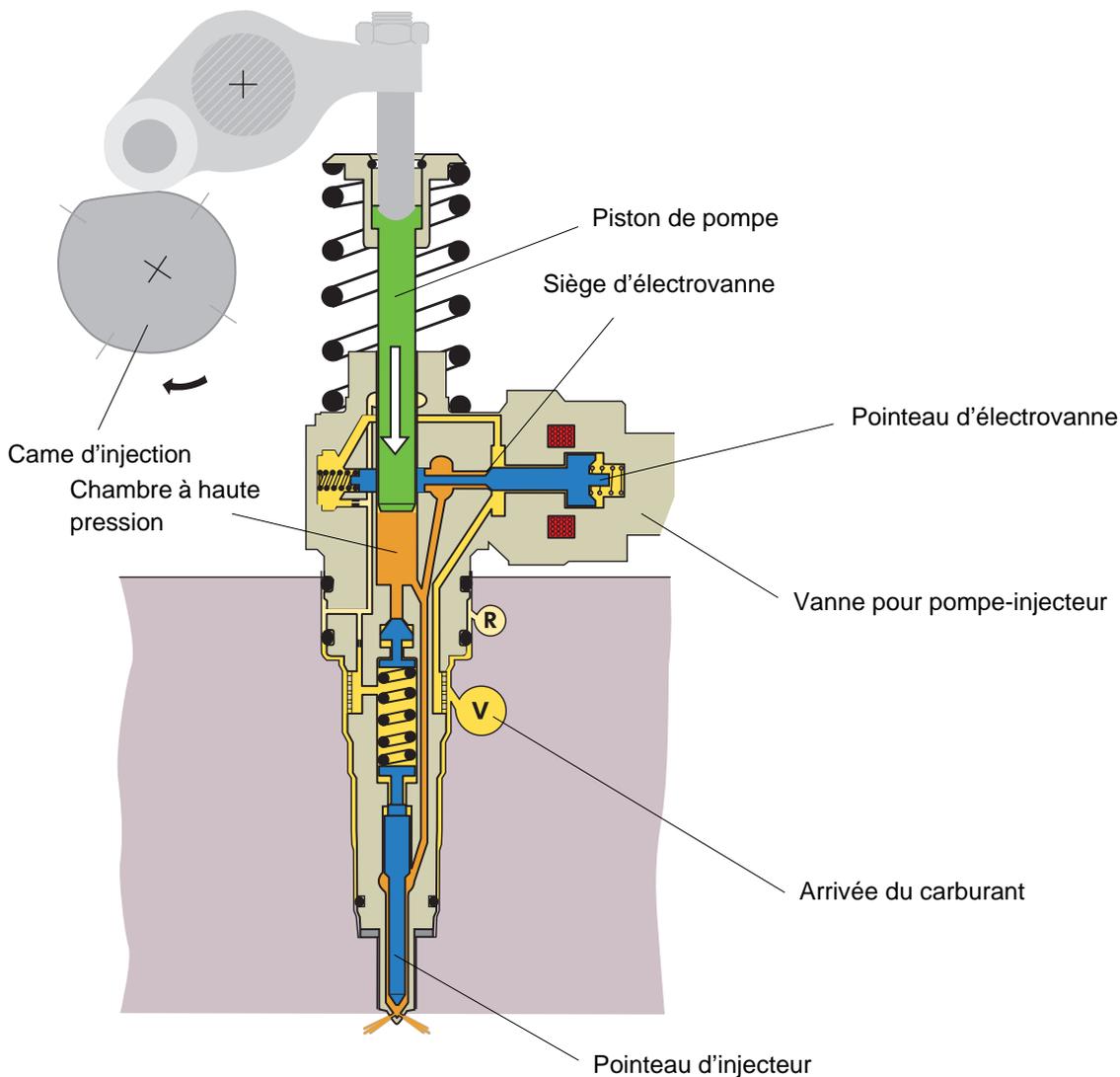
Système d'injection à pompe-injecteur

Le processus d'injection

Début de l'injection préalable

La came d'injection pousse le piston de la pompe vers le bas via le culbuteur à galets et fait ainsi passer le carburant de la chambre à haute pression dans l'arrivée.

Le processus d'injection est enclenché par l'appareil de commande du moteur. Il active à cet effet la vanne de la pompe-injecteur. Le pointeau de l'électrovanne est alors poussé dans le siège d'où fermeture du passage entre la chambre à haute pression et l'arrivée du carburant. La pression commence alors à monter dans la chambre à haute pression. La force du ressort-injecteur est vaincue dès que 18 MPa (180 bars) sont obtenus. Le pointeau remonte et l'injection préalable commence.



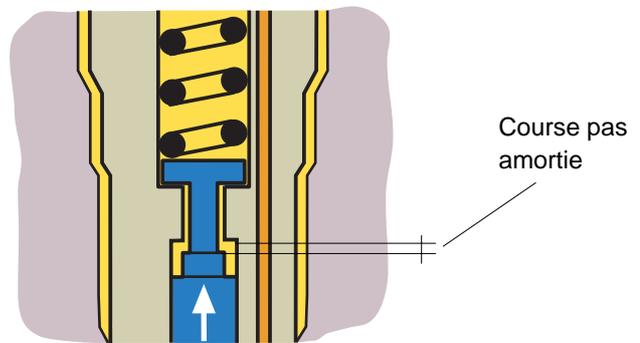
SP36_22

Amortissement du pointeau

Lors de l'injection préalable, la course du pointeau est amortie par un coussin hydraulique. Ce qui permet un dosage précis de la quantité à injecter.

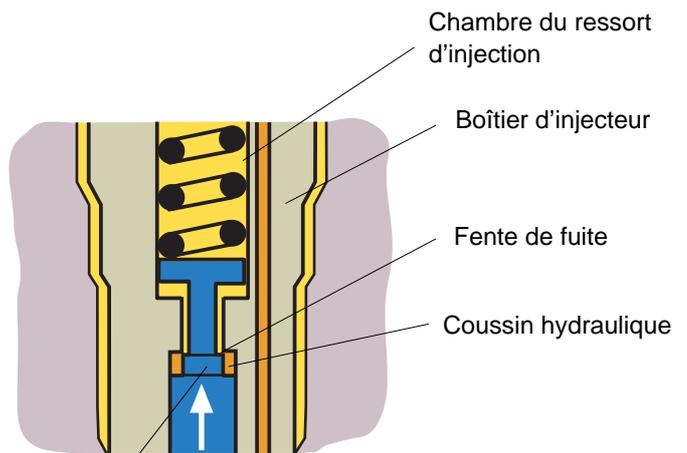
Déroulement de la fonction

Le pointeau est ouvert sans amortissement dans le premier tiers de la course. La quantité de carburant correspondant à l'injection préalable arrive alors dans la chambre de combustion.



SP36_23

Dès que le piston d'amortissement plonge dans l'orifice du boîtier d'injecteur, le carburant au-dessus du pointeau ne peut être refoulé dans la chambre du ressort d'injection que via une fente de fuite. D'où constitution d'un coussin hydraulique limitant la course du pointeau lors de l'injection.



SP36_24

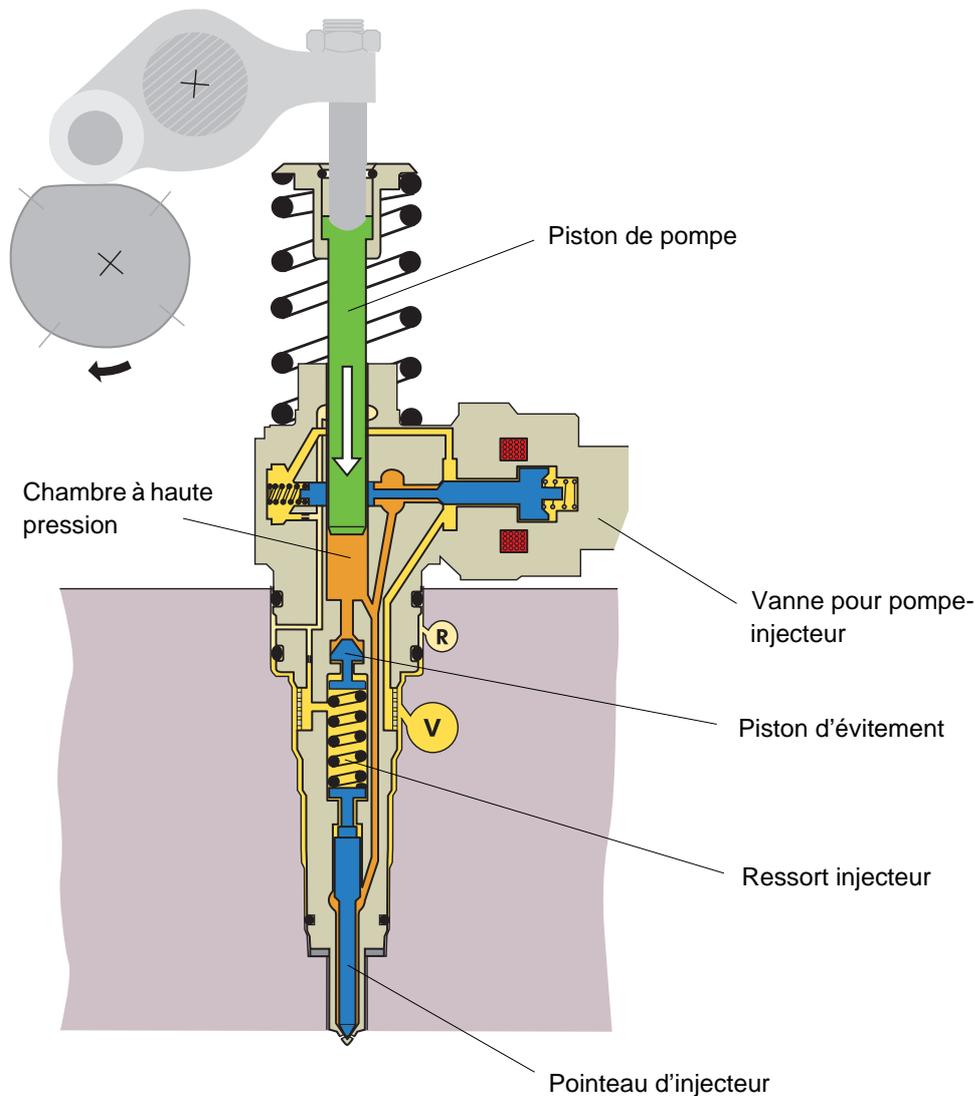
Piston d'amortissement

Système d'injection à pompe-injecteur

Le processus d'injection

Fin de l'injection préalable

L'injection préalable se termine immédiatement après l'ouverture du pointeau. Le piston d'évitement descend sous l'effet de l'augmentation de la pression et augmente ainsi le volume de la chambre à haute pression. La pression retombe alors brièvement et le pointeau se ferme. L'injection préalable est terminée. Le ressort injecteur est plus fortement comprimé sous l'effet de la descente du piston d'évitement. La pression du carburant doit donc être supérieure à celle durant l'injection préalable afin de pouvoir ouvrir à nouveau le pointeau au cours de l'injection principale suivante.

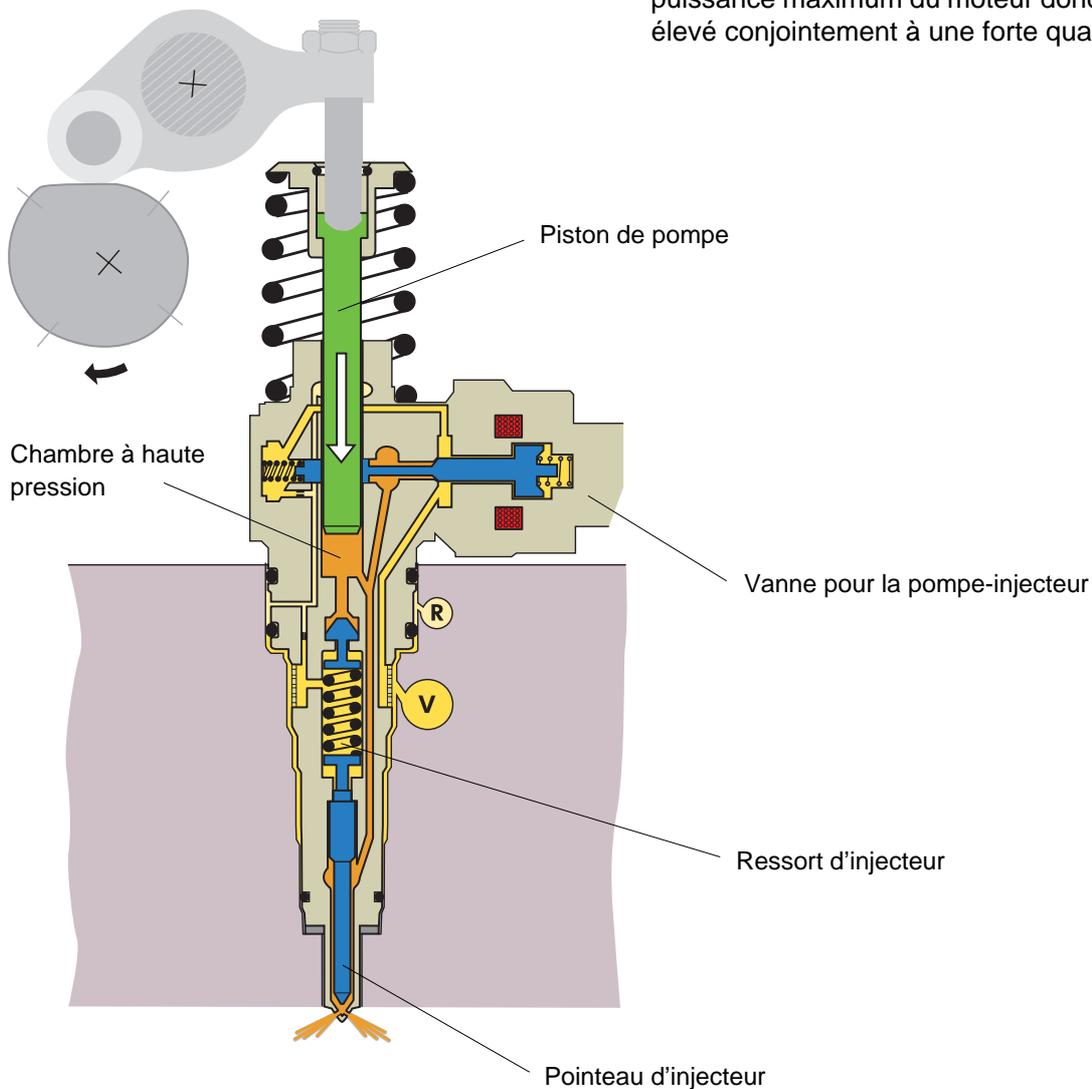


SP36_25

Début de l'injection principale

La pression se met à remonter dans la chambre à haute pression peu après la fermeture du pointeau. La vanne pour la pompe-injecteur est encore fermée et le piston de la pompe descend. Vers 30 MPa (300 bars) environ la force résultant de la pression du carburant est supérieure à celle du ressort comprimé de l'injecteur. Le pointeau remonte à nouveau la quantité principale est alors injectée.

La pression grimpe alors jusqu'à 205 MPa (2050 bars) étant donné que plus de carburant doit être refoulé dans la chambre à haute pression lors de chaque unité de temps qu'il ne peut s'en échapper par les orifices des injecteurs. La pression la plus élevée est celle lors de la puissance maximum du moteur donc à un régime élevé conjointement à une forte quantité injectée.



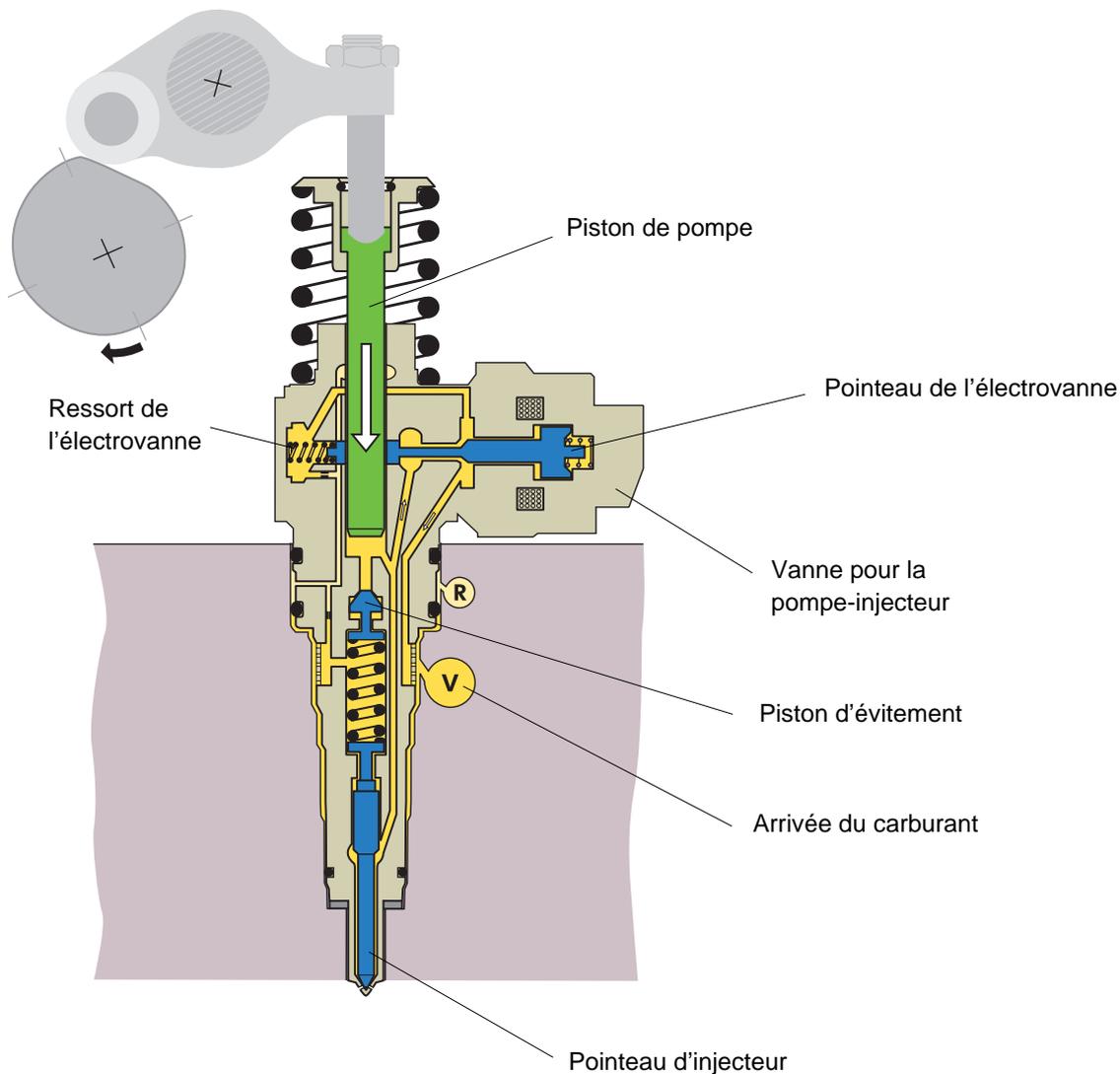
SP36_26

Système d'injection à pompe-injecteur

Le processus d'injection

Fin de l'injection principale

La fin de l'injection principale est déclenchée lorsque l'appareil de commande du moteur n'active plus la vanne de la pompe-injecteur. Le pointeau de l'électrovanne est alors ouvert par le ressort de celle-ci. Le carburant refoulé par le piston de pompe peut alors s'échapper dans l'arrivée du combustible. La pression redescend. Le pointeau se ferme et le piston d'évitement est repoussé sur sa position initiale par le ressort de l'injecteur. L'injection principale est terminée.

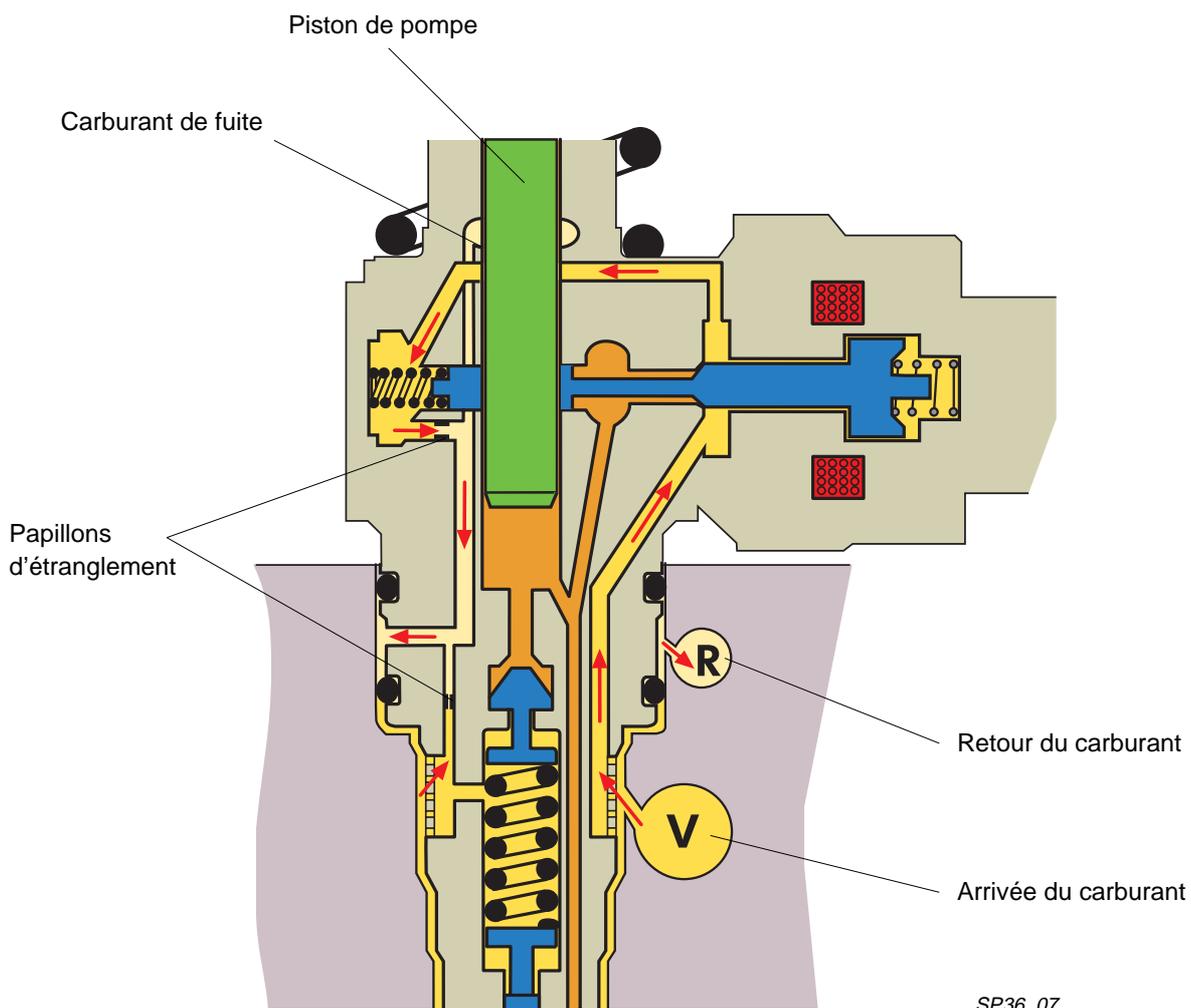


SP36_16

Le retour du carburant dans l'unité pompe-injecteur

Le retour du carburant dans l'unité pompe-injecteur doit remplir les fonctions suivantes:

- Refroidissement de l'unité pompe-injecteur. A cet effet du carburant arrive dans le retour via l'arrivée en traversant les canaux de l'unité pompe-injecteur.
- Evacuation du carburant de fuite au niveau du piston de pompe.
- Extraction des bulles de vapeur à l'intérieur de l'arrivée de carburant puis passage de celles-ci dans le retour via les papillons d'étranglement.



SP36_07

Système d'alimentation en carburant

Système d'alimentation en carburant

Le refoulement du carburant est assuré par deux pompes:

- une pompe électrique*
- une pompe mécanique.

La pompe électrique placée dans le réservoir procède au refoulement préalable. Elle envoie à la pompe mécanique du carburant soumis à une pression de 0,05 MPa (0,5 bar).

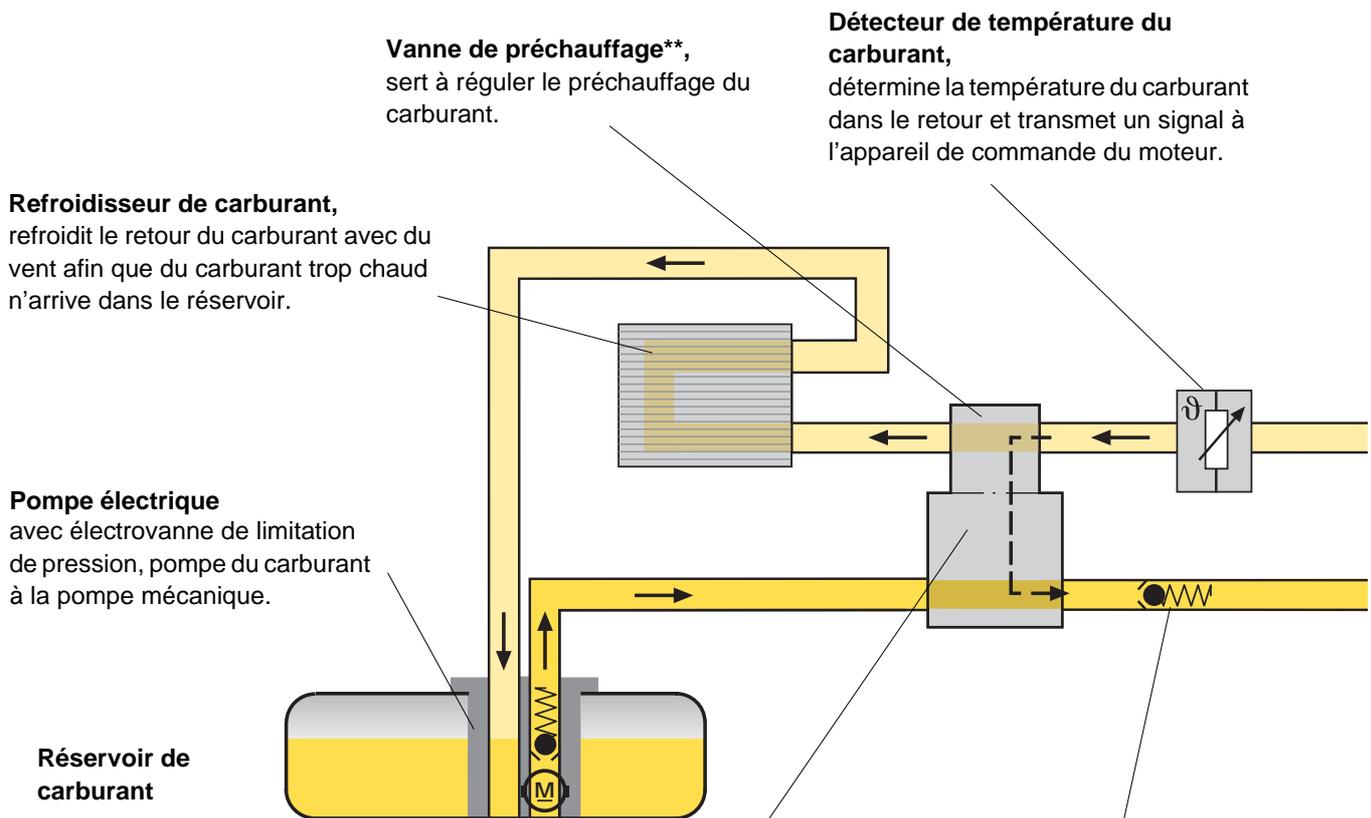
La pompe mécanique est directement bridée à la culasse juste à côté de la pompe à vide.

La pompe électrique commence à pomper pendant 2 secondes dès que le contact est mis puis s'arrête jusqu'à ce que le moteur tourne au régime du démarreur.

Ensuite elle tourne constamment aussi et fournit le carburant directement au moteur en l'envoyant dans la pompe mécanique.

Une électrovanne de limitation de pression placée dans la pompe électrique d'alimentation en carburant fait en sorte que la pression de celui-ci soit presque 0 MPa (0 bar) dans la pompe mécanique.

Traversant l'orifice d'arrivée à la culasse le carburant est alors directement refoulé par la pompe mécanique vers les unités pompe-injecteur.



Refroidisseur de carburant, refroidit le retour du carburant avec du vent afin que du carburant trop chaud n'arrive dans le réservoir.

Pompe électrique avec électrovanne de limitation de pression, pompe du carburant à la pompe mécanique.

Réservoir de carburant

Vanne de préchauffage,** sert à réguler le préchauffage du carburant.

Détecteur de température du carburant, détermine la température du carburant dans le retour et transmet un signal à l'appareil de commande du moteur.

* Au début de la série quelques modèles ont été fabriqués sans pompe électrique d'alimentation.

** Elle renvoie à la conduite d'arrivée via le filtre du carburant réchauffé alors dans la conduite de retour et ce en fonction de la température de celui-ci dans la vanne de préchauffage.

Filtre à carburant, protège le système d'injection contre les salissures et l'usure provoquée par des particules et de l'eau.

Vanne de retenue, empêche lorsque le moteur est arrêté que du carburant parte de la pompe d'alimentation et retourne dans le réservoir [pression d'ouverture = 0,02 MPa (0,2 bars)].

Le carburant pas nécessaire pour l'injection est renvoyé dans le réservoir par la pompe mécanique et via l'orifice de retour de la culasse.

La conduite de retour du carburant renferme un détecteur de température et un refroidisseur de carburant.

Bypass

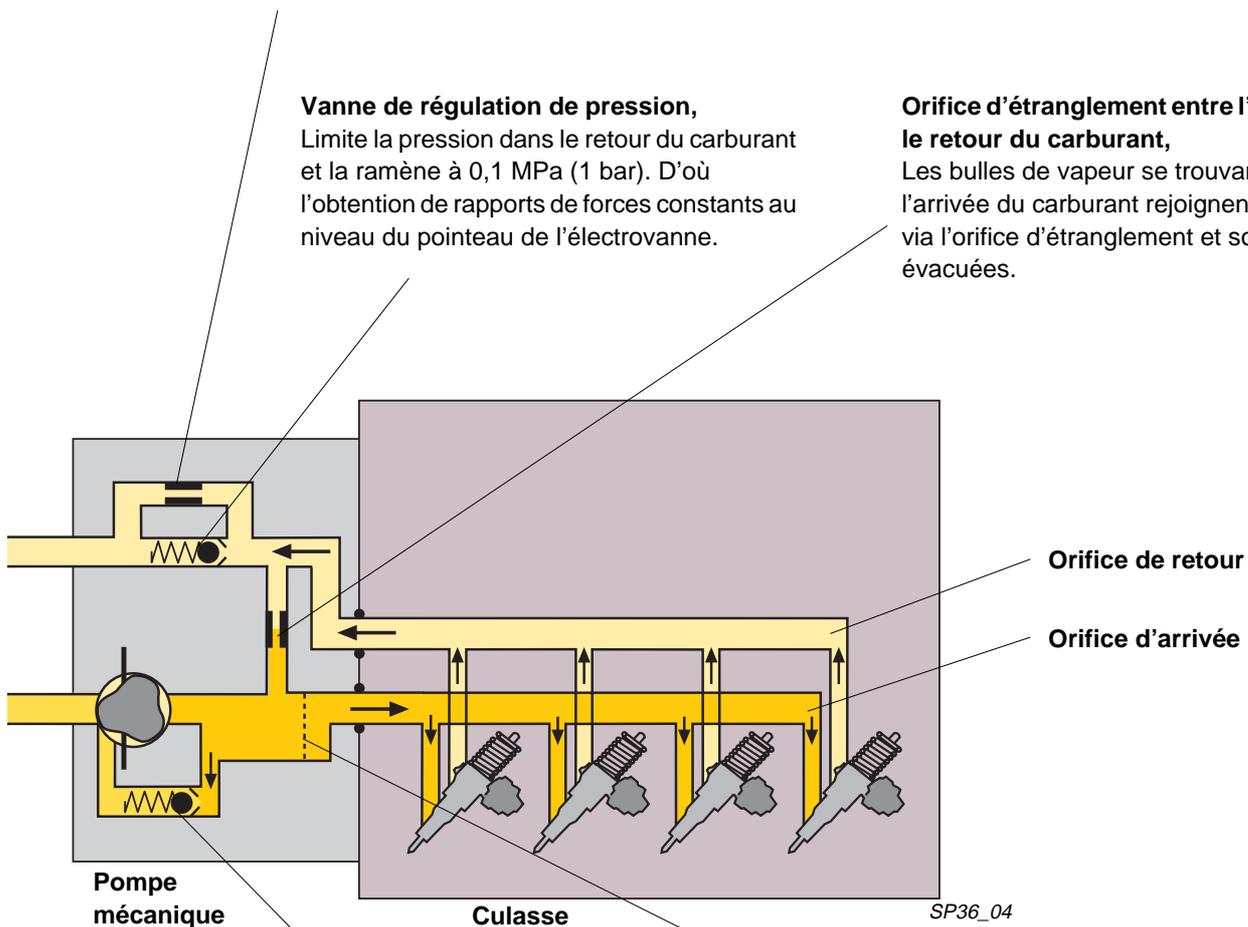
La vanne de limitation de pression reste fermée s'il y a de l'air dans le système d'alimentation en carburant, par exemple au cas où le réservoir serait vide. Le carburant qui arrive ensuite expulse l'air du système.

Vanne de régulation de pression,

Limite la pression dans le retour du carburant et la ramène à 0,1 MPa (1 bar). D'où l'obtention de rapports de forces constants au niveau du pointeau de l'électrovanne.

Orifice d'étranglement entre l'arrivée et le retour du carburant,

Les bulles de vapeur se trouvant dans l'arrivée du carburant rejoignent le retour via l'orifice d'étranglement et sont évacuées.



Pompe mécanique

Culasse

SP36_04

Orifice de retour

Orifice d'arrivée

Vanne de régulation de pression,

Régule la pression dans l'arrivée du carburant. La vanne s'ouvre dès que la pression dépasse 0,75 MPa (7,5 bars). Le carburant est renvoyé au côté aspiration de la pompe.

Crépine,

Récupère les bulles de vapeur provenant de l'arrivée de carburant. Celles-ci sont ensuite évacuées via l'orifice d'étranglement et le retour.

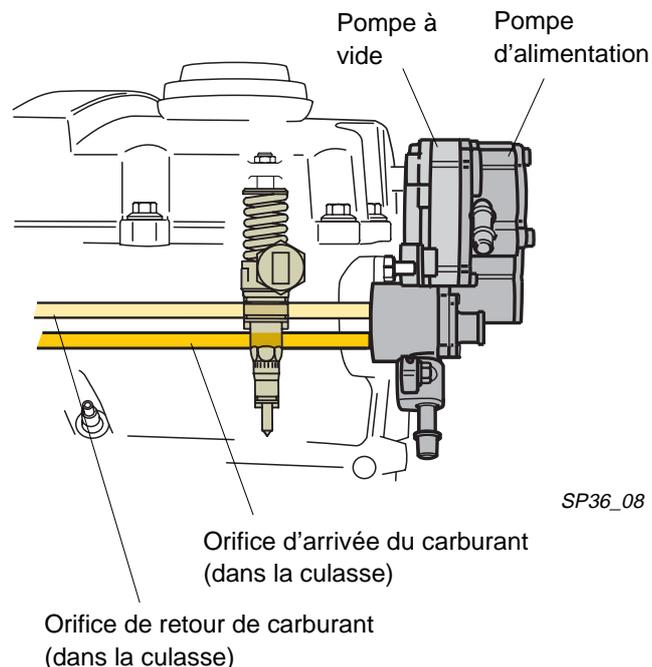
Système d'alimentation en carburant

La pompe mécanique

La pompe se trouve directement derrière la pompe à vide, latéralement par rapport à la culasse. Les deux pompes sont entraînées conjointement par l'arbre à cames. Cette unité est également appelée pompe Tandem.

Le carburant fourni par la pompe électrique au niveau du moteur est refoulé par la pompe mécanique via l'orifice d'arrivée (dans la culasse) avant de passer dans les unités pompe-injecteur.

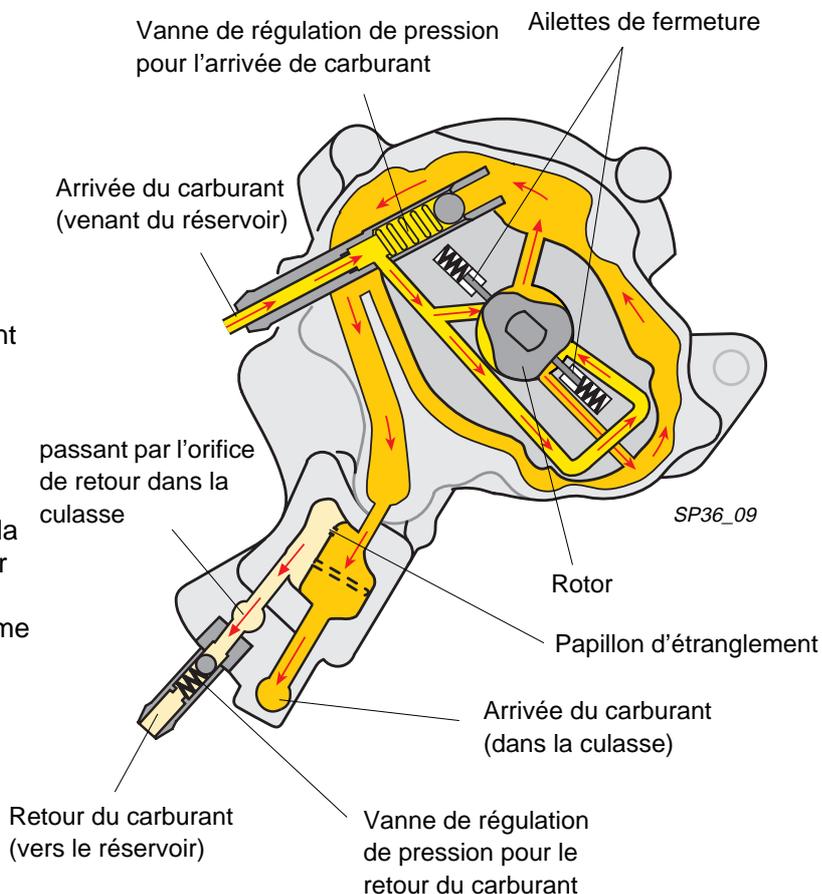
La pompe d'alimentation en carburant comporte une vis d'obturation pour brancher un manomètre. La pression du carburant dans l'arrivée peut y être vérifiée.



SP36_08

La pompe mécanique est une pompe à ailettes de fermeture. Celles-ci sont pressées contre le rotor via un ressort. L'avantage: du carburant est refoulé même à faibles régimes. (Les pompes cellulaires à ailettes aspirent seulement lorsque le régime est suffisamment élevé pour que les cellules viennent se mettre contre le stator sous l'effet de la force centrifuge.)

Le passage du carburant à l'intérieur de la pompe est étudié de manière que le rotor reste toujours humidifié même lorsque le réservoir est vide. Une aspiration autonome est garantie.



SP36_09

Fonction

La pompe d'alimentation en carburant fonctionne d'après le principe suivant:

- aspiration sous l'effet d'une augmentation du volume
- refoulement sous l'effet d'une réduction du volume.

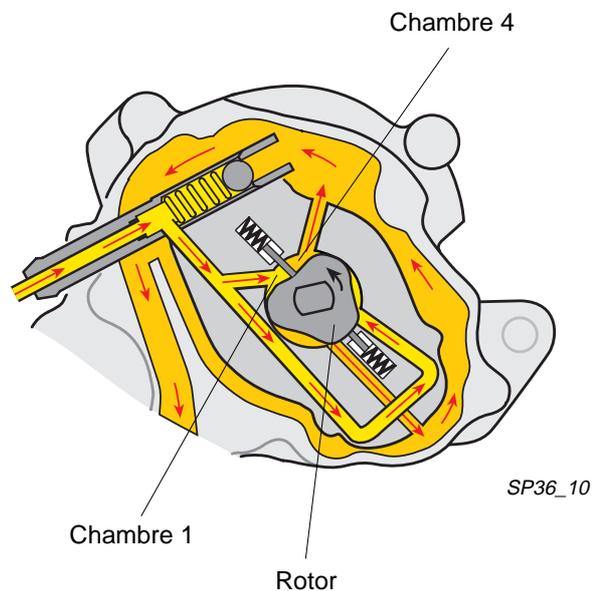
Le carburant est aspiré et refoulé dans deux chambres à la fois.

Les chambres d'aspiration et les chambres de refoulement sont séparées par les ailettes de fermeture.

Représentation de la fonction des chambres 1 et 4

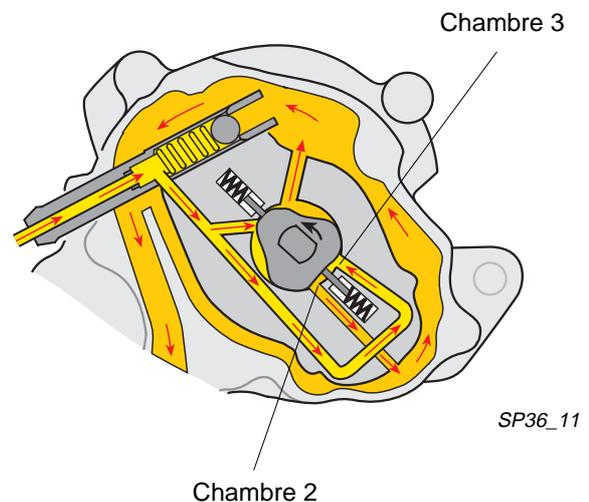
Du carburant est aspiré par la chambre 1 (chambre d'aspiration) et refoulé par la chambre 4 (chambre de refoulement).

Du fait de la rotation du rotor le volume de la chambre 1 augmente alors que celui de la chambre 4 diminue.



Représentation de la fonction des chambres 2 et 3

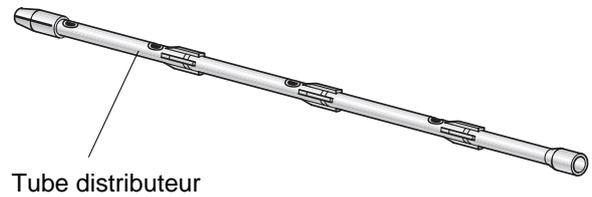
Les deux autres chambres sont alors en action. Le carburant est refoulé par la chambre 2 et aspiré la chambre 3.



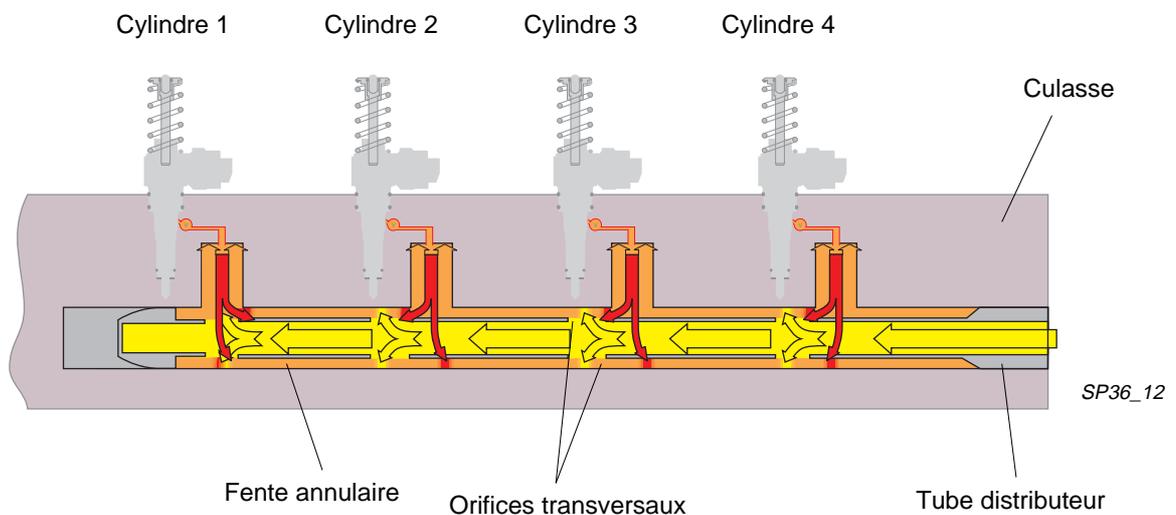
Système d'alimentation en carburant

Le tube distributeur

Un tube distributeur est placé dans l'orifice d'arrivée à l'intérieur de la culasse.
Son rôle: distribuer uniformément le carburant aux unités pompe-injecteur et assurer une température similaire du carburant dans ces unités.



SP36_15



SP36_12

Principe de fonctionnement

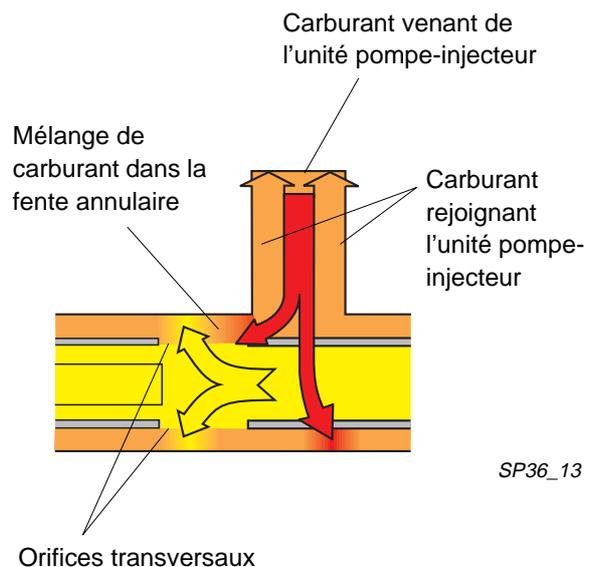
La pompe refoule le carburant dans le tube distributeur de la culasse.

A l'intérieur du tube distributeur le carburant s'écoule en direction du cylindre 1.

Via les orifices transversaux le carburant traverse la fente annulaire entre le tube distributeur et la paroi de la culasse. Le carburant s'y mélange au carburant brûlant renvoyé dans l'orifice d'arrivée par les unités pompe-injecteur.

Le résultat étant une température uniforme du carburant dans l'arrivée de l'ensemble des cylindres.

Toutes les unités pompe-injecteur reçoivent la même masse de carburant. Ce qui se traduit par un moteur qui tourne rond.



SP36_13

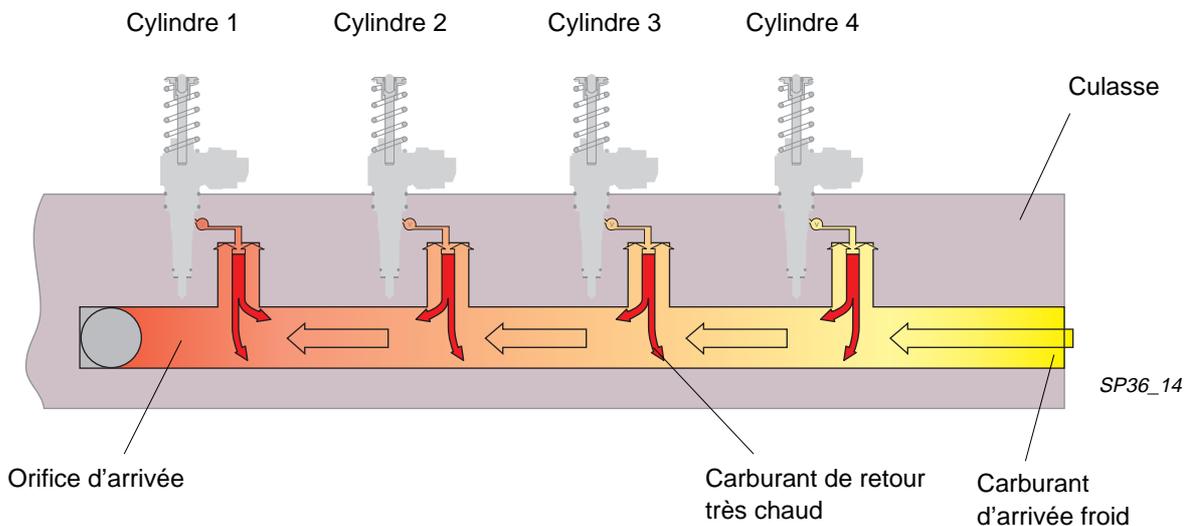
La température du carburant serait irrégulière au niveau des unités pompe-injecteur s'il n'y avait pas de tube distributeur.

Le carburant à chaud renvoyé par les unités pompe-injecteur dans l'orifice d'arrivée serait refoulé du cylindre 4 en direction du cylindre 1 par le carburant froid pénétrant dans l'arrivée.

La température du carburant augmenterait alors entre le cylindre 4 et le cylindre 1 et les unités pompe-injecteur ne seraient pas uniformément alimentées.

Les conséquences:

- moteur ne tournant pas rond
- trop forte température au niveau des cylindres.



Contrôle de la pression du carburant

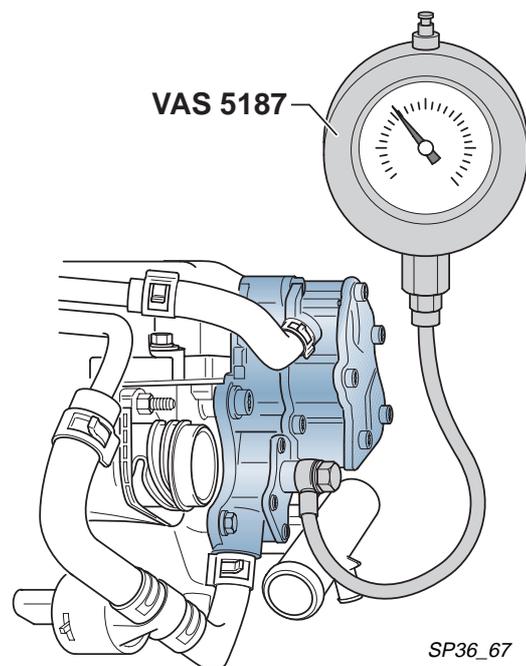
La pompe Tandem est spécialement dotée d'une vis d'obturation en vue du contrôle de la pression du carburant. Pour ce faire, on enlève la vis et l'on raccorde le manomètre VAS 5187.

Préalable au contrôle:

- température du liquide de refroidissement 85°C min.
- ralenti accéléré de 1500 tr/min.

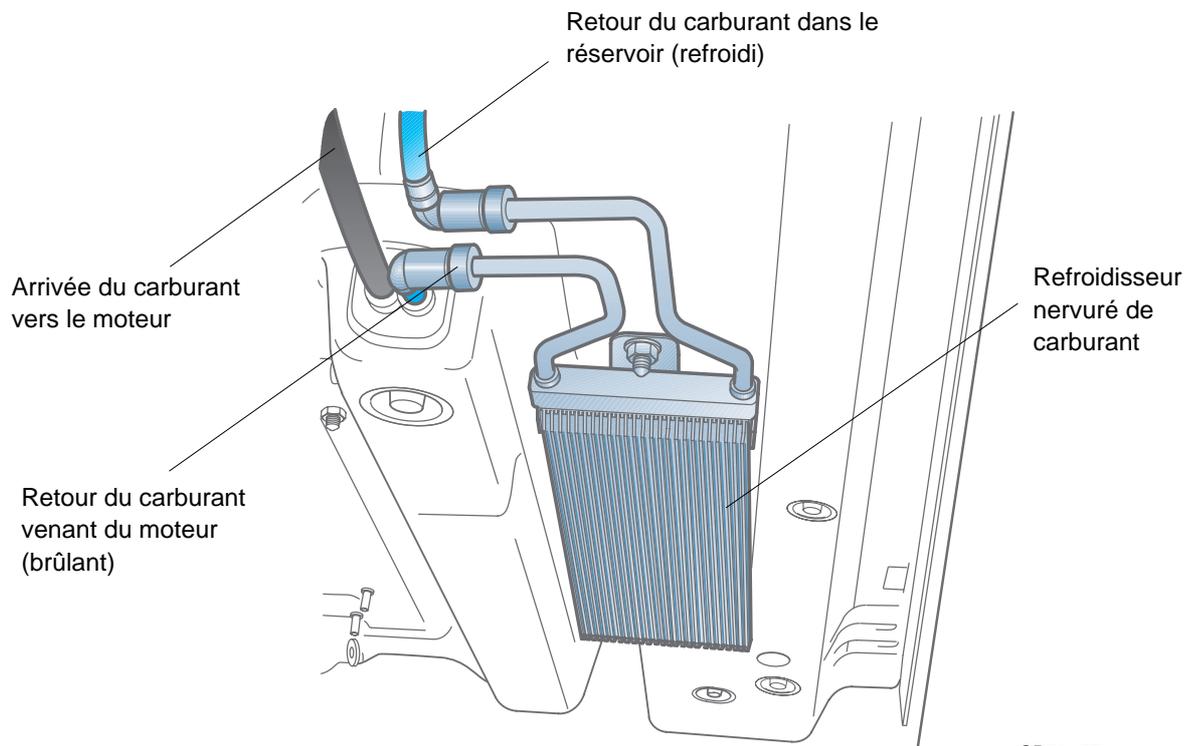
La valeur consignée de la pression du carburant doit s'élever à 0,35 MPa (3,5 bars) min.

Le régime est vérifié durant le contrôle de la pression au moyen d'un lecteur de dérangements.



Système d'alimentation en carburant

Le refroidissement du carburant



SP36_27

Du fait de la haute pression à l'intérieur des unités pompe-injecteur le carburant réchauffe tellement qu'il doit être refroidi avant de retourner dans le réservoir.

Un refroidisseur est donc intégré à la conduite de retour du carburant.

Le carburant provenant des unités pompe-injecteur et revenant via la pompe d'alimentation traverse le refroidisseur nervuré reprenant la chaleur du carburant.

A cet endroit, le flux d'air (vent en roulant) extrait de la chaleur au carburant brûlant.

Le carburant alors refroidi et remontant vers le réservoir n'a donc plus d'effet négatif sur celui-ci, sur la pompe électrique et le transmetteur de l'indicateur de réserve.

Le refroidisseur est placé dans le plancher du véhicule, dans la conduite de retour vers le réservoir.

Les conduites d'écoulement de carburant peuvent être facilement détachées du réservoir s'il le faut (fermetures instantanées).

Système de préchauffage

Système de préchauffage

Le système de préchauffage facilite le démarrage du moteur lorsqu'il fait froid.

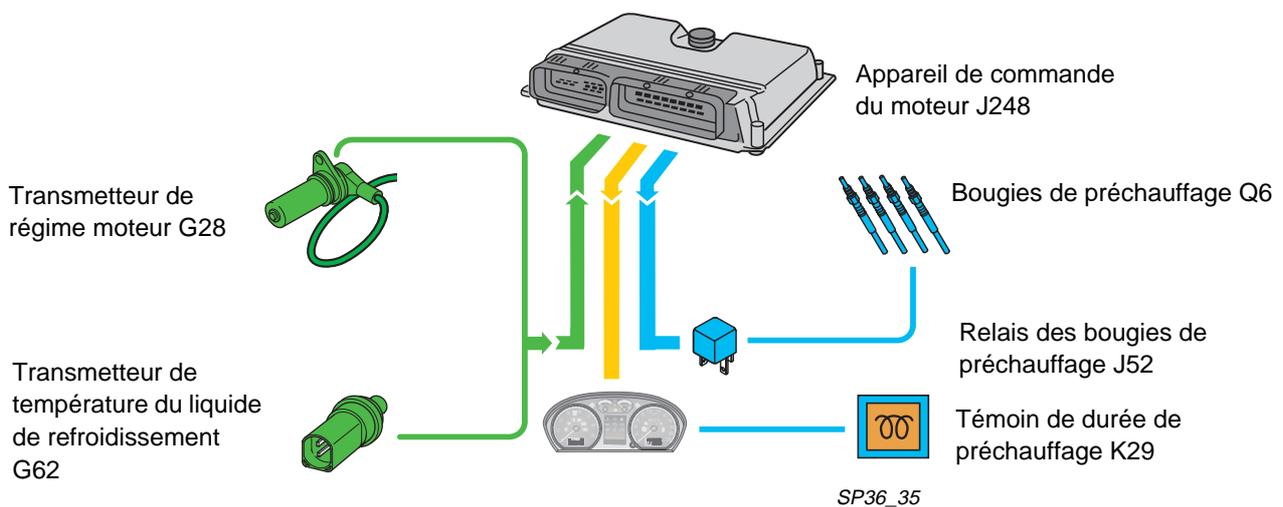
L'appareil de commande du moteur l'enclenche si la température du liquide de refroidissement est inférieure à +9°C.

Le relais des bougies de préchauffage est activé par l'appareil de commande du moteur. Il enclenche ensuite le courant de fonctionnement des bougies de préchauffage.

L'aperçu du système montre quels sont les signaux des capteurs utilisés pour le système de préchauffage et quels actionneurs sont activés.

L'activation du témoin de durée de préchauffage est assurée via l'entraînement du BUS CAN entre l'appareil de commande du moteur et l'appareil de commande dans le porte-instruments.

Aperçu du système de préchauffage



Préchauffage

Les bougies de préchauffage sont enclenchées à une température inférieure à +9°C dès que le contact a été mis.

Un témoin de durée de préchauffage s'allume.

Le témoin s'éteint si le moteur peut être lancé et que le processus de préchauffage est terminé.

Post-chauffage

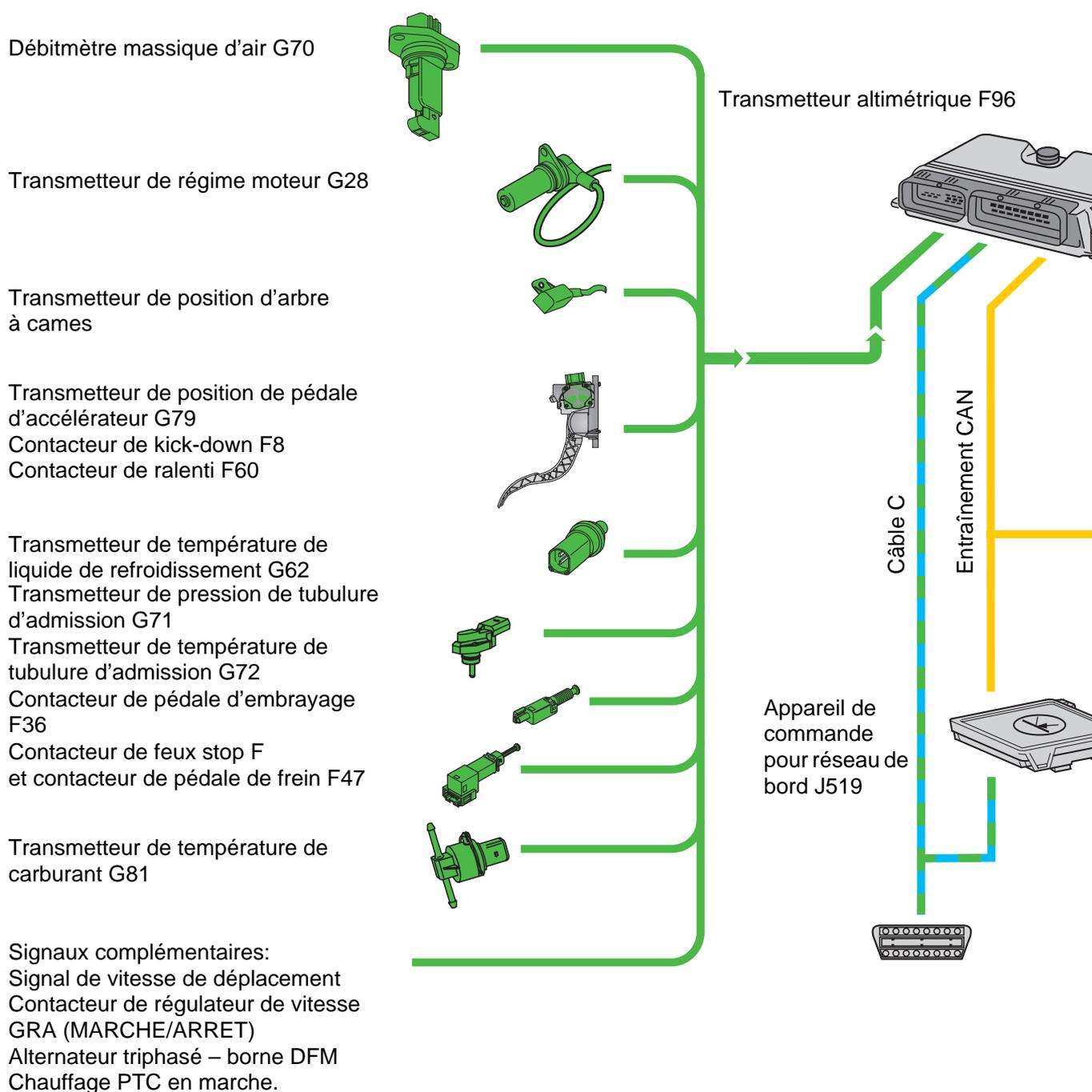
Un post-chauffage intervient après chaque démarrage du moteur, qu'un préchauffage ait eu lieu ou non.

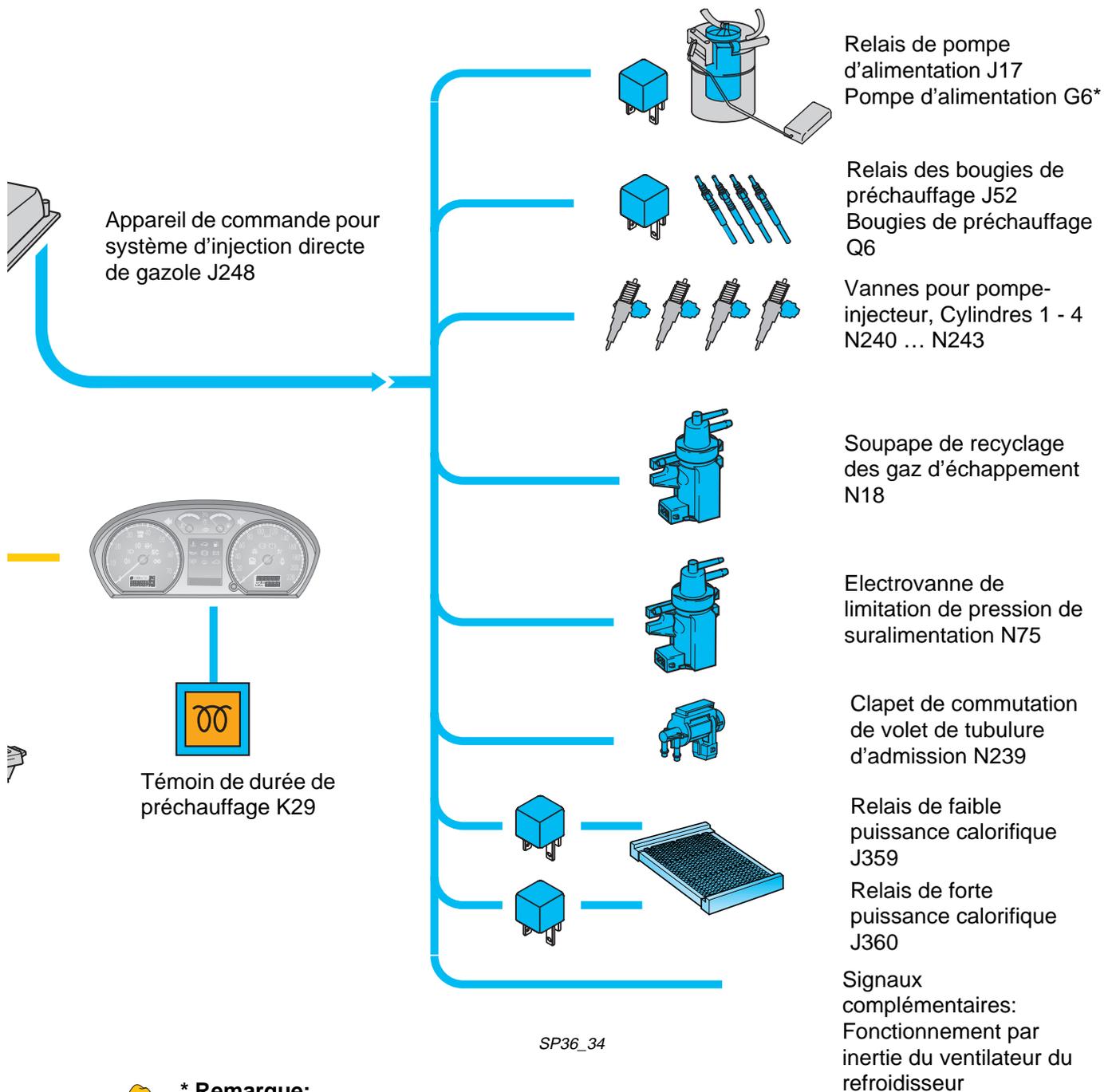
Ce qui réduit les bruits de combustion, améliore le ralenti et fait baisser les hydrocarbures rejetés.

La phase de post-chauffage dure 4 minutes au maximum et s'arrête dès que le régime moteur dépasse 2500 tr/min.

Gestion du moteur

Aperçu du système

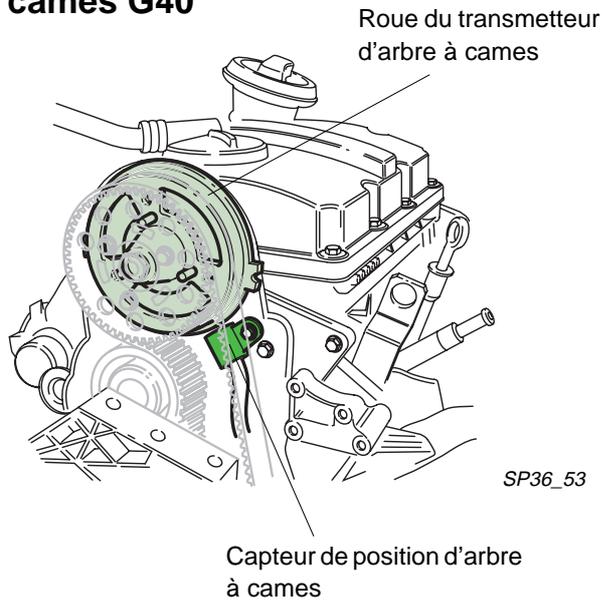




*** Remarque:**
Au début de la série quelques modèles ont été fabriqués sans la pompe électrique d'alimentation G6.

Gestion du moteur

Le capteur de position d'arbre à cames G40



Le capteur de position d'arbre à cames fonctionne selon le principe du transmetteur Hall. Le capteur est fixé sur le carter de la courroie dentée sous le pignon de l'arbre à cames. Il palpe les dents sur la roue du transmetteur de l'arbre à cames (cette dent placée différemment).

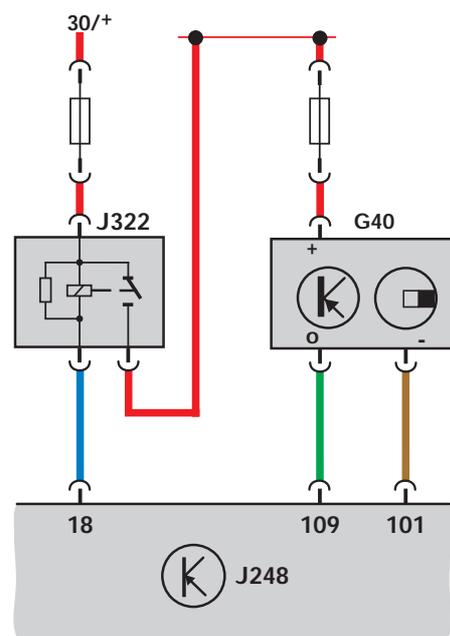
Utilisation du signal

Le signal du capteur de position d'arbre à cames permet à l'appareil de commande du moteur d'identifier les cylindres lors du démarrage du moteur.

Répercussion si défaillance du signal

L'appareil de commande utilise le signal du transmetteur de régime moteur G28 en cas de défaillance du signal.

Circuit électrique



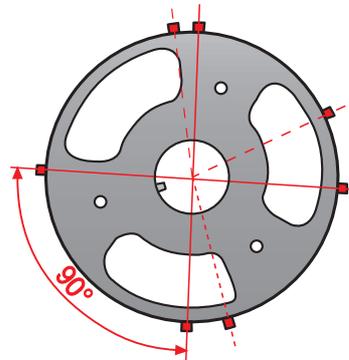
SP36_52

La détection des cylindres lors du démarrage du moteur

Lors du démarrage du moteur l'appareil de commande de celui-ci doit identifier le cylindre se trouvant en phase de compression de manière à pouvoir activer l'électrovanne correspondante pour la pompe-injecteur. Il analyse à cet effet le signal du capteur de position d'arbre à cames lequel capteur palpe les dents de la roue de l'arbre du transmetteur de l'arbre à cames et détermine donc la position de celui-ci.

La roue du transmetteur de l'arbre à cames

L'arbre à cames décrivant une rotation de 360° lors de chaque cycle, la roue du transmetteur comporte donc pour chaque cylindre une dent placée tous les 90° , de manière à ce que les dents puissent être affectées aux cylindres correspondants la roue du transmetteur possède une dent supplémentaire pour les cylindres 1, 2 et 3 avec un écart différent à chaque fois.



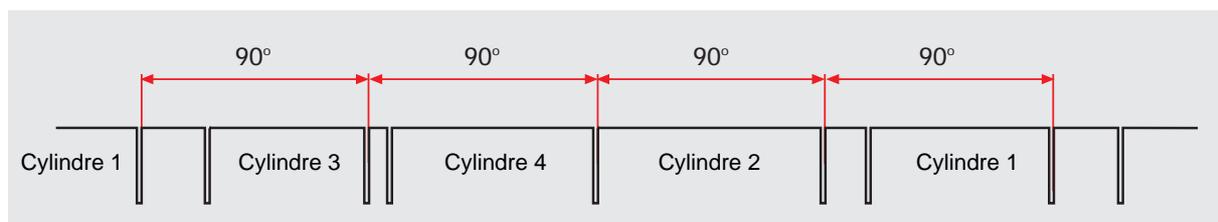
SP36_54

Principe de fonctionnement:

Une tension Hall alors transmise à l'appareil de commande du moteur est générée à chaque fois qu'une dent passe à côté du capteur de position d'arbre à cames. Les tensions Hall interviennent selon des intervalles irréguliers étant donné que les écarts entre les dents ne sont pas identiques.

L'appareil de commande du moteur peut ainsi identifier le cylindre en question et activer la bonne électrovanne pour la pompe-injecteur.

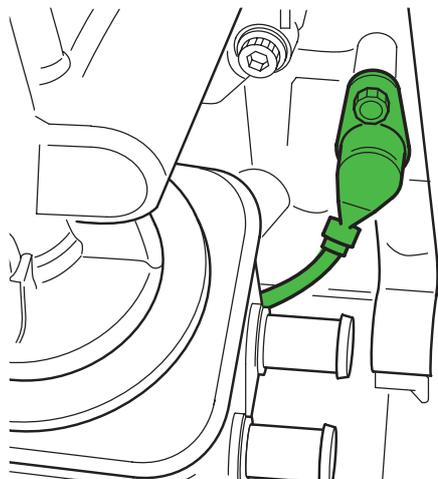
Aspect du signal du transmetteur Hall



SP36_55

Gestion du moteur

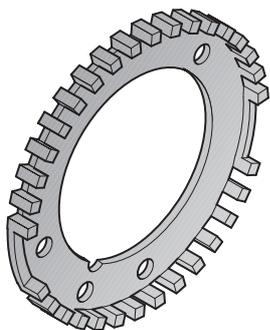
Transmetteur de régime moteur G28



SP36_46

Le transmetteur de régime moteur: il s'agit d'un transmetteur inductif. Il est fixé au bloc-cylindres côté volant.

Roue du transmetteur de régime moteur



SP36_46

Le transmetteur de régime moteur palpe une roue fixée au vilebrequin. La circonférence de la roue du transmetteur comporte 56 dents et 2 espaces où manquent deux dents à chaque fois. Ces espaces sont décalés de 180° et servent de marques de référence pour déterminer la position du vilebrequin.

Utilisation du signal

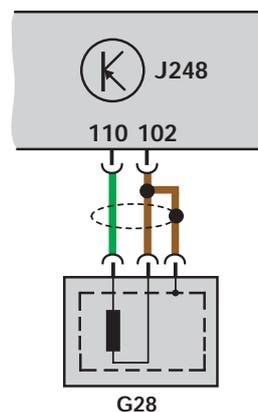
Le signal de ce transmetteur permet de déterminer le régime du moteur et la position exacte du vilebrequin.

Le moment précis de l'injection et la quantité devant être injectée sont calculés en se basant sur ces informations.

Répercussion si défaillance du signal

Le moteur s'arrête et ne peut pas redémarrer en cas de défaillance du signal du transmetteur de régime moteur.

Circuit électrique



SP36_48

Fonction de la détection de démarrage rapide

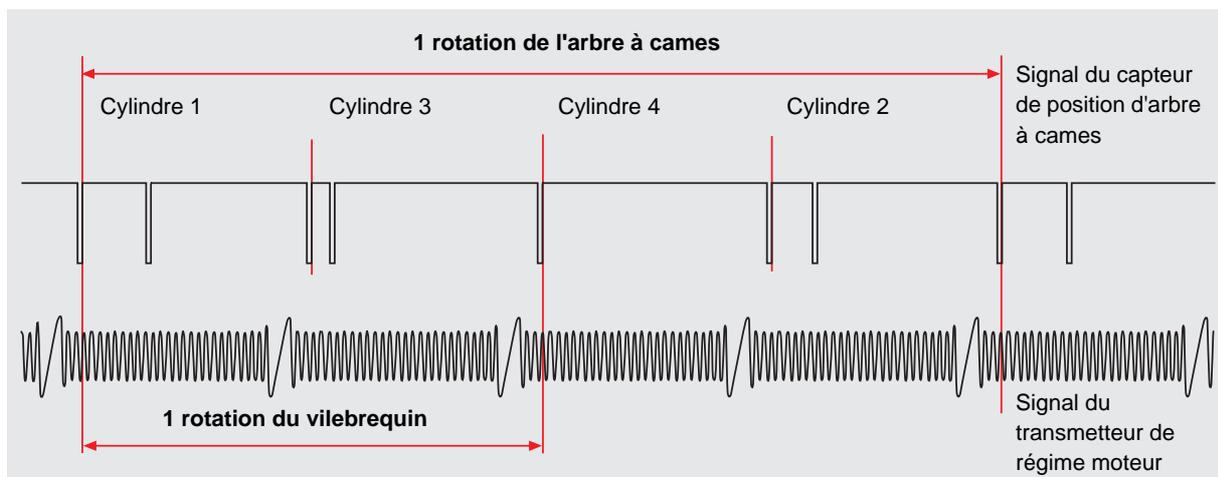
Lors du démarrage l'appareil de commande du moteur analyse immédiatement les signaux du capteur de position d'arbre à cames et ceux du transmetteur de régime moteur.

Il reconnaît les cylindres au moyen du signal du capteur de position d'arbre à cames lequel capteur palpe la roue du transmetteur d'arbre à cames.

Du fait des deux espaces libres sur la roue du transmetteur du vilebrequin l'appareil de commande du moteur reçoit un signal de référence dès que le vilebrequin a décrit une demi-rotation.

L'appareil de commande du moteur reconnaît donc très vite la position du vilebrequin et peut ainsi activer la bonne électrovanne de manière à enclencher le processus d'injection.

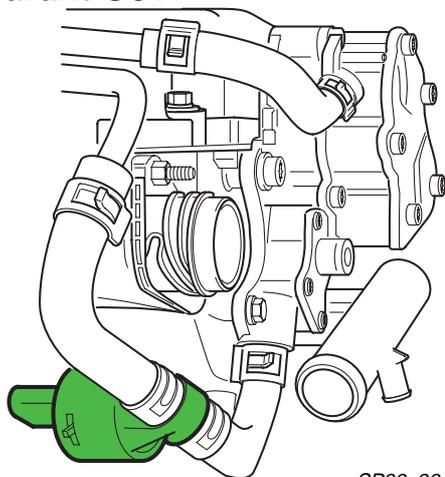
Aspect des signaux du capteur de position d'arbre à cames et du transmetteur de régime moteur



SP36_49

Gestion du moteur

Transmetteur de température de carburant G81



SP36_36

Utilisation du signal

Le transmetteur se trouve dans la conduite de retour de carburant derrière la pompe d'alimentation. Il détermine la température momentanée du carburant.

Il s'agit d'un capteur de température caractérisé par un coefficient négatif (NTC).

La résistance du capteur diminue au fur et à mesure que la température du carburant augmente.

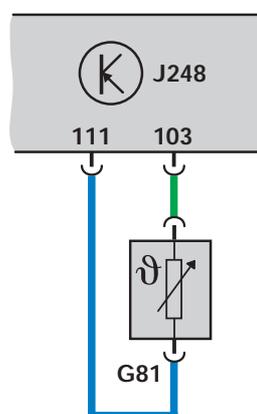
Le signal permet de connaître la température du carburant.

L'appareil de commande du moteur en a besoin pour calculer le débit du refoulement du carburant ainsi que la quantité devant être injectée de manière à pouvoir tenir compte de la densité du carburant en fonction des températures.

Répercussion si défaillance du signal

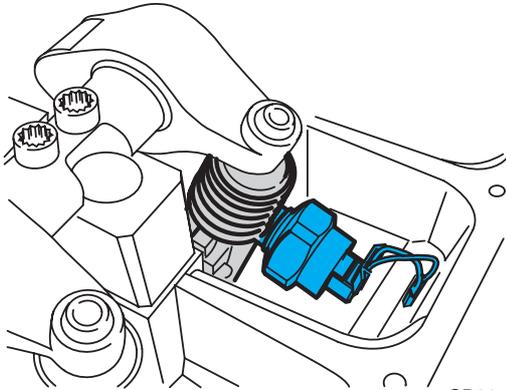
En cas de défaillance du signal, l'appareil de commande du moteur calcule une valeur de remplacement à partir du signal du transmetteur de température de liquide de refroidissement G62.

Circuit électrique



SP36_37

Vannes pour pompe-injecteur N240, N241, N242, N243



SP36_33

Début du refoulement de carburant

Quantité devant être injectée

Répercussion si défaillance

Circuit électrique

J248	Appareil de commande du système d'injection directe de gazole
N240	Vanne de pompe-injecteur pour cylindres 1 ... 4
... N243	

Chaque unité pompe-injecteur possède une vanne qui lui est directement fixée. Il s'agit de vannes actionnées électromagnétiquement et activées par l'appareil de commande du moteur. Le débit de refoulement de carburant et la quantité devant être injectée sont régulés par l'appareil de commande du moteur via les vannes.

Le pointeau est poussé dans le siège de l'électrovanne dès que celle-ci est activée. L'écoulement du carburant entre l'arrivée de celui-ci et la chambre à haute pression de l'unité pompe-injecteur est alors coupé. L'injection commence ensuite.

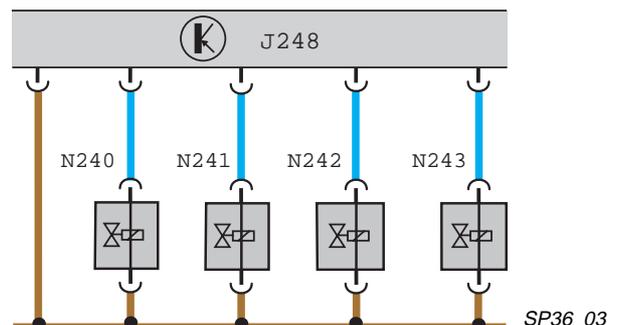
La quantité devant être injectée est déterminée par la période d'activation. Du carburant est injecté dans la chambre de combustion si la vanne est fermée.

Le moteur ne tourne pas rond et la puissance diminue en cas de défaillance de l'une des vannes.

La vanne de la pompe-injecteur doit remplir une double fonction de sécurité:

- la pression ne peut pas se constituer dans l'unité pompe-injecteur si la vanne reste ouverte.
- la chambre à haute pression de l'unité pompe-injecteur ne peut plus être remplie si la vanne reste fermée.

Dans les deux cas du carburant n'est pas injecté dans les cylindres.



SP36_03

Gestion du moteur

La surveillance de la vanne de pompe-injecteur

L'appareil de commande du moteur surveille le passage du courant de la vanne de la pompe-injecteur.

Une information relative au début réel du refoulement de carburant lui est envoyée afin de le réguler. Des dysfonctionnements de la vanne peuvent être constatés.

Déroulement du fonctionnement

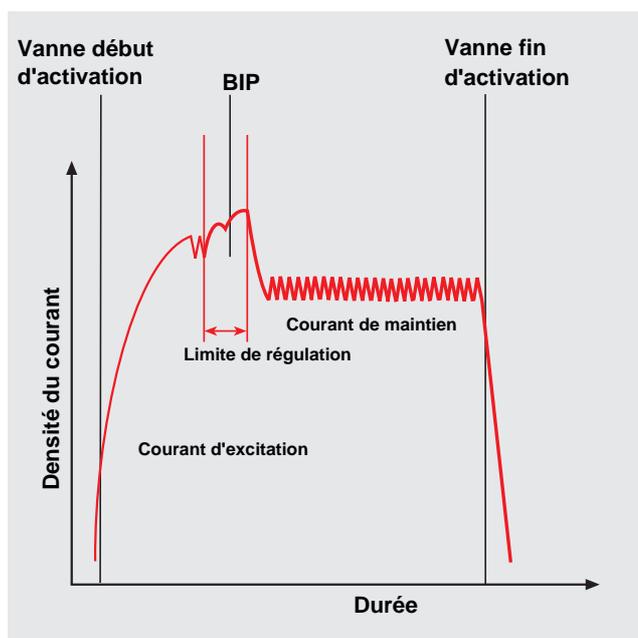
Le processus d'injection est enclenché lors de l'activation de la vanne de la pompe-injecteur. Un champ magnétique se constitue alors, l'intensité du courant augmente et la vanne se ferme.

La courbe du courant change très nettement lorsque le pointeau de l'électrovanne vient frapper le siège.

Cette déviation est appelée **BIP** (Abréviation de **B**eginning of **I**njection **P**eriod, expression anglaise signifie début d'injection).

Le BIP indique que l'appareil de commande du moteur la fermeture intégrale de la vanne de la pompe-injecteur et donc l'instant où le refoulement du carburant doit commencer.

Début d'activation de la vanne de la pompe-injecteur



SP36_50

L'intensité retombe jusqu'à l'obtention d'un courant constant de maintien et que la vanne se ferme. L'activation cesse et la vanne s'ouvre lorsque la durée de refoulement souhaitée est obtenue.

Le moment réel de fermeture de la vanne est détecté par l'appareil de commande du moteur afin de calculer à quel instant la vanne doit être réactivée pour l'injection suivante. Le début de l'activation de la vanne est corrigé si le début réel du refoulement diverge de la valeur consignée et déposée dans l'appareil de commande du moteur.

La plage à l'intérieur de laquelle l'appareil de commande du moteur attend le BIP est palpée et analysée de manière à pouvoir constater d'éventuels dysfonctionnements de la vanne. Cette plage détermine la limite de la régulation du début du refoulement de carburant. Le BIP apparaît à l'intérieur des limites de régulation en cas de fonction défectueuse.

Le BIP apparaît à l'extérieur de la limite de régulation s'il y a un dysfonctionnement. Le début du refoulement de carburant est alors commandé d'après des valeurs fixes provenant de la cartographie ; une régulation n'est pas possible.

Exemple de dysfonctionnement

La résistance du pointeau de l'électrovanne est moins importante lors de la fermeture s'il y a de l'air dans l'unité pompe-injecteur.

La vanne se ferme plus rapidement et le BIP apparaît plus tôt que prévu.

Le dérangement suivant apparaît alors dans l'autodiagnostic:



Limite de régulation pas atteinte

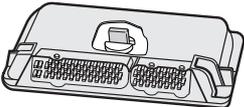
Gestion du moteur



Remarque:

Des composants semblables à ceux des moteurs 1,9 l TDI 81 kW et 50 kW ou aux moteurs à essence également ont été repris pour la régulation du moteur 1,9 l avec système d'injection à pompe-injecteur.

Ayez l'obligeance de vous informer à ce sujet en consultant les programmes autodidactiques existant déjà.

Composant fonctionnel		Description de la fonction
 <p>SP36_38</p>	<p>Débitmètre massique d'air G70 Il détermine la masse d'air aspiré dans la tubulure d'admission.</p>	<p>SSP 16 SSP 23</p>
 <p>SP36_39</p>	<p>Transmetteur de température du liquide de refroidissement G62 Information envoyée à l'appareil de commande du moteur pour la température momentanée du liquide de refroidissement.</p>	<p>SSP 16</p>
 <p>SP27_27</p>	<p>Transmetteur de position de pédale d'accélérateur G79, F8, F60 Information (électrique) au sujet de la position momentanée de la pédale d'accélérateur transmise à l'appareil de commande du moteur.</p>	<p>SSP 16 SSP 27</p>
 <p>SP36_40</p>	<p>Transmetteur de pression G71 et de température G72 dans la tubulure d'admission Les signaux permettent de limiter la pression de suralimentation.</p>	<p>SSP 16</p>
 <p>SP16_04</p>	<p>Transmetteur altimétrique F96 Le signal permet à l'appareil de commande du moteur de procéder à une correction altimétrique de la régulation de la pression de suralimentation.</p>	<p>SSP 16</p>

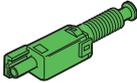
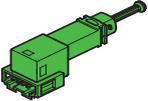
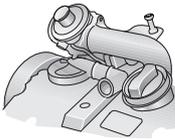
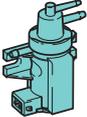
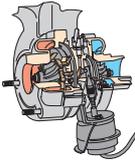
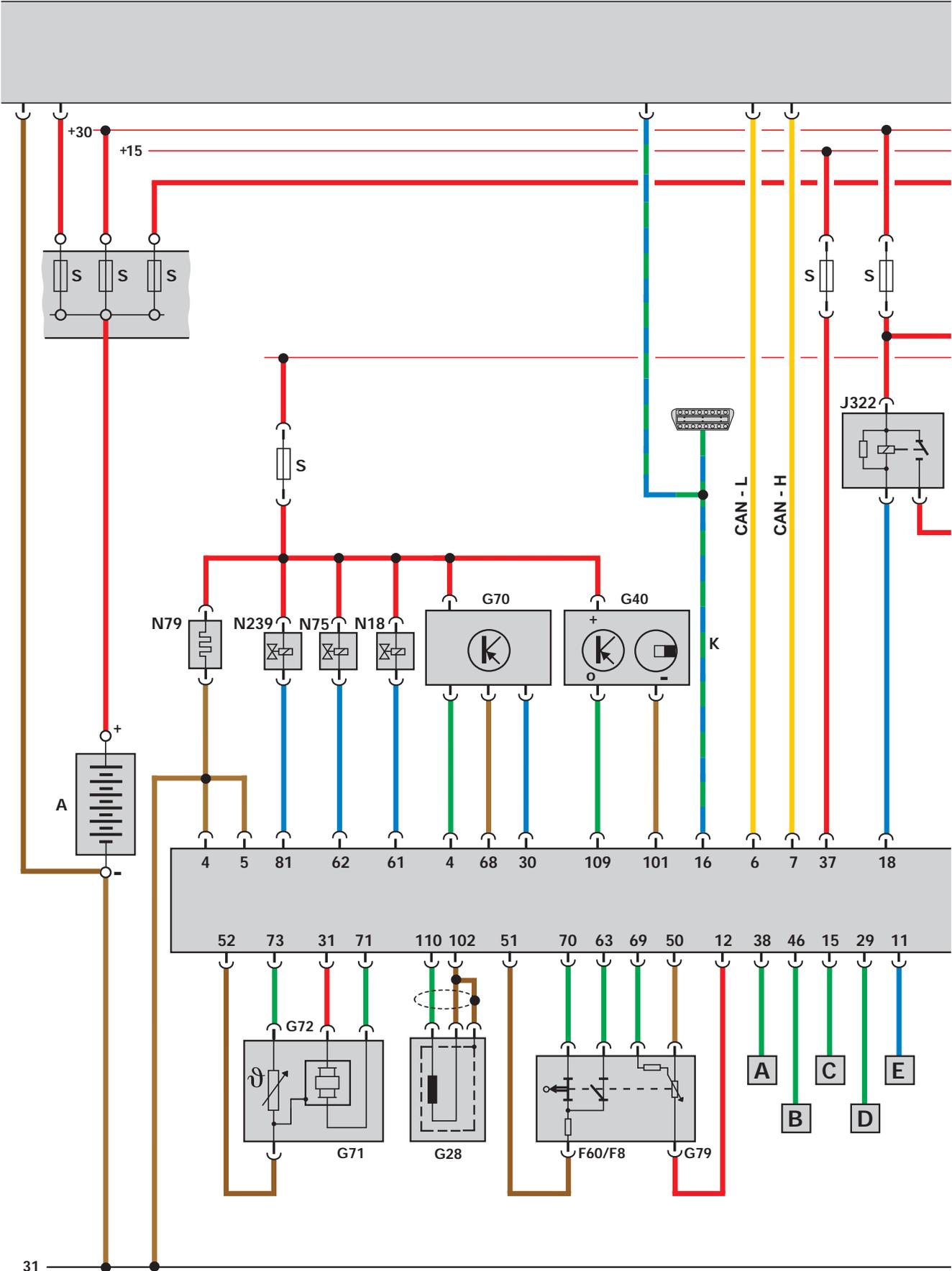
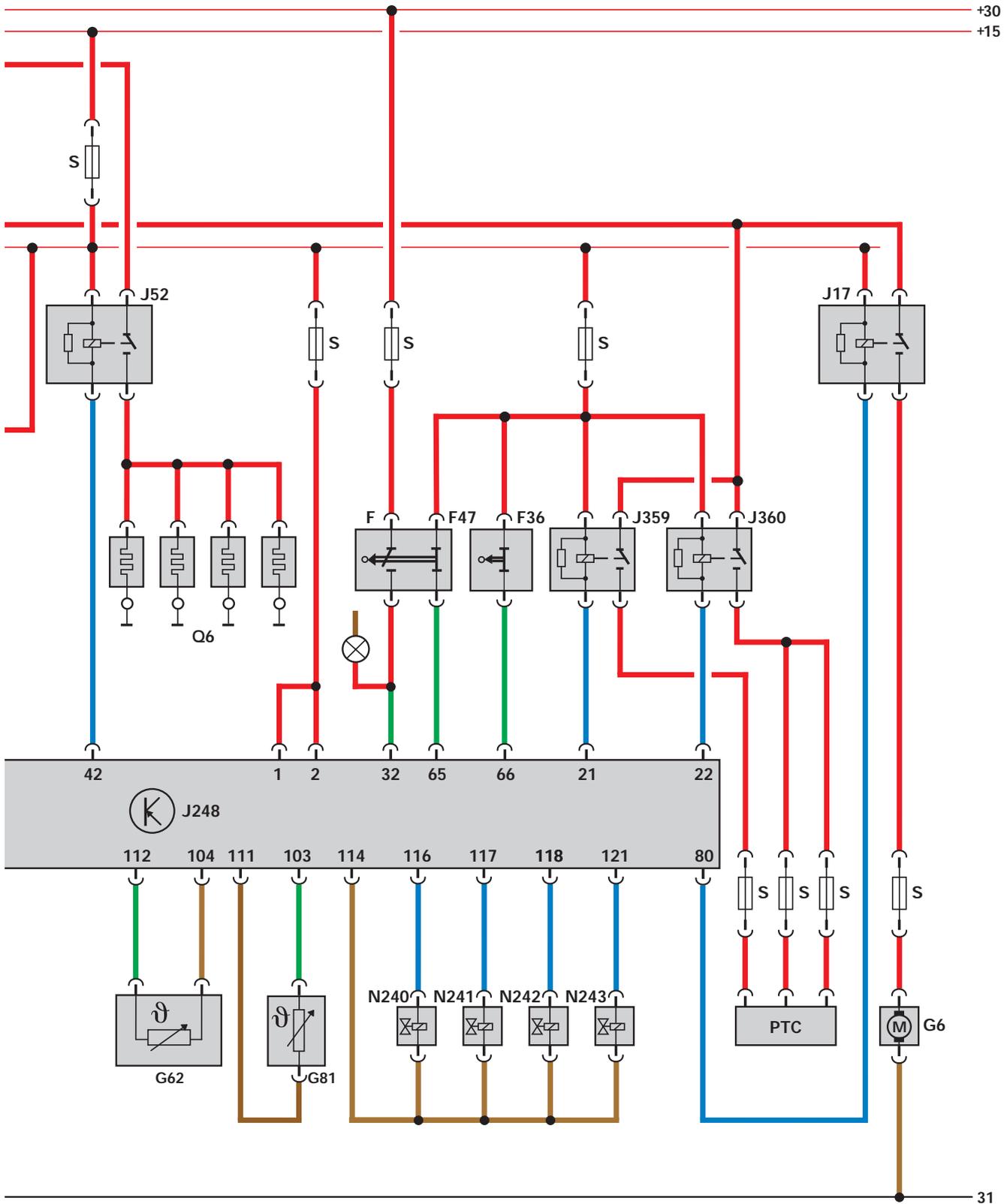
Composant fonctionnel		Description de la fonction
 <p>SP36_41</p>	<p>Contacteur de pédale d'embrayage F36 Influence la régulation de la quantité devant être injectée lors d'un changement de rapport (silence de fonctionnement).</p>	SSP 16
 <p>SP36_42</p>	<p>Contacteur de pédale de frein F et F47 Actionne les feux stop et signale "Frein actionné" à l'appareil de commande.</p>	SSP 16
 <p>SP36_58</p>	<p>Recyclage des gaz d'échappement Une certaine proportion des gaz d'échappement est mélangée à l'air aspiré. D'où réduction du pourcentage de polluants dans les gaz d'échappement.</p>	SSP 16
 <p>SP36_45</p>	<p>Soupape de recyclage des gaz d'échappement N18 Pilote la quantité des gaz d'échappement envoyés dans l'air frais.</p>	SSP 16 SSP 22
 <p>SP36_59</p>	<p>Turbocompresseur avec ailettes directrices réglables. De l'air préalablement comprimé est envoyé dans les cylindres.</p>	SSP 16 SSP 22
 <p>SP27_44</p>	<p>Electrovanne de limitation de pression de suralimentation N75 Limite la pression de suralimentation conformément à la cartographie.</p>	SSP 16 SSP 22
 <p>SP36_43</p>	<p>Clapet de commutation de volet de tubulure d'admission N239 Evite en fermant la tubulure d'admission que des secousses se produisent lors de la coupure du moteur.</p>	SSP 22

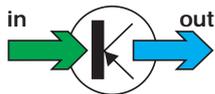
Schéma fonctionnel



(K) J519



(F)



SP36_56

Schéma fonctionnel

Légende du schéma fonctionnel

Composants

A	Batterie
F	Contacteur de feux stop
F8	Contacteur de kick-down
F36	Contacteur de pédale d'embrayage
F47	Contacteur de pédale de frein pour régulateur de vitesse GRA/système d'injection directe de gazole
F60	Contacteur de ralenti
G6	Pompe de carburant (Pompe pré-alim.)*
G28	Transmetteur de régime moteur
G40	Capteur de position d'arbre à cames
G62	Transmetteur de température de liquide de refroidissement
G70	Débitmètre massique d'air
G71	Transmetteur pour pression dans tubulure d'admission
G72	Transmetteur de temp. dans tubulure d'admission
G79	Transmetteur pour position de pédale d'accélérateur
G81	Transmetteur pour temp. du carburant
J17	Relais de pompe de carburant
J52	Relais pour bougies de préchauffage
J248	Appareil de commande pour système d'injection directe de gazole
J322	Relais pour système d'injection directe de gazole
J359	Relais pour faible puissance calorifique
J360	Relais pour forte puissance calorifique
J519	App. de commande pour réseau de bord
N18	Vanne de recyclage gaz d'échappement
N75	Electrovanne pour limitation de la pression de suralimentation
N79	Résistance chauffante (aération du carter-moteur)
N239	Clapet de commutation de volet de tubulure d'admission
N240	Vanne pour pompe-injecteur, cylindre 1
N241	Vanne pour pompe-injecteur, cylindre 2
N242	Vanne pour pompe-injecteur, cylindre 3
N243	Vanne pour pompe-injecteur, cylindre 4
Q6	Bougies de préchauffage (moteur)
S	Fusibles

Signaux complémentaires

	Alternateur DFM
	Contacteur GRA Marche/arrêt
	Chauffage PTC enclenché
	Signal de vitesse
	Fonctionnement par inertie du ventilateur du refroidisseur

Codage des couleurs

	= Signal d'entrée
	= Signal de sortie
	= Batterie +
	= Masse
	= Bus de données CAN
	= Prise de diagnostic



*** Remarque:**
Au début de la série quelques modèles ont été fabriqués sans la pompe de pré-alimentation.

Le schéma fonctionnel illustre un schéma électrique simplifié.
Il représente toutes les liaisons de la gestion de moteur Bosch EPC 15 P.

Autodiagnostic

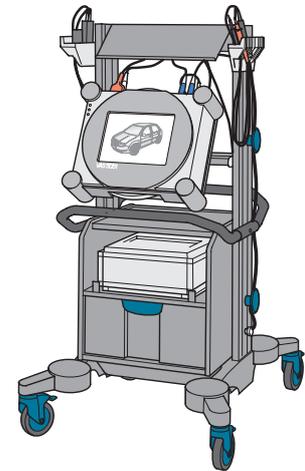
L'appareil de commande du système d'injection directe de gazole est équipé d'une mémoire de dérangements.

Adresse 01 – Electronique du moteur

Les fonctions suivantes peuvent être extraites avec les systèmes de diagnostic, de mesure et d'information VAS 5051 ou le lecteur V.A.G 1552:

- 01 - Interroger la version de l'appareil de commande
- 02 - Interroger la mémoire de dérangements
- 03 - Diagnostic des actuateurs
- 04 - Réglage de base
- 05 - Effacer la mémoire de dérangements
- 06 - Terminer l'émission
- 07 - Coder l'appareil de commande
- 08 - Lire le bloc des valeurs de mesure

Les dérangements éventuels de la totalité des composants identifiés par des couleurs apparaissent dans la fonction 02 – Interroger la mémoire de dérangements.

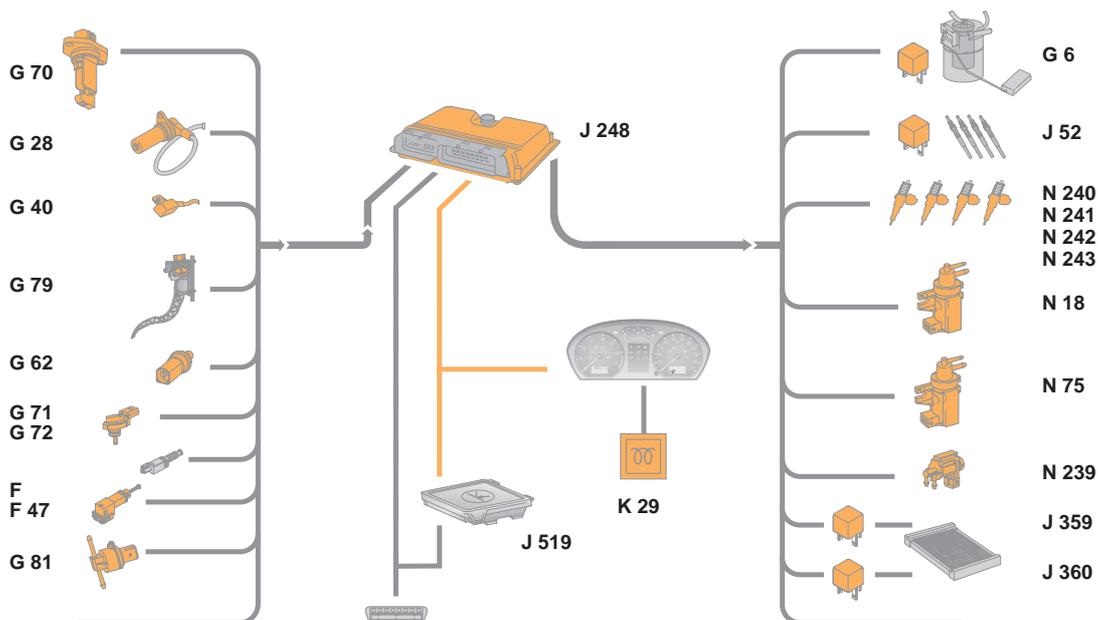


SP33_73



Remarque:
le moteur doit alors tourner au ralenti.

Légende des composants voir Schéma de fonctionnement.



SP36_57

Mécanique du moteur

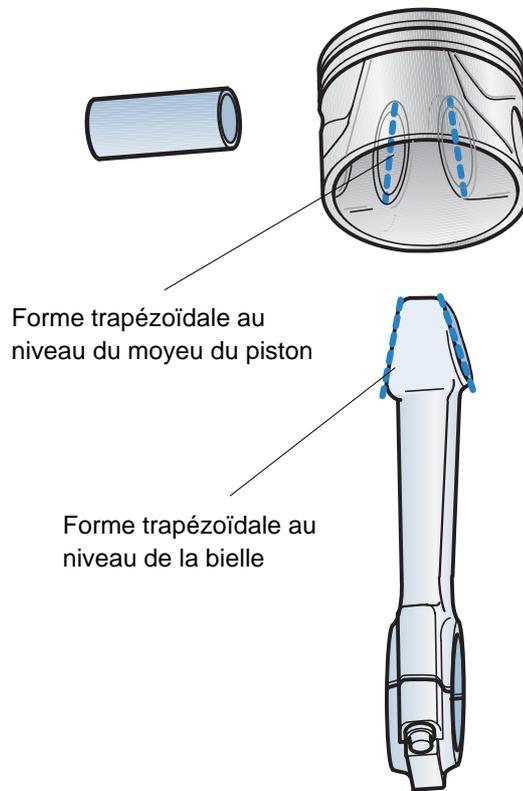
Les pressions de combustion induites par le système d'injection à pompe-injecteur sont plus élevées que dans un moteur diesel classique.

La géométrie du piston et de la bielle a donc été modifiée en conséquence:

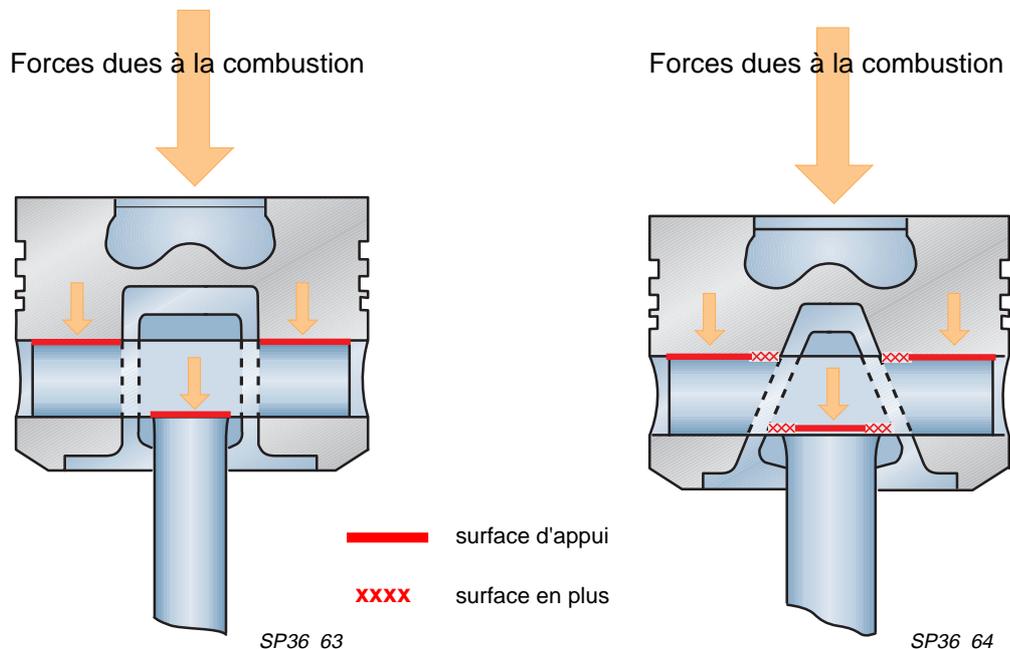
Piston trapézoïdal et bielle trapézoïdale

Le moyeu du piston et l'œil de la tête de bielle sont trapézoïdaux. Cette forme trapézoïdale - augmente la surface d'appui de l'œil de la tête de bielle et du moyeu du piston au niveau de l'axe de celui-ci comparativement à la liaison usuelle entre le piston et la bielle.

Les forces induites par la combustion étant réparties sur une plus grande surface les efforts subis par l'axe du piston et la bielle diminuent en conséquence.



SP36_65



Répartition des forces si piston et bielle parallèles

Répartition des forces si piston et bielle trapézoïdaux

Refroidissement du piston

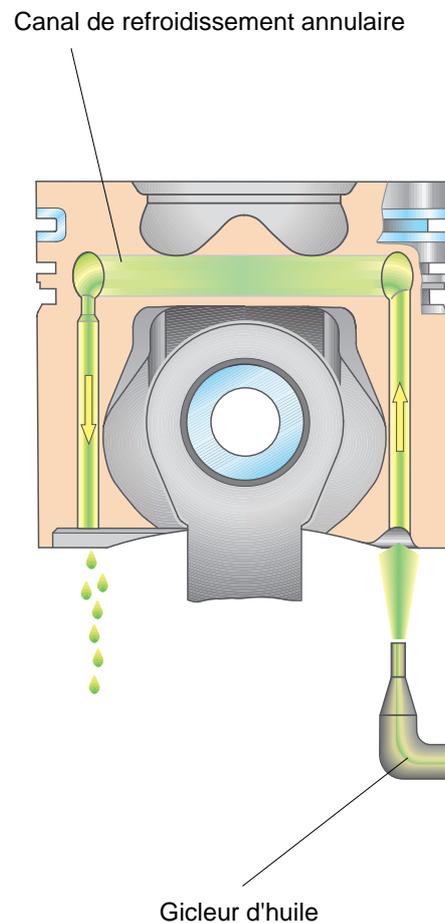
On sait que pour refroidir le piston une petite partie de l'huile de lubrification est dérivée de son circuit et directement injectée à l'intérieur du piston.

Solidaire du carter un gicleur, qui est directement alimenté en huile par la pompe et via un canal à cet effet, est placé sur le cylindre et sous chaque piston afin de réduire la température du piston au niveau du segment et sur le bord de la cuvette, celui-ci est dorénavant doté en plus, à cet endroit, d'un canal annulaire de refroidissement.

L'huile n'est plus pulvérisée sur la paroi intérieure du piston mais le gicleur pénètre au Point Mort Bas, dans l'extension en forme d'entonnoir de l'orifice d'alimentation.

A l'intérieur du piston l'huile est forcée de décrire un petit circuit avant de ressortir goutte à goutte du piston.

L'huile injectée refroidit le piston de l'intérieur via le canal à cet effet.



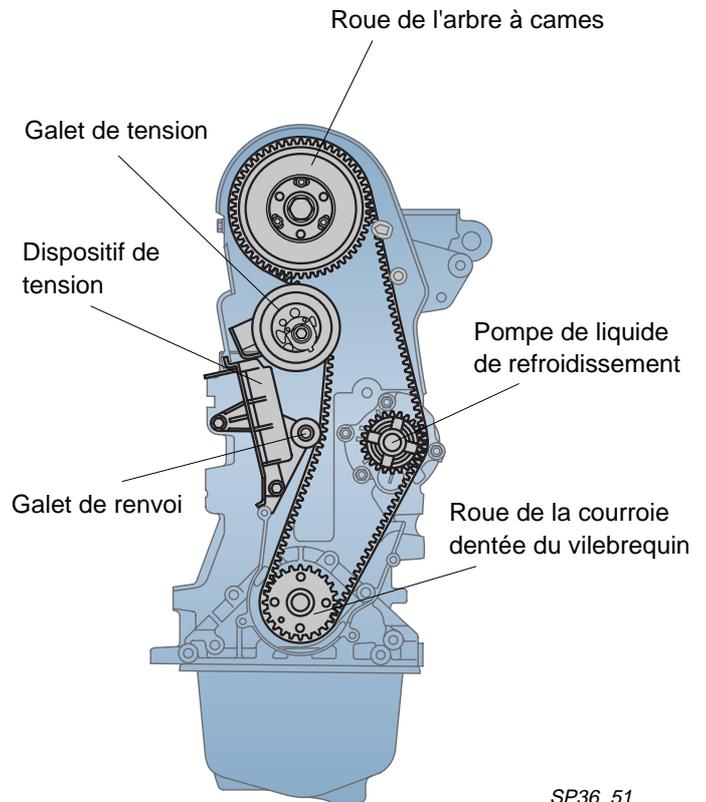
Mécanique du moteur

La courroie dentée de transmission

D'importantes forces de pompage sont nécessaires pour générer une pression d'injection jusqu'à 205 MPa (2050 bars). Celles-ci sollicitent très fortement les composants de l'entraînement par courroie de transmission.

La conception a donc été modifiée afin de réduire les efforts subis par la courroie dentée:

- la roue de l'arbre à cames renferme un amortisseur réduisant les vibrations dans la transmission par courroie dentée.
- la courroie dentée a été élargie de 5 mm de manière à ce qu'elle puisse reprendre des forces plus élevées.
- un tendeur assure une tension uniforme de la courroie dentée malgré les variations continues des contraintes.
- la roue de la courroie dentée du vilebrequin comporte deux paires d'interdents de plus grandes dimensions de façon à réduire l'usure de la courroie.

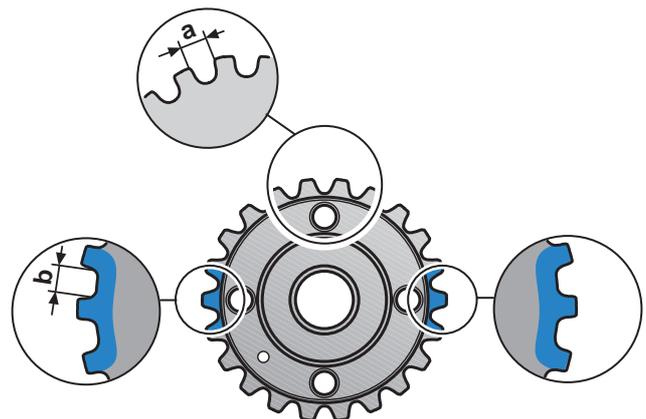


SP36_51

La courroie dentée est très légèrement allongée lors de la constitution des fortes pressions d'injection du fait des contraintes élevées alors induites.

Afin de soulager la courroie dentée dans l'injection la roue de la courroie dentée du vilebrequin comprend dans deux endroits décalés de 180° deux interdents excessifs d'une taille supérieure aux autres espaces.

Les dents de la courroie dentée alors allongée prennent ainsi dans les grands interdents et ne butent pas sur une dent de la roue de la courroie dentée du vilebrequin.



SP36_50

- a - largeur normale 1 espace
- b - plus grande largeur 2 espaces

Déroulement du fonctionnement

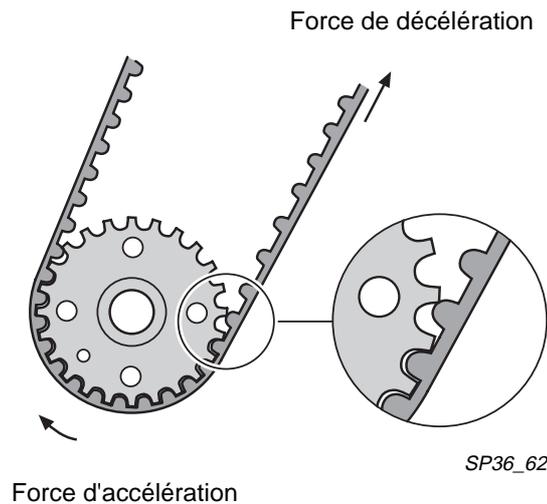
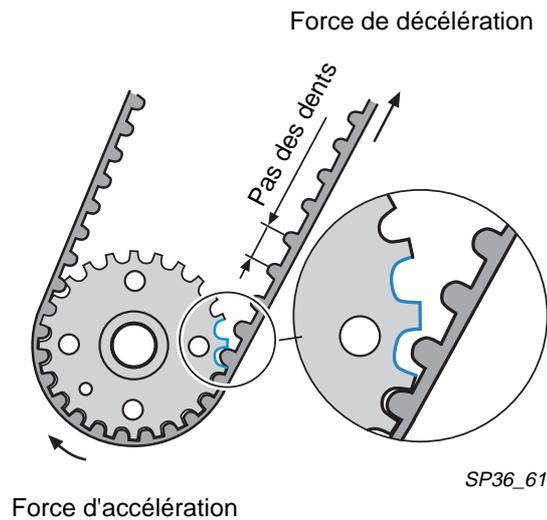
Lors du processus d'injection les importantes forces de pompage sollicitent beaucoup la courroie dentée. La roue de l'arbre à cames est freinée par les forces de pompage alors que le début de la combustion accélère la roue de la courroie dentée du vilebrequin. Cette courroie s'allonge alors et le pas des dents s'accroît temporairement.

Ce processus se répète périodiquement en raison de l'ordre d'allumage avec comme résultat que les mêmes dents de la courroie se retrouvent en prise.

La roue de la courroie dentée du vilebrequin a donc de plus grands interdents aux endroits en question d'où un jeu supérieur également entre la courroie dentée et la roue de la courroie dentée du vilebrequin. Ce qui compense la modification du pas des dents et réduit l'usure de la courroie dentée.

Si les interdents de la roue de la courroie dentée du vilebrequin étaient uniformes les dents de cette courroie buteraient sur les bords des dents de la roue de la courroie du vilebrequin lorsque celles-ci seraient très sollicitées par les importantes forces de la pompe.

Ce qui se traduirait par une plus forte usure et donc une diminution de la longévité de la courroie dentée.



Contrôlez vos connaissances

Quelles réponses sont correctes?
Une seule parfois.
Mais peut-être aussi plus d'une - ou toutes!



SP36_68

1. Un moteur avec Gicleur d'huile à pompe-injecteur
 - A. chaque cylindre possède une unité pompe-injecteur,
 - B. fonctionne avec une pression d'injection élevée d'où une bonne combustion,
 - C. comparativement à un moteur avec une pompe d'injection à distributeur la puissance obtenue est plus élevée et il y a moins de polluants rejetés.

2. Chaque unité pompe-injecteur possède une vanne,
 - A. il s'agit d'une vanne actionnée électromagnétiquement et activée par l'appareil de commande du moteur,
 - B. qui s'ouvre pour l'injection principale,
 - C. qui se ferme pour l'injection principale.

3. Le piston de pompage dans l'unité pompe-injecteur est
 - A. directement actionné par la came de la pompe,
 - B. actionné via les culbuteurs à galets de l'arbre à cames,
 - C. piloté par l'électrovanne.

4. Le refoulement du carburant entre le réservoir et le moteur est effectué par
 - A. le piston de pompage,
 - B. une pompe électrique,
 - C. une pompe électrique de pré-alimentation et une pompe mécanique.

5. L'injection préalable est stoppée par
- A. la vanne de la pompe-injecteur,
 - B. le piston d'évitement,
 - C. l'amortissement du pointeau.
6. Quel est le rôle du refroidissement du carburant?
- A. Eviter que du carburant trop chaud endommage le réservoir, la pompe électrique et le transmetteur de l'indicateur de réserve.
 - B. La température de combustion est abaissée du fait du refroidissement du carburant.
 - C. En raison du refroidissement du carburant celui-ci arrive uniformément dans les cylindres en passant par le tube distributeur.
7. La capteur de position d'arbre à cames G40 ...
- A. ... détermine le régime moteur,
 - B. ... permet de détecter les différents cylindres,
 - C. ... sert exclusivement à la détection du 1^{er} cylindre.
8. En cas de défaillance du signal
- A. du transmetteur de régime moteur G28
 - B. des capteurs de position d'arbre à cames G40
 - C. du transmetteur de température de carburant G81
- le moteur s'arrête et ne peut pas redémarrer.

Solutions
1. A, B, C; 2. A, C; 3. B; 4. C; 5. B; 6. A; 7. B; 8. A