

Service Training

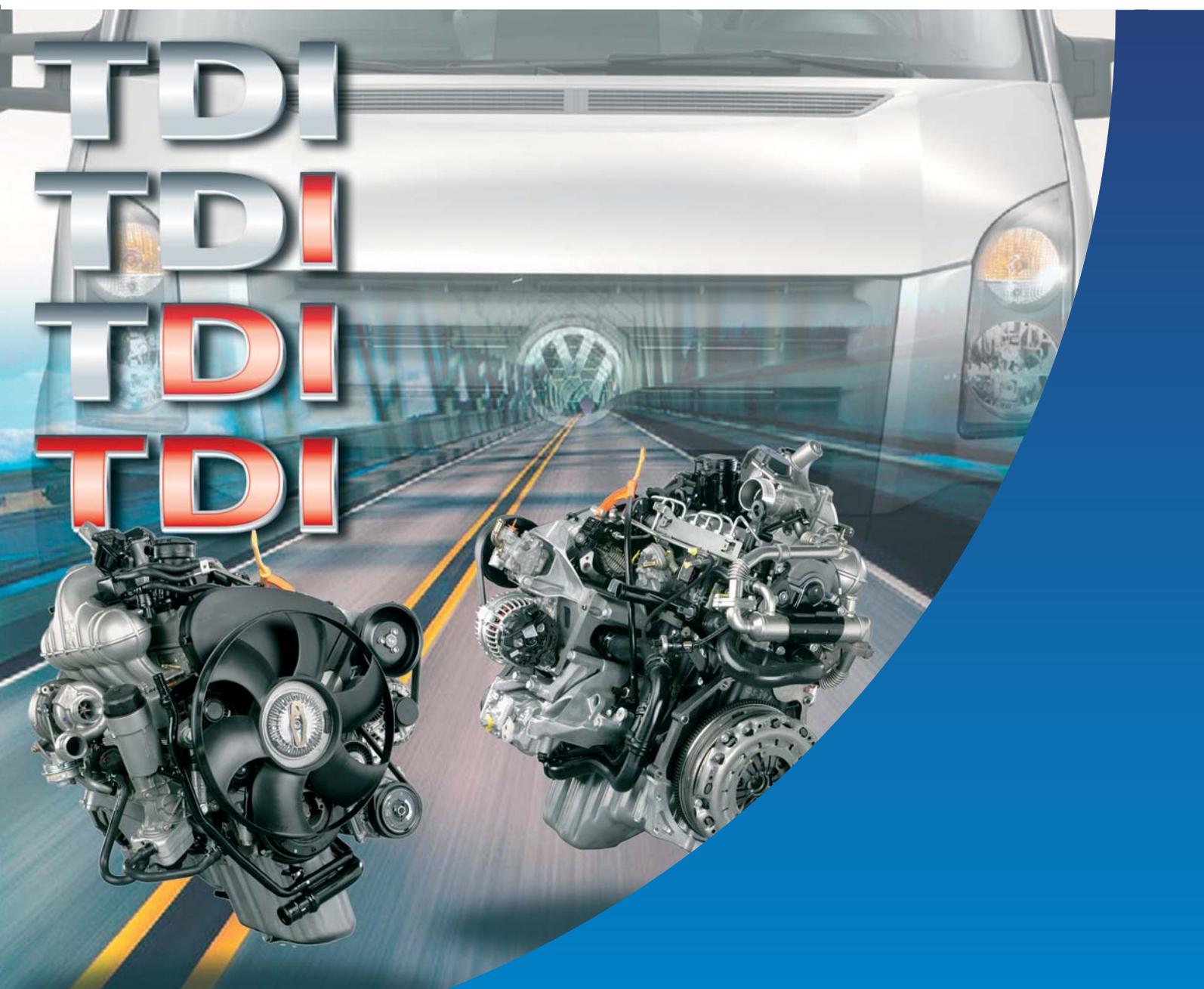


Utilitaires

Programme autodidactique 371

Les moteurs TDI de 2,5l dans le Crafter

Conception et fonctionnement



Une nouvelle génération de moteurs diesel à 5 cylindres avec système d'injection à rampe commune a été mise au point pour le Crafter produit par Volkswagen. Cette nouvelle génération de moteurs est dérivée du moteur TDI de 2,5l à 5 cylindres et pompe d'injection distributrice, qui a fait ses preuves à des millions d'exemplaires sur le LT2 et le Transporter T4.

Les objectifs majeurs du développement portaient bien entendu sur la conformité aux normes antipollution et l'amélioration de l'acoustique moteur mais surtout sur la diminution des frais de fonctionnement et d'entretien.

Le présent programme autodidactique vous permettra de vous informer sur la conception et le fonctionnement de cette nouvelle génération de moteurs.



S371_001

NOUVEAU



**Attention
Nota**



**Le programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement des innovations technologiques !
Son contenu n'est pas mis à jour.**

Veuillez vous référer à la documentation technique SAV pour toutes les instructions récentes de contrôle, de réglage et de réparation.



Introduction	4
Mécanique moteur	10
Synoptique du système	34
Gestion moteur	36
Schéma fonctionnel	58
Service	62
Contrôle des connaissances	63



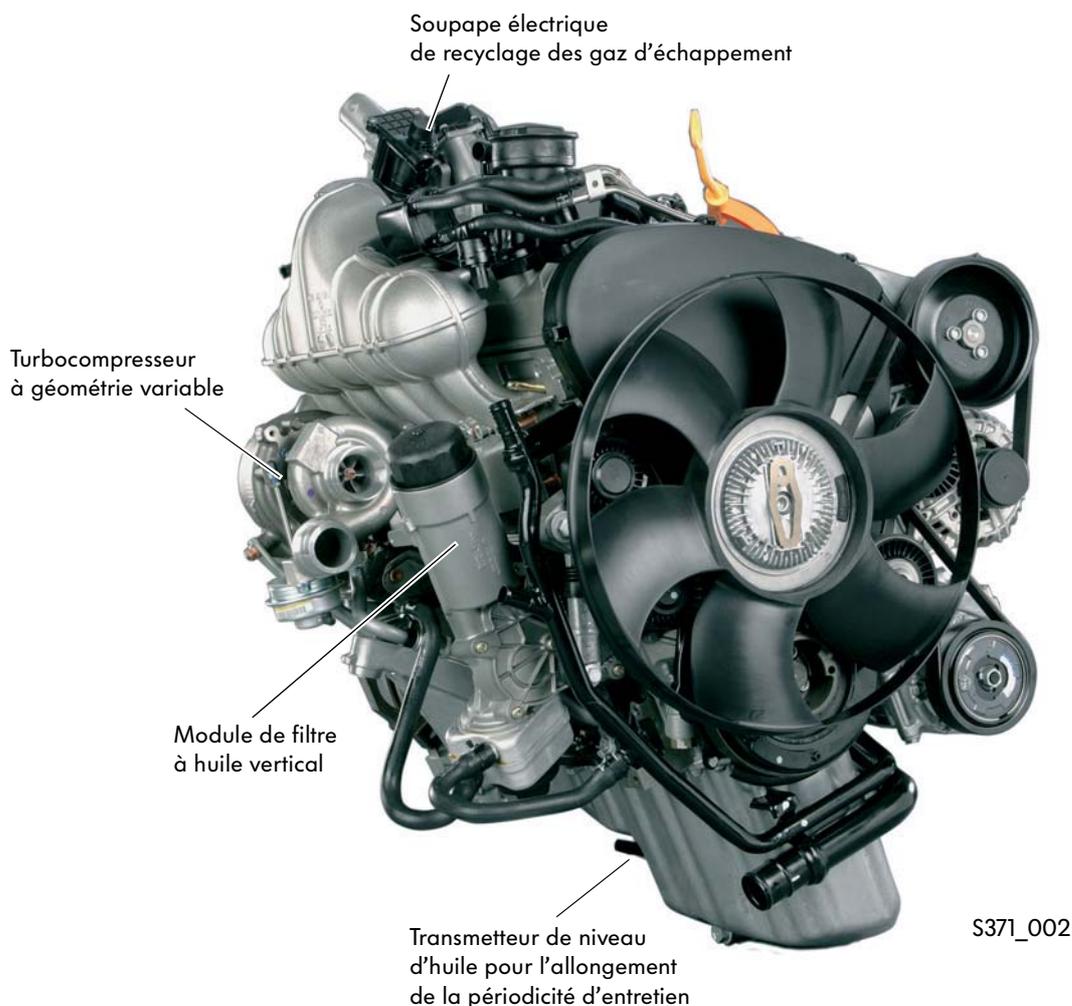
Introduction



Le Crafter est équipé du moteur TDI de 2,5l disponible en quatre gammes de puissance allant de 65kW à 120kW. Ces différentes versions se déclinent à partir d'une motorisation standardisée dérivée, dans ses cotes géométriques fondamentales du moteur TDI de 5 cylindres à pompe d'injection distributrice, qui a fait ses preuves sur le LT2 et le Transporter T4. En fonction de la puissance définie, les motorisations ont été adaptées tant sur le plan mécanique qu'en termes de gestion moteur.

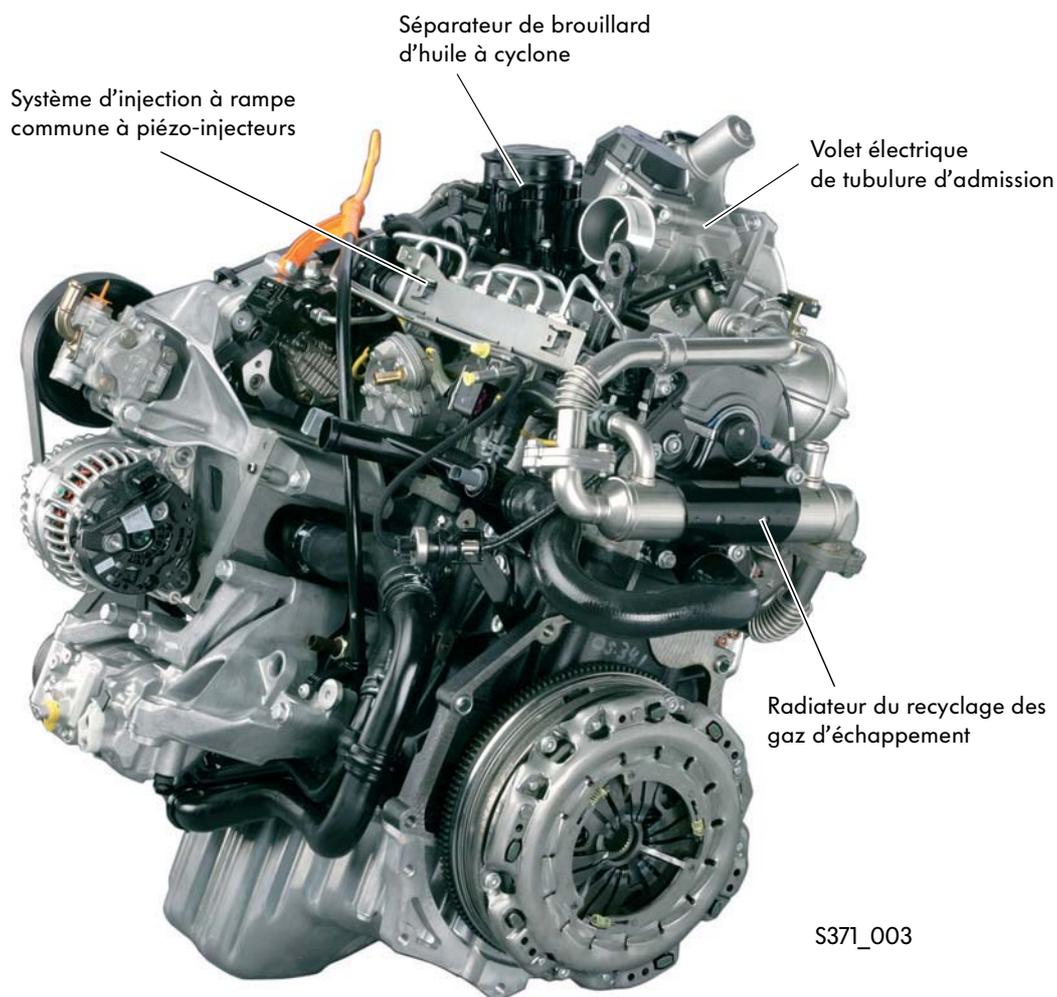
Afin de répondre aux exigences accrues en matière de puissance, d'acoustique, d'émissions de polluants, de consommation et d'allongement de la périodicité d'entretien, une multitude de composants moteur a été retravaillée. L'adaptation du moteur à la technique d'injection par rampe commune constitue le changement le plus marquant.

Toutes les versions de ce moteur ont été équipées d'un filtre à particules à revêtement catalytique, ce qui leur permet d'être conformes à la norme antipollution EURO 4/EU4. Les moteurs satisfaisant à la norme EURO 3/EU3 ne sont pas dotés du filtre à particules.



Caractéristiques techniques

- Système d'injection à rampe commune à piézo-injecteurs
- Filtre à particules à revêtement catalytique
- Volet électrique de tubulure d'admission
- Vanne électrique de recyclage des gaz d'échappement
- Radiateur du recyclage des gaz d'échappement
- Turbocompresseur à géométrie variable
- Module de filtre à huile vertical
- Mise à l'air du carter moteur avec séparateur de brouillard d'huile à cyclone
- Transmetteur de niveau d'huile pour l'allongement de la périodicité d'entretien



Introduction

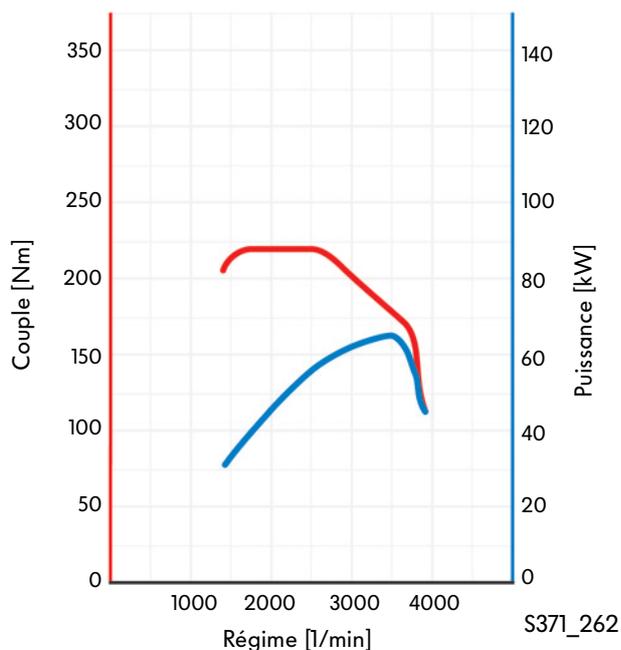


Caractéristiques techniques

Le moteur TDI de 2,5l/65kW

Lettres-repère du mot.	BJJ
Type	Moteur en ligne 5 cylindres
Cylindrée	2461cm ³
Alésage	81,0mm
Course	95,5mm
Soupapes par cylindre	2
Rapport de compression	16,8 : 1
Puissance maxi	65 kW à 3500 1/min
Couple maxi	220 Nm à 2000 1/min
Gestion moteur	Bosch EDC 16 C
Carburant	Gazole 51CN minimum
Epuration des gaz d'échappement	Recyclage des gaz d'échappement avec refroidissement; filtre à particules à revêtement catalytique
Norme antipollution	EU4/EURO 4

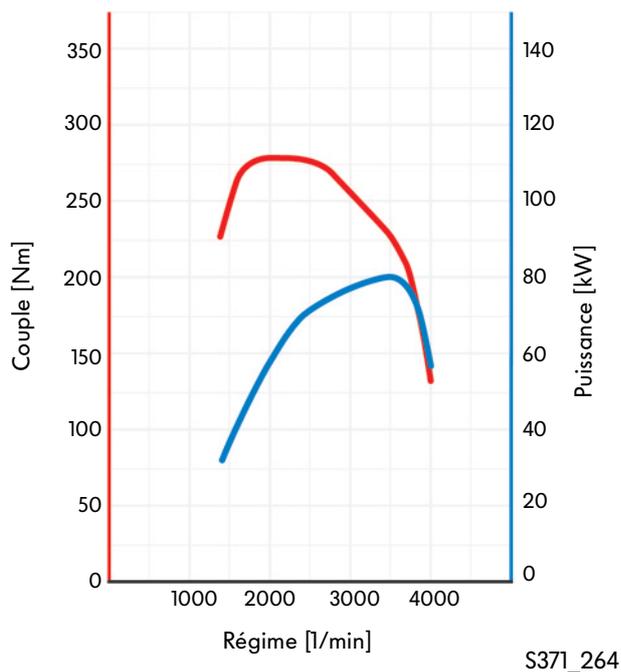
Courbe de puissance et de couple



Le moteur TDI de 2,5l/80kW

Lettres-repère du mot.	BJK
Type	Moteur en ligne 5 cylindres
Cylindrée	2461cm ³
Alésage	81,0mm
Course	95,5mm
Soupapes par cylindre	2
Rapport de compression	16,8 : 1
Puissance maxi	80 kW à 3500 1/min
Couple maxi	280 Nm à 2000 1/min
Gestion moteur	Bosch EDC 16 C
Carburant	Gazole 51CN minimum
Epuration des gaz d'échappement	Recyclage des gaz d'échappement avec refroidissement; filtre à particules à revêtement catalytique
Norme antipollution	EU4/EURO 4 EURO 3/EU3 (sans filtre à particules et refroidissement des gaz d'échappement)

Courbe de puissance et de couple

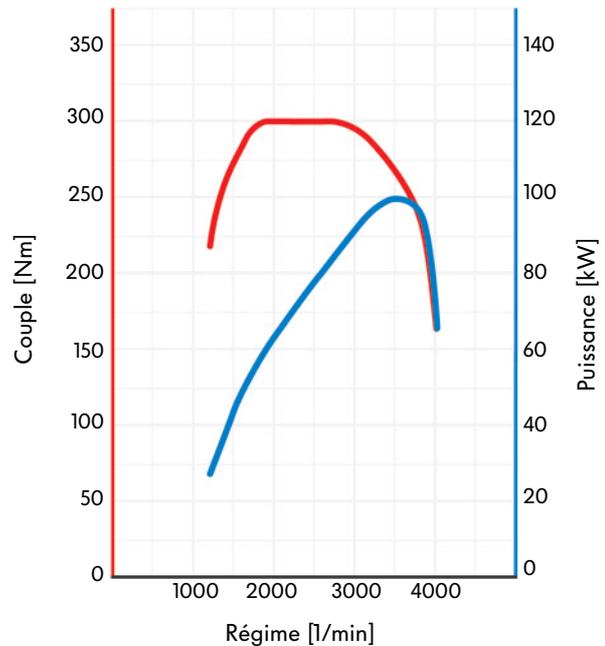




Le moteur TDI de 2,5l/100kW

Lettres-repère du mot.	BJL
Type	Moteur en ligne 5 cylindres
Cylindrée	2461cm ³
Alésage	81,0mm
Course	95,5mm
Soupapes par cylindre	2
Rapport de compression	16,8 : 1
Puissance maxi	100 kW à 3500 1/min
Couple maxi	300 Nm à 2000 1/min
Gestion moteur	Bosch EDC 16 C
Carburant	Gazole 51CN minimum
Épuration des gaz d'échappement	Recyclage des gaz d'échappement avec refroidissement; filtre à particules à revêtement catalytique
Norme antipollution	EU4/EURO 4

Courbe de puissance et de couple

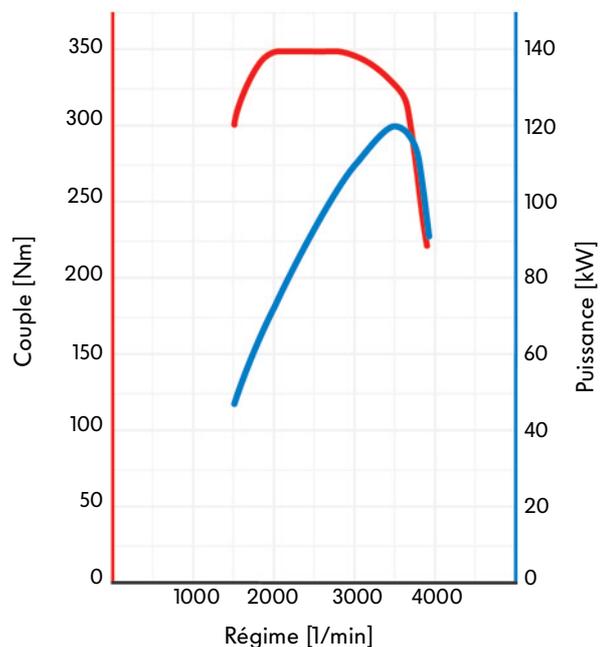


S371_266

Le moteur TDI de 2,5l/120kW

Lettres-repère du mot.	BJM
Type	Moteur en ligne 5 cylindres
Cylindrée	2461cm ³
Alésage	81,0mm
Course	95,5mm
Soupapes par cylindre	2
Rapport de compression	16,8 : 1
Puissance maxi	120 kW à 3500 1/min
Couple maxi	350 Nm à 2000 1/min
Gestion moteur	Bosch EDC 16 C
Carburant	Gazole 51CN minimum
Épuration des gaz d'échappement	Recyclage des gaz d'échappement avec refroidissement; filtre à particules à revêtement catalytique
Norme antipollution	EU4/EURO 4 EURO 3 (sans filtre à particules)

Courbe de puissance et de couple



S371_260

Introduction

Les normes antipollution

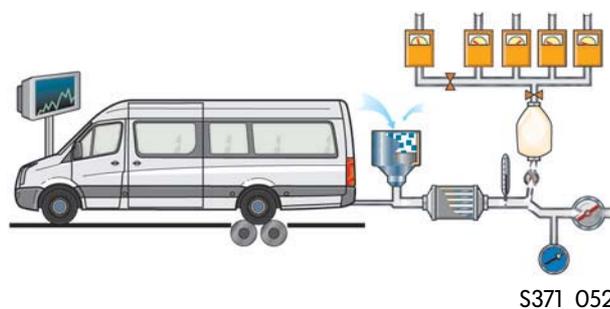
Les moteurs diesel du Crafter sont conformes aux normes antipollution européennes EU4 et EURO 4. Pour surveiller les composants ayant une incidence sur les gaz d'échappement, tous les véhicules sont dotés d'un diagnostic embarqué européen (EOBD = Euro-On-Board-Diagnose). Le système EOBD est prescrit pour l'homologation par type même pour les véhicules utilitaires depuis le 1er janvier 2006 dans les Etats-membres de l'Union européenne. Dans certains pays, le moteur TDI de 2,5l est aussi proposé en version EU3/EURO 3. Ces moteurs ne sont alors pas équipés de filtre à particules.

Crafter avec immatriculation comme voiture particulière (norme antipollution EU4)

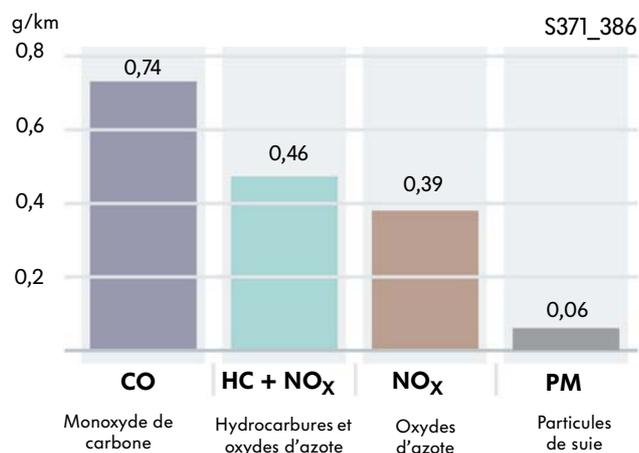
La norme antipollution EU4 s'applique pour tous les véhicules immatriculés comme voiture particulière (VP), pour le Crafter il s'agit d'une version à 9 places assises pour le transport des personnes.

Les émissions de gaz d'échappement des véhicules sont calculées pour l'homologation par type au cours d'un cycle de conduite bien défini, et en appliquant une méthode de mesure imposée sur un banc d'essai à roueaux. Les polluants sont calculés en gramme par kilomètre (g/km).

Les valeurs limites des gaz d'échappement indiquées dans le diagramme se rapportent à des véhicules ayant un poids total autorisé > 2,5 t et un poids à vide réel > 1,76 t.

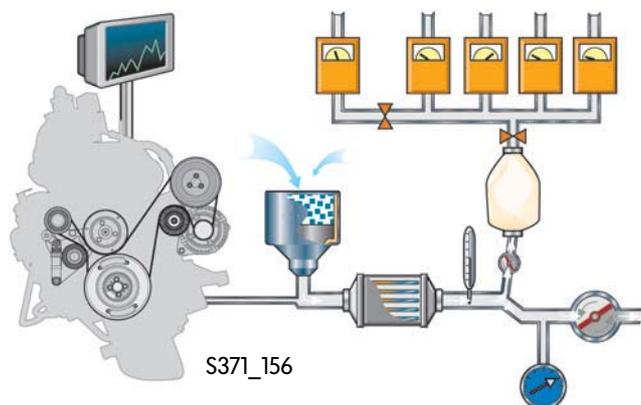


Seuils fixés pour les gaz d'échappement des moteurs diesel



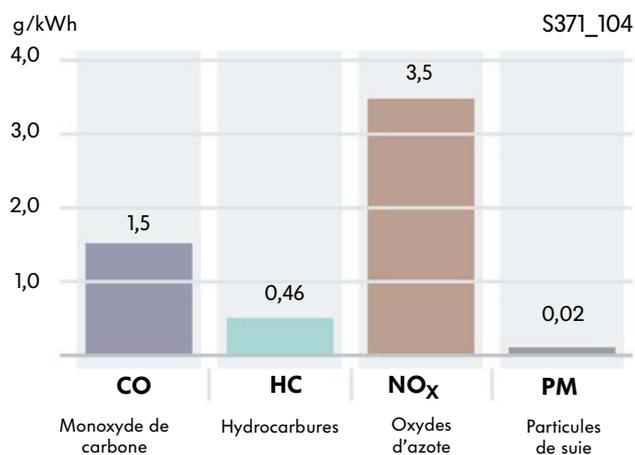
Pour de plus amples informations sur le diagnostic embarqué européen pour les véhicules diesel, veuillez vous référer au programme autodidactique 315 « Diagnostic embarqué européen pour les moteurs diesel ».

Crafter avec immatriculation comme véhicule utilitaire (norme antipollution EURO 4)

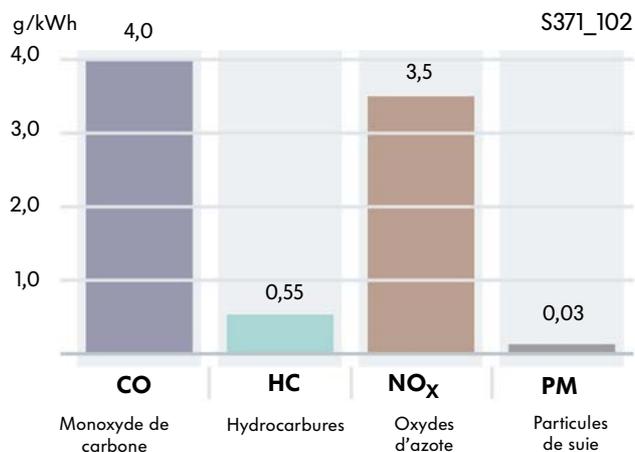


La norme antipollution EURO 4 s'applique à tous les véhicules immatriculés comme véhicules utilitaires (VU). Afin de limiter pour ces véhicules les dépenses engendrées par à une homologation par type à l'utilisation d'un banc d'essai (par ex. pour les constructeurs de carrosserie), les polluants seront analysés sur un banc d'essai de puissance moteur. Ce contrôle se subdivise en trois méthodes d'essai. Les polluants sont calculés en gramme par kilowattheure (g/kWh).

Valeurs seuils pour le contrôle ESC



Valeurs seuils pour le contrôle ETC



Contrôle ESC

L'abréviation ESC signifie European Steady Cycle. Cette méthode permet de calculer les polluants à l'état gazeux et les émissions de particules dans 13 états de fonctionnement différents du moteur.

Contrôle ELR

L'abréviation ELR signifie European Load Response. Cette méthode de contrôle permet de calculer l'indice de noircissement comme mesure des particules de suie en suspension au cours d'un cycle de contrôle et contenues dans le flux des gaz d'échappement d'un moteur diesel. La valeur seuil admise pour l'indice de noircissement s'élève à 0,5 l/m.

Contrôle ETC

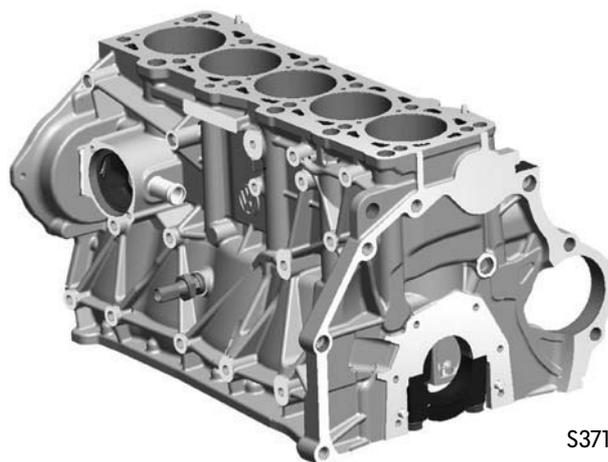
L'abréviation ETC signifie European Transient Cycle. Ce contrôle est prescrit pour les moteurs équipés de systèmes d'épuration des gaz d'échappement, c.-à-d. d'un filtre à particules par exemple. Au cours de ce test, les émissions de gaz d'échappement sont calculées pendant un cycle de contrôle pour lequel la charge et le régime sont bien définis pour chaque seconde. Ce cycle de contrôle dure 1800 secondes.



Mécanique moteur

Le bloc moteur

Le bloc moteur du moteur TDI de 2,5l est en fonte grise à graphite lamellaire. Il est dérivé en ce qui concerne ses cotes géométriques de base du moteur TDI de 2,5l à pompe d'injection distributrice. La liaison avec la boîte de vitesses a été adaptée aux nouvelles boîtes mécaniques montées sur le Crafter.



S371_128

L'équipage mobile

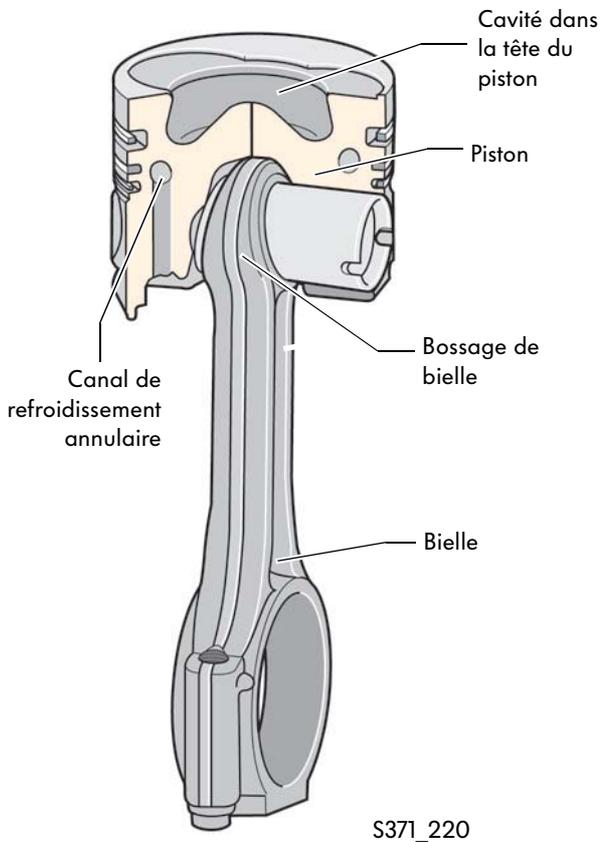
Vilebrequin

En raison des fortes pressions de combustion et des températures engendrées, les pièces de l'équipage mobile ont été modifiées dans de nombreux domaines par rapport au moteur de génération précédente à pompe d'injection distributrice.

Le vilebrequin à six paliers en acier est matricié. Le diamètre des manetons a été augmenté de 3 mm. Ce qui améliore la charge admise par le vilebrequin en présence des forces de torsion.



S371_004



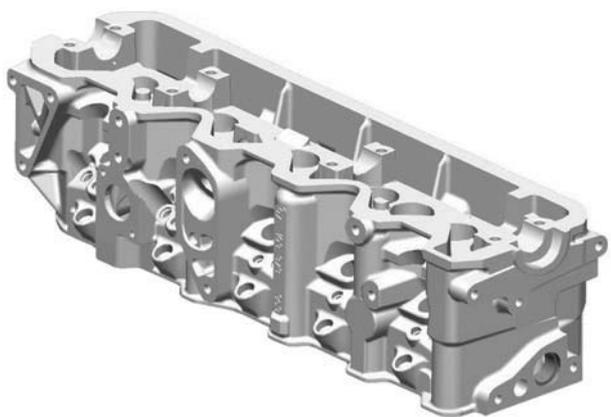
Pistons

Les pistons sont fabriqués en un alliage d'aluminium par moulage en coquille. En raison de la position de montage des injecteurs inclinée de 25°, la cavité du piston est disposée asymétriquement dans la tête du piston.

Les pistons des moteurs de puissance élevée, de 100kW et 120kW, disposent d'un canal de refroidissement annulaire. C'est dans ce canal qu'est injectée de l'huile au moyen de gicleurs d'huile pour améliorer le refroidissement de la tête de piston.

Bielle

Le petit pied de bielle a été réalisé avec une forme trapézoïdale. Cette forme trapézoïdale permet de répartir sur une plus grande surface les pressions de combustion, ce qui permet de moins solliciter la bielle et l'axe de piston.



La culasse

La culasse a été retravaillée dans certains domaines par rapport au moteur précédent équipé d'une pompe d'injection distributrice. La répartition du flux de liquide de refroidissement a été optimisée. Les canaux d'admission ont été retravaillés, ce qui a permis d'améliorer le mouvement tourbillonnaire et le passage de l'air d'admission. La position des alésages pour les bougies-crayons de préchauffage a été adaptée à la géométrie des nouvelles bougies de préchauffage en céramique.

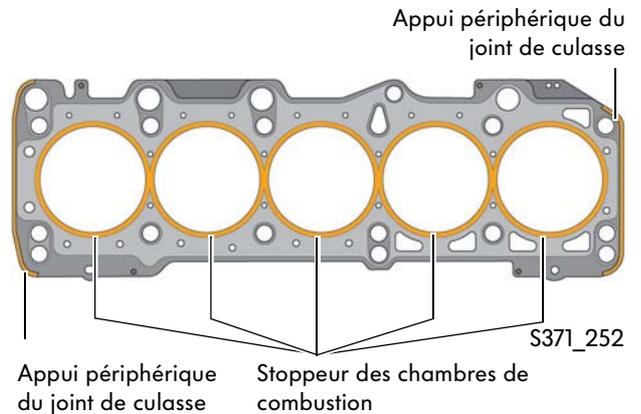


Joint de culasse

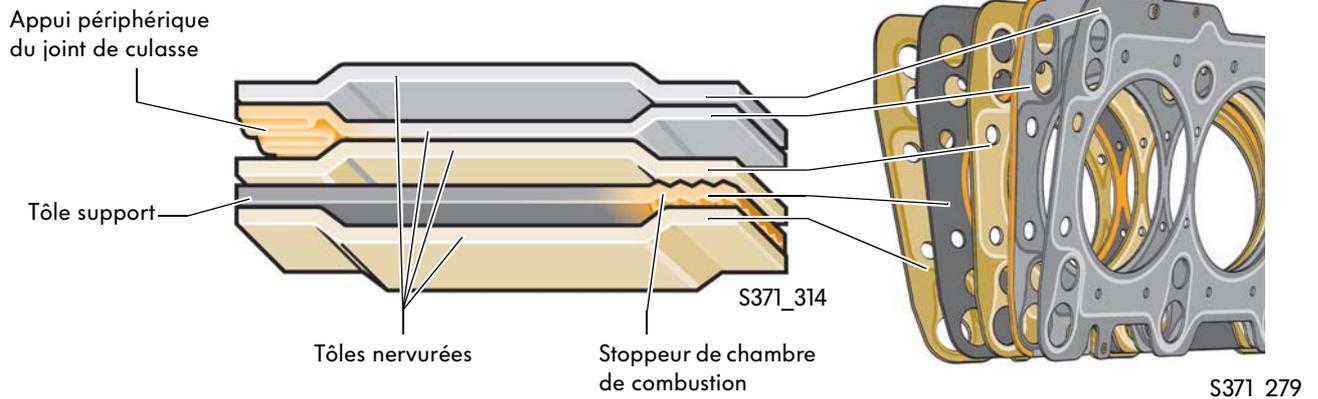
Un joint de culasse de conception nouvelle diminue la déformation de la culasse et des alésages de cylindre. L'étanchéité des chambres de combustion s'en trouve amélioré.

Le joint de culasse est constitué de 5 couches superposées et présente deux caractéristiques particulières :

- des stoppeurs de chambre de combustion à profil de hauteur variable et
- un « appui périphérique du joint de culasse »

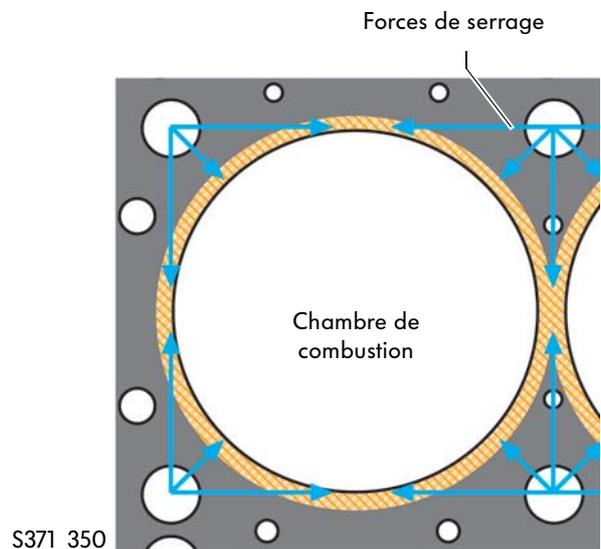


Représentation schématique d'une coupe du joint de culasse

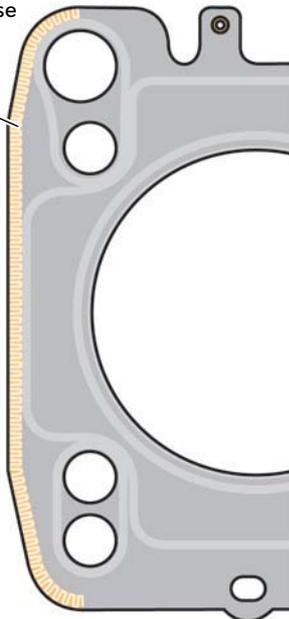


Stoppeur de chambre de combustion à profil de hauteur variable

On entend par stoppeur de chambre de combustion l'arête d'étanchéité au niveau de l'alésage du cylindre. Elle présente un profil de hauteur variable. Cela veut dire que le profil de l'arête sur le pourtour de la chambre de combustion est de hauteur variable. Cette mise en forme toute particulière permet une répartition uniforme des forces de serrage s'exerçant au niveau des chambres de combustion. Ce qui permet de réduire des déformations au niveau des alésages de cylindre ainsi que de réduire les oscillations survenant au niveau de l'interstice d'étanchéité.



Appui périphérique du joint de culasse



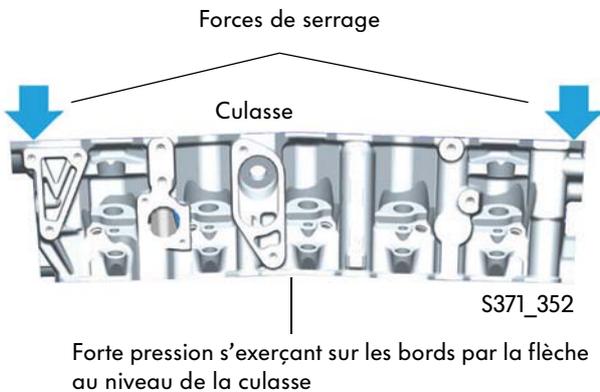
S371_342

« Appui périphérique du joint de culasse »

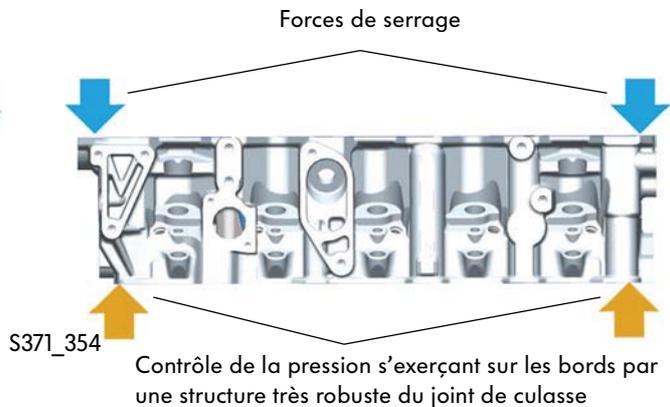
Ce terme désigne le profilé dans la zone des deux cylindres extérieurs du joint de culasse. Cet appui périphérique entraîne dans ces zones une répartition uniforme des forces de serrage. Cela permet de réduire la flèche (flexion) du joint de culasse et la déformation des cylindres extérieurs.



Répartition des forces de serrage sans appui périphérique



Répartition des forces de serrage avec appui périphérique



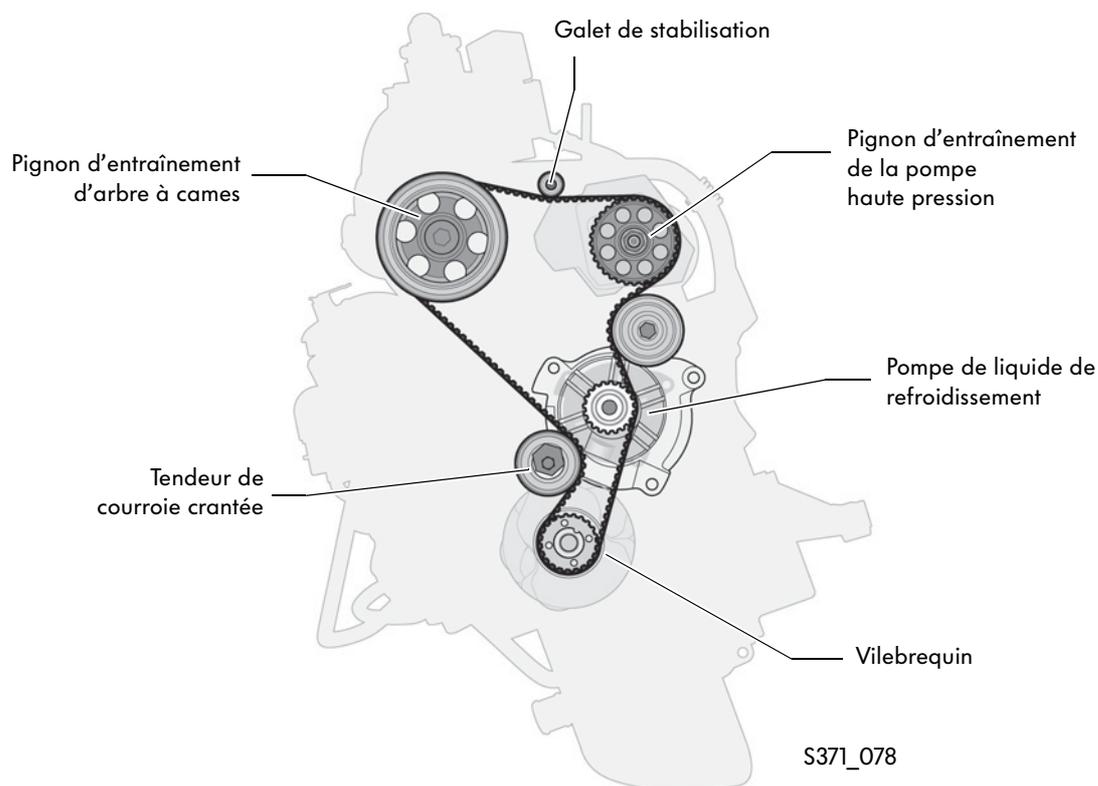
Les boulons de culasse extérieurs produisent des forces de serrage élevées au niveau des cylindres extérieurs étant donné la petite surface d'appui disponible de la culasse. Cela entraîne une pression plus élevée du joint de culasse et induit une certaine flèche de la culasse. Ce mouvement de flèche entraîne à son tour une déformation des alésages de cylindre extérieurs.

L'utilisation de cet appui périphérique du joint de culasse permet de contrecarrer la forte pression s'exerçant aux bords du joint de culasse, si bien que la culasse a moins tendance à fléchir. Cette amélioration a permis également d'optimiser la répartition des forces de serrage sur les stoppeurs extérieurs des chambres de combustion. De plus, l'ensemble des mouvements de la culasse s'en trouvent diminués pendant le fonctionnement du moteur.

Mécanique moteur

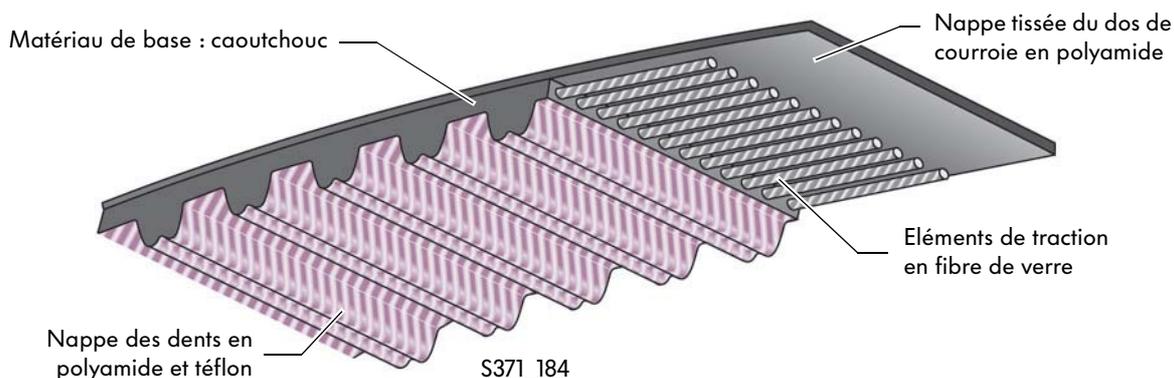
L'entraînement par courroie crantée

L'arbre à cames, la pompe de liquide de refroidissement et la pompe haute pression du système d'injection à rampe commune sont entraînés par la courroie crantée.



Courroie crantée

Par rapport au moteur précédent à pompe d'injection distributrice, la résistance à l'usure de la courroie crantée a été nettement améliorée. Cette courroie crantée d'une largeur de 26 mm est dotée d'une nappe tissée du dos de courroie en polyamide, ce qui permet de diminuer l'usure des arêtes de la courroie crantée. Le profilé des dents se compose également de polyamide doté d'une protection anti-usure en polytétrafluoréthylène (téflon).



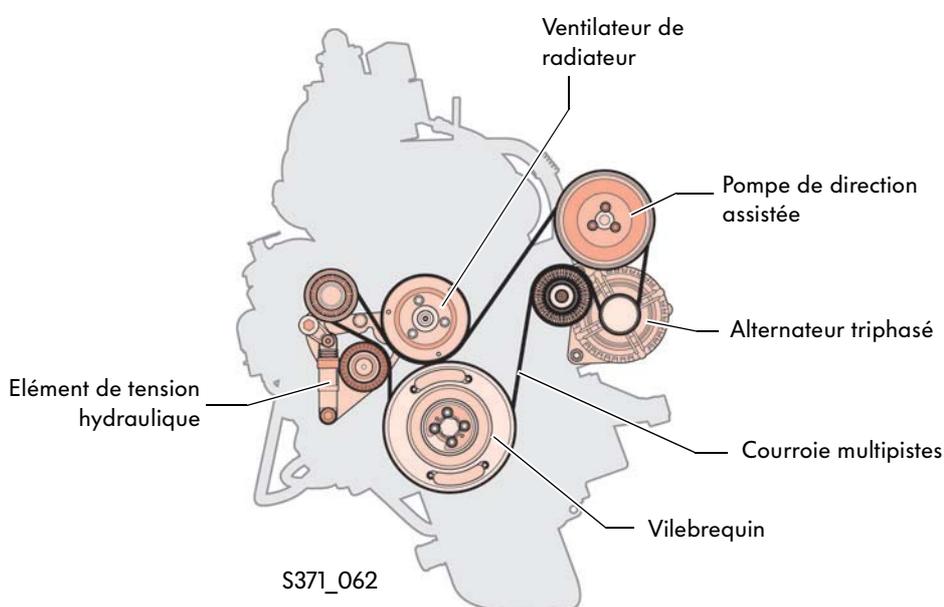
L'entraînement des organes auxiliaires

Les organes auxiliaires sont entraînés par le vilebrequin au moyen d'une courroie multipistes.

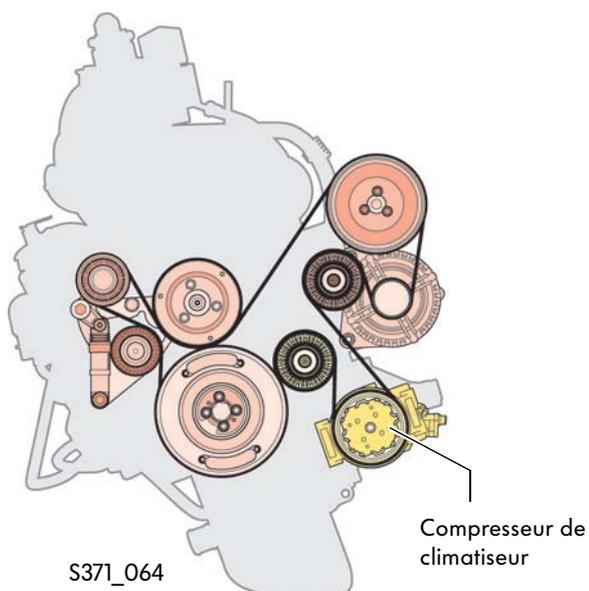
La courroie multipistes est maintenue avec une prétension constante au moyen d'un système de tension hydraulique, elle ne nécessite aucun entretien. Un entraînement par courroie entraîne le ventilateur de radiateur, la pompe de direction assistée ainsi que l'alternateur au moyen de cette courroie multipistes. Il est possible d'intégrer, au choix, dans cet entraînement par courroie un compresseur de climatiseur ou un deuxième alternateur triphasé.



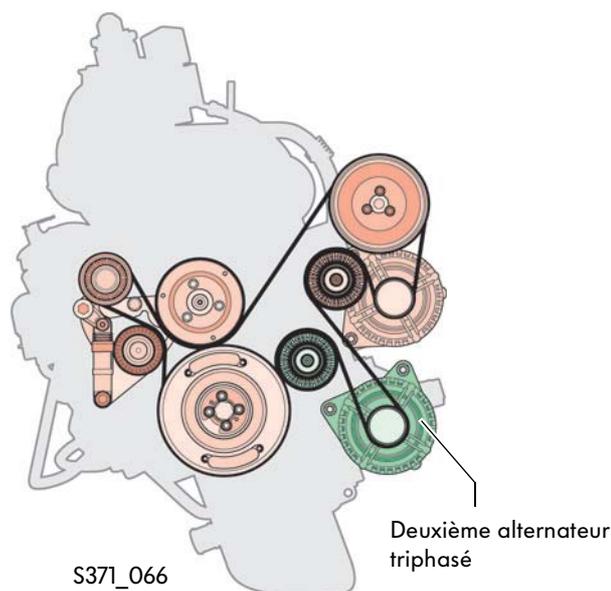
Entraînement par courroie



Entraînement par courroie avec compresseur de climatiseur



Entraînement par courroie avec deuxième alternateur triphasé

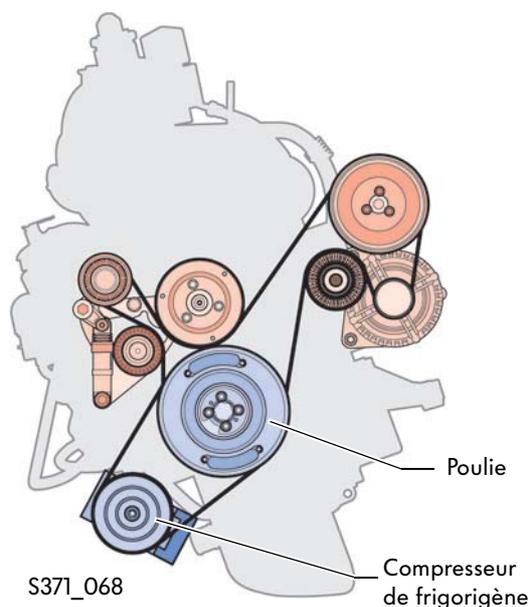


Mécanique moteur

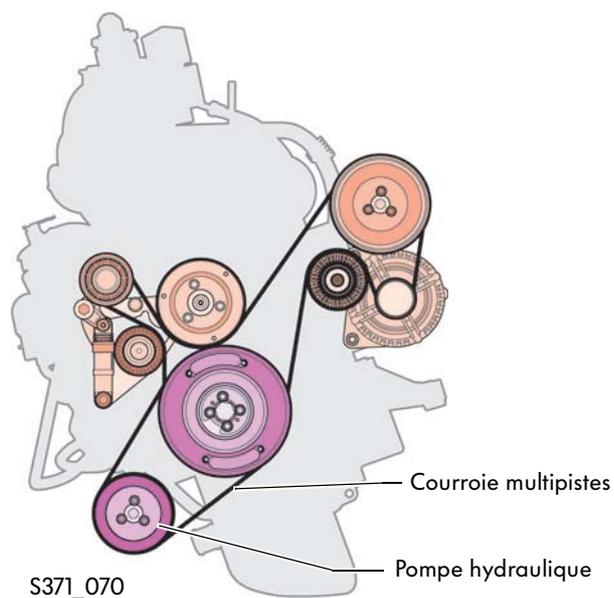
Organes auxiliaires complémentaires

Sur demande, on peut étendre l'entraînement des organes auxiliaires à un organe auxiliaire complémentaire. Il est possible d'entraîner soit un compresseur de frigorigène pour le montage d'un dispositif de refroidissement soit une pompe hydraulique qui serait entraînée par la poulie de l'amortisseur de vibrations au moyen d'une courroie multipistes complémentaire.

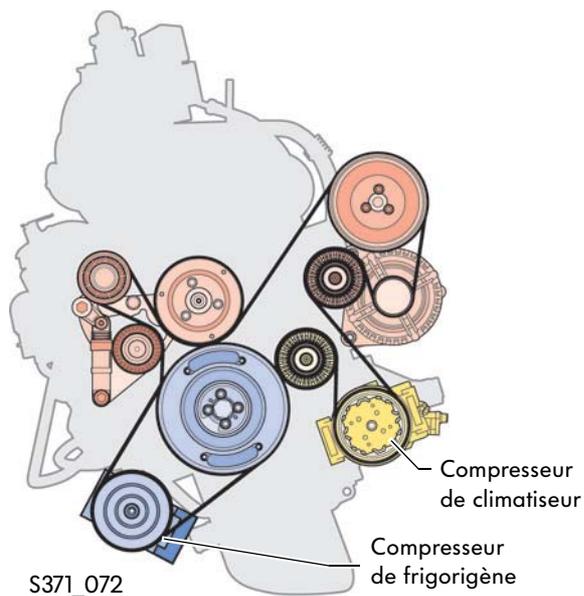
Entraînement par courroie avec prise de force pour un compresseur de frigorigène



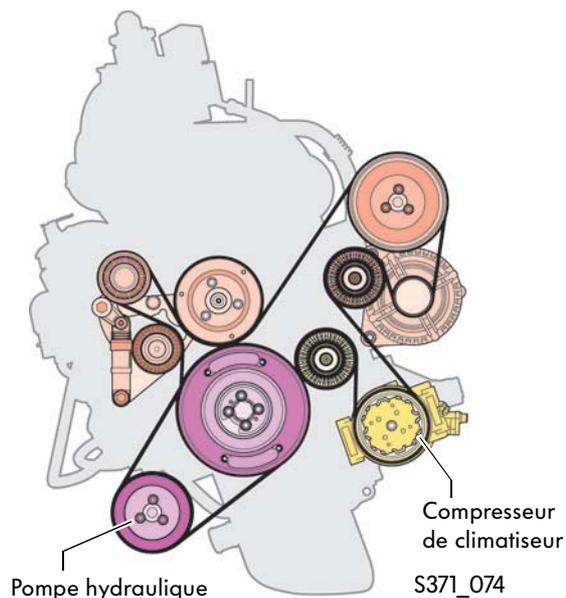
Entraînement par courroie avec prise de force pour une pompe hydraulique



Entraînement par courroie avec compresseur de climatiseur et prise de force pour un compresseur de frigorigène

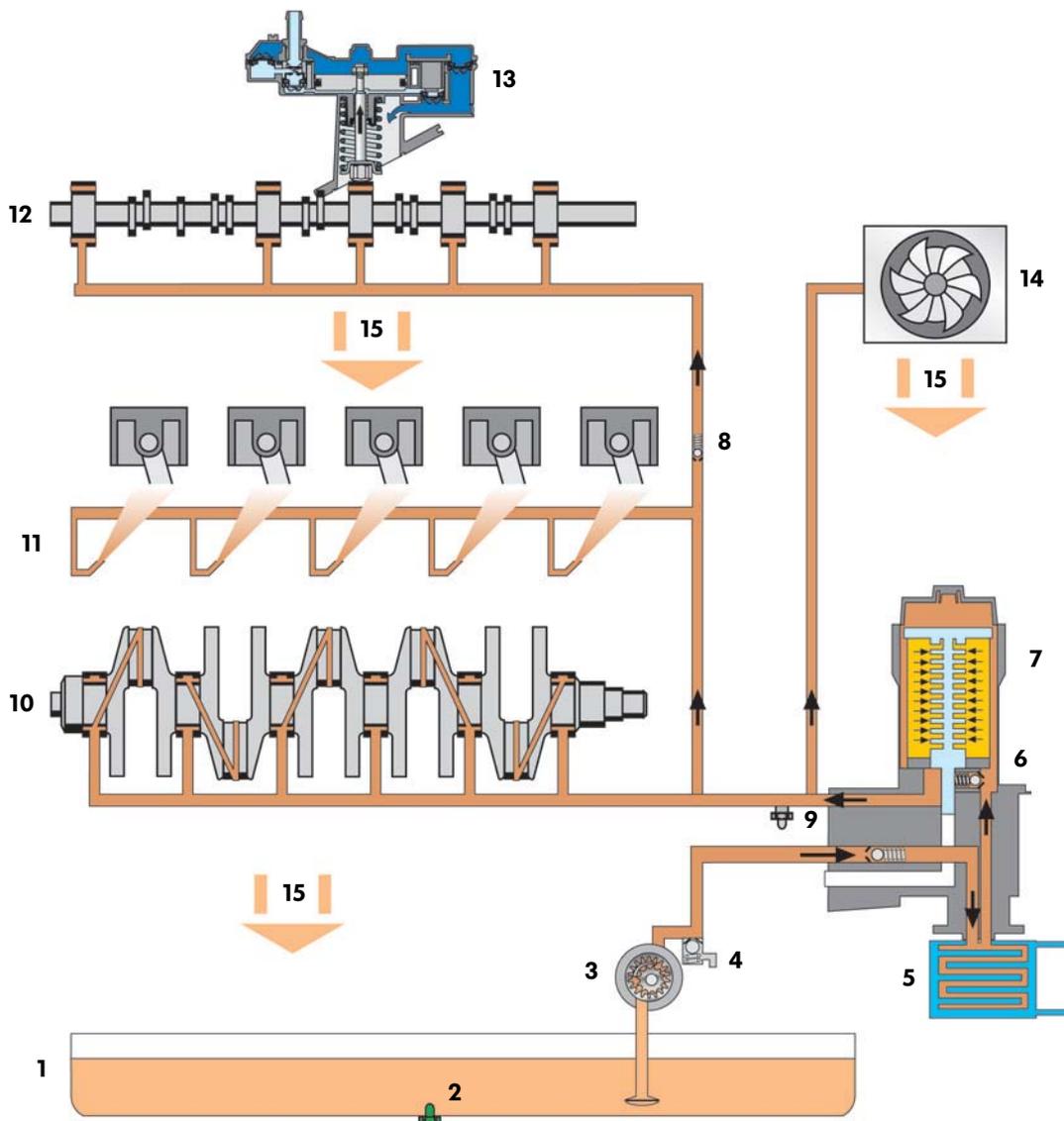


Entraînement par courroie avec compresseur de climatiseur et prise de force pour une pompe hydraulique



Le circuit d'huile

Tout comme sur le moteur précédent, la pression nécessaire au circuit d'huile est produite par une pompe à engrenage intérieur autoaspirante. Elle est vissée à l'avant sur le bloc moteur et directement entraînée par le vilebrequin. Le clapet de surpression empêche que les composants du moteur ne soient endommagés par une pression trop élevée de l'huile. Si le filtre à huile est colmaté, le clapet de by-pass de filtre à huile s'ouvre et assure ainsi l'alimentation du moteur en huile. Le clapet de maintien de pression d'huile assure la lubrification de la commande des soupapes.



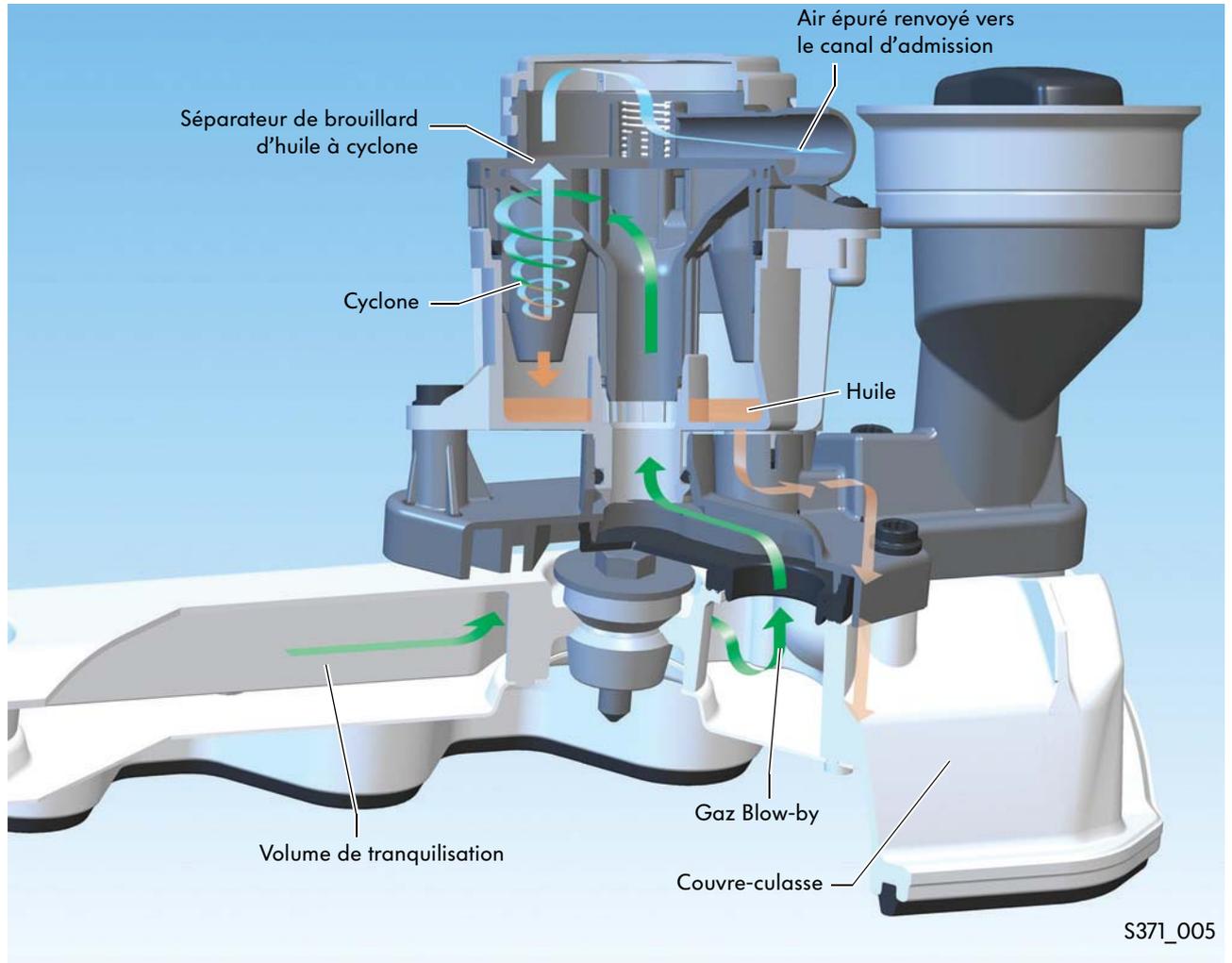
S371_324

Légende

- | | |
|---|---|
| 1 - Carter d'huile | 8 - Clapet de maintien de pression d'huile |
| 2 - Transmetteur de niveau et de température d'huile G266 | 9 - Contacteur de pression F1 |
| 3 - Pompe à huile | 10 - Vilebrequin |
| 4 - Clapet de décharge | 11 - Gicleurs pour le refroidissement du piston |
| 5 - Radiateur d'huile | 12 - Arbre à cames |
| 6 - Clapet de by-pass | 13 - Pompe à vide |
| 7 - Filtre à huile | 14 - Turbocompresseur |
| | 15 - Retour d'huile |

Mécanique moteur

La mise à l'air du carter moteur



Sur les moteurs à combustion, il se forme des flux d'air entre les segments de piston et la surface de coulissement du cylindre qu'on appelle des gaz Blow-by, en raison des différences de pression régnant dans la chambre de combustion et le carter moteur. Afin de ne pas polluer l'environnement, ces gaz contenant des particules d'huile sont à nouveau recyclés dans le collecteur d'admission via le système de mise à l'air du carter moteur.

Un décanteur de brouillard d'huile à cyclone a été placé sur le couvre-culasse. Il retient les particules d'huile contenues dans ces gaz et les sépare de l'air. L'huile récupérée est ainsi reconduite dans le carter d'huile en empruntant un canal dans le carter moteur.

Décantation grossière

Les gaz Blow-by en provenance des espaces entourant le vilebrequin et l'arbre à cames parviennent dans un volume de tranquillisation. Celui-ci est intégré au couvre-culasse. Dans ce volume de tranquillisation, les grosses gouttelettes d'huile se déposent sur les parois et se rassemblent au fond. C'est à travers les ouvertures de ce volume de tranquillisation que l'huile peut s'égoutter dans la culasse.

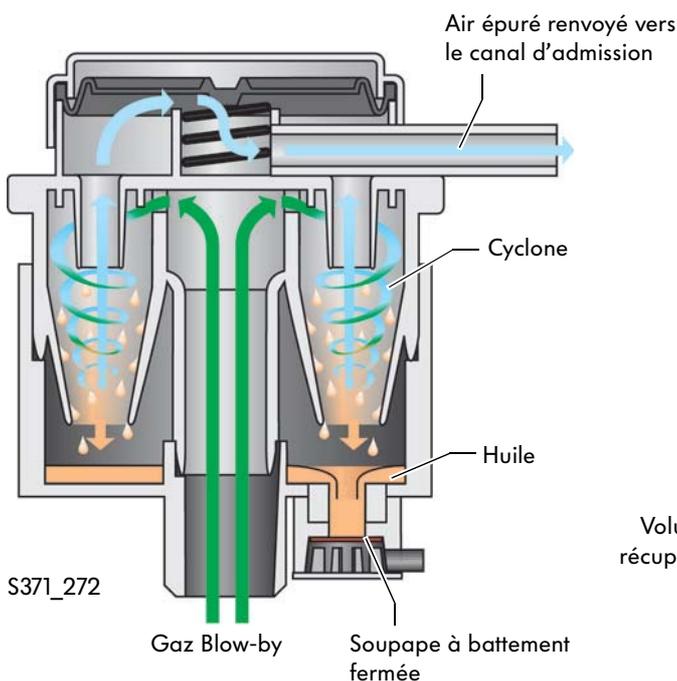
Décantation fine

La décantation fine est assurée par le décanteur de brouillard d'huile à cyclone qui compte en tout trois cyclones. En fonction de la forme des cyclones, l'air est entraîné dans un mouvement rotatif. Sous l'effet de la force centrifuge qui se dégage, le brouillard d'huile est projeté sur la paroi de décantation. Les gouttelettes d'huile se déposent sur la paroi du carter de décanteur de brouillard d'huile à cyclone et se rassemblent dans un espace de récupération.

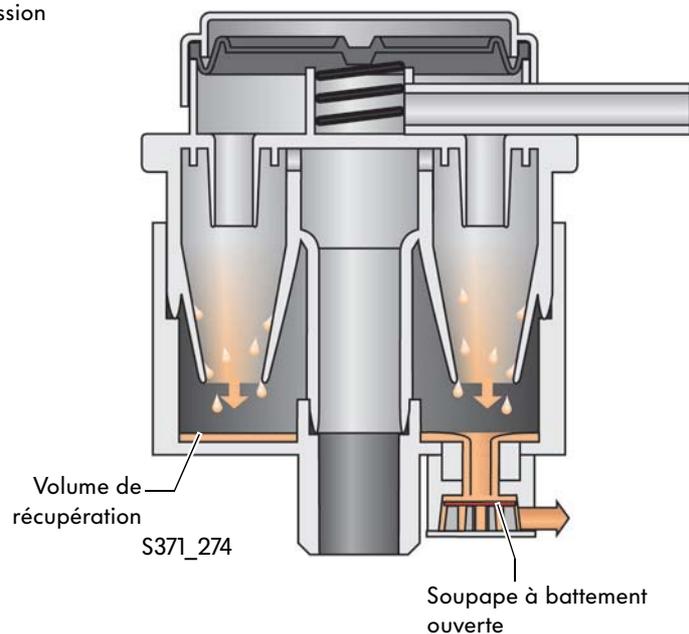
Lorsque le moteur est à l'arrêt, une soupape à battement s'ouvre et lorsque le moteur fonctionne, elle se ferme sous l'effet de la forte pression régnant dans la culasse.

L'huile est alors expulsée de ce volume de récupération, traverse la culasse et aboutit au carter d'huile.

Décanteur de brouillard d'huile à cyclone pendant la marche du moteur



Décanteur de brouillard d'huile à cyclone lorsque le moteur est à l'arrêt



Mécanique moteur

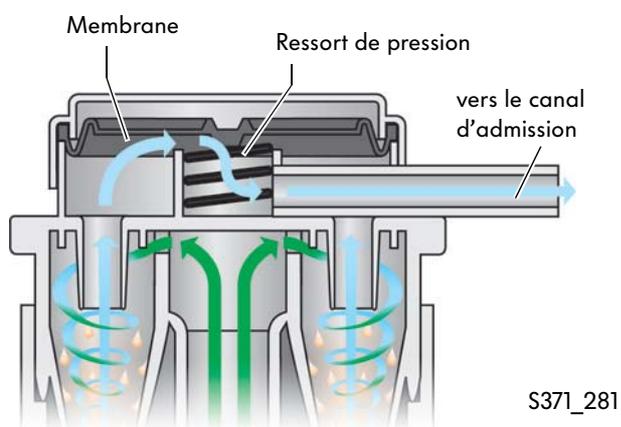
Vanne de régulation de pression

La vanne de régulation de pression est intégrée au couvercle du décanteur de brouillard d'huile à cyclone. Elle se compose d'une membrane ainsi que d'un ressort de pression pour assurer la mise à l'air du carter de vilebrequin.

Lors de l'introduction des gaz Blow-by, la soupape de réglage de pression limite la dépression régnant dans le carter de vilebrequin.

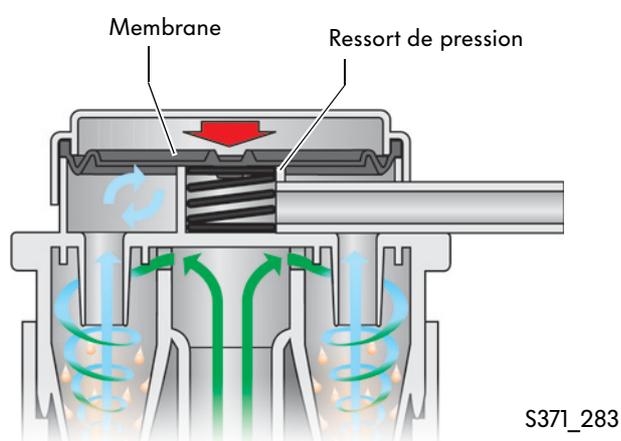
Lorsque la dépression dans ce carter est trop élevée, les joints du moteur risquent d'être endommagés.

Vanne de réglage de pression ouverte



Lorsque la dépression est faible dans le canal d'admission, la soupape s'ouvre sous l'effet de la force du ressort de pression.

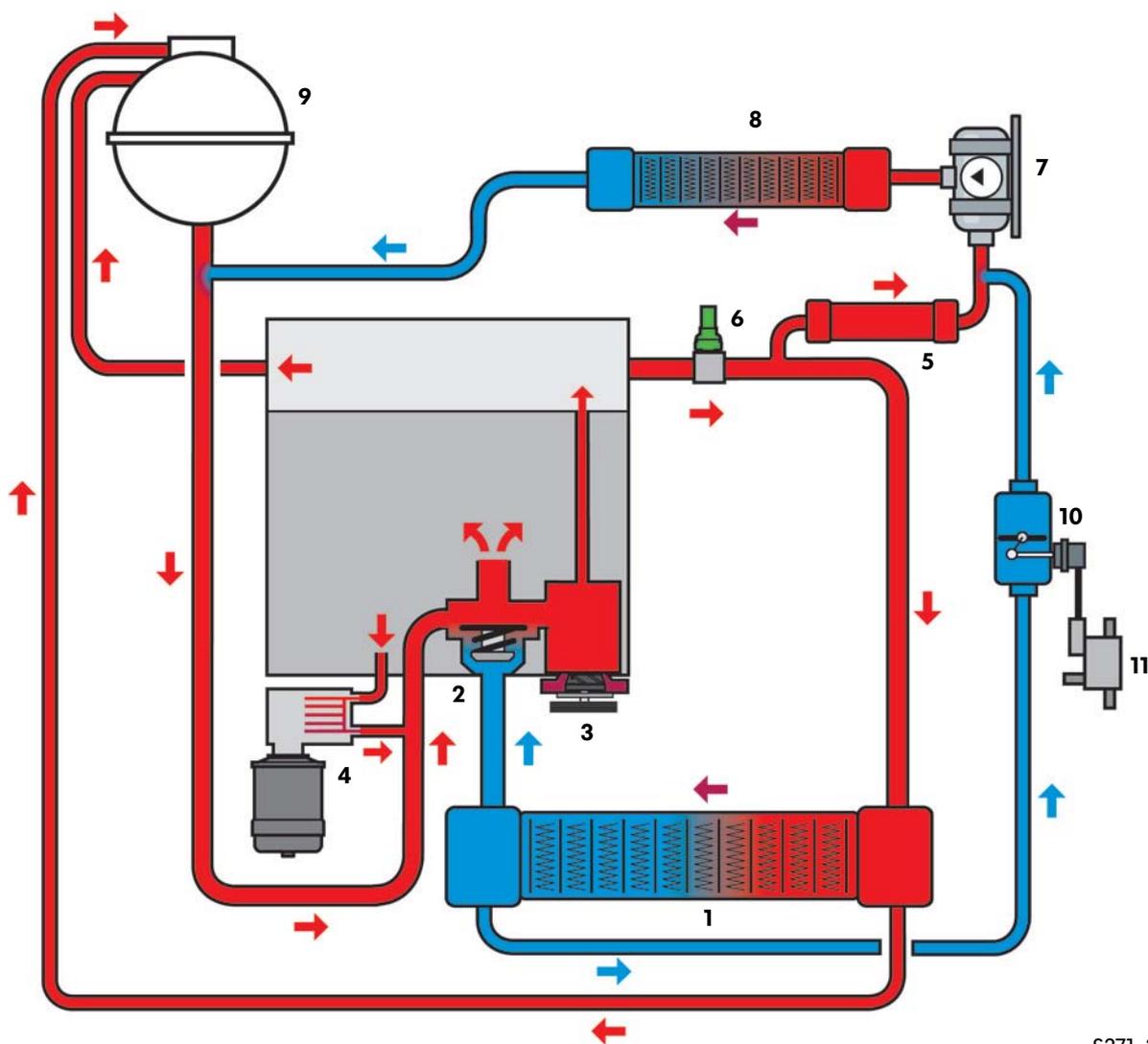
Vanne de réglage de pression fermée



Lorsque la dépression est forte dans le canal d'admission, la vanne de régulation de pression se ferme.

Le circuit du liquide de refroidissement

Dans le circuit du liquide de refroidissement, une pompe mécanique assure la recirculation du liquide de refroidissement. Elle est entraînée au moyen d'une courroie crantée. Le circuit est piloté par un thermostat à élément dilatable, le régulateur de liquide de refroidissement. Une pompe électrique, la pompe de post-circulation du liquide de refroidissement, sert à faire recirculer le liquide de refroidissement pour assurer les fonctions complémentaires d'utilisation de chaleur résiduelle et de post-circulation du liquide de refroidissement.



S371_322

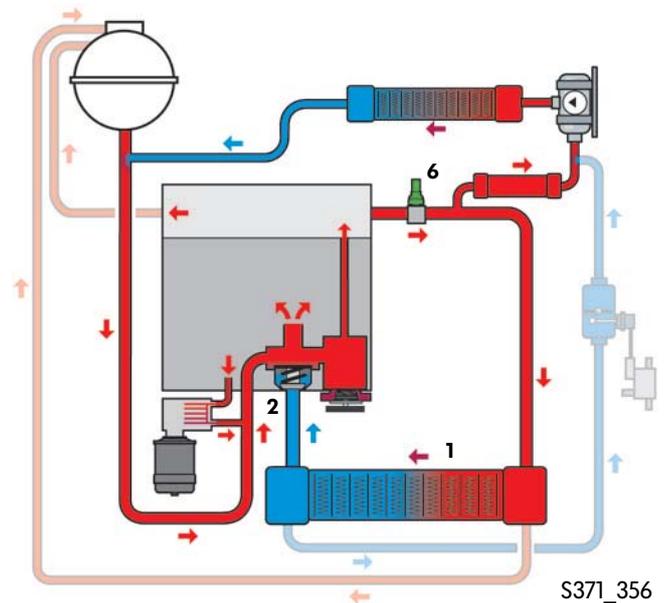
Légende

- | | |
|---|--|
| 1 - Radiateur du circuit de liquide de refroidissement moteur | 7 - Pompe de recirculation du liquide de refroidissement V50 |
| 2 - Régulateur du liquide de refroidissement | 8 - Echangeur de chaleur de chauffage |
| 3 - Pompe du liquide de refroidissement | 9 - Vase d'expansion |
| 4 - Radiateur d'huile | 10 - Soupape de dépression pour post-circulation du liquide de refroidissement |
| 5 - Radiateur de recyclage des gaz d'échappement | 11 - Vanne du circuit de liquide de refroidissement N214 |
| 6 - Transmetteur de température du liquide de refroidissement G62 | |

Mécanique moteur

Fonctions du circuit de liquide de refroidissement

Pour assurer un réchauffement rapide du moteur, le régulateur du liquide de refroidissement [2] est fermé et bloque ainsi le retour vers le radiateur [1]. A une température du liquide de refroidissement d'environ 87°C, le régulateur ouvre le grand circuit et le liquide traverse le radiateur. La température du liquide de refroidissement est transmise au calculateur moteur par le transmetteur de température du liquide de refroidissement G62 [6].



Fonctions complémentaires du circuit de liquide de refroidissement

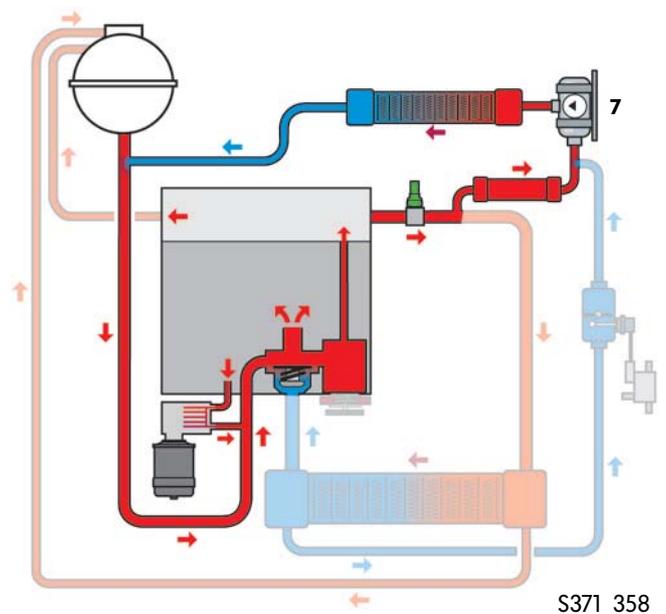
Outre le refroidissement du moteur et la mise à disposition de chaleur pour le chauffage du véhicule, le circuit du liquide de refroidissement assure d'autres fonctions.

Utilisation de la chaleur résiduelle

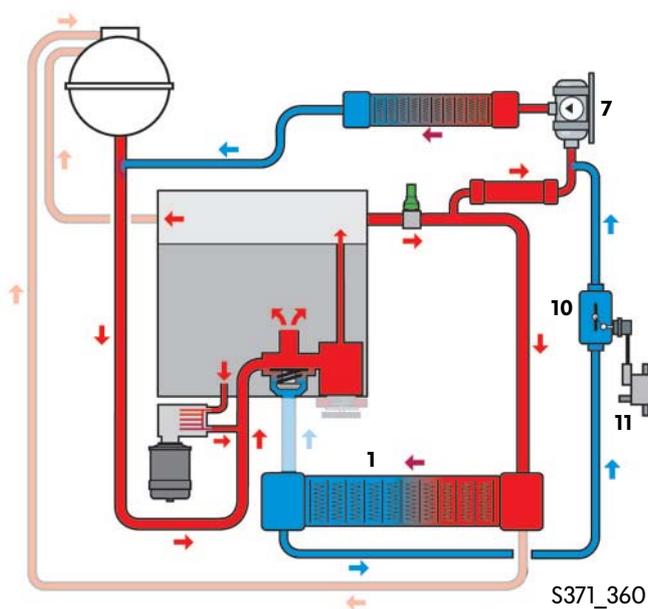
L'utilisation de la chaleur résiduelle permet de maintenir la température souhaitée dans le compartiment passagers même si le moteur a été coupé. Cela est possible tant qu'une température du liquide de refroidissement suffisamment élevée est disponible.

Fonctionnement

Pour la fonction d'utilisation de la chaleur résiduelle, la pompe de recirculation du liquide de refroidissement V50 [7] est pilotée par le calculateur moteur afin de maintenir le flux volumique dans le circuit du liquide de refroidissement. S'il n'y a pas suffisamment de chaleur résiduelle dans le circuit de refroidissement, le calculateur de climatiseur coupera la fonction de l'utilisation de la chaleur résiduelle.



Post-circulation du liquide de refroidissement



La post-circulation du liquide de refroidissement est une fonction de protection du moteur. Elle empêche qu'après la coupure du moteur que des petites bulles de vapeur ne se forment dans des zones isolées de la culasse. La fonction est activée lorsque, après avoir coupé le moteur, la température du liquide de refroidissement est supérieure à 105°C et que le véhicule a été soumis à une forte charge pendant le cycle de conduite immédiatement antérieur.

Fonctionnement

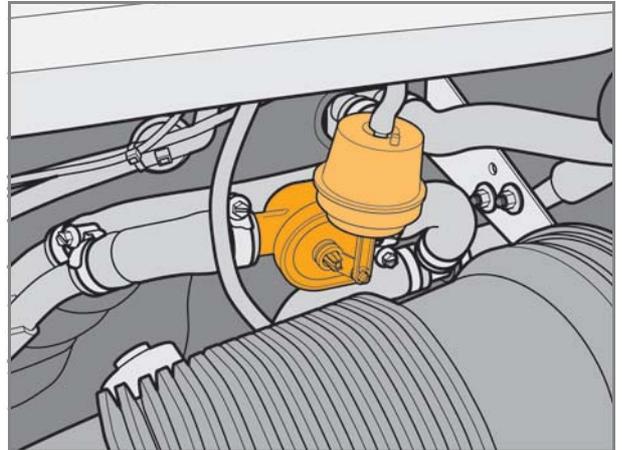
Pour assurer le fonctionnement de la post-circulation du liquide de refroidissement, la pompe de recirculation du liquide de refroidissement V50 [7] et le clapet de circuit de liquide de refroidissement N214 [11] sont pilotés par le calculateur moteur. Ce clapet de circuit de liquide de refroidissement N214 ouvre le clapet à dépression de post-circulation du liquide de refroidissement [10]. Cela permet de rediriger dans le circuit de l'eau plus froide en provenance du radiateur [1]. La culasse est donc ainsi refroidie de façon uniforme et rapide, ce qui empêche une formation de bulles de vapeur.

Mécanique moteur

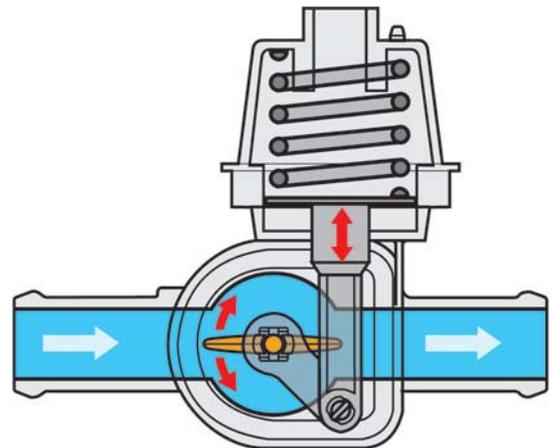
Clapet à dépression de post-circulation de liquide de refroidissement

Le clapet à dépression de post-circulation du liquide de refroidissement est un clapet mécano-pneumatique. Il est commuté dans les états OUVERT et FERME par le clapet de circuit de liquide de refroidissement N214.

Ce clapet à dépression est ouvert lorsqu'il n'est pas excité. Au démarrage du moteur, il sera fermé par le calculateur moteur via le clapet de circuit de liquide de refroidissement N214. Pour utiliser la fonction de chaleur résiduelle après coupure du moteur, le clapet à dépression est maintenu fermé dans le système à dépression au moyen d'une soupape anti-retour.



S371_042

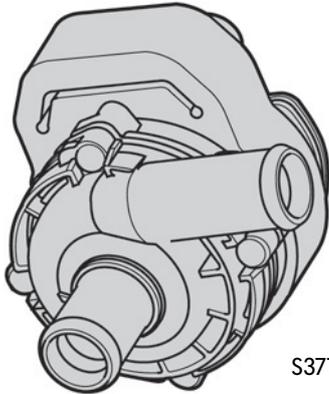


S371_196



Un clapet à dépression défectueux ou un défaut dans le système à dépression qui s'y rapporte peut engendrer pendant la phase de démarrage et de réchauffement, surtout en hiver, une puissance de chauffage défectueuse ou des émissions plus importantes de polluants. Comme, dans ce cas, de l'eau froide est mélangée et envoyée dans le circuit de chauffage bien que le régulateur de liquide de refroidissement soit fermé, le moteur ne connaîtra qu'une phase insuffisante de réchauffement. Une puissance insuffisante de la chaleur résiduelle peut, en outre, être l'indice d'un défaut au niveau du clapet à dépression ou du système à dépression qui s'y rapporte.

Pompe de circulation du liquide de refroidissement V50



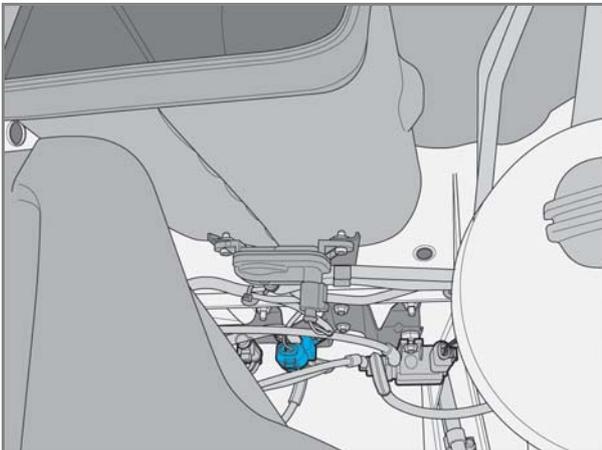
S371_026

La pompe de circulation du liquide de refroidissement est une pompe à entraînement électrique, qui est pilotée en cas de besoin par le calculateur moteur ou le calculateur de climatiseur par le biais du relais de post-circulation du liquide de refroidissement J151.

Cette pompe assure les fonctions suivantes :

- Pour soutenir le chauffage du compartiment passagers, la pompe de circulation du liquide de refroidissement assure une circulation suffisante du liquide de refroidissement dans le circuit de chauffage.
- Pour les fonctions d'utilisation de la chaleur résiduelle et post-circulation du liquide de refroidissement, la pompe assure la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit du liquide de refroidissement.

Clapet de circuit du liquide de refroidissement N214



S371_304

Le clapet de circuit du liquide de refroidissement est un clapet électropneumatique et se trouve dans le compartiment moteur au-dessus du longeron droit du véhicule.

Il commute la dépression permettant d'actionner le clapet à dépression de post-circulation du liquide de refroidissement.

Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance du clapet de circuit du liquide de refroidissement, le clapet à dépression de post-circulation du liquide de refroidissement ne peut pas se fermer après le lancement du moteur. Cela peut entraîner pendant la phase de démarrage et de réchauffage une puissance insuffisante de chauffage ou une augmentation des émissions de polluants. Comme dans ce cas, de l'eau froide est mélangée au circuit de chauffage bien que le régulateur de liquide de refroidissement soit fermé, le moteur connaîtra une phase de réchauffage insuffisante.

Mécanique moteur

Le système d'alimentation

Pompe à carburant de préalimentation G [2]

Elle fournit du carburant en continu dans la conduite d'amenée.

Chauffage de filtre à carburant Z57 [4]

Il empêche que le filtre ne se bouche par de la paraffine en cours de recristallisation lorsque la température extérieure est basse.

Transmetteur de température de carburant G81 [6]

Il constate la température momentanée du carburant.

Pompe à pignon cranté mécanique [7]

Elle achemine le carburant de l'amenée vers la pompe haute pression.

Pompe haute pression [8]

Elle produit la haute pression nécessaire à l'injection du carburant.

Vanne de dosage du carburant N290 [9]

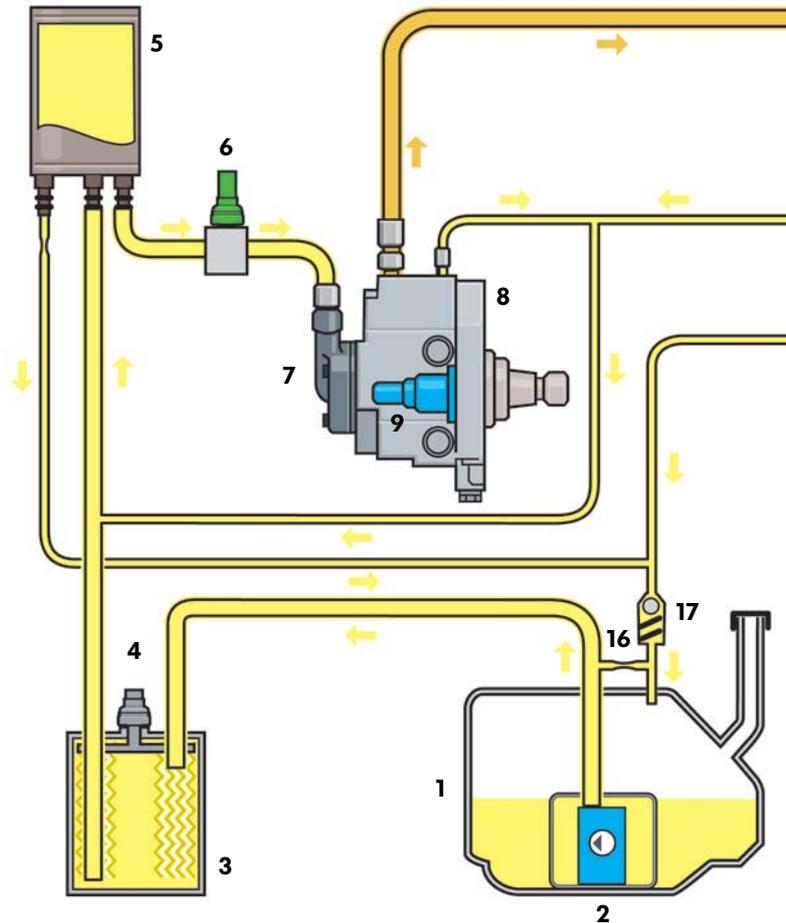
Elle règle la quantité du carburant à comprimer en fonction des besoins.

Vanne de régulation de pression de carburant N276 [10]

Elle règle la pression de carburant dans la zone haute pression.

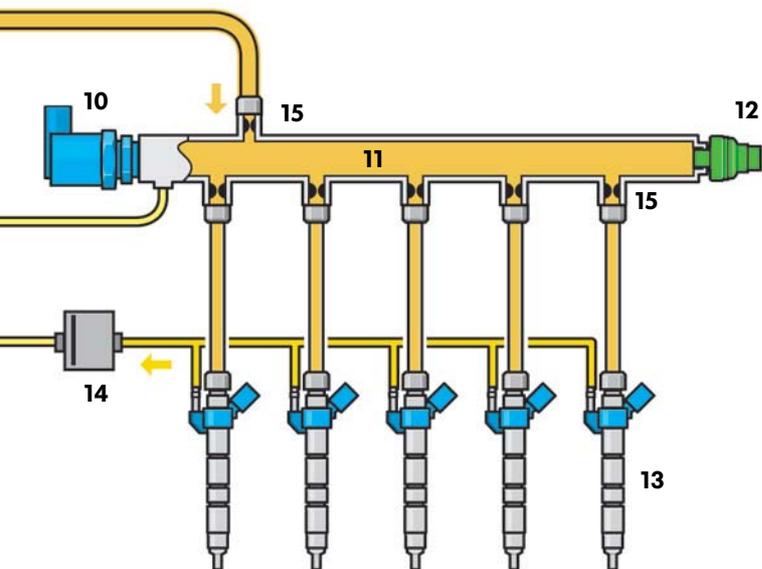
Accumulateur haute pression (Rail - rampe) [11]

Il accumule et maintient le carburant à haute pression nécessaire pour l'injection dans tous les cylindres.



Légende

- 1 - Réservoir à carburant
- 2 - Pompe à carburant électrique G6
- 3 - Filtre à carburant
- 4 - Chauffage du filtre à carburant Z 57
- 5 - Accumulateur de carburant
- 6 - Transmetteur de température du carburant G81
- 7 - Pompe à pignons crantés mécanique
- 8 - Pompe haute pression
- 9 - Vanne de dosage du carburant N290



S371_116

Codage par coloris/légende

- Haute pression 230 – 1600 bars
- Pression de retour en provenance des injecteurs 10bars
- Pression d'amenée / pression de retour

- 10 - Clapet de régulation de pression de carburant N276
- 11 - Accumulateur haute pression (rampe)
- 12 - Transmetteur de pression de carburant G247
- 13 - Injecteurs N30, N31, N32, N33, N83
- 14 - Clapet de maintien de pression
- 15 - Etranglements
- 16 - Trop-plein
- 17 - Clapet anti-retour

Transmetteur de pression de carburant G247 [12]

Il établit la pression momentanée de carburant régnant dans la zone haute pression.

Vanne de maintien de pression [14]

Elle maintient la pression de retour du carburant venant des injecteurs à environ 10bars. Cette pression est nécessaire pour assurer le fonctionnement des injecteurs.

Etranglement [15]

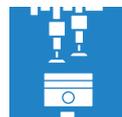
Il amortit les ondes de pression dans le système haute pression, qui se forment lors de l'ouverture et la fermeture des injecteurs.

Trop-plein [16]

Le trop-plein en provenance de l'amenée du carburant vers le retour de carburant permet de réguler la pression de carburant en amont du filtre. En cas d'un débit important fourni par la pompe à carburant électrique de préalimentation G6, le carburant peut être redirigé vers le réservoir par le biais du trop-plein.

Clapet anti-retour [17]

Il empêche que du carburant ne parvienne de la pompe à carburant de préalimentation G6 dans le système de carburant lorsque par exemple le filtre à carburant est bouché.

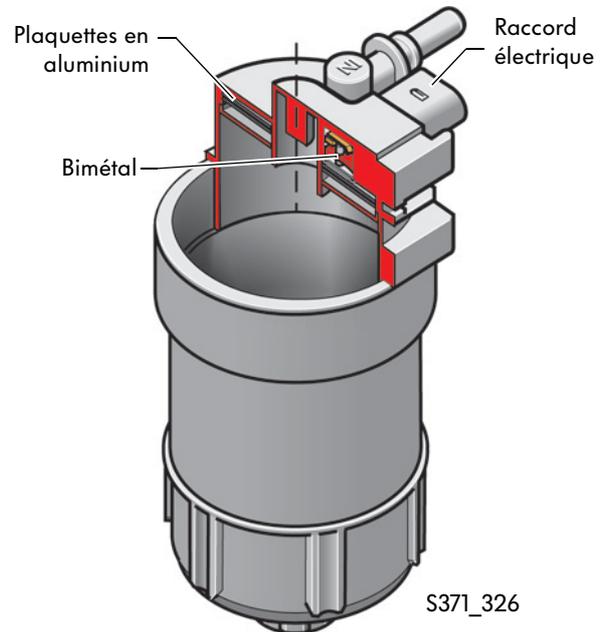


Mécanique moteur

Filtre à carburant

Le filtre à carburant protège le système d'injection contre tout encrassement et usure provoqués par des particules et de l'eau.

Un chauffage électrique est intégré au filtre à carburant. Il réchauffe le carburant se trouvant dans le filtre lorsque la température extérieure est basse. Cela empêche que le filtre à carburant ne soit bouché par de la paraffine en cours de recristallisation lorsque la température extérieure est basse.



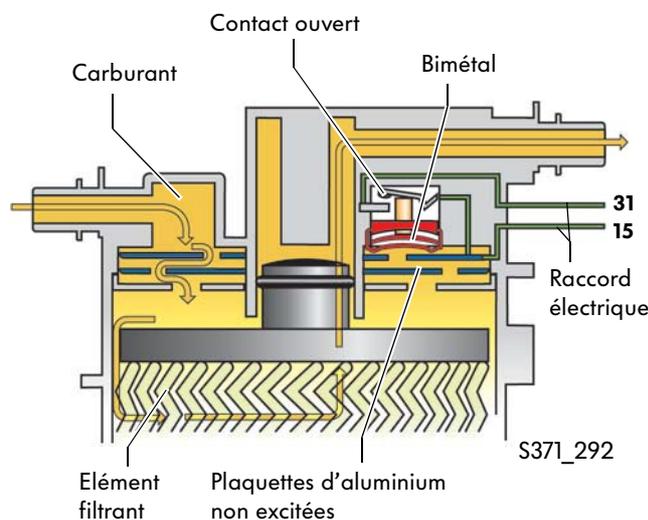
Chauffage de filtre à carburant Z51

Le chauffage de filtre à carburant Z51 se compose de deux plaquettes en aluminium et d'un contacteur bimétal.

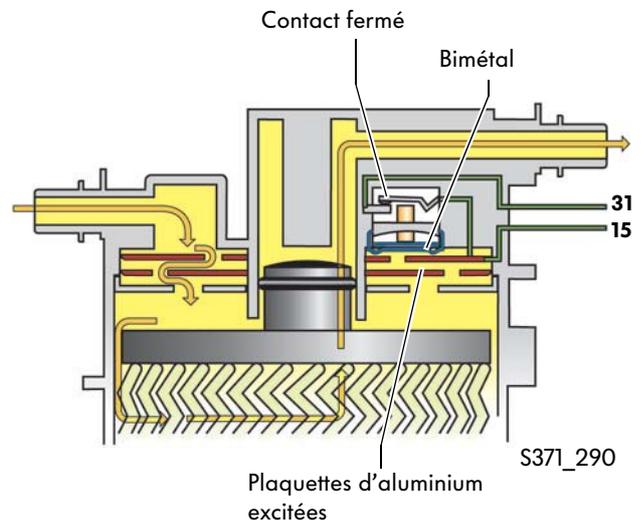
Lorsque la température est élevée, le contacteur bimétal se trouve en position de repos. Le contacteur électrique est ouvert. Aucun courant ne traverse afin d'activer le chauffage du filtre à carburant.

A une température comprise entre $+3^{\circ}\text{C}$ environ et $+8^{\circ}\text{C}$, le contacteur bimétal se ferme. Le chauffage du filtre à carburant est alimenté en courant et le carburant est réchauffé par les plaquettes d'aluminium intégrées au filtre à carburant.

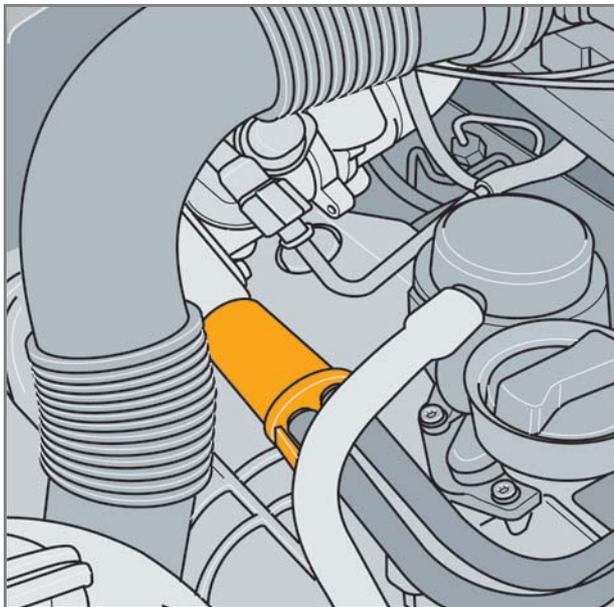
Chauffage éteint



Chauffage en marche



Accumulateur de carburant



S371_024

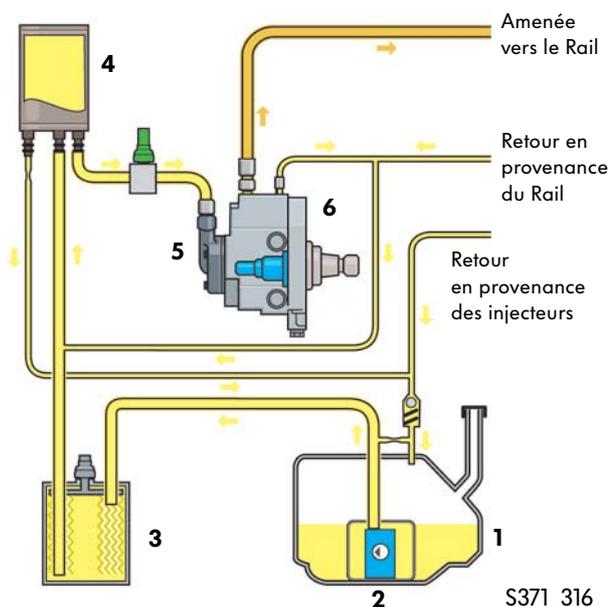
L'accumulateur de carburant se trouve sur le moteur au-dessus de la tubulure d'admission. Sa fonction est d'assurer une pression restant pratiquement constante en amont de la pompe à pignon cranté quelque soit l'état de fonctionnement.

Ce niveau de pression constante permet d'obtenir un bon comportement au démarrage et au ralenti.

Fonctionnement

Le carburant qui est amené par la pompe à carburant de préalimentation G6 est dirigé vers le réservoir à carburant. A partir de là, il parviendra jusqu'à la pompe à pignon cranté.

Afin de compenser des variations de pression, le carburant en excès sera reconduit vers le retour de carburant

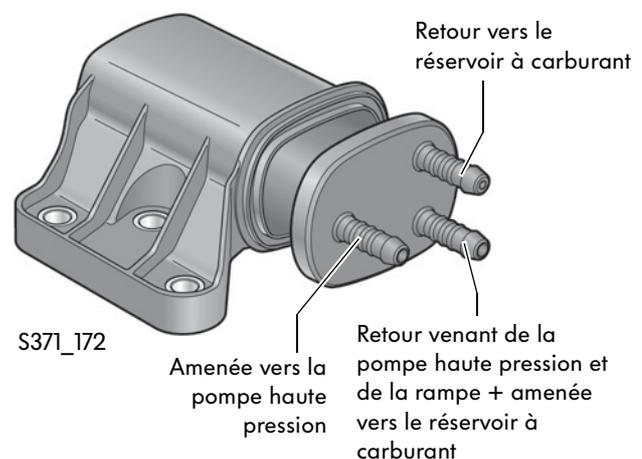


S371_316

Légende

- 1 - Réservoir à carburant
- 2 - Pompe à carburant de préalimentation G6
- 3 - Filtre à carburant
- 4 - Accumulateur de carburant
- 5 - Pompe à pignon cranté mécanique
- 6 - Pompe haute pression

Le retour de carburant de la pompe haute pression et de l'accumulateur haute pression (rampe) est dirigé dans l'amenée de carburant vers l'accumulateur de carburant. Dans cet accumulateur de carburant, le carburant chaud venant de la pompe haute pression et de la rampe se mélange au carburant froid venant de l'amenée de carburant. Cela entraîne un réchauffement rapide du carburant lorsque la température extérieure est basse, et procure donc un bon comportement à chaud.



S371_172



Le système d'injection à rampe commune

Tous les moteurs TDI de 2,5l montés sur le Crafter sont équipés d'un système d'injection à rampe commune. Il s'agit d'un système d'injection à accumulateur haute pression pour les moteurs diesel.

Le terme « Common-Rail » signifie « rampe commune » et indique qu'il s'agit d'un accumulateur haute pression commun à tous les injecteurs d'un même banc de cylindres.

La génération de pression et l'injection de carburant sont séparées l'une de l'autre sur ce système d'injection.

Une pompe d'injection distincte produit la pression de carburant élevée nécessaire à l'injection.

Elle est ensuite accumulée dans un accumulateur haute pression (rampe) et parviendra aux injecteurs en empruntant de courtes conduites d'injection.

Le système d'injection est régulé par la gestion moteur Bosch EDC 16 C.



Les propriétés de ce système d'injection sont :

- La pression d'injection peut être sélectionnée pratiquement à volonté et être adaptée à l'état respectif de fonctionnement du moteur.
- Une forte pression d'injection pouvant atteindre un maximum de 1600bars autorise une bonne constitution du mélange.
- Une courbe d'injection souple avec plusieurs pré- et post-injections
- Une faible consommation de carburant
- De faibles émissions de polluant
- Un fonctionnement silencieux du moteur

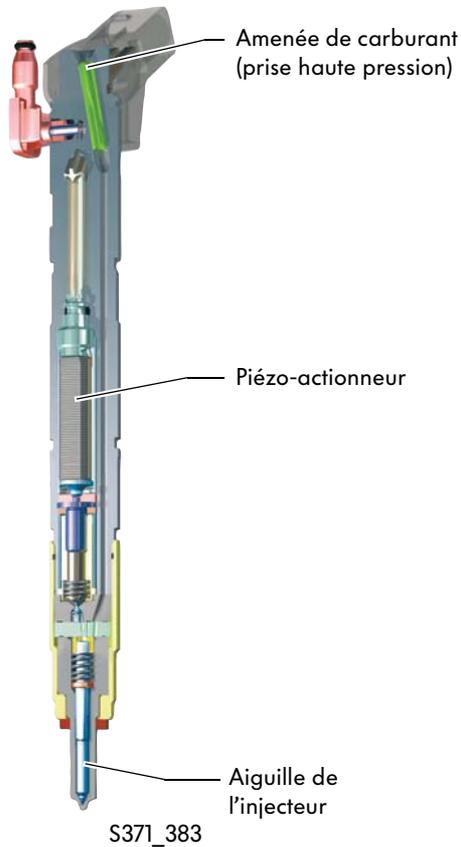
Le système d'injection à rampe commune offre beaucoup de possibilités de réalisation pour adapter la pression d'injection et la courbe d'injection à l'état de fonctionnement du moteur.

Cela procure de très bonnes conditions pour satisfaire aux exigences en augmentation croissante imposées à un système d'injection, visant à réduire la consommation de carburant, à diminuer les émissions de polluant ainsi qu'à assurer un fonctionnement silencieux du moteur.



Le principe de fonctionnement du système d'injection à rampe commune à injecteurs à commande piézo-électrique est décrit dans le programme autodidactique SSP 351 « Le système d'injection à rampe commune du moteur V6 TDI ».

Injecteurs



Dans le système à rampe commune du moteur TDI de 2,5 l monté sur le Crafter, on utilise des injecteurs à commande piézo-électrique.

Les injecteurs sont pilotés, dans ce cas, par un piézo-actionneur. La vitesse de commutation d'un piézo-actionneur est près quatre fois plus rapide que celle d'une électrovanne.

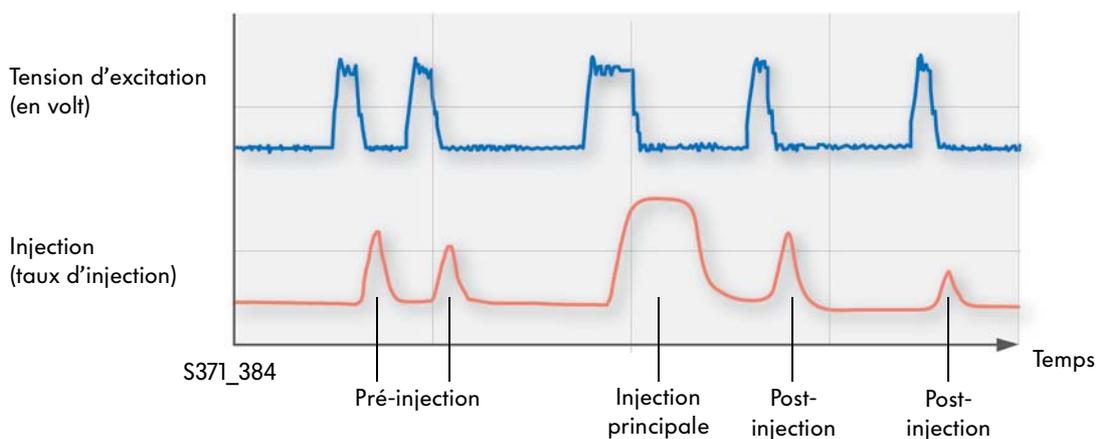
En outre, la technologie s'appuyant sur l'effet piézo-électrique représente une réduction d'environ 75% de la masse en mouvement au niveau de l'aiguille d'injecteur, par rapport à des injecteurs à commande par électrovanne.

Il en résulte les avantages suivants :

- de très courts temps de commutation,
- la possibilité de plusieurs injections par temps de travail,
- des quantités injectées exactement dosées.

Courbe d'injection

En raison des très courts temps de commutation des injecteurs à commande piézo-électrique, il est possible de piloter de façon souple et exacte les phases et les quantités d'injection. Cela permet d'adapter la loi d'injection aux exigences respectives imposées aux conditions de fonctionnement du moteur. Il est possible de réaliser jusqu'à cinq injections partielles par loi d'injection.



Mécanique moteur

Régulation de la haute pression de carburant

Sur les systèmes d'injection à rampe commune montés sur le Crafter, la haute pression de carburant est réglée par un concept dit à deux régulateurs. En fonction de l'état de fonctionnement du moteur, la haute pression du carburant est réglée par la vanne de régulation de pression du carburant N276 ou la vanne de dosage du carburant N290. Pour cela, les vannes sont pilotées par le calculateur moteur au moyen d'un signal à modulation de largeur d'impulsion (signal PWM).



Concept à deux régulateurs

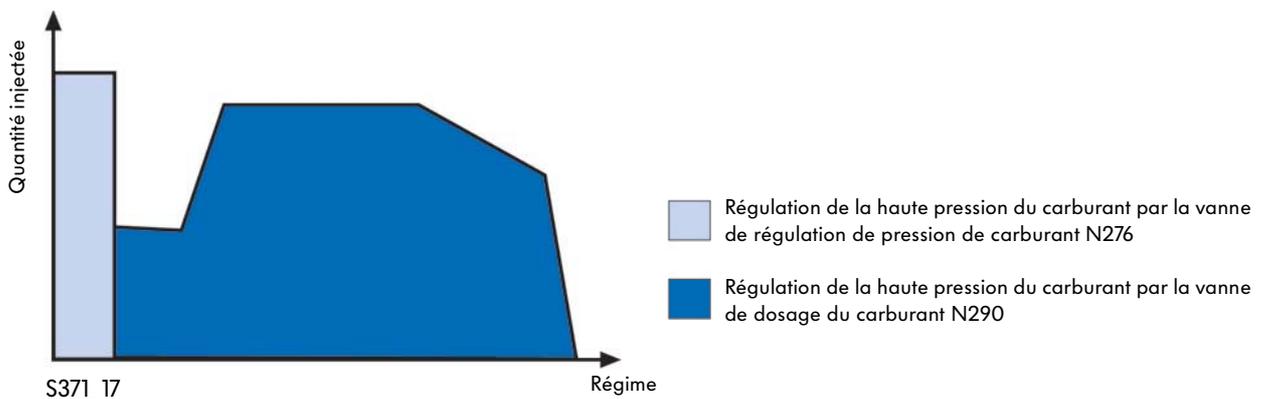
Régulation par la vanne de régulation de pression de carburant N276

La haute pression de carburant est réglée par la vanne de régulation de pression de carburant N276 lors du lancement du moteur et pour le réchauffement du carburant. Afin d'assurer une bonne formation du mélange dans la chambre de combustion avec de courts retards à l'allumage, il faut disposer d'une température élevée de carburant. Afin de réchauffer rapidement le carburant lorsque le moteur est froid, la pompe haute pression va refouler et comprimer plus de carburant que nécessaire. Le carburant en excédent sera redirigé vers le retour de carburant par la vanne de régulation de pression de carburant N276.

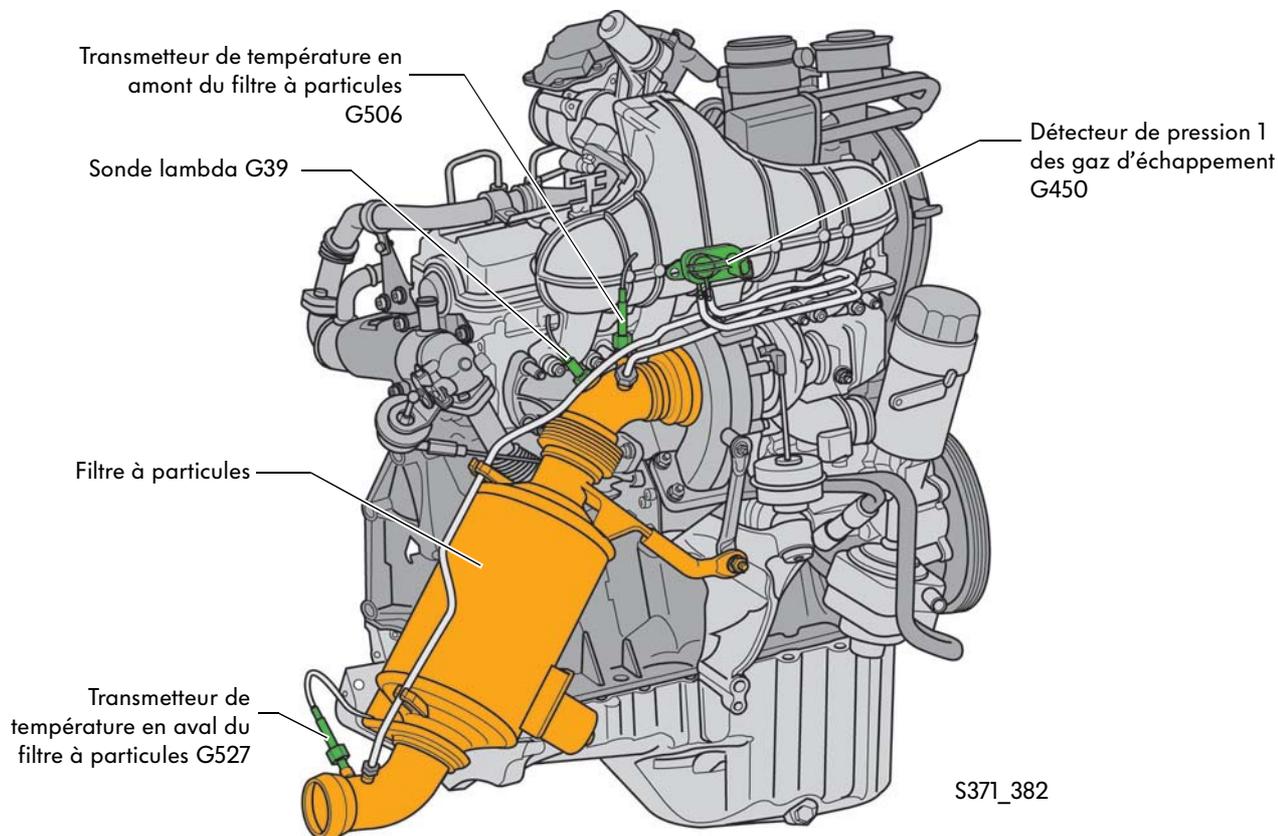
Régulation par la vanne de dosage de carburant N290

En présence de grandes quantités d'injection et de fortes pressions dans la rampe, la haute pression de carburant est réglée par la vanne de dosage de carburant. Elle exécute une régulation en fonction des besoins de la haute pression de carburant.

La puissance absorbée de la pompe haute pression est réduite, ce qui évite ainsi un réchauffement inutile du carburant.



Le filtre à particules



Afin de satisfaire aux normes antipollution EURO 4 et EU4, un filtre à particules à revêtement catalytique a été placé de série près du moteur.

Sur ce système de filtre à particules, le filtre et le catalyseur à oxydation ont été réunis en un seul et même module. C'est pour cette raison et du fait de sa position de montage près du moteur qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser un additif.

L'obtention rapide de la température de fonctionnement du filtre à particules permet une régénération passive en continu. La régénération active interviendra par le calculateur moteur, lorsque le filtre à particules sera colmaté par des particules de suie par exemple après des courts trajets effectués à charge partielle.

Dans ce cas, les particules de suie seront brûlées sous l'effet d'une élévation ciblée de la température des gaz d'échappement.

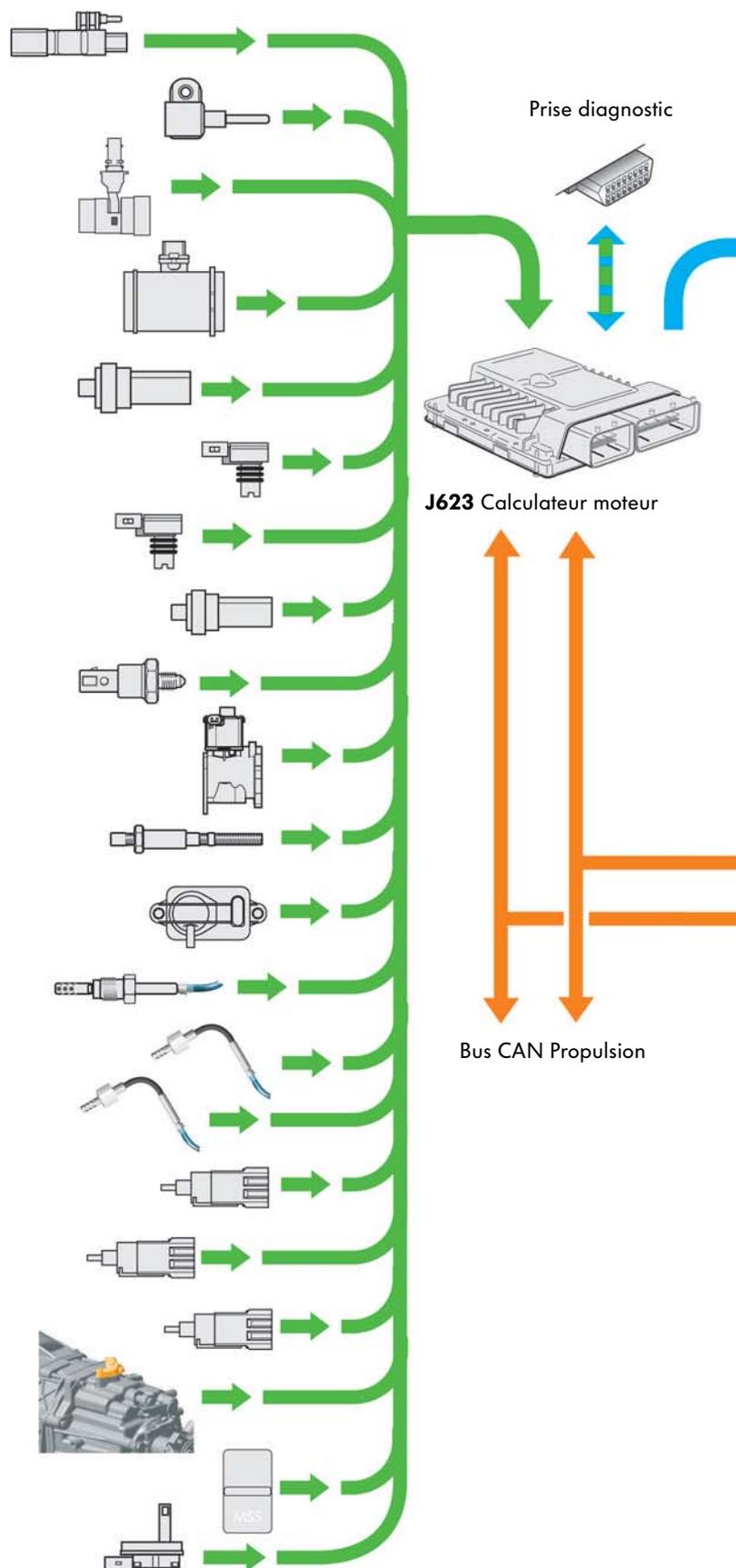


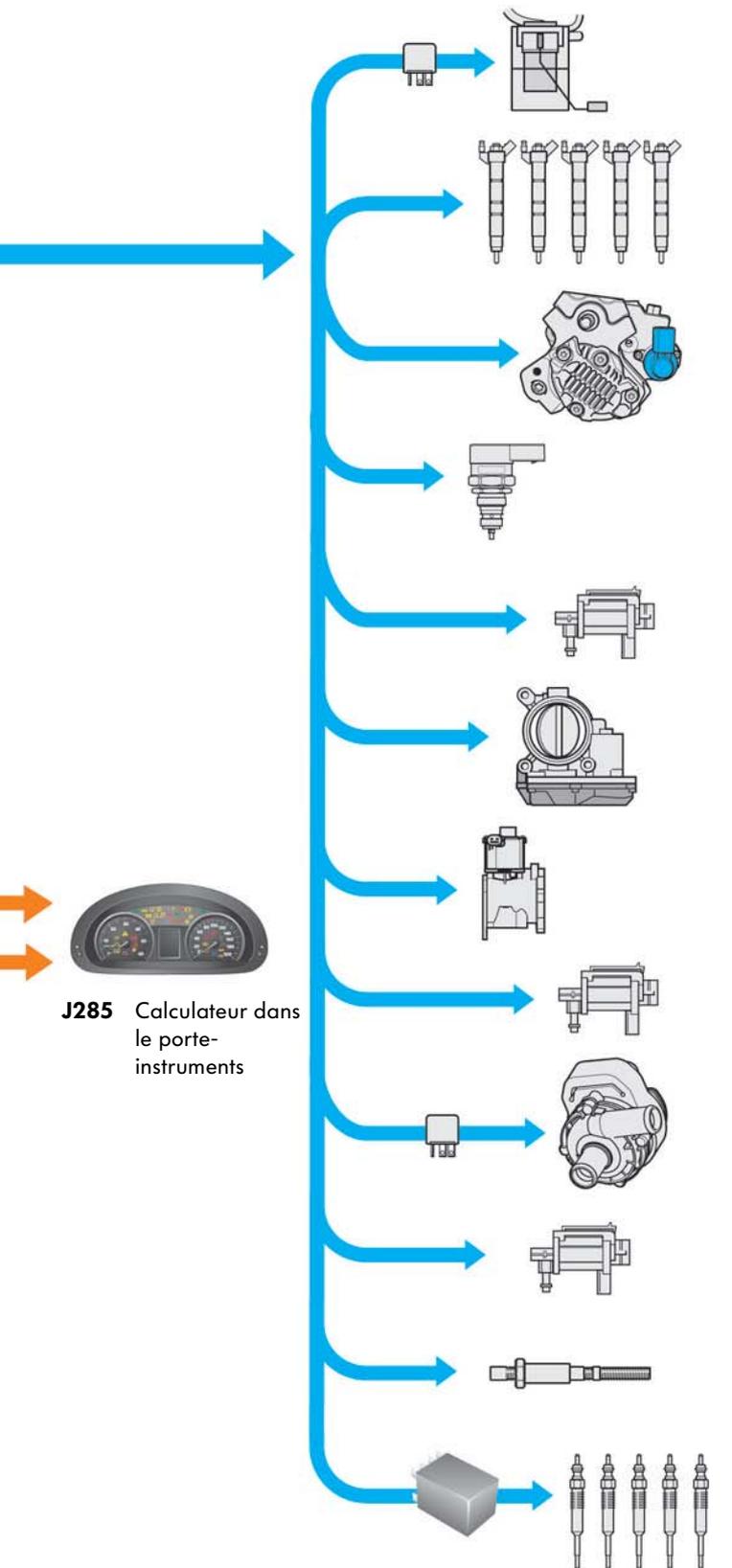
Le principe de fonctionnement du filtre à particules est décrit dans le programme autodidactique SSP 336 « Le filtre à particules à revêtement catalytique ».

Synoptique du système

Capteurs

- G28** Transmetteur de régime moteur
- G40** Transmetteur de Hall
- G79** Transmetteur de position de l'accélérateur
- G70** Débitmètre d'air massique
- G62** Transmetteur de température du liquide de refroid.
- G31** Transmetteur de pression de suralimentation
- G42** Transmetteur de température de l'air d'admission
- G71** Transmetteur de pression de tubulure d'admission
- G81** Transmetteur de température du carburant
- G247** Transmetteur de pression de carburant
- G212** Potentiomètre pour recyclage des gaz d'échappem.
- G39** Sonde lambda
- G450** Transmetteur de pression 1 des gaz d'échappement
- G235** Transm. de température des gaz d'échappement 1
- G506** Transm. de température en amont filtre à particules
- G527** Transm. de température en aval filtre à particules
- F** Contacteur des feux stop
- F36** Contacteur de pédale d'embrayage
- F379** Contacteur de pédale d'embrayage 2
- F365** Commande de position neutre de BV
- E101** Commande principale de dispositif stop/start
- G266** Transmetteur de niveau et de température d'huile





Actionneurs

J17 Relais de pompe à carburant
G6 Pompe de préalimentation

N30 Injecteur de cylindre 1
N31 Injecteur de cylindre 2
N32 Injecteur de cylindre 3
N33 Injecteur de cylindre 4
N83 Injecteur de cylindre 5

N290 Vanne de dosage de carburant

N276 Vanne de régulation de pression de carburant

N75 Electrovanne de limitation de pression de suraliment.

V157 Moteur de volet de tubulure d'admission

N18 Vanne de recyclage des gaz d'échappement

N345 Vanne de commutation du radiateur du système de recyclage des gaz

J151 Relais de post-circulation du liquide de refroidissement

V50 Pompe de recirculation du liquide de refroidissement

N214 Clapet de circuit du liquide de refroidissement

Z19 Chauffage de sonde lambda

J179 Calculateur d'automatisme de temps de préchauffage

Q10 Bougie de préchauffage 1

Q11 Bougie de préchauffage 2

Q12 Bougie de préchauffage 3

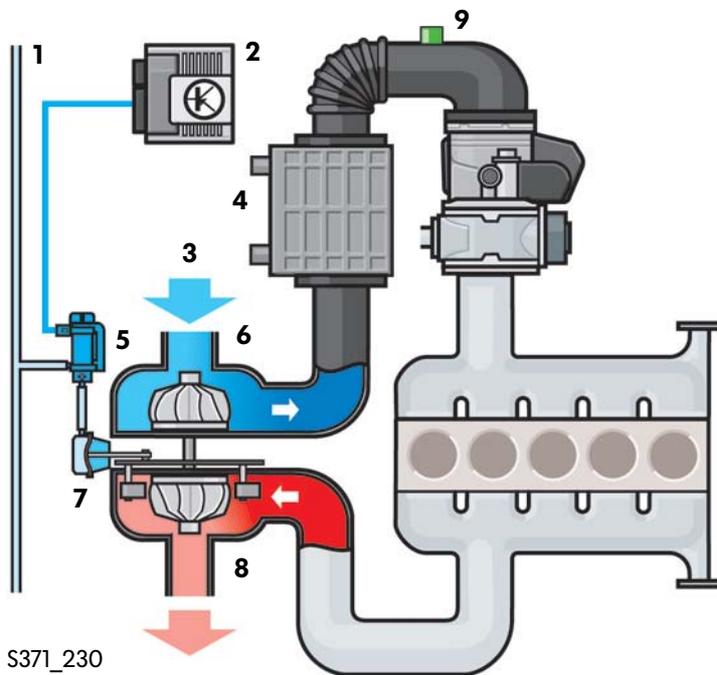
Q13 Bougie de préchauffage 4

Q14 Bougie de préchauffage 5

S371_328



La régulation de pression de suralimentation



Légende

- 1 - Système à dépression
- 2 - Calculateur moteur J623
- 3 - Air d'admission
- 4 - Radiateur d'air de suralimentation
- 5 - Electrovanne de limitation de pression de suralimentation N75
- 6 - Compresseur de turbocompresseur
- 7 - Capsule à dépression
- 8 - Turbine à gaz avec variation des aubes de guidage
- 9 - Transmetteur de pression de suralimentation G31/transmetteur de température d'air d'admission G42

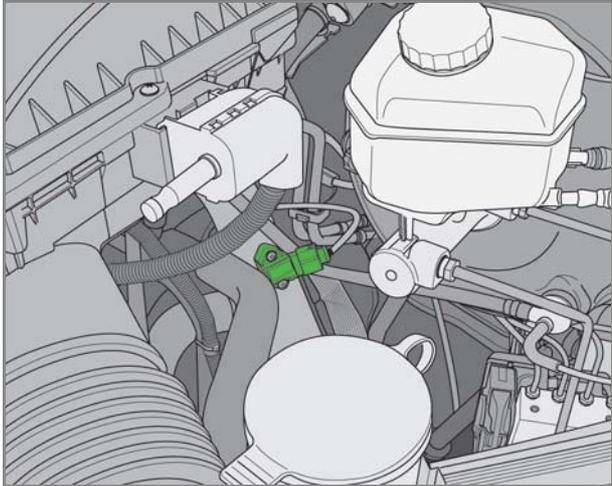
La régulation de pression de suralimentation gère la quantité d'air qui doit être comprimée par le turbocompresseur.

Le turbocompresseur augmente la pression dans la tubulure d'admission du moteur si bien qu'une plus grande quantité d'air parviendra dans le cylindre pendant le temps d'admission.

Il y aura donc plus d'oxygène pour la combustion d'une quantité de carburant accrue en conséquence. Le résultat se traduit par une augmentation de puissance pour une même cylindrée et un même régime.

Une augmentation de puissance est aussi atteinte par l'utilisation d'un radiateur d'air de suralimentation. L'air de combustion admis via le filtre à air se réchauffe fortement sur son trajet vers le moteur, en particulier dans le turbocompresseur. La densité de l'air et donc la quantité d'oxygène disponible pour la combustion diminuent. Dans le radiateur d'air de suralimentation, l'air sera à nouveau refroidi. Cela permet d'augmenter encore la densité de l'air. Ensuite, l'air sera comprimé dans la chambre de combustion.

Transmetteur de pression de suralimentation G31/transmetteur de température d'air d'admission G42



S371_300

Le transmetteur d'air de suralimentation G31 et le transmetteur de température d'air d'admission G42 sont intégrés en un seul et même composant implanté dans la tubulure d'admission.



Transmetteur de pression de suralimentation G31

Utilisation du signal

Le signal du transmetteur de pression de suralimentation permet d'établir la pression d'air momentanée dans la tubulure d'admission. Le calculateur moteur a besoin de ce signal pour réguler la pression de suralimentation.

Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance du signal, il n'y a aucune fonction de remplacement. La régulation de la pression de suralimentation est coupée et la puissance du moteur est nettement réduite.

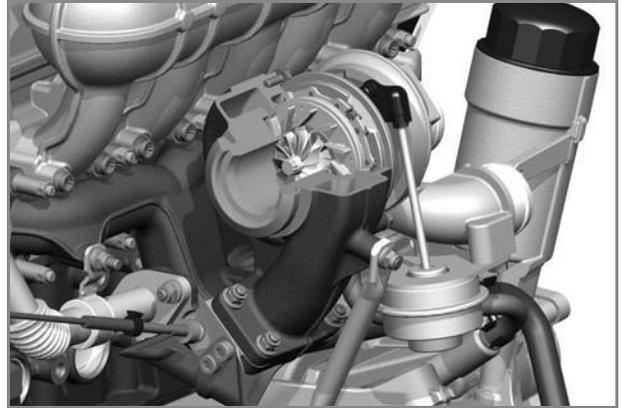
Transmetteur de température de l'air d'admission G42

Utilisation du signal

Le signal du transmetteur de température d'air d'admission utilise le calculateur moteur pour réguler la pression de suralimentation. Comme la température influe sur la densité de l'air de suralimentation, le signal est utilisé comme valeur de correction par le calculateur moteur.

Turbocompresseur à gaz d'échappement

La pression de suralimentation est produite sur le moteur TDI de 2,5 l monté dans le Crafter par un turbocompresseur à géométrie variable. Il dispose d'aubes directrices réglables permettant d'influer sur le flux des gaz d'échappement envoyés sur la roue de turbine. Cela présente l'avantage d'obtenir une pression optimale de suralimentation sur toute la plage de régime et donc une bonne combustion. Les aubes directrices réglables permettent à bas régime un couple élevé et un bon comportement au démarrage et dans la plage de haut régime, elles favorisent une diminution de la consommation de carburant et une réduction des gaz d'échappement. Les aubes directrices sont pilotées par dépression au moyen d'une tringlerie.



S371_122



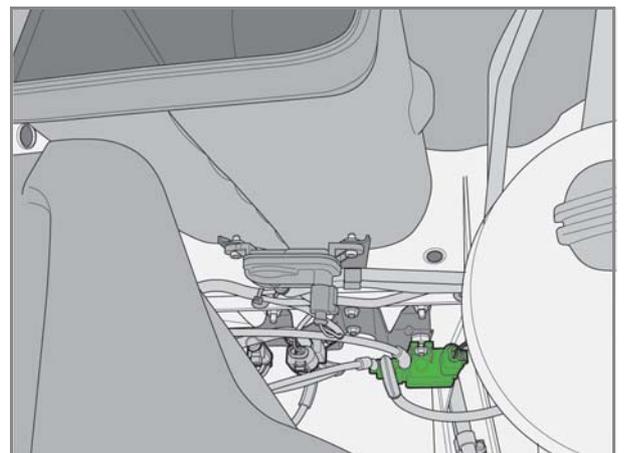
Le schéma de fonctionnement du turbocompresseur à géométrie variable est décrit dans le programme autodidactique SSP 190 « Turbocompresseur à géométrie variable ».

Electrovanne de limitation de pression de suralimentation N75

L'électrovanne de limitation de pression de suralimentation est une vanne électropneumatique. Elle est implantée dans le compartiment moteur au-dessus du longeron droit du véhicule. Cette électrovanne permet de piloter la dépression qui est nécessaire au réglage des aubes directrices par le biais de la capsule à dépression.

Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance de l'électrovanne, la capsule à dépression n'est plus alimentée en dépression. Un ressort à l'intérieur de la capsule à dépression déplace la tringlerie du mécanisme de réglage si bien que les aubes directrices du turbocompresseur sont amenées dans une position à angle très raide (position de mode dégradé). Lorsque le régime moteur est faible et que, par conséquent, la pression des gaz d'échappement est faible, on n'aura qu'une pression de suralimentation faible. La puissance du moteur en sera réduite.

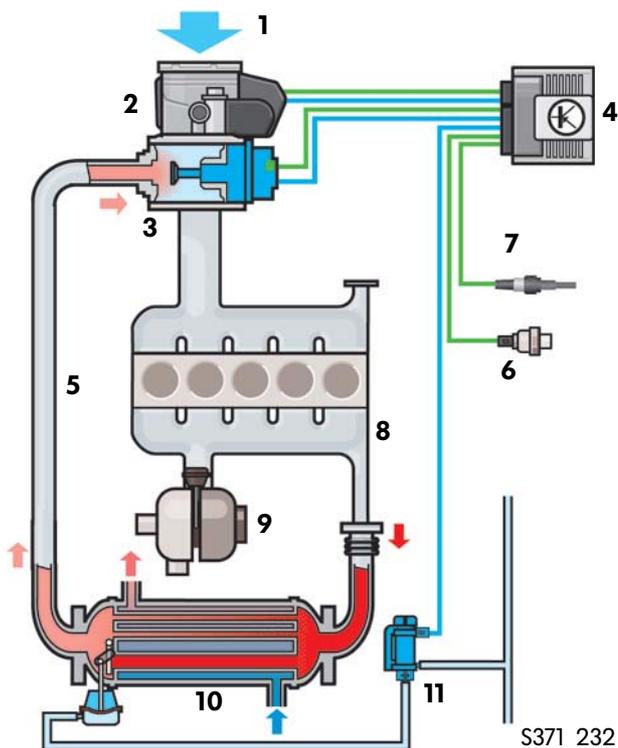


S371_306

Le recyclage des gaz d'échappement

Le recyclage des gaz d'échappement est une mesure visant à diminuer les émissions d'oxyde d'azote. Grâce au recyclage des gaz d'échappement, une partie des gaz d'échappement est de nouveau dirigée vers le processus de combustion.

Au cours de cette opération, la proportion d'oxygène contenue dans le mélange air-carburant est diminuée, ce qui entraîne un ralentissement de la combustion. Cet effet permet de diminuer la température de pointe de combustion et de diminuer ainsi les émissions d'oxyde d'azote.



Légende

- 1 - Air d'admission
- 2 - Volet de tubulure d'admission avec transmetteur de position du volet de tubulure d'admission et moteur du volet d'admission V157
- 3 - Vanne de recyclage des gaz d'échappement avec potentiomètre de recyclage des gaz G212 et vanne de recyclage des gaz d'échappement N18
- 4 - Calculateur moteur J623
- 5 - Conduite d'amenée des gaz
- 6 - Transmetteur de température du liquide de refroidissement G62
- 7 - Sonde lambda G39
- 8 - Collecteur d'échappement
- 9 - Turbocompresseur à gaz d'échappement
- 10 - Radiateur des gaz d'échappement
- 11 - Vanne de commutation du radiateur de recyclage des gaz d'échappement N345

La quantité de recyclage des gaz d'échappement est pilotée au moyen de la vanne de recyclage des gaz d'échappement en fonction d'une cartographie mémorisée dans le calculateur moteur.

La quantité de recyclage des gaz d'échappement dépend par principe du régime moteur, de la quantité injectée, de la masse d'air admise, de la température d'air d'admission et de la pression de l'air.

Une sonde lambda à large bande est implantée dans la ligne d'échappement avant le filtre à particules.

La sonde lambda permet de saisir la proportion d'oxygène contenue dans les gaz d'échappement sur une grande plage de mesure.

Le signal de la sonde lambda est utilisé comme valeur de correction pour le système de recyclage des gaz d'échappement afin de réguler la quantité de recyclage des gaz. Si la proportion d'oxygène dans les gaz s'écarte de la valeur de consigne mémorisée dans la cartographie de recyclage des gaz, le calculateur moteur va piloter cette vanne de recyclage des gaz N18 et modifier en conséquence la quantité de recyclage des gaz.

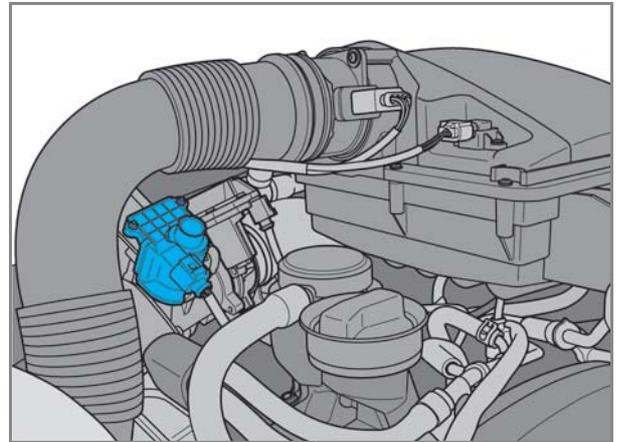
Un radiateur de recyclage des gaz assure un abaissement supplémentaire de la température de combustion en refroidissant les gaz recyclés, ce qui permet de recycler une plus grande quantité de gaz d'échappement.



Gestion moteur

Soupape de recyclage des gaz

Une soupape de recyclage des gaz à actionnement électrique a été adoptée sur le moteur TDI de 2,5 l monté dans le Crafter. Cette soupape se compose de la soupape de recyclage des gaz N18 ainsi que du potentiomètre de recyclage des gaz G212, elle est implantée dans le sens du flux côté admission de la tubulure. Cette vanne de recyclage des gaz d'échappement à commande électrique permet une régulation en continu et donc exacte des gaz d'échappement à recycler.



S371_040

Soupape de recyclage des gaz N18

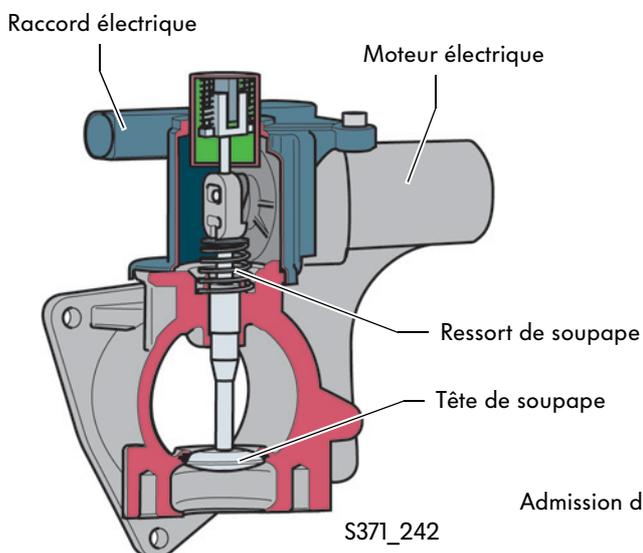
Constitution

La soupape de recyclage des gaz N18 est en fait une tête de soupape actionnée par un moteur électrique. Cette tête de soupape peut être réglée en continu par un moteur électrique. Pour ce, le mouvement de rotation du moteur électrique est transformé à l'aide d'une excentrique et d'un coulisseau en une course de levée. Grâce à la course de la tête de soupape, on peut faire varier la quantité de gaz d'échappement recyclée.

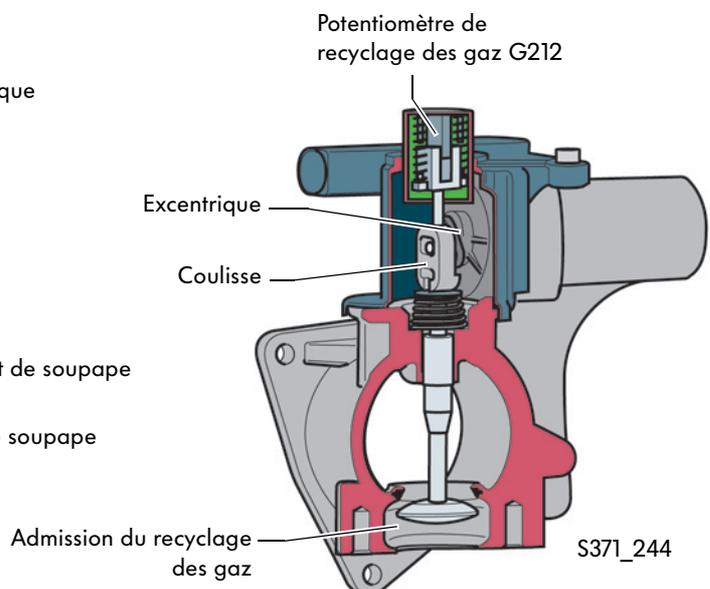
Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance de la soupape de recyclage des gaz N18, la tête de soupape est fermée sous la pression du ressort de soupape. Aucun gaz d'échappement ne peut être alors recyclé.

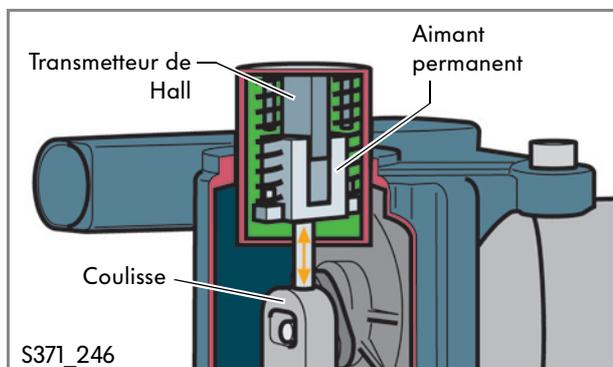
Soupape de recyclage des gaz fermée



Soupape de recyclage des gaz ouverte



Potentiomètre de recyclage des gaz G212



Le potentiomètre de recyclage des gaz saisit la position de la tête de soupape à l'intérieur de la soupape de recyclage des gaz. La course de la tête de soupape régule le flux de gaz d'échappement recyclé envoyé dans la tubulure d'admission.

Constitution

Le transmetteur est intégré au couvercle en matière plastique de la soupape de recyclage des gaz. Il se compose d'un transmetteur de Hall et d'un aimant permanent qui effectue des mouvements de va-et-vient le long de la coulisse de la tête de soupape. Le mouvement de l'aimant est saisi sans contact par le transmetteur de Hall. En fonction de la modification de la puissance du champ, la course d'ouverture de la tête de soupape peut être calculée.



Utilisation du signal

Ce signal permet au calculateur moteur de détecter la position momentanée de la tête de soupape. Cela permet de réguler la quantité de gaz d'échappement recyclé et donc la proportion d'oxyde d'azote dans les gaz d'échappement.

Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance du capteur, le recyclage des gaz est coupé. L'entraînement de la soupape de recyclage des gaz est coupé sans courant et la tête de soupape est fermée sous l'effet du ressort de soupape.



Le principe de fonctionnement du capteur de Hall intégré au potentiomètre de recyclage des gaz d'échappement est décrit à la page 52 du présent programme autodidactique.

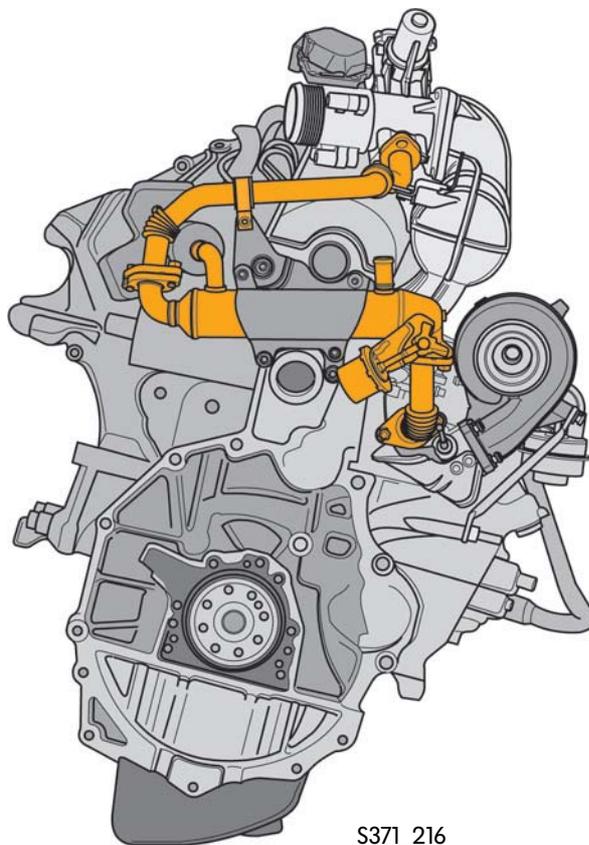
Gestion moteur

Radiateur de recyclage des gaz d'échappement

Le radiateur de recyclage des gaz d'échappement refroidit les gaz recyclés. Cela permet de diminuer en plus la température de combustion et permet de recycler une quantité plus importante des gaz d'échappement.

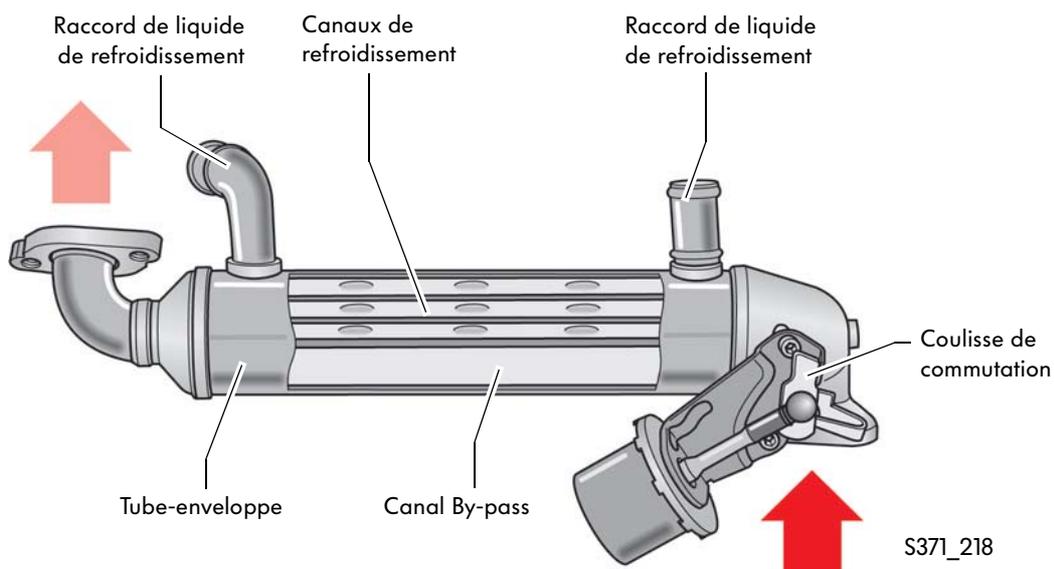
Sur les versions de moteur conformes à la norme antipollution EU4, un radiateur commutable de recyclage des gaz a été adopté. Cela permet au moteur et au filtre à particules d'atteindre plus rapidement leur température de fonctionnement respective.

Les gaz d'échappement ne sont refroidis que lorsque la température de fonctionnement a été atteinte.



S371_216

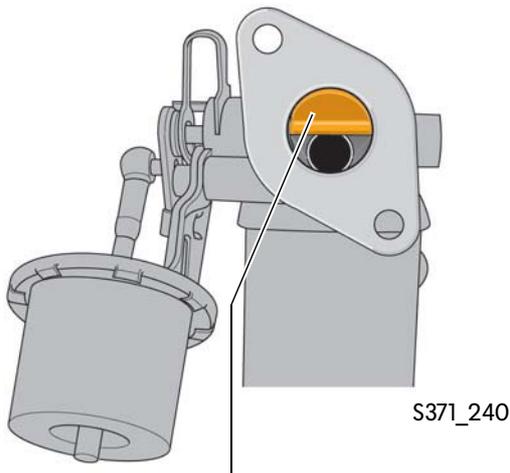
Constitution



S371_218

Fonctionnement

Refroidissement des gaz d'échappement non activé



Le volet ferme les canaux de refroidissement, le canal de By-pass est ouvert.

Lorsque la température du liquide de refroidissement est inférieure à 34°C, le recyclage des gaz est coupé. Le volet obture les canaux de refroidissement et le canal de By-pass est ouvert.

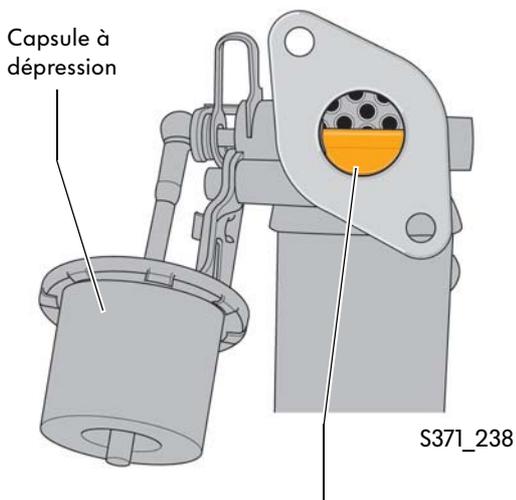
Les gaz d'échappement sont envoyés non refroidis dans la tubulure d'admission.

Lors du démarrage à froid du moteur, l'introduction de gaz non refroidis permet d'obtenir plus rapidement la température de fonctionnement du moteur et du catalyseur.

C'est pourquoi le radiateur restera fermé jusqu'à l'obtention des conditions de commutation.



Refroidissement des gaz d'échappement activé



Le volet ferme le canal By-pass, les canaux de refroidissement sont ouverts.

A partir d'une température du liquide de refroidissement de 35°C, le radiateur des gaz d'échappement entre en fonction, car le volet obture le canal By-pass. A cet effet, le calculateur moteur va piloter la vanne de commutation du radiateur de recyclage des gaz d'échappement N345.

Les gaz recyclés traversent maintenant les canaux de refroidissement.

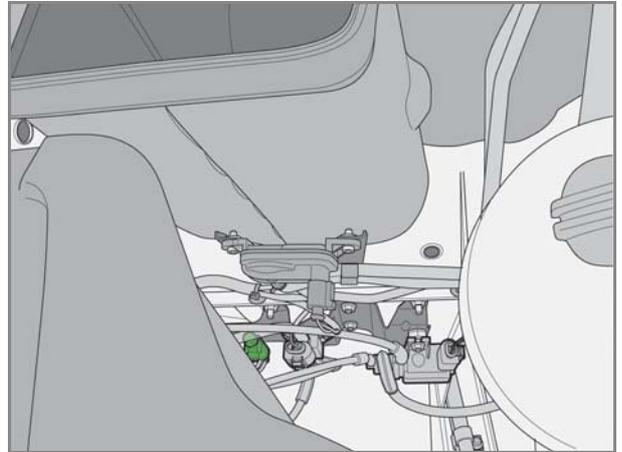
L'introduction de gaz refroidis va diminuer la formation d'oxyde d'azote dans la chambre de combustion, surtout lorsque la température de combustion est élevée.

Vanne de commutation du radiateur du système de recyclage des gaz N345

La vanne de commutation du radiateur du système de recyclage des gaz est une vanne électropneumatique. Elle est implantée dans le compartiment moteur au-dessus du longeron droit et alimente la capsule à dépression du radiateur de recyclage des gaz d'échappement en dépression suffisante pour assurer la commutation.

Répercussions en cas de défaillance

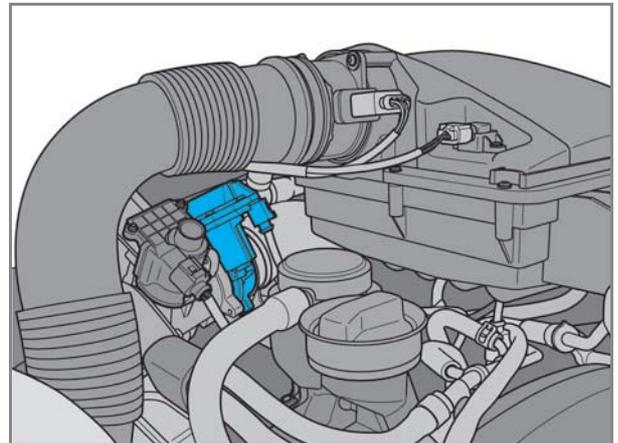
Si la vanne de commutation du radiateur du système de recyclage des gaz est défaillante, le volet By-pass ne pourra plus être actionné par la capsule à dépression du radiateur de recyclage des gaz. Le volet By-pass du radiateur des gaz d'échappement reste ouvert et le refroidissement des gaz d'échappement actif. L'obtention de la température de fonctionnement en sera ainsi retardée.



S371_302

Le volet du collecteur d'admission

Un volet de collecteur d'admission (étouffoir) à commande électrique est monté dans le sens du flux de en amont de la soupape de recyclage des gaz. La variation de position du volet du collecteur d'admission est continue et peut ainsi être adaptée à la charge et au régime respectifs du moteur.

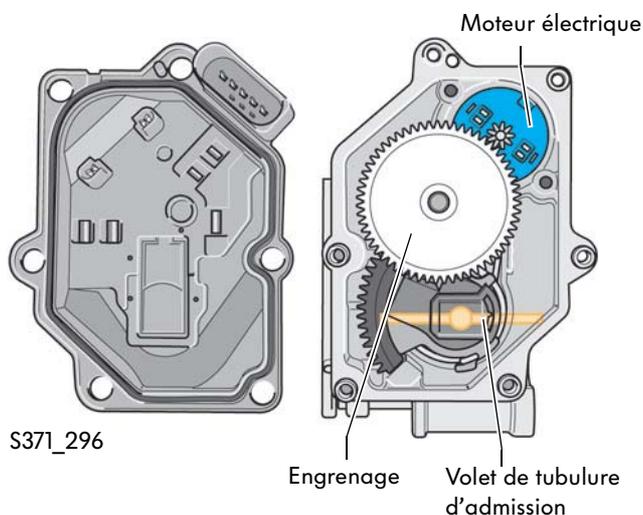


S371_038

Le volet du collecteur d'admission doit assurer les fonctions suivantes :

- Dans certaines situations de fonctionnement, le volet du collecteur d'admission produit une différence entre la pression dans la tubulure d'admission et la pression des gaz d'échappement. Par cette différence de pression, on obtient un recyclage des gaz d'échappement au fonctionnement efficace.
- En mode régénération du filtre à particules, la quantité d'air d'admission sera régulée par ce volet du collecteur d'admission.
- Lors de la coupure du moteur, le volet sera fermé. Un moins grand volume d'air sera aspiré et comprimé, ce qui permettra au moteur de se couper en douceur.

Moteur de volet de tubulure d'admission V157



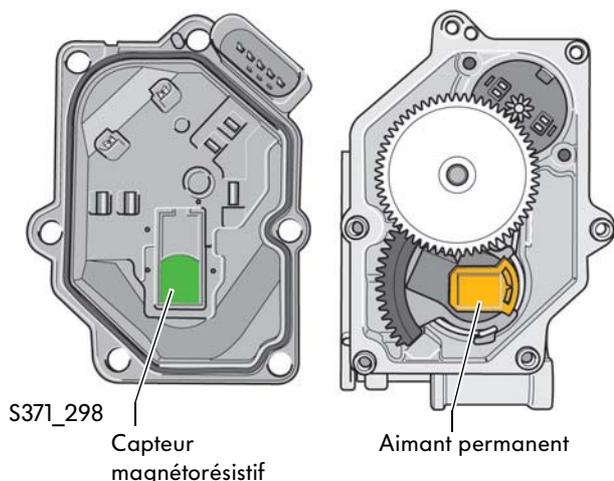
Le moteur de volet de tubulure d'admission V157 est un moteur électrique qui actionne le volet de tubulure d'admission au moyen d'un engrenage.

Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance, aucune régulation correcte du recyclage des gaz d'échappement n'est possible. Il n'y aura pas de régénération active du filtre à particules.



Transmetteur de position du volet de tubulure d'admission



L'élément capteur est intégré à l'entraînement du volet de tubulure d'admission. Il saisit la position actuelle du volet de tubulure d'admission.

Constitution

Le transmetteur est implanté sur une platine de commutation sous le couvercle en matière plastique du module de volet de tubulure d'admission. Il s'agit d'un capteur magnétorésistif, qui détecte la variation de l'aimant permanent sur l'axe du volet de régulation.

Utilisation du signal

A l'aide du signal, le calculateur moteur reconnaît la position momentanée du volet de tubulure d'admission.

Cette information est nécessaire pour réguler le recyclage des gaz d'échappement et déclencher la régénération du filtre à particules.

Répercussion en cas de défaillance

En cas de défaillance, le recyclage des gaz d'échappement sera coupé et il n'y aura pas de régénération active du filtre à particules. Une mention sera inscrite dans la mémoire de défauts pour le moteur correspondant du volet de tubulure d'admission V157.



Le principe de fonctionnement des capteurs magnétorésistifs est décrit dans le programme autodidactique SSP 368 « Le moteur TDI de 2,0 l / 125 kW en technique 4 soupapes ».

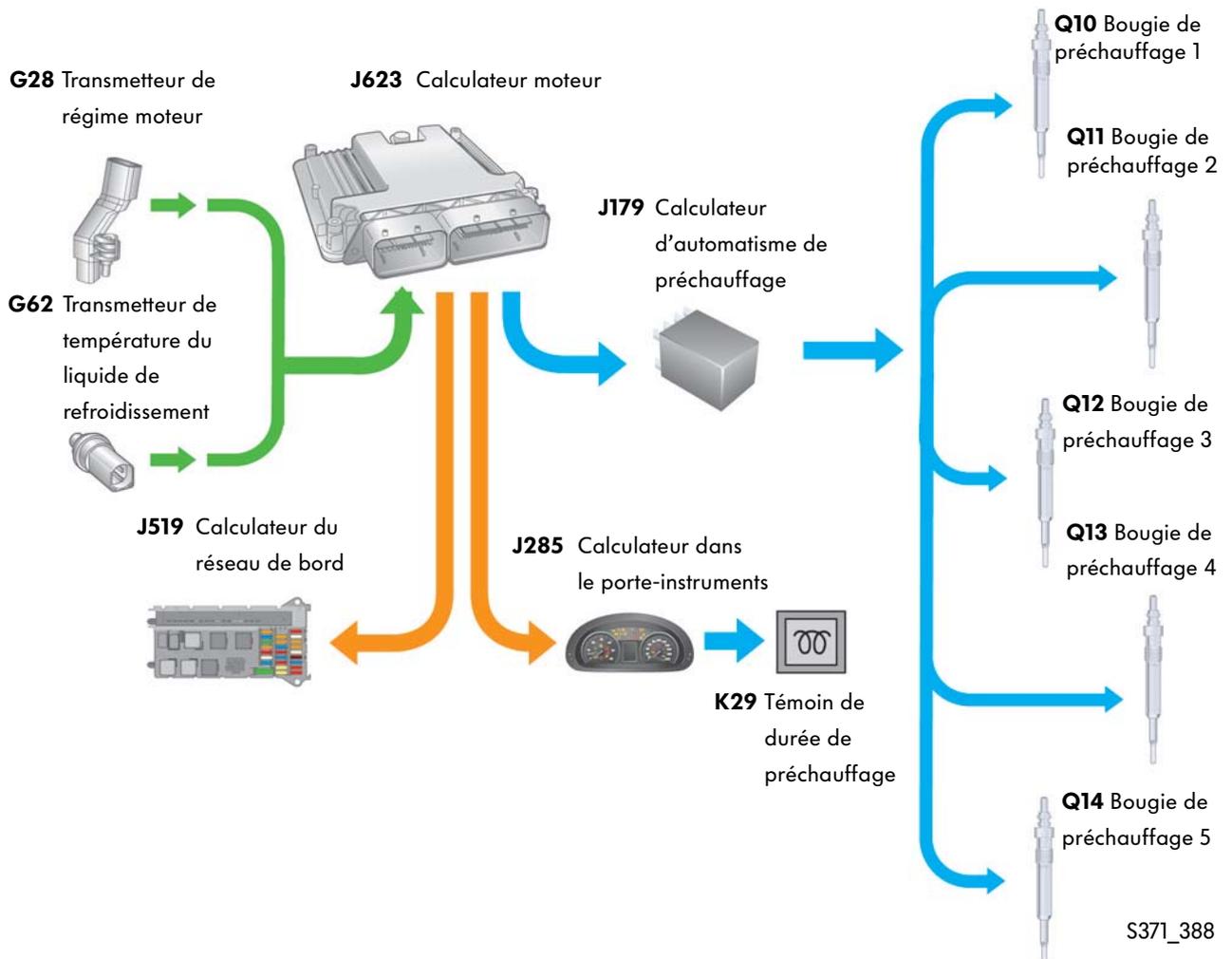
Le dispositif de préchauffage

Le moteur TDI de 2, 5l monté sur le Crafter est doté d'un dispositif de préchauffage rapide. Celui-ci permet un démarrage immédiat « comme sur un moteur à essence » sans longue durée de préchauffage et, ce, dans toutes les conditions atmosphériques.

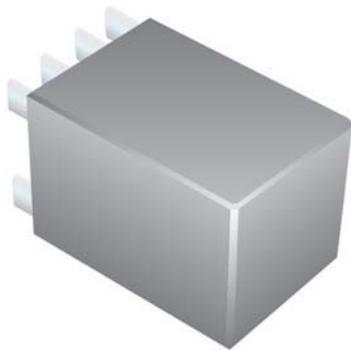
Avantages du système de préchauffage

- Démarrage « comme un moteur à essence » à des températures pouvant atteindre moins 24°C
- Temps de réchauffage extrêmement rapide. En l'espace de 2 secondes, on atteint une température de 1000°C à la bougie de préchauffage.
- Températures pilotables pour le préchauffage et le post-chauffage
- Aptitude à l'autodiagnostic
- Fait partie du diagnostic européen embarqué.

Synoptique du système



Calculateur d'automatisme de temps de préchauffage J179



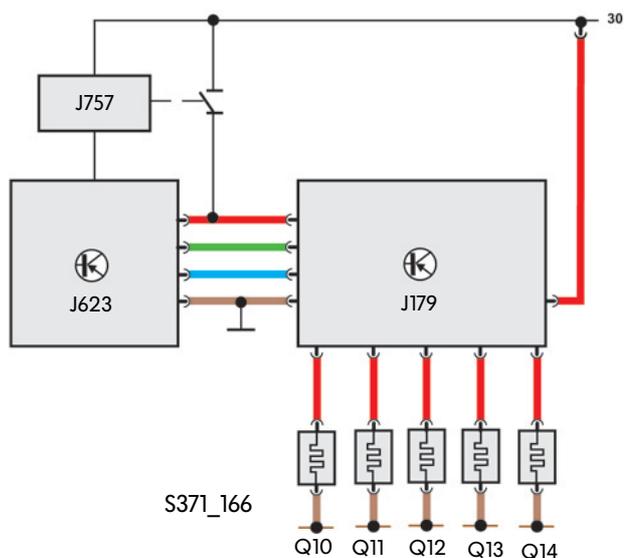
S371_170

Le calculateur d'automatisme de temps de préchauffage se trouve dans le compartiment moteur à gauche, sous le calculateur moteur.

Il obtient ses informations concernant la fonction de préchauffage du calculateur moteur. Le point de préchauffage, la durée de préchauffage, la fréquence de pilotage ainsi que le rapport cyclique sont déterminés par le calculateur moteur.

Fonctions

- Mise en circuit des bougies de préchauffage au moyen d'un signal à modulation de largeur d'impulsion (signal PWM)
- Coupure intégrée en cas de surtension ou température excessive
- Surveillance individuelle des bougies
 - Détection d'une surintensité et d'un court-circuit dans le circuit de préchauffage
 - Coupure du circuit de préchauffage en cas de surintensité
 - Diagnostic de l'électronique de préchauffage
 - Détection d'un circuit ouvert en cas de défaillance d'une bougie de préchauffage



S371_166

- = Signal de pilotage venant du calculateur moteur
- = Signal de diagnostic vers le calculateur moteur
- = Masse
- = Alimentation en tension
- J757 = Relais d'alimentation en tension des composants mot.
- J623 = Calculateur moteur
- J179 = Calculateur d'automatisme de préchauffage
- Q10-Q14 = Bougie de préchauffage

Gestion moteur

Bougies de préchauffage en céramique

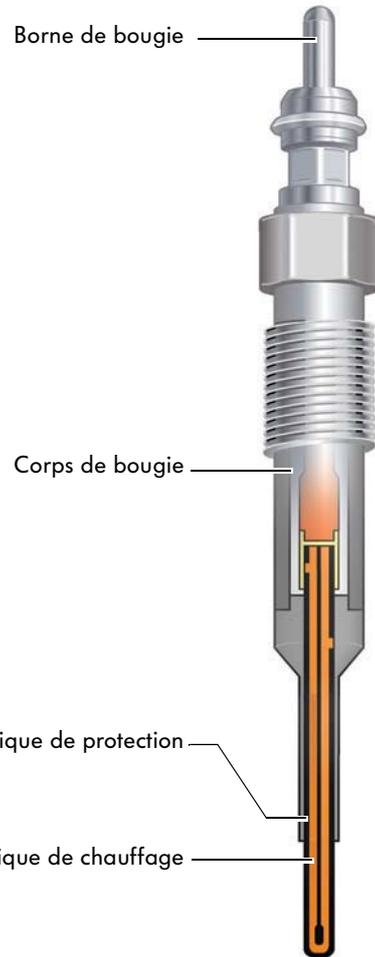
Le dispositif de préchauffage est équipé de bougies de préchauffage à éléments chauffants en céramique. Les bougies de préchauffage en céramique présentent par rapport aux bougies de préchauffage en métal les avantages suivants :

- Meilleur comportement de démarrage à froid grâce à des températures de préchauffage plus élevées
- Valeurs plus favorables des émissions grâce à des températures de préchauffage plus élevées dans l'ensemble
- Faible vieillissement



Constitution

La bougie de préchauffage en céramique se compose du corps de bougie, de la borne de bougie et de la tige de réchauffage en matériau céramique. La tige de réchauffage comporte une céramique de protection isolante. Cette céramique de chauffage remplace la spirale de réglage et de chauffage d'une bougie de préchauffage en métal. Les bougies de préchauffage en céramique ont une tension nominale de 7 volts.



S371_234



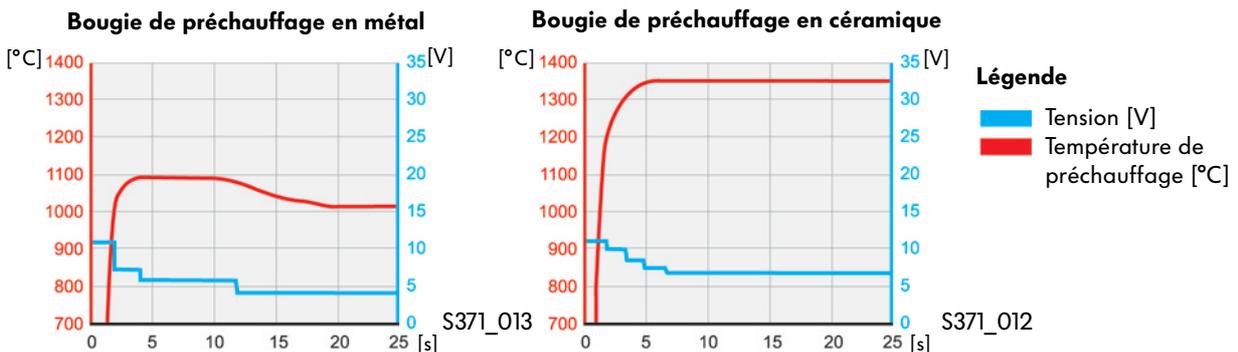
Les bougies de préchauffage en céramique sont très sensibles au choc et à la flexion. Veuillez respecter les instructions à cet effet dans le Manuel de réparation.



Le bon fonctionnement des bougies de préchauffage ne doit jamais être contrôlé avec une tension de 12 volts, sinon la bougie serait endommagée.

Comparaison

Par comparaison à une bougie de préchauffage en métal, la bougie de préchauffage en céramique procure des températures de préchauffage nettement plus élevées tout en ayant un besoin de tension similaire.



Fonctionnement

Préchauffage

Le pilotage des bougies de préchauffage en céramique est effectué par le calculateur moteur via le calculateur d'automatisme de temps de préchauffage J179 avec un décalage de phase réalisé à l'aide du signal de modulation de largeur d'impulsion (signal PWM). Pour ce faire, la tension au niveau des différentes bougies est réglée par la fréquence des impulsions. Pour un démarrage rapide avec une température extérieure de moins de 25°C, on appliquera pour le préchauffage une tension maximale de 11,5V. Celle-ci garantit que la bougie de préchauffage se réchauffera en un temps extrêmement court (au maximum 2 secondes) à plus de 1000°C. Ce qui réduit la durée de préchauffage du moteur.

Post-chauffage

En diminuant en continu la fréquence de pilotage du signal PWM, la tension pour le post-chauffage est réglée en fonction du point de fonctionnement à une tension nominale de 7 volts. Pendant le post-chauffage, la bougie de préchauffage en céramique atteint une température pouvant être au maximum de 1350°C. Il y a post-chauffage pour un maximum de 5 minutes jusqu'à ce que la température du liquide refroidissement ait atteint 25°C après le démarrage du moteur. La température de préchauffage élevée contribue à réduire les émissions d'hydrocarbures et les bruits de combustion pendant la phase de réchauffement.

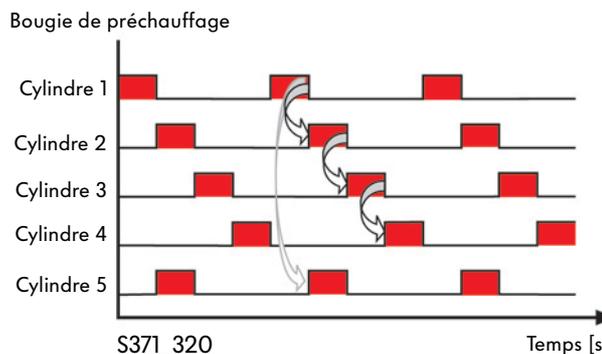
Réchauffage intermédiaire

Pour régénérer le filtre à particules, les bougies de préchauffage seront pilotées par le calculateur moteur pour réaliser un réchauffage intermédiaire. Par ce réchauffage intermédiaire, les conditions de combustion s'améliorent pendant le processus de régénération.

En raison du faible vieillissement, ce réchauffage intermédiaire effectué lors de la régénération du filtre à particules ne représente aucune exigence particulière aux bougies de préchauffage en céramique.

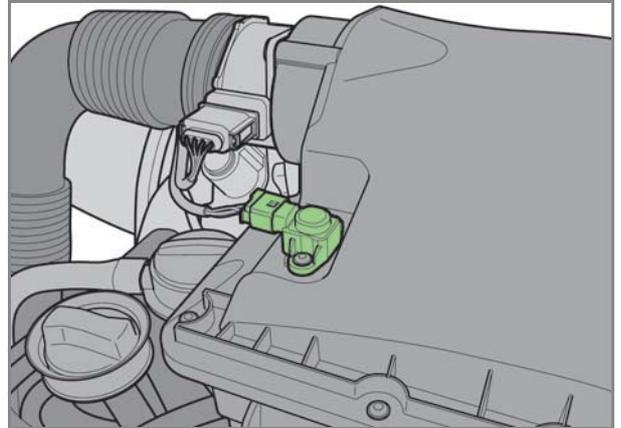
Pilotage des bougies de préchauffage avec décalage de phase

Afin de délester la tension du réseau de bord pendant les phases de préchauffage, les bougies de préchauffage sont pilotées avec un certain décalage de phase. Le flanc tombant du signal pilote alors toujours la bougie de préchauffage suivante. Les bougies de préchauffage des cylindres 2 et 5 seront toujours pilotées en même temps.



Le transmetteur de pression de la tubulure d'admission G71

C'est dans la ligne d'admission derrière le filtre à air que se trouve le transmetteur de pression de tubulure d'admission G71. Il établit dans cette portion d'air épuré après le filtre à air quelle est la pression d'air momentanée régnant dans la tubulure d'admission.



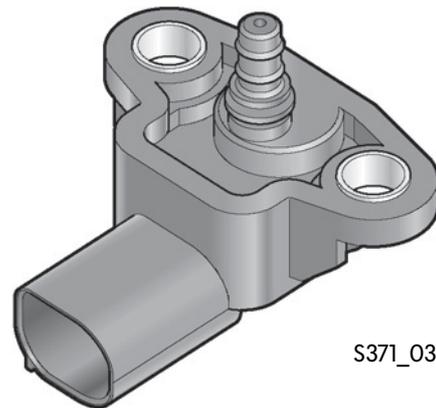
S371_036

Utilisation du signal

Le signal est utilisé par le calculateur moteur comme valeur de correction pour la régulation de la quantité injectée.

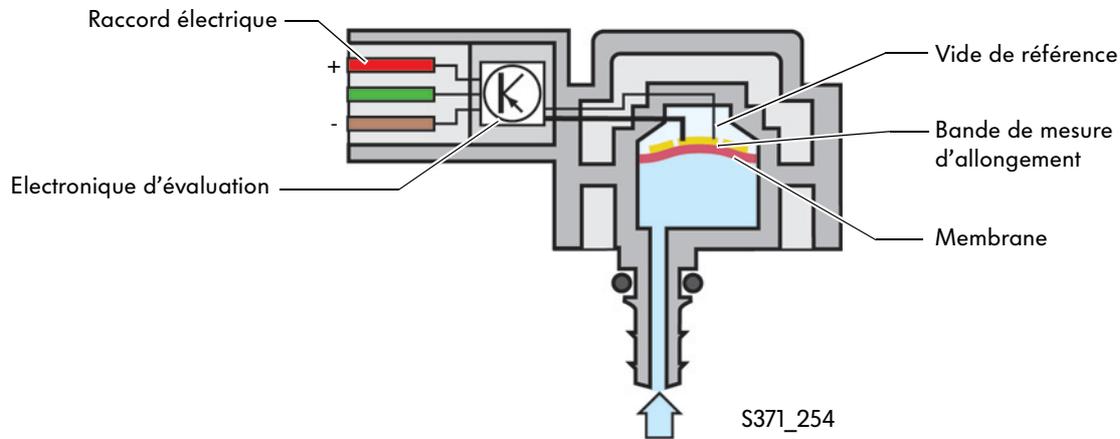
La pression atmosphérique diminue lorsque l'altitude augmente. Cela réduit également le remplissage des cylindres en air de combustion. La quantité injectée sera réduite lorsque la pression atmosphérique est faible afin d'éviter de la fumée noire en altitude.

Le signal est également utilisé comme valeur de correction pour la régulation de la pression de suralimentation.



S371_034

Constitution



Fonctionnement

L'élément capteur se compose d'une membrane sur laquelle se trouve des bandes de mesure d'allongement. On a enfermé un vide de référence dans un espace étanche à l'air. Il sert de grandeur de référence pour l'allongement de la membrane. En fonction de la modification de la pression dans la tubulure d'admission, la flexion de la membrane se modifie et donc la longueur de la bande de mesure d'allongement.

Cela modifie la valeur de résistance des bandes de mesure d'allongement et donc la tension de mesure. L'électronique d'évaluation calcule à partir de la valeur de résistance momentée un signal de tension et le transmet au calculateur moteur.

Répercussion en cas de défaillance

Si le signal est défaillant, le calculateur moteur utilisera une valeur de remplacement. A haute altitude, il peut y avoir émission de fumée noire.

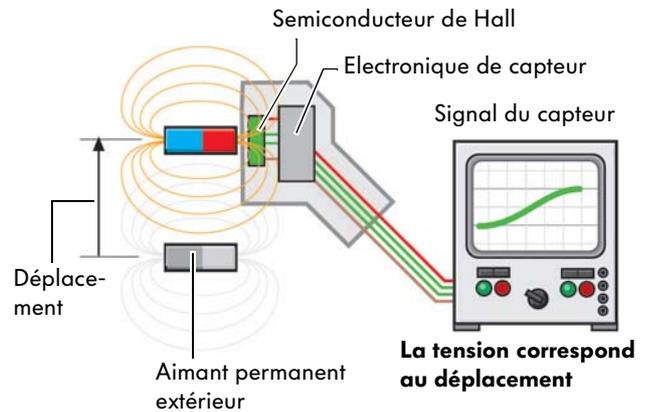


Constitution et fonctionnement des capteurs de Hall

Les capteurs de Hall sont utilisés pour mesurer le régime et détecter une position. Pour la détection d'une position, on peut saisir des déplacements linéaires mais aussi des angles de rotation.

Capteurs de Hall pour la détection d'une position

Ce type de capteurs enregistre une variation de tension à l'intérieur d'une plage de tension. Pour mesurer un déplacement linéaire, l'aimant du semiconducteur de Hall est séparé si bien que ce semiconducteur de Hall va passer à côté de l'aimant lors du déplacement. Ce faisant, l'intensité du champ de l'aimant se modifie en fonction de l'écart par rapport au semiconducteur de Hall. Si le semiconducteur de Hall se rapproche du champ magnétique, la tension de Hall augmente, lorsqu'il s'éloigne de l'aimant, elle retombera de nouveau. Ainsi, l'électronique de saisie peut déduire le chemin parcouru à partir de la variation de la tension de Hall.

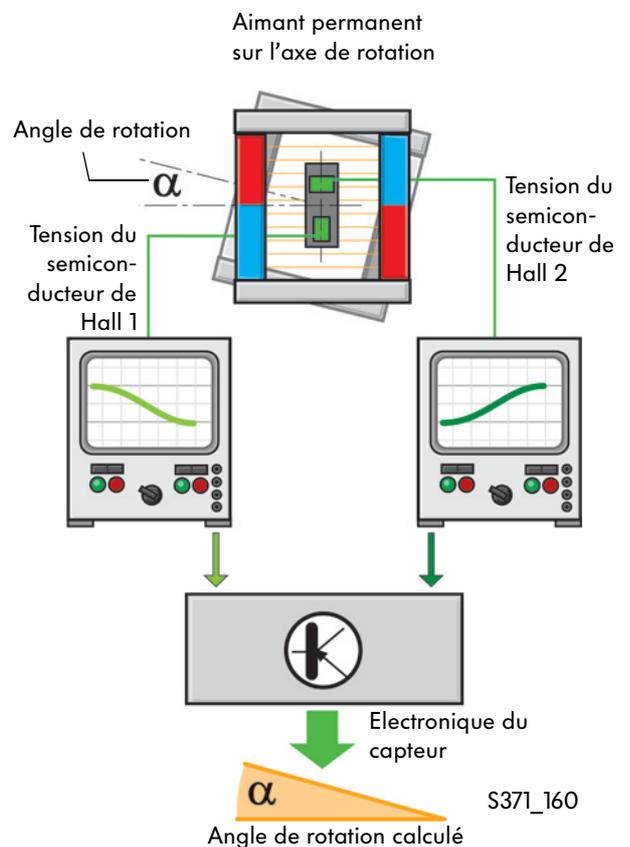


S371_158

En fonction de la constitution du capteur de Hall et de l'aimant permanent, on peut saisir et mesurer également un angle de rotation en s'appuyant sur le principe de Hall.

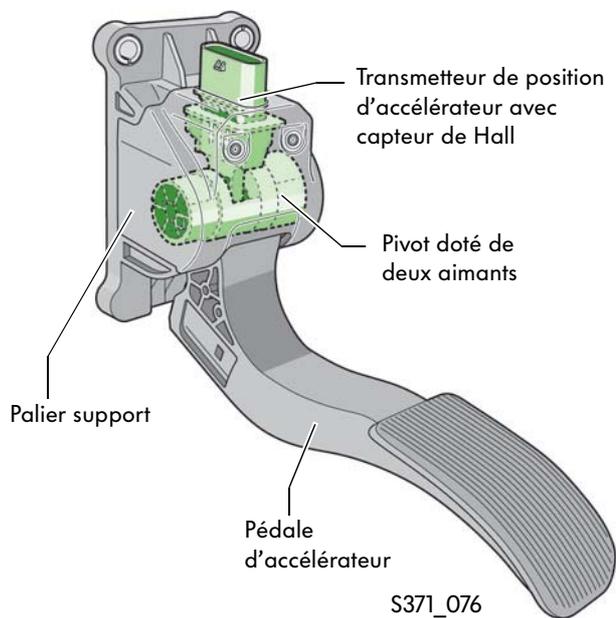
Pour cela, deux semiconducteurs de Hall sont disposés dans le capteur de manière à être perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. Les deux semiconducteurs de Hall fournissent des tensions de Hall opposées étant donné cette disposition. A partir de ces deux tensions, l'électronique du capteur calcule l'angle de variation de l'axe rotatif.

L'aimant permanent se compose dans notre exemple de deux aimants-tiges qui sont reliés par deux pontets de métal, si bien que les lignes de champ entre les deux bobines-tiges sont parallèles.



S371_160

Le module d'accélérateur



Constitution

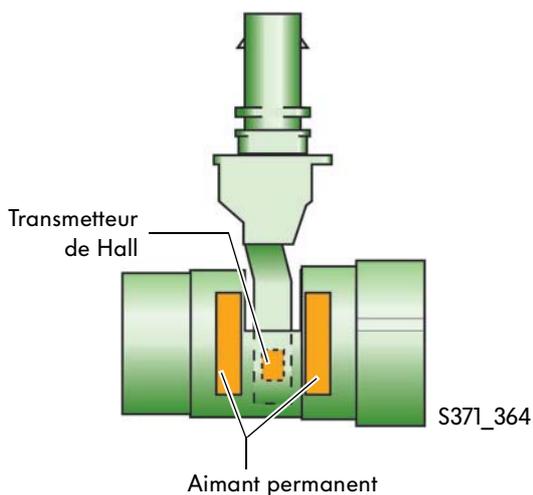
Le module d'accélérateur se compose de la pédale d'accélérateur, du palier support, de deux ressorts de pression, d'un pivot avec deux aimants et du transmetteur de position d'accélérateur avec son générateur à effet Hall.

Sur un module d'accélérateur à fonction Kick-down, il est monté en plus un ressort de pression avec butée entre l'accélérateur et le palier support. Ce ressort de pression sert à donner au conducteur le sentiment de surmonter un point de pression pour la fonction Kick-down.



Transmetteur de position d'accélérateur G79

Le transmetteur de position d'accélérateur fait partie intégrante du module d'accélérateur et fonctionne sans contact comme un transmetteur de Hall.



Utilisation du signal

Le calculateur moteur utilise le signal du transmetteur de position d'accélérateur pour calculer la quantité injectée.

Répercussions en cas de défaillance

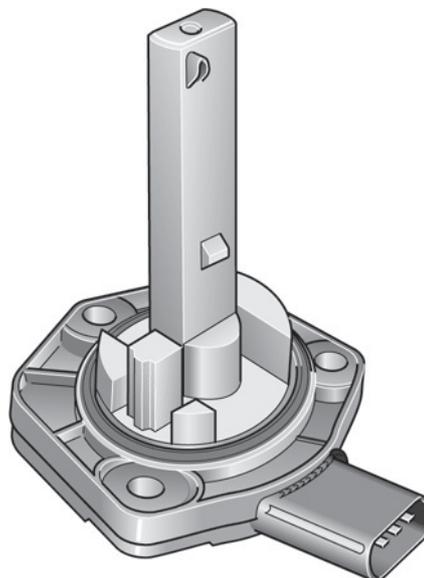
En cas de défaillance du transmetteur de position d'accélérateur, le moteur ne continuera à fonctionner qu'avec un régime de ralenti accéléré et ne réagira plus à la pédale d'accélérateur.

Le transmetteur de niveau et de température d'huile G266

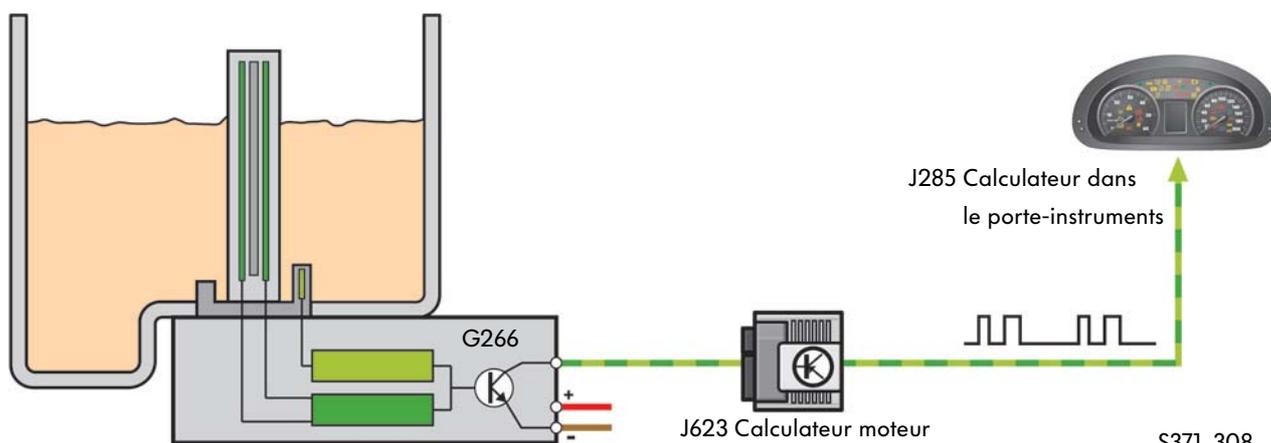
Les moteurs diesel sont équipés d'un transmetteur de niveau et de température d'huile pour permettre une périodicité variable de la vidange d'huile.

Le transmetteur de niveau et de température d'huile G266 est un transmetteur thermique de niveau d'huile. Les informations de ce transmetteur servent au calcul du niveau d'huile et de la qualité de l'huile. Pour le calcul de la qualité de l'huile, on associe un dépôt moyen de particules de suie dans l'huile. Cette quantité est calculée au cours d'essais et est mémorisée dans une cartographie.

Pendant la marche du véhicule, la température de l'huile moteur est mesurée en continu et le niveau d'huile calculé en continu. Ces deux valeurs sont transmises par un signal commun à modulation de largeur d'impulsion au calculateur dans le porte-instruments via le calculateur moteur.



S371_310



S371_308



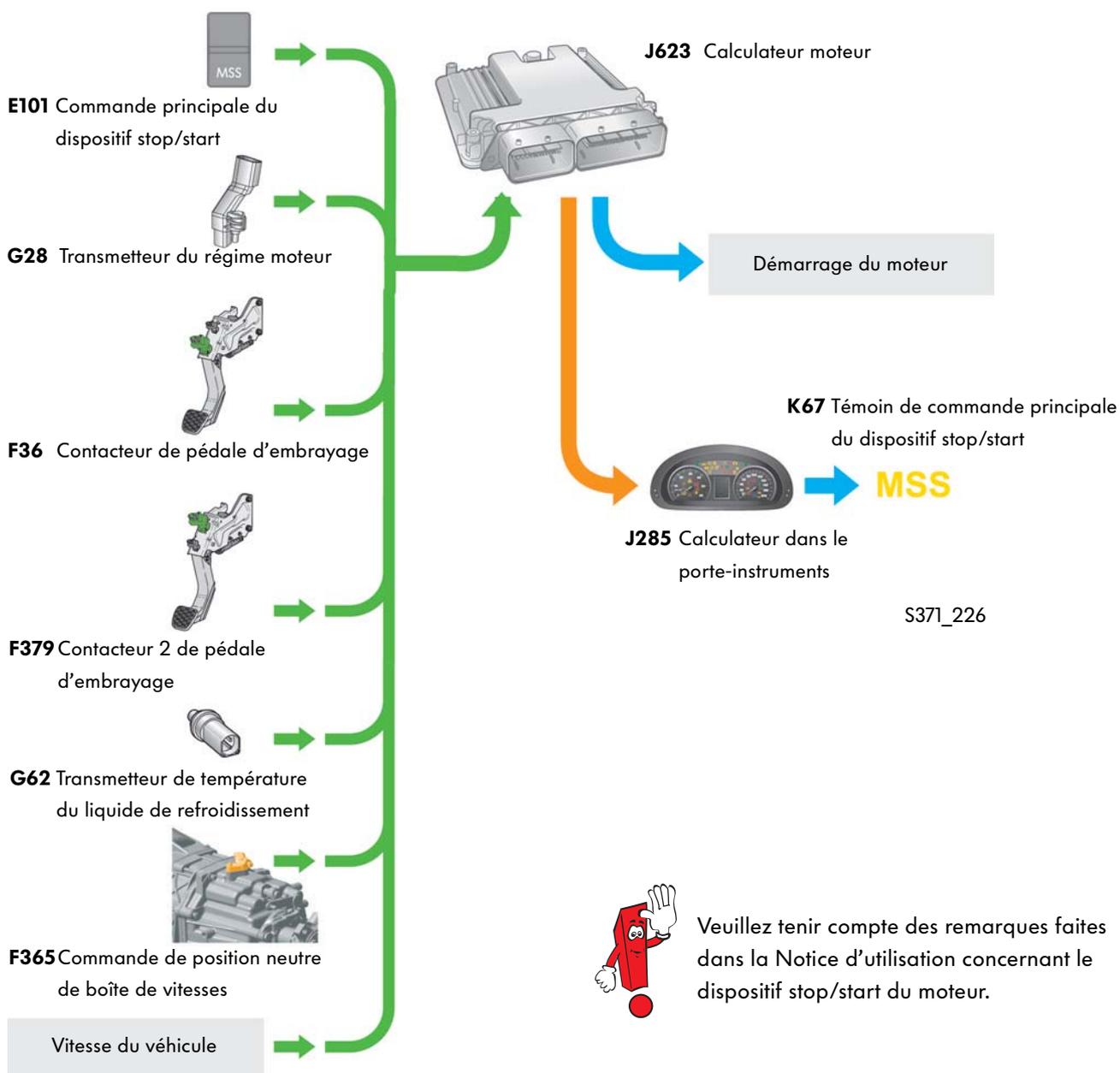
Vous trouverez de plus amples informations dans le programme autodidactique SSP 224 « Allongement de la périodicité d'entretien ».

Le dispositif stop/start du moteur

Le dispositif stop/start du moteur (MSS) est un dispositif de confort permettant d'économiser du carburant. Il s'agit d'une option pour les véhicules équipés d'une boîte mécanique.

Pendant les immobilisations du véhicule, le moteur sera coupé automatiquement dans certaines conditions et sera relancé à la demande du conducteur. Cela permet de réduire la consommation de carburant.

Le dispositif stop/start du moteur sera mis sous tension à l'aide de la commande principale du dispositif stop/start lorsque le moteur tourne et sera activé dès que le véhicule aura roulé à une vitesse d'au moins 5 km/h pendant un court laps de temps après le démarrage.



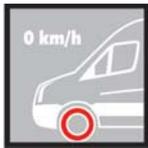
Veillez tenir compte des remarques faites dans la Notice d'utilisation concernant le dispositif stop/start du moteur.



Gestion moteur

Conditions de coupure

Afin que le moteur se coupe automatiquement, il faut que les conditions suivantes soient remplies pour une durée d'au moins 2 secondes :



S371_132

- Le véhicule est à l'arrêt.
(Information venant du calculateur d'ABS J104 et fournie par les capteurs de régime de roue)



S371_134

- Le moteur tourne au régime de ralenti.
(Information fournie par le transmetteur de régime moteur G28)



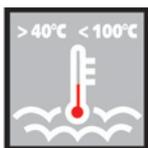
S371_136

- La boîte de vitesses est commutée en position neutre.
(Information venant de la commande de position neutre de boîte de vitesses F365)



S371_138

- La pédale d'embrayage n'est pas actionnée.
(Information venant du contacteur de pédale d'embrayage F36)



S371_140

- La température du liquide de refroidissement est supérieure à 40°C et inférieure à 100°C.
(Information venant du transmetteur du liquide de refroidissement G62)

Lorsque le moteur a été coupé automatiquement, le témoin MSS s'allume dans le porte-instruments.



Le témoin MSS clignote lorsque la commande du dispositif MSS a été actionnée, que le véhicule est à l'arrêt mais qu'une vitesse a été engagée ou que l'embrayage est toujours actionné.



Lors de travaux sur le moteur veuillez couper le dispositif stop/start du moteur ! Cela empêchera un démarrage inopiné du moteur si le dispositif stop/start est activé.

Conditions de démarrage

Le moteur démarrera de nouveau automatiquement lorsque les conditions suivantes seront remplies :



S371_142

- Le contact d'allumage est mis.



S371_136

- La boîte de vitesses est mise en position neutre.
(Information venant du contacteur de position neutre de boîte de vitesses F365)



S371_146

- La pédale d'embrayage est actionnée.
(Information venant du contacteur de pédale d'embrayage F36)



Conditions supplémentaires de démarrage



S371_148

- Le calculateur moteur constate que le véhicule se déplace (par ex. sur une montagne lorsque l'on a desserré le frein à main).



S371_150

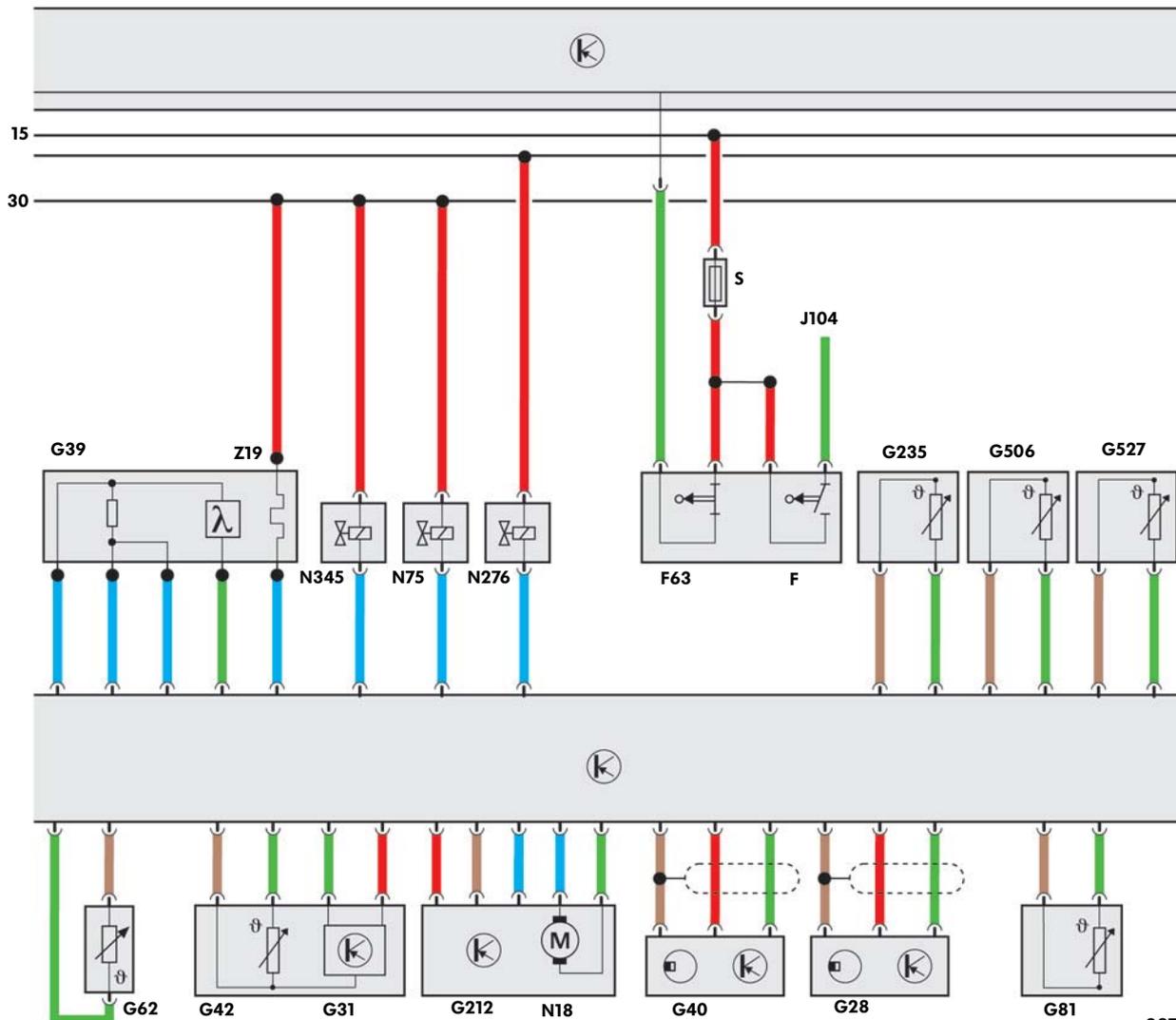
- Si un rapport est engagé, après que le moteur se soit coupé automatiquement, il faut enfoncer la pédale d'embrayage jusqu'en butée pour que le redémarrage se fasse automatiquement. Afin de constater cette action, le calculateur moteur a besoin du signal du contacteur d'embrayage 2 F379.



Le dispositif stop/start du moteur est désactivé lorsque le contact d'allumage est coupé.



En cas de défaut dans le dispositif stop/start, le témoin MSS restera allumé.

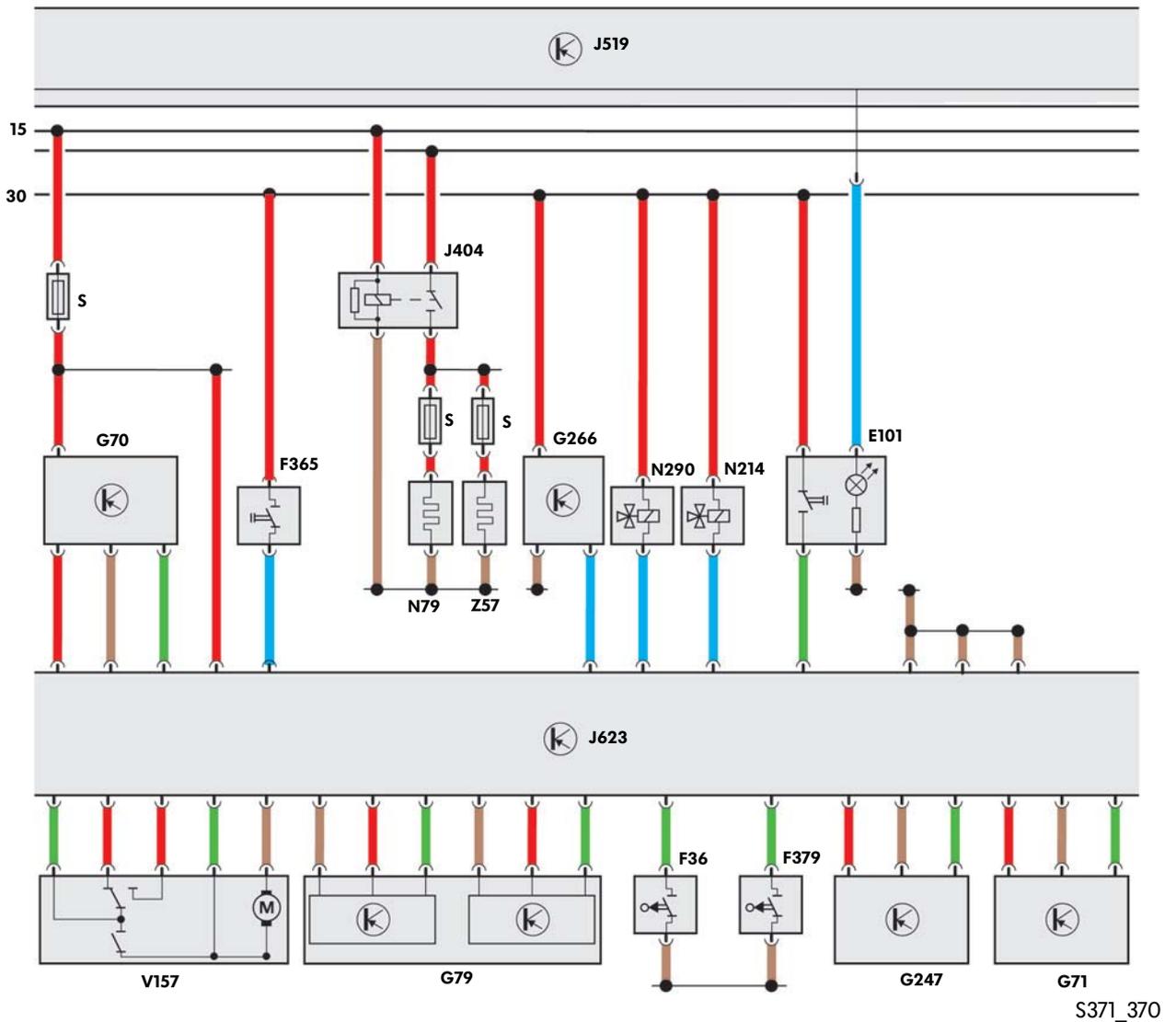


S371_368

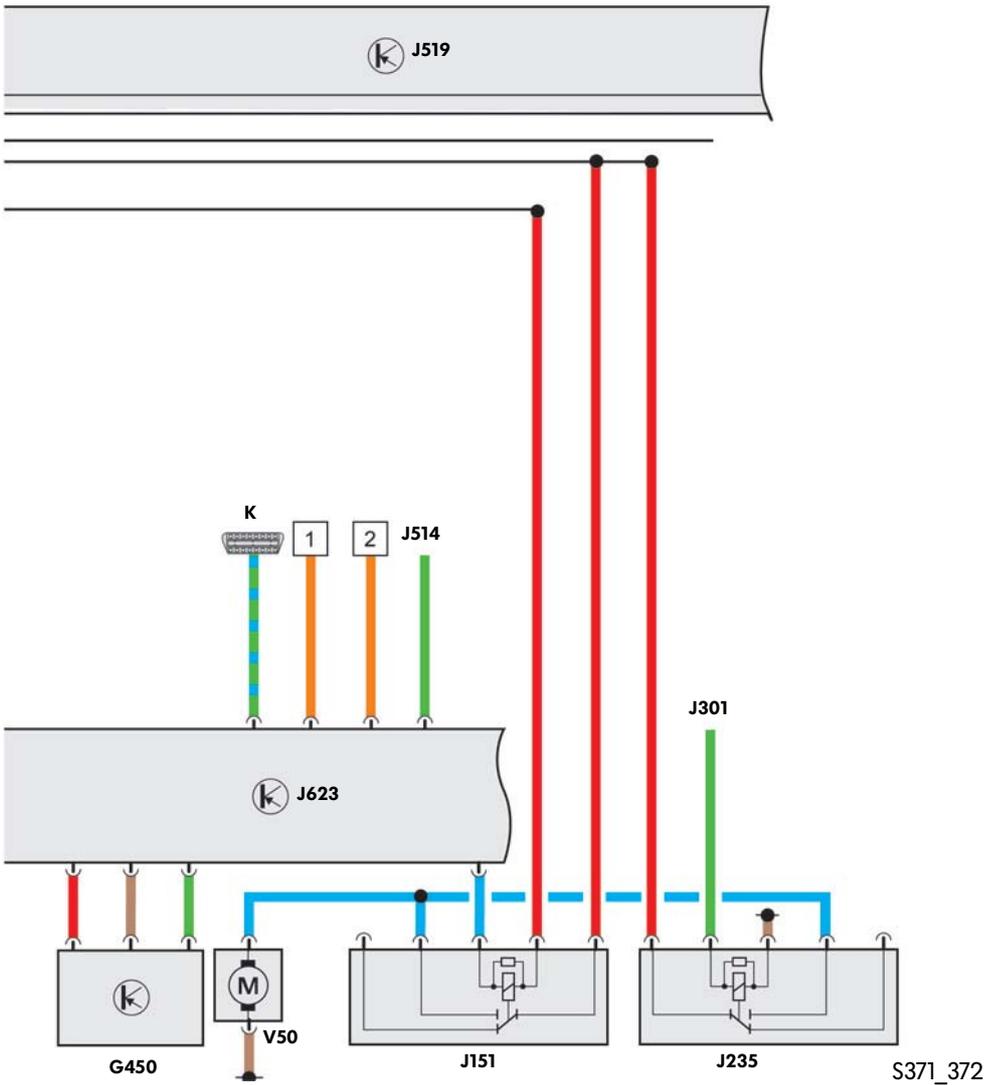
- | | | | |
|------|--|------|--|
| F | Contacteur de feux stop | G527 | Transmetteur de temp. en aval du filtre à part. |
| F63 | Contacteur de pédale de frein | J104 | Calculateur d'ABS |
| G28 | Transmetteur de régime moteur | J519 | Calculateur du réseau de bord |
| G31 | Transmetteur de pression de suralimentation | J623 | Calculateur moteur |
| G39 | Sonde lambda | N18 | Soupape de recyclage des gaz d'échappement |
| G40 | Transmetteur de Hall | N75 | Electrovanne de limitation de pression suralim. |
| G42 | Transmetteur de température d'air d'admission | N276 | Vanne de régulation de pression de carburant |
| G62 | Transmetteur de temp. du liquide de refroid. | N345 | Vanne de commutation de radiateur du recyclage des gaz d'échappement |
| G81 | Transmetteur de température du carburant | S | Fusible |
| G212 | Potentiomètre de recyclage des gaz d'échappe. | Z19 | Chauffage de sonde lambda |
| G235 | Transmetteur de temp. des gaz d'échappem. 1 | | |
| G506 | Transmetteur de temp. en amont du filtre à part. | | |



Schéma fonctionnel



E101	Cde principale du dispositif stop/start	J404	Relais de décharge de borne 15
F36	Contacteur de pédale d'embrayage	J519	Calculateur du réseau de bord
F365	Cde de position neutre de BV	J623	Calculateur moteur
F379	Contacteur 2 de pédale d'embrayage	N79	Résistance chauff. d'aération du carter moteur
G70	Débitmètre d'air massique	N214	Clapet de circuit de liquide de refroidissement
G71	Transm. de pression dans la tubulure d'adm.	N290	Vanne de dosage de carburant
G79	Transmetteur de position d'accélérateur	S	Fusible
G247	Transmetteur de pression de carburant	V157	Moteur de volet de tubulure d'admission
G266	Transmetteur de niveau et de températ. d'huile	Z57	Chauffage pour filtre à carburant



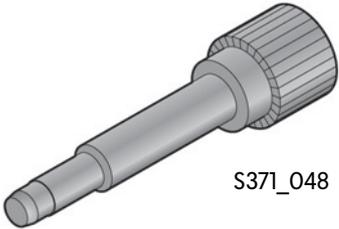
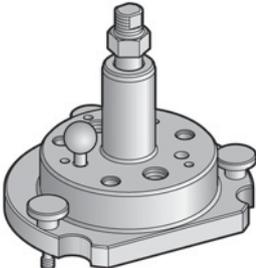
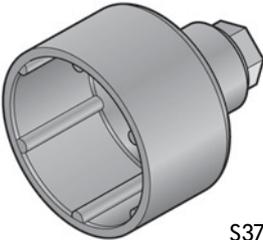
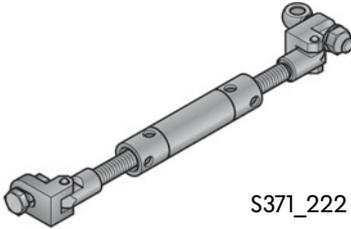
- G450 Détecteur de pression 1 des gaz d'échappement
- J151 Relais de recirculation du liquide de refroid.
- J235 Relais de pompe du liquide de refroidissement
- J301 Calculateur de climatiseur
- J514 Calculateur de boîte mécanique électronique
- J519 Calculateur du réseau de bord
- J623 Calculateur moteur
- V50 Pompe de recirculation du liquide de refroid.

- 1 Bus de données CAN
- 2 Bus de données CAN
- K Raccord de diagnostic

Codage par coloris/légende

- █ = Signal d'entrée
- █ = Signal de sortie
- █ = Positif
- █ = Masse
- █ = Bus de données CAN - propulsion

Outils spéciaux

Désignation	Outil	Utilisation
T50009 Tige de calage	 S371_048	pour caler le vilebrequin
T50010 Dispositif de montage	 S371_044	pour la repose du flasque d'étanchéité avec roue transmettrice sur le vilebrequin
T50011 Clé pour filtre à carburant	 S371_046	pour déposer et reposer le filtre à carburant
T50015 Appui-moteur	 S371_222	pour caler le moteur lors de la dépose et la repose de la boîte de vitesses



Contrôle des connaissances

Quelle réponse est la bonne ?

Parmi les réponses proposées, vous pouvez choisir une ou plusieurs réponses.

1. Quelle affirmation concernant la recirculation du liquide de refroidissement est correcte ?

- a) La soupape à dépression de recirculation du liquide de refroidissement commute en cas de besoin la pompe de recirculation du liquide de refroidissement et assure ainsi la circulation du liquide de refroidissement après la coupure du moteur.
- b) Pour assurer la fonction de recirculation du liquide de refroidissement, la pompe de recirculation du liquide de refroidissement ainsi que la soupape du circuit de liquide de refroidissement sont pilotées par le calculateur moteur.
- c) La recirculation du liquide de refroidissement permet de maintenir la température souhaitée dans l'habitacle même lorsque le moteur a été coupé.

2. L'accumulateur de carburant a la fonction suivante :

- a) L'accumulateur de carburant veille à ce que la pression de carburant avant la pompe à engrenage reste pratiquement la même quelque soit le mode de fonctionnement.
- b) L'accumulateur de carburant accumule la haute pression de carburant qui est nécessaire pour l'injection.
- c) L'accumulateur de carburant est une réserve de carburant pour de longues distances.

3. Que doit-on prendre en compte lorsqu'on manipule des bougies de préchauffage en céramique ?

- a) Les bougies de préchauffage en céramique sont sensibles au choc et à la flexion.
- b) Les bougies de préchauffage en céramique ne doivent jamais faire l'objet d'un contrôle de fonctionnement avec un courant de 12 volts.
- c) Les bougies de préchauffage en céramique ne doivent jamais être réutilisées après leur dépose.

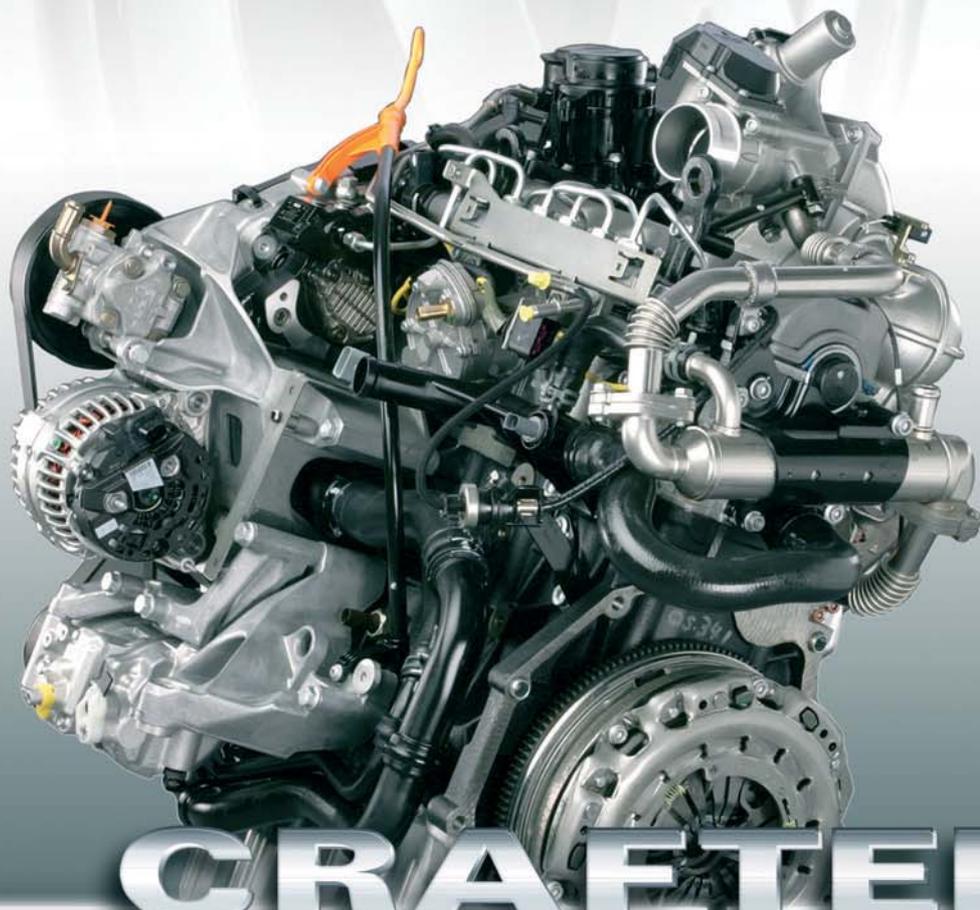
4. Quels sont les avantages d'une soupape de recyclage des gaz d'échappement à commande électrique par rapport à une soupape de recyclage des gaz d'échappement à commande pneumatique ?

- a) La soupape de recyclage des gaz d'échappement à commande électrique permet une régulation en continu des gaz d'échappement recyclés.
- b) La soupape de recyclage des gaz d'échappement à commande électrique permet de renoncer à un radiateur des gaz d'échappement.
- c) La soupape de recyclage des gaz d'échappement à commande électrique permet en même temps une régulation de l'air d'admission.

Solutions 1. b); 2. a); 3. a); 4. a)



371



CRAFTER



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Tous droits et modifications techniques réservés.
000.2811.78.40 Définition technique 07.2006

Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
38436 Wolfsburg

 Ce papier a été fabriqué à partir d'une pâte blanchie sans chlore.