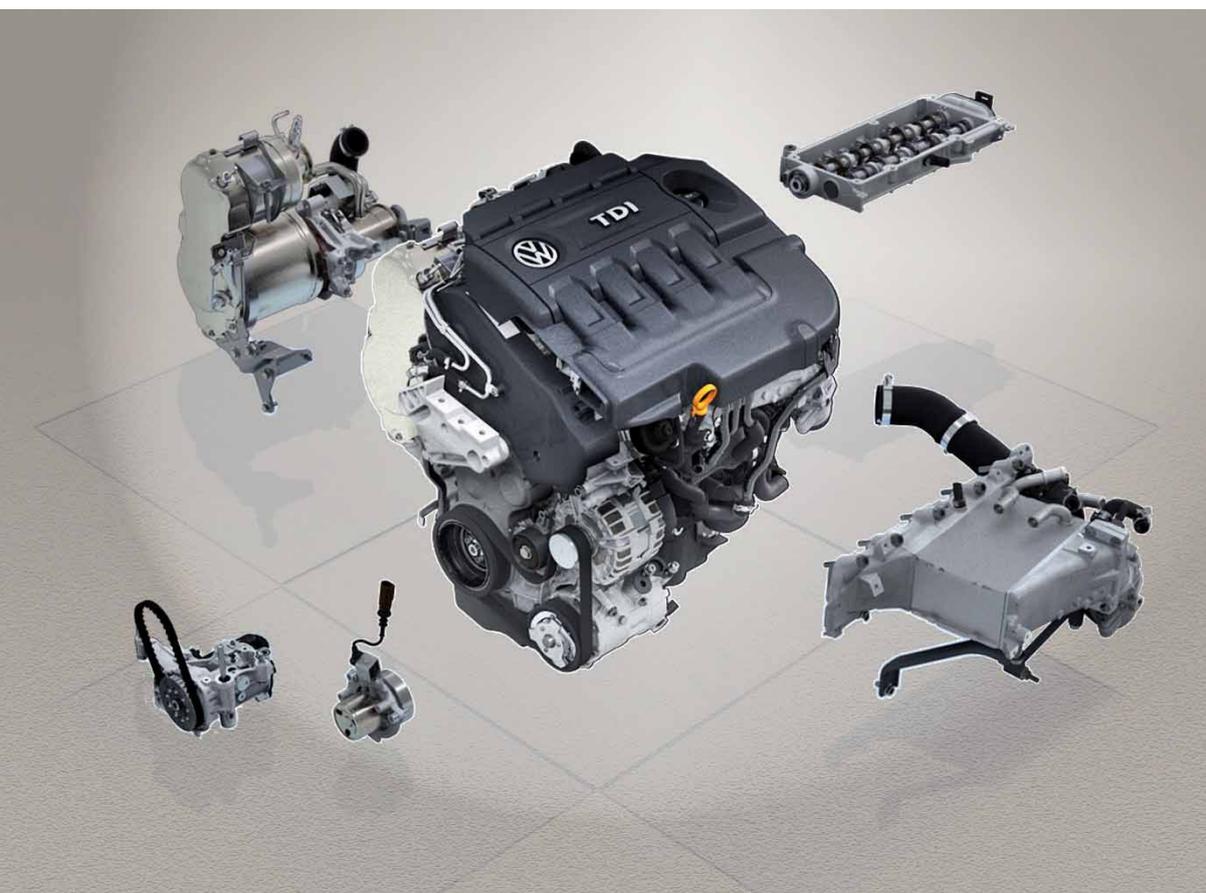




**Programme autodidactique 514**

**La nouvelle gamme de moteurs diesel EA288**

**Conception et fonctionnement**



## La nouvelle gamme de moteurs diesel EA288

La Golf 2013 inaugure chez Volkswagen une nouvelle gamme de moteurs diesel. Cette gamme de moteurs porte la désignation EA288.

Cette nouvelle génération de moteurs a été, en ce qui concerne l'entraxe des cylindres ainsi que le rapport course/alésage, développée à partir de l'ancienne gamme de moteurs EA189 et constitue la base de tous les futurs moteurs diesel en ligne chez Volkswagen.

En prévision de futures normes antipollution, de nombreux groupes d'organes des nouveaux moteurs diesel 4 cylindres de la famille EA288 ont été remaniés ou constituent des innovations.

Ce Programme autodidactique vous informe sur l'architecture et la conception de la nouvelle génération de moteurs EA288 ainsi que sur le fonctionnement des différents sous-systèmes du moteur.



S514\_001

**Ce Programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement d'innovations techniques récentes ! Son contenu n'est pas mis à jour.**

Pour les instructions actuelles de contrôle, de réglage et de réparation, veuillez vous reporter à la documentation correspondante du Service après-vente.



**Attention  
Remarque**



<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>	
La plateforme modulaire diesel .....	4	
Caractéristiques techniques .....	5	
<b>Mécanique moteur</b> .....	<b>6</b>	
Bloc-cylindres .....	6	
Équipage mobile .....	7	
Entraînement par courroie crantée .....	9	
Culasse .....	10	
Circuit d'huile .....	13	
Thermogestion .....	20	
Système d'alimentation .....	32	
<b>Gestion moteur</b> .....	<b>42</b>	
Vue d'ensemble du système .....	42	
Système de régulation d'air .....	44	
Recyclage des gaz d'échappement .....	52	
Système d'épuration des gaz d'échappement conforme à la norme antipollution Euro 5 .....	57	
Dispositif de préchauffage .....	65	
Le moteur EA288 conforme à la norme antipollution Euro 4 .....	67	
<b>Service</b> .....	<b>71</b>	
<b>Contrôlez vos connaissances</b> .....	<b>74</b>	

# Introduction

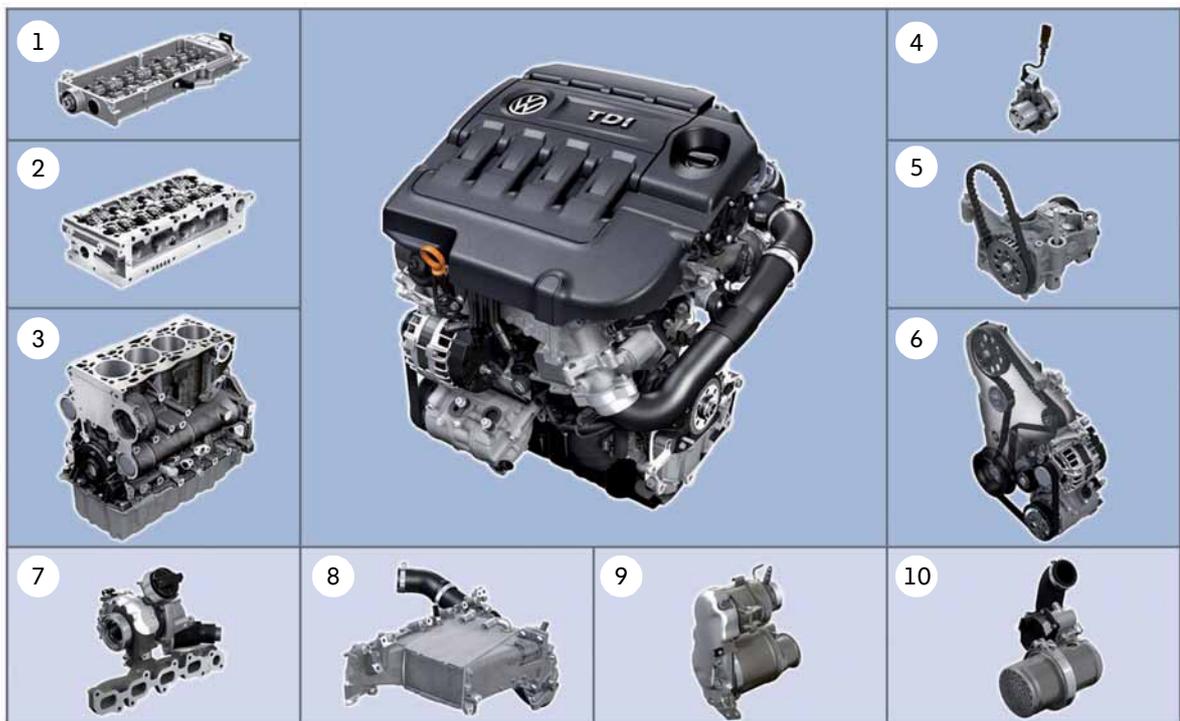


## La plateforme modulaire diesel (MDB)

La nouvelle gamme de moteurs diesel EA288 est également appelée plateforme modulaire diesel (MDB).

La plateforme modulaire diesel constitue une base homogène pour les futurs moteurs diesel en ligne du Groupe Volkswagen, permettant une mise en œuvre toutes catégories confondues.

Le concept de plateforme modulaire diesel se fonde sur la subdivision du moteur en modules d'unités fonctionnelles. Suivant les exigences de cylindrée, de puissance, de norme antipollution et de catégorie de véhicules, les moteurs peuvent être configurés à partir de modules, identiques ou modifiés, du groupe motopropulseur de base et des pièces annexes.



S514\_104

Groupe motopropulseur de base	
1	Carter d'arbre à cames de conception modulaire
2	Culasse
3	Bloc-cylindres
4	Pompe de liquide de refroidissement interruptible
5	Pompe à huile / à dépression
6	Commande de distribution et entraînement des organes auxiliaires

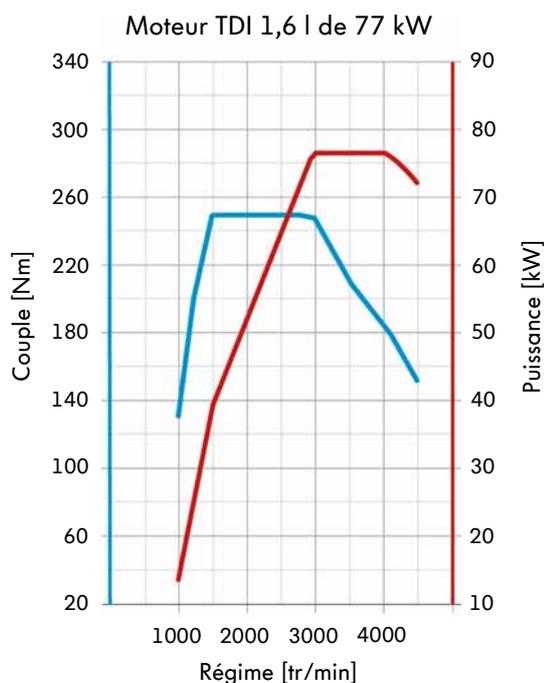
Pièces annexes	
7	Module de collecteur d'échappement avec turbocompresseur
8	Module de tubulure d'admission avec radiateur d'air de suralimentation refroidi par eau
9	Module d'épuration des gaz d'échappement
10	Module de recyclage des gaz d'échappement

La conception modulaire permet de répondre aux exigences actuelles en matière de consommation de carburant, d'émissions polluantes et de déploiement de puissance ainsi que de relever de façon rentable les défis futurs tels que la satisfaction aux exigences des législations nationales et régionales.

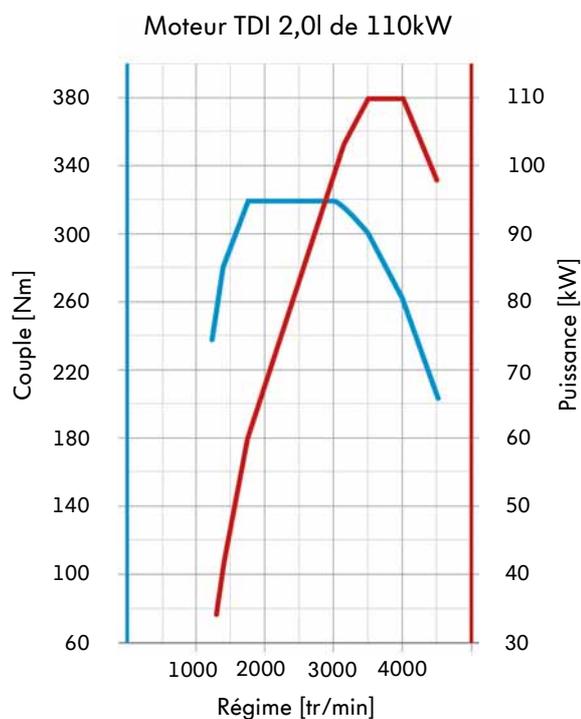
## Caractéristiques techniques

Lettres-repères moteur	CLHA	CRBC
Type	Moteur quatre cylindres en ligne	Moteur quatre cylindres en ligne
Cylindrée	1598 cm <sup>3</sup>	1968 cm <sup>3</sup>
Alésage	79,5 mm	81,0 mm
Course	80,5 mm	95,5 mm
Nb de soupapes par cylindre	4	4
Rapport volumétrique	16,2 : 1	16,2 : 1
Puissance maxi	77 kW à 3 000 – 4 000 tr/min	110 kW à 3500 – 4 000 tr/min
Couple maxi	250 Nm à 1500 – 2750 tr/min	320 Nm à 1750 – 3000 tr/min
Gestion du moteur	Bosch EDC 17	Bosch EDC 17
Carburant	Gazole selon EN 590	Gazole selon EN 590
Post-traitement des gaz d'échappement	Recyclage des gaz d'échappement, catalyseur d'oxydation, filtre à particules	Recyclage des gaz d'échappement, catalyseur d'oxydation, filtre à particules
Norme antipollution	Euro 5	Euro 5

## Diagramme de couple et de puissance



S514\_099



S514\_100



## Bloc-cylindres

Le bloc-cylindres du moteur EA288 est réalisé en fonte grise. Il s'agit ici d'un alliage de fonte et de graphite lamellaire.

### Caractéristiques techniques du bloc-cylindres

Le bloc-cylindres possède des taraudages profonds pour des vis de culasse longues. Cela permet d'obtenir d'une part une bonne répartition de la transmission des forces dans la structure du bloc-cylindres et d'autre part une répartition équilibrée de la pression sur toute la circonférence du joint de culasse. L'architecture des conduits de refroidissement dans le bloc-cylindres assure un bon refroidissement des pontets entre les cylindres.

### Bloc-cylindres du moteur TDI de 1,6 l

Le bloc-cylindres du moteur TDI de 1,6 l ne possède pas d'arbres d'équilibrage. La cylindrée du moteur TDI de 1,6 l, réduite par rapport au moteur TDI de 2,0 l, est obtenue grâce à un alésage réduit de 1,5 mm et une course raccourcie de 15 mm.



S514\_004

### Bloc-cylindres du moteur TDI de 2,0 l

Le bloc-cylindres du moteur TDI de 2,0 l est fabriqué avec ou sans arbre d'équilibrage. Le montage d'un moteur avec ou sans arbres d'équilibrage dépend du modèle du véhicule sur lequel le moteur est utilisé.



S514\_005

# Équipage mobile

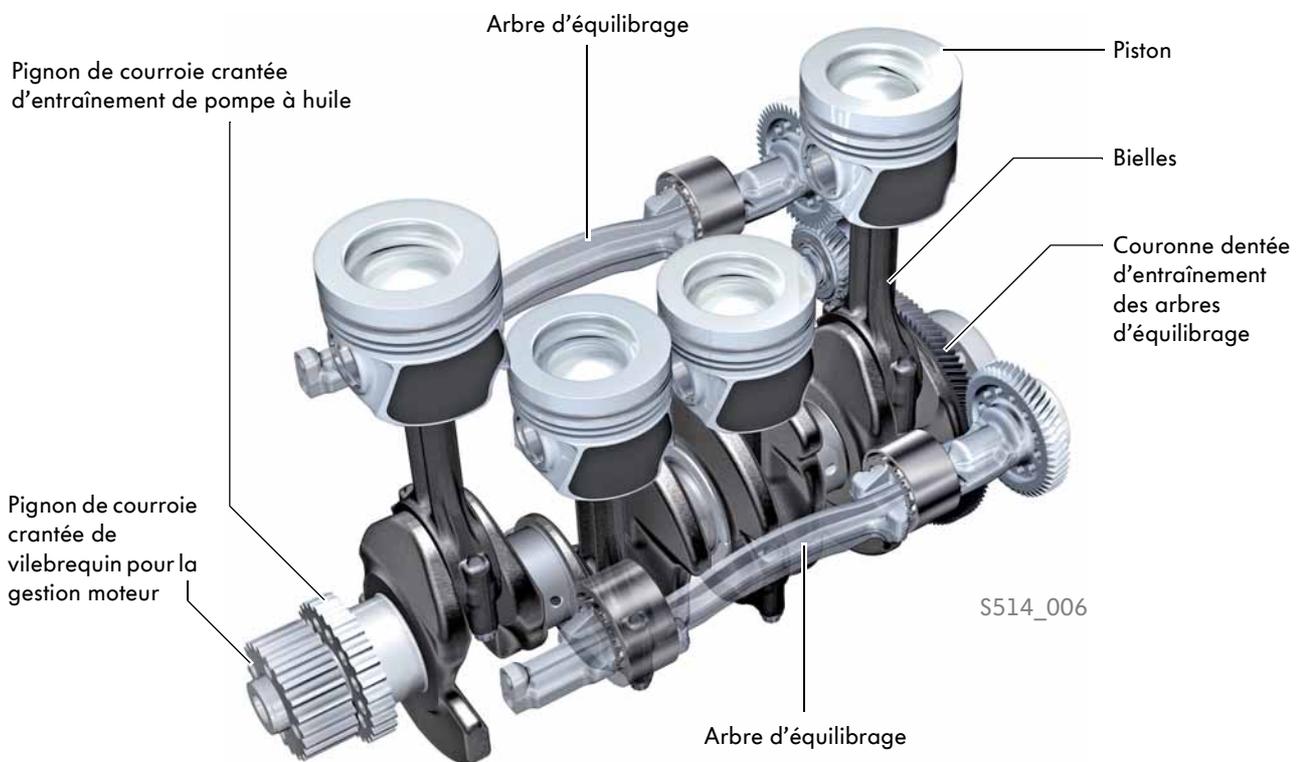
## Vilebrequin

En raison des sollicitations mécaniques importantes, le moteur EA288 est équipé d'un vilebrequin forgé à cinq paliers. Au lieu des huit contrepoids classiques, ce vilebrequin ne possède que quatre contrepoids pour la compensation des forces générées par les masses en rotation. Cette modification permet de réduire la sollicitation des paliers de vilebrequin. En outre, les émissions de bruit pouvant être provoquées par des mouvements intrinsèques et oscillations du moteur sont réduites.

Le pignon de courroie crantée d'entraînement de pompe à huile et la couronne dentée d'entraînement des arbres d'équilibrage sont montées à chaud sur le vilebrequin.

## Pistons et bielles

Les pistons du moteur EA288 ne possèdent pas d'évidement de débattement de soupape. Cette forme de conception des pistons permet de réduire le volume mort et d'améliorer le mouvement tourbillonnaire de l'air d'admission dans le cylindre. Pour le refroidissement de la zone des segments de piston, les pistons disposent d'un conduit de refroidissement annulaire, dans lequel l'huile est injectée via les injecteurs de refroidissement de piston. Les bielles sont de type trapézoïdales fracturées.



## Arbres d'équilibrage

Une version du moteur TDI de 2,0 l possède un système d'arbres d'équilibrage pour réduire les vibrations de l'équipage mobile et permettre ainsi un fonctionnement plus silencieux du moteur.

Le système d'arbres d'équilibrage se compose de deux arbres d'équilibrage à sens de rotation contraires dotés de contrepoids et d'un entraînement par cascade de pignons à denture oblique.



S514\_007

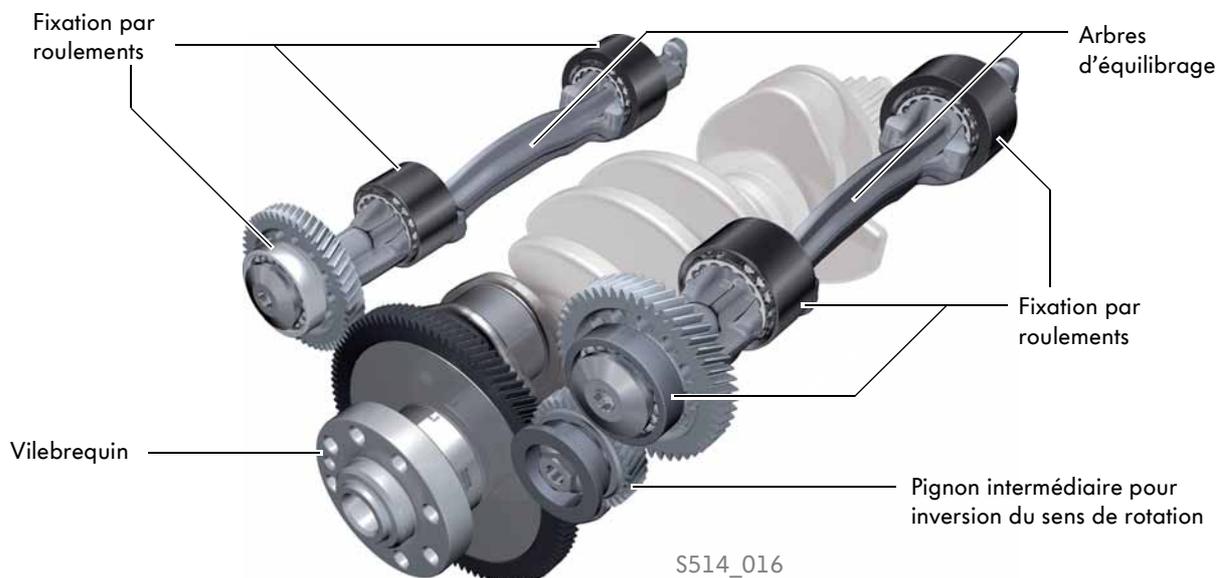
### Fonctionnement

Les mouvements ascendants et descendants des pistons et des bielles ainsi que la rotation du vilebrequin génèrent des forces qui sont à l'origine de vibrations. Pour agir à l'encontre de ces vibrations, deux arbres d'équilibrage tournent en sens contraires à un régime correspondant au double de celui du moteur. L'entraînement est assuré par le vilebrequin à l'aide d'un entraînement par cascade de pignons. En vue d'un entraînement à faible friction, les arbres d'équilibrage ainsi que le pignon intermédiaire de l'entraînement par cascade de pignons sont montés axialement et radialement sur des roulements dans le bloc-cylindres. Les roulements sont lubrifiés par le brouillard d'huile dans le bloc-cylindres. L'inversion du sens de rotation de l'un des arbres d'équilibrage dans le sens de rotation du moteur est assurée par un pignon intermédiaire.



Un remplacement des composants du système d'arbres d'équilibrage à l'atelier n'est pas possible, car le jeu entre-dents de l'entraînement par cascade de pignons ne peut pas être réglé avec les moyens d'atelier.

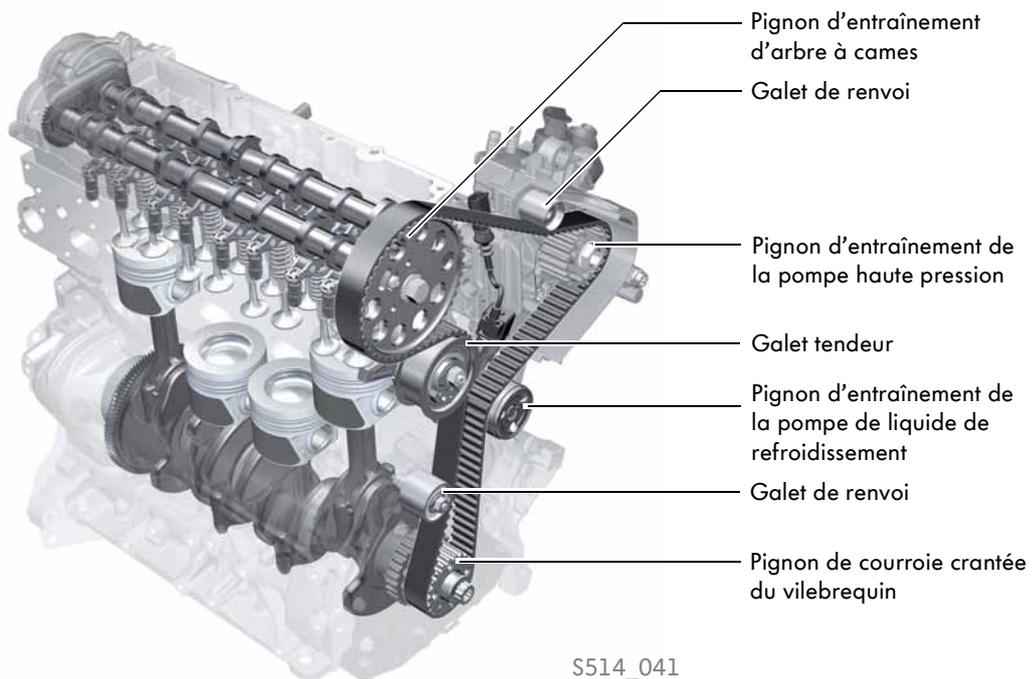
Tenir compte des indications données dans le Manuel de Réparation.



S514\_016

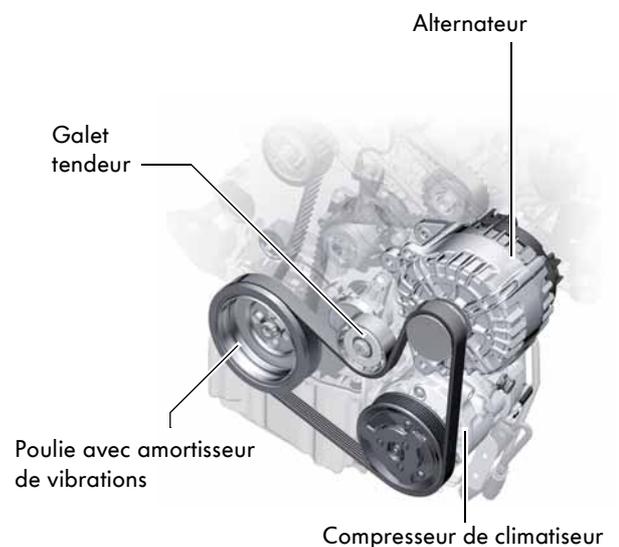
## Entraînement par courroie crantée

Les composants de la commande de distribution sont entraînés via une courroie crantée par le vilebrequin. Partant du vilebrequin, la courroie crantée va au galet tendeur, passe par le pignon d'entraînement d'arbre à cames et va au pignon d'entraînement de la pompe à carburant haute pression du système d'injection à rampe commune et au pignon d'entraînement de la pompe de liquide de refroidissement. Les galets de renvoi garantissent un enroulement plus important de la courroie crantée sur les pignons.



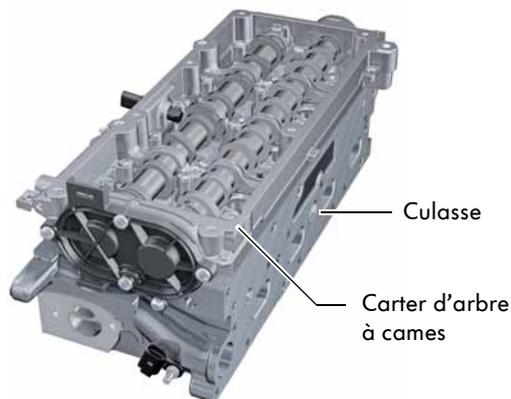
## Entraînement des organes auxiliaires

Les deux organes auxiliaires que sont l'alternateur et le compresseur de climatiseur sont entraînés par le vilebrequin via la poulie avec amortisseur de vibrations et une courroie multipiste. La courroie multipiste est tendue par un galet tendeur à ressort.



## Culasse

La culasse du moteur EA288 est une culasse à flux transversal réalisée en alliage d'aluminium. Les soupapes sont actionnées par deux arbres à cames en tête insérés dans un carter d'arbres à cames et solidaires de ce dernier. En raison de la disposition des conduits d'admission et d'échappement, il y a, pour chaque arbre à cames, commande des soupapes d'admission et d'échappement. L'entraînement des arbres à cames est assuré par le vilebrequin via une courroie crantée et le pignon d'un des arbres à cames. Les deux arbres à cames sont reliés par un engrenage à pignons droits.

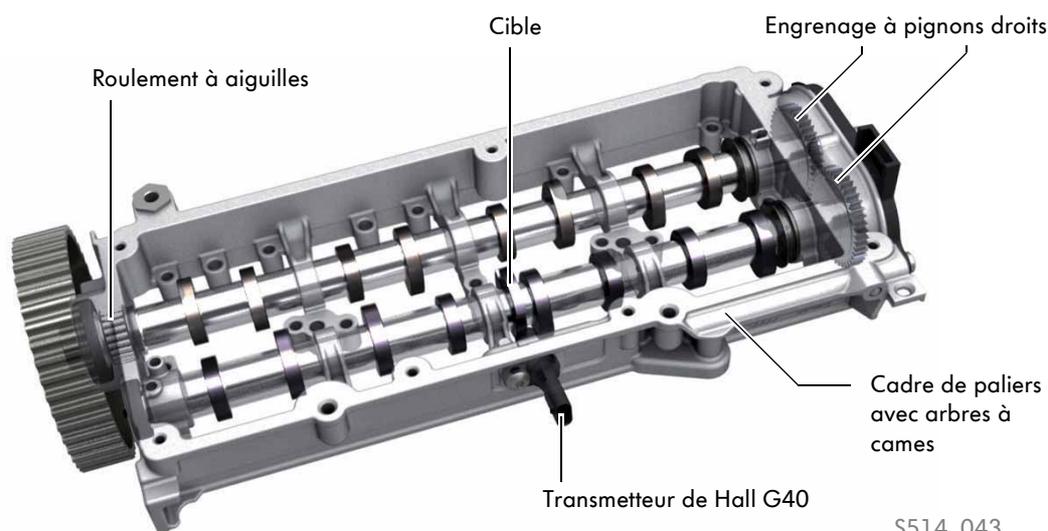


S514\_042

## Carter d'arbre à cames

Les arbres à cames sont intégrés de façon fixe et indissociable dans un cadre de paliers fermé par un procédé d'assemblage thermique. Ce procédé permet une exécution très rigide de la fixation des arbres à cames ainsi qu'un faible poids. Pour réduire le frottement, le premier palier de chaque arbre à cames, qui est le plus fortement sollicité par l'entraînement par courroie crantée, est un roulement à aiguilles.

La cible du transmetteur de Hall G40 se trouve sur un arbre à cames. Le calculateur du moteur peut enregistrer la position momentanée des arbres à cames via le signal du transmetteur de Hall.



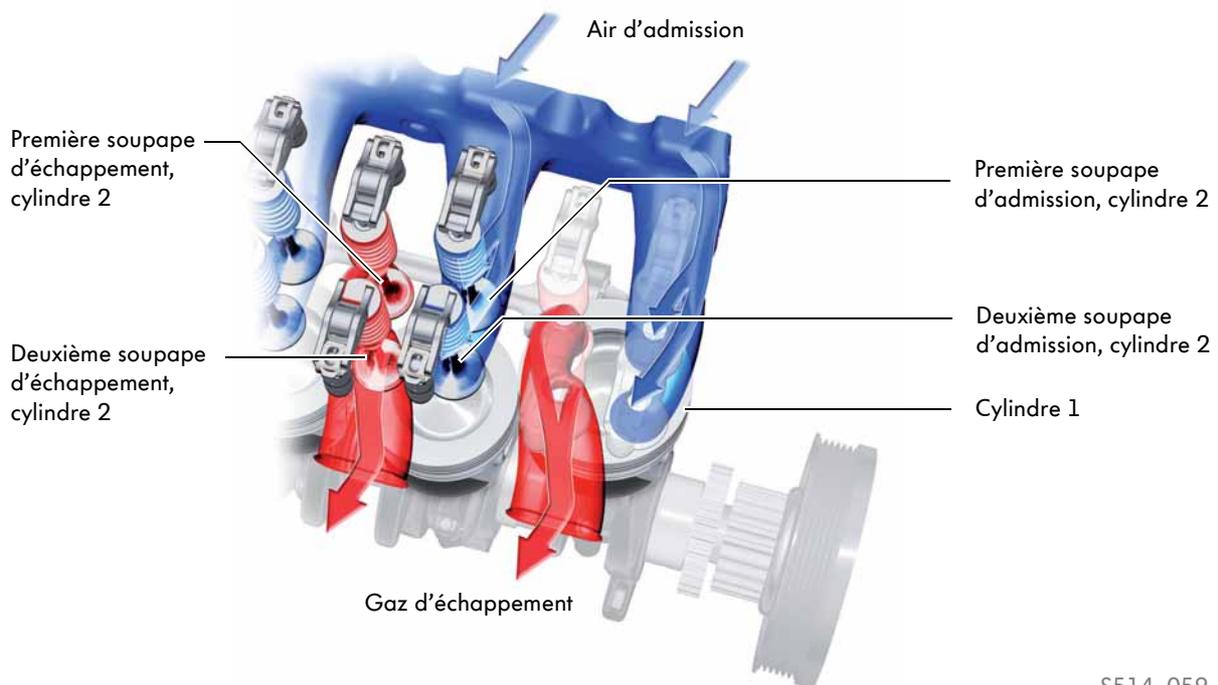
S514\_043



En cas de réparation, le carter d'arbre à cames doit être remplacé en même temps que les arbres à cames.

## Disposition des soupapes

Dans l'optique du respect de normes antipollution futures, la répartition des soupapes présente déjà sur la version du moteur conforme à la norme Euro 5 une inclinaison en direction de l'axe longitudinal du moteur. Il en résulte pour chaque cylindre une disposition l'une derrière l'autre des soupapes d'admission et d'échappement dans le sens du flux. Les arbres à cames actionnent ainsi chacun une soupape d'admission et une soupape d'échappement par cylindre. La conception des conduits d'admission et d'échappement permet, en raison de la disposition des soupapes, de réaliser un débit maximal et un bon effet tourbillonnaire.

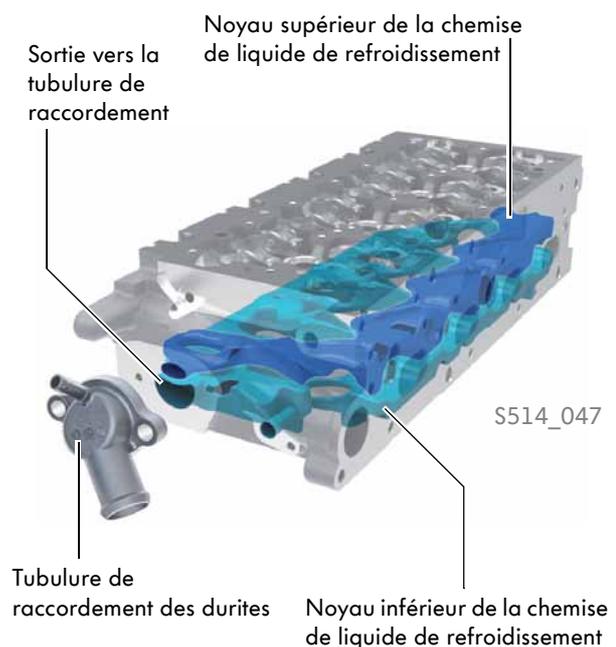


S514\_059

## Chemise de liquide de refroidissement

La chemise de liquide de refroidissement dans la culasse se subdivise en un noyau supérieur et un noyau inférieur. Le noyau supérieur de la chemise de liquide de refroidissement présente un volume plus important afin de réaliser une dissipation de chaleur élevée dans la zone proche de la chambre de combustion de la culasse. Les deux noyaux sont dissociés dans la pièce en fonte de la culasse. Les flux de liquide supérieur et inférieur ne sont réunis par une sortie commune que du côté du pignon droit de la culasse.

À moteur froid, le liquide de refroidissement en provenance des noyaux supérieur et inférieur est acheminé via la tubulure de raccordement en direction de l'échangeur de chaleur.



S514\_047

# Mécanique moteur

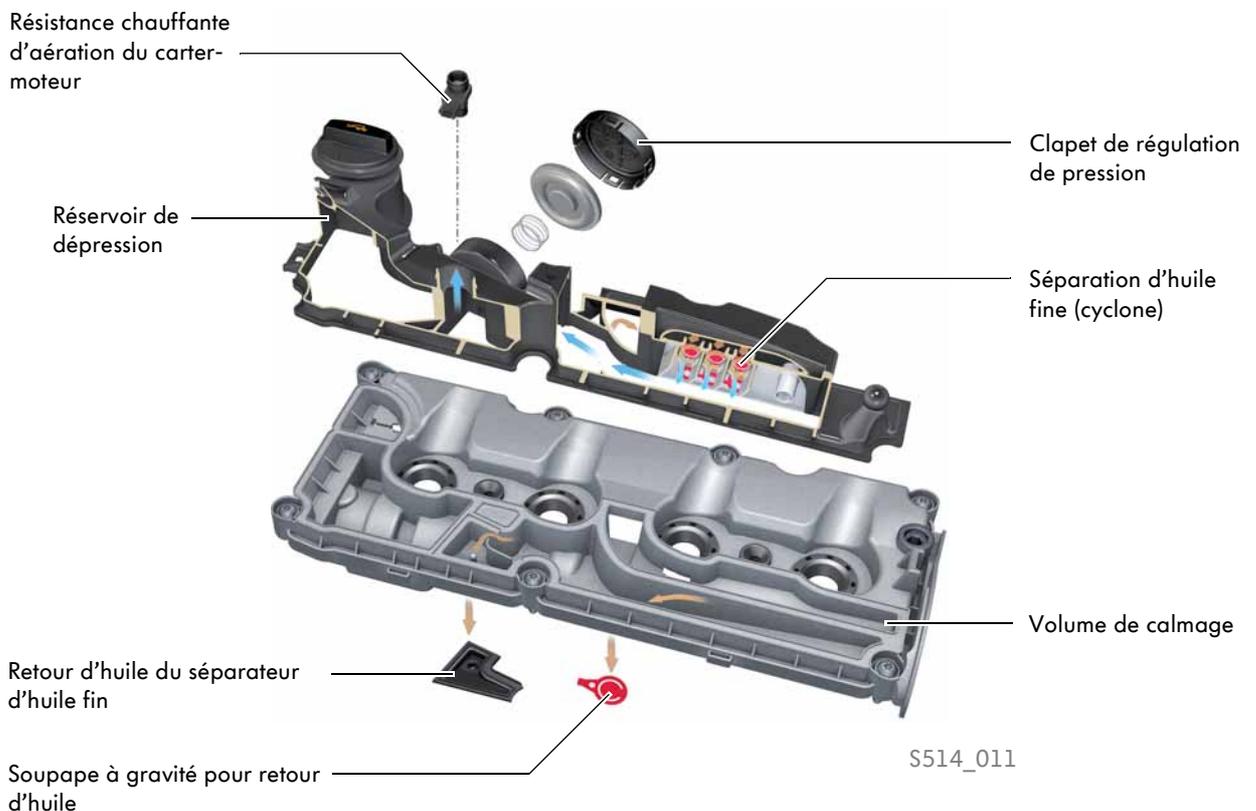
## Dégazage du carter-moteur

Les composants du dégazage du carter-moteur sont, outre la goulotte de remplissage d'huile et l'accumulateur de pression pour le système de dépression du moteur, intégrés dans le couvercle-culasse.

Les flux d'air se produisant sur les moteurs à combustion entre les segments de piston et les parois des cylindres, les gaz de carter ou « gaz de blow-by », sont réacheminés dans la zone d'admission par le dégazage du carter-moteur. On évite ainsi une pollution de l'environnement par des gaz huileux.

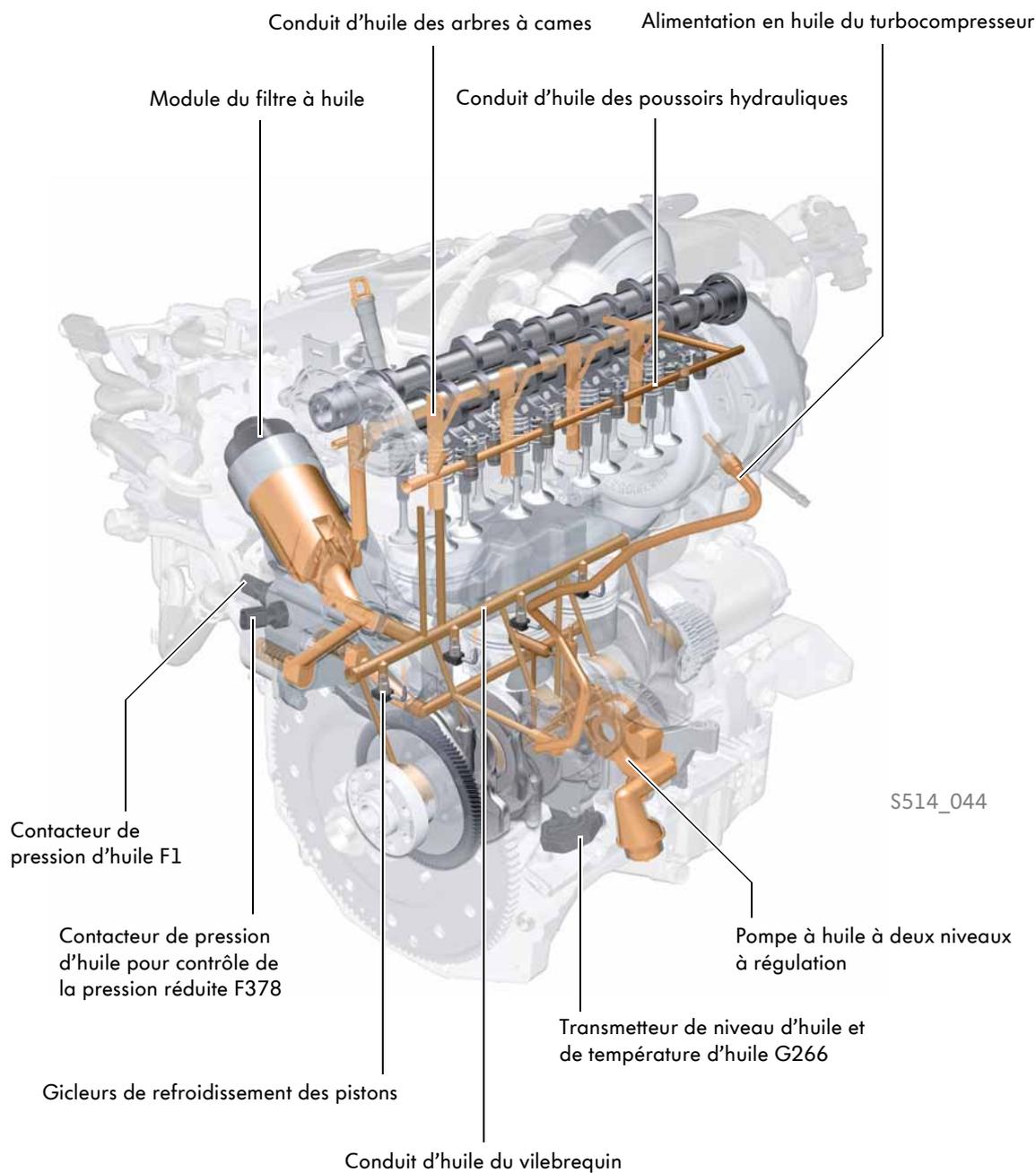
Pour une séparation efficace de l'huile, le dégazage du carter-moteur s'effectue en plusieurs étapes. Dans un premier temps, les gaz de blow-by parviennent depuis la zone du vilebrequin et des arbres à cames dans le volume de calmage du couvercle-culasse. Là, les gouttelettes les plus grosses se déposent sur les parois et peuvent s'écouler dans la culasse. Une séparation fine des gaz huileux est ensuite assurée par un séparateur à cyclone. Les gaz épurés sont acheminés via le clapet de régulation de pression à la tubulure d'admission puis à la combustion.

Dans les pays à climat froid, une résistance chauffante est utilisée pour le dégazage du carter moteur. La résistance chauffante évite que la conduite reliant le couvercle-culasse et la tubulure d'admission ne gèle à des températures extérieures basses.



## Circuit d'huile

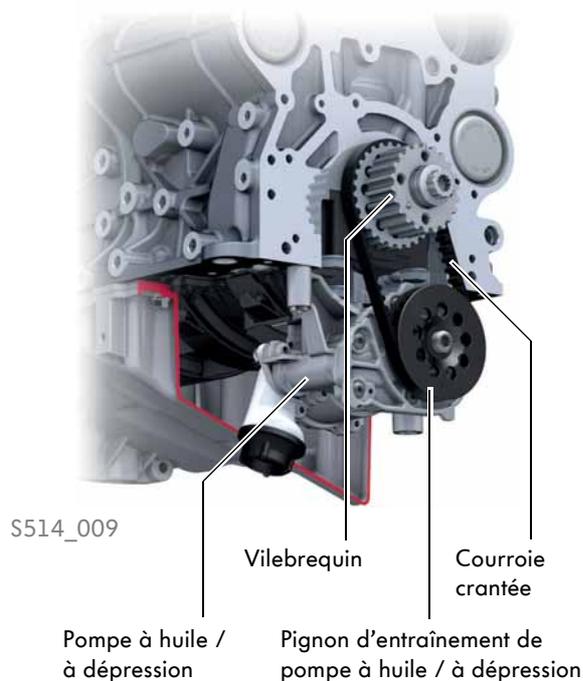
La pression d'huile requise pour le moteur est générée par une pompe à huile à régulation de débit volumique. Elle est entraînée par le vilebrequin via une courroie crantée séparée. La pression d'huile peut être appliquée via la pompe à huile selon un niveau de pression élevé et un niveau de pression faible.



## Pompe à huile et à dépression

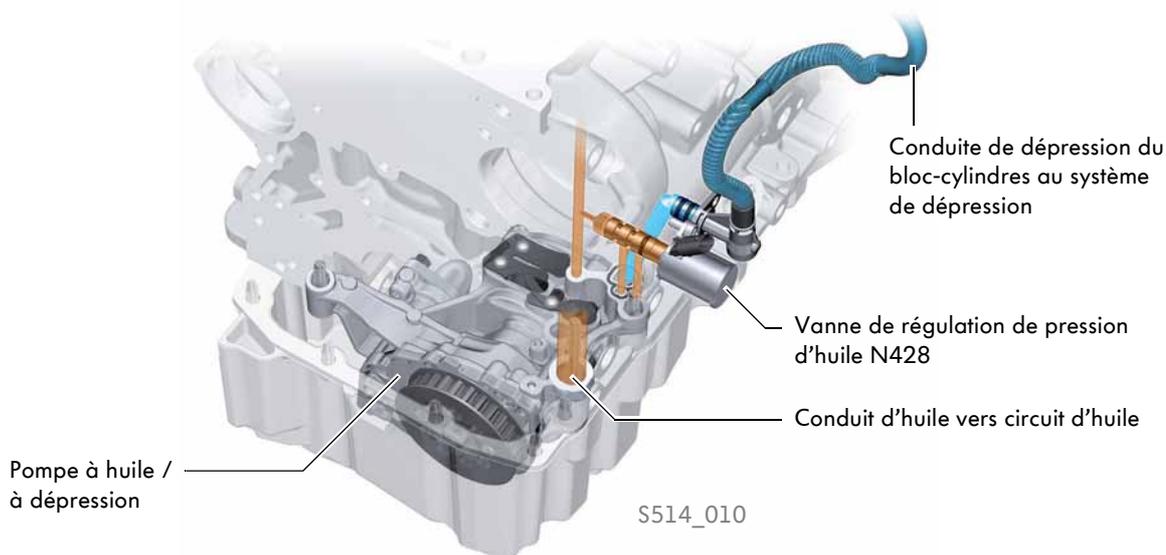
### Emplacement de montage et entraînement

La pompe à huile et la pompe à dépression sont regroupées dans un carter unique. Le carter de pompe est vissé sur la face inférieure du bloc cylindres. Les pompes possèdent un arbre de commande commun et sont entraînées par une courroie crantée reliée au vilebrequin. La courroie crantée exempte d'entretien baigne dans l'huile et est exclusivement tendue par l'entraxe des pignons de courroie crantée.



### Raccords de pompe

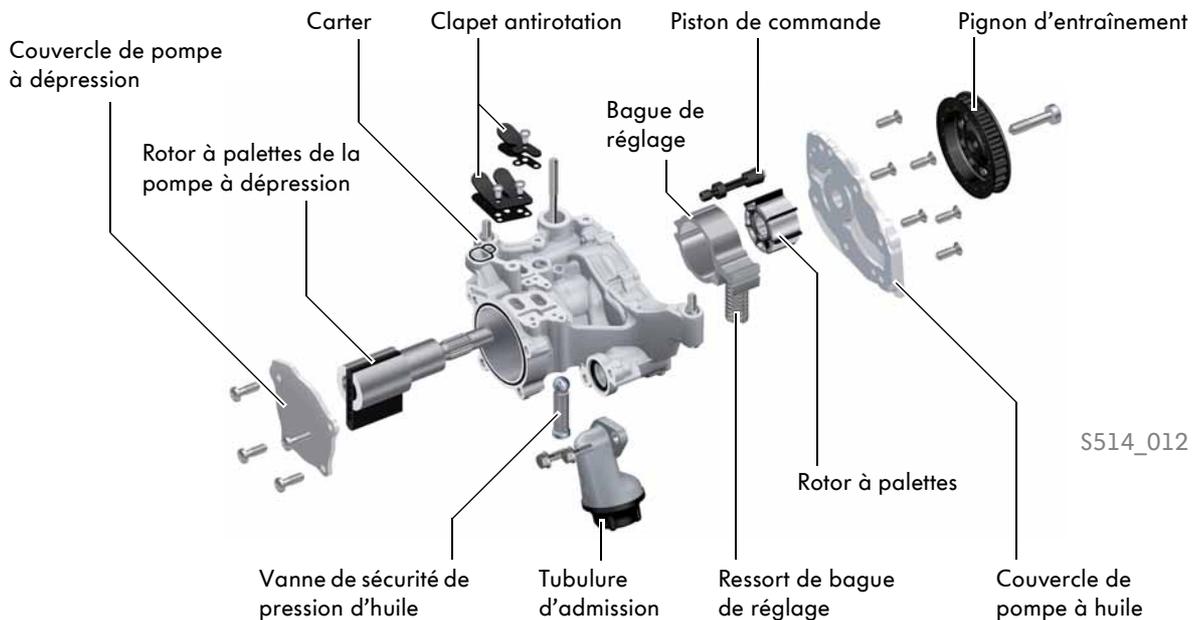
La vanne de régulation de pression d'huile N428 est montée au dessus du carter d'huile dans le bloc-cylindres. Juste à côté se trouve le raccord de la conduite de dépression, qui mène au système de dépression du moteur. La conduite de dépression est reliée via un alésage dans le bloc-cylindres à la pompe à vide.



## Pompe à dépression

La pompe à dépression aspire, via des conduites à dépression, l'air du servofrein ainsi que du système de dépression du moteur et l'achemine au bloc-cylindres via les clapets antirotation. L'air aspiré arrive ensuite via le dégazage du carter moteur comme gaz de blow-by dans la tubulure d'admission et est acheminé à la combustion. L'huile utilisée pour la lubrification de la pompe à dépression arrive via les clapets antirotation de la chambre de travail de la pompe à dépression dans le carter d'huile.

### Architecture



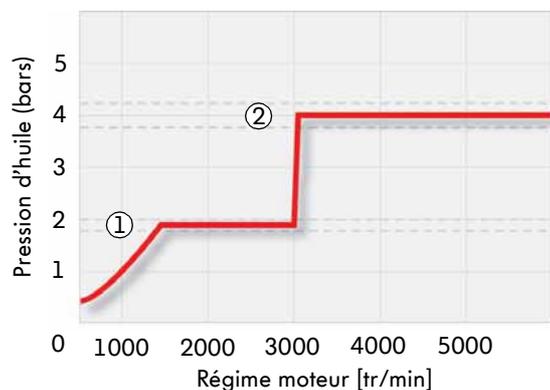
## Pompe à huile

La pompe à huile est une pompe à palettes à régulation du débit volumique, dont la caractéristique de refoulement peut être modifiée par une bague de réglage excentrique. Le volume de refoulement de la pompe varie en fonction de la position de la bague de réglage rotative, ce qui permet d'adapter la puissance d'entraînement de la pompe aux conditions de fonctionnement du moteur.

### Pilotage de la pression d'huile

La pompe à huile commute entre deux niveaux de pression en fonction de la charge du moteur, du régime et de la température d'huile. Cela permet une nette réduction de la puissance d'entraînement de la pompe dans les cycles de charge, telles que la conduite urbaine et interurbaine.

- ① Niveau de pression bas : pression d'huile entre 1,8 et 2,0 bars
- ② Niveau de pression élevé : pression d'huile entre 3,8 et 4,2 bars



S514\_013



# Mécanique moteur

## Pilotage des niveaux de pression

### Niveau de pression bas - petit débit de refoulement

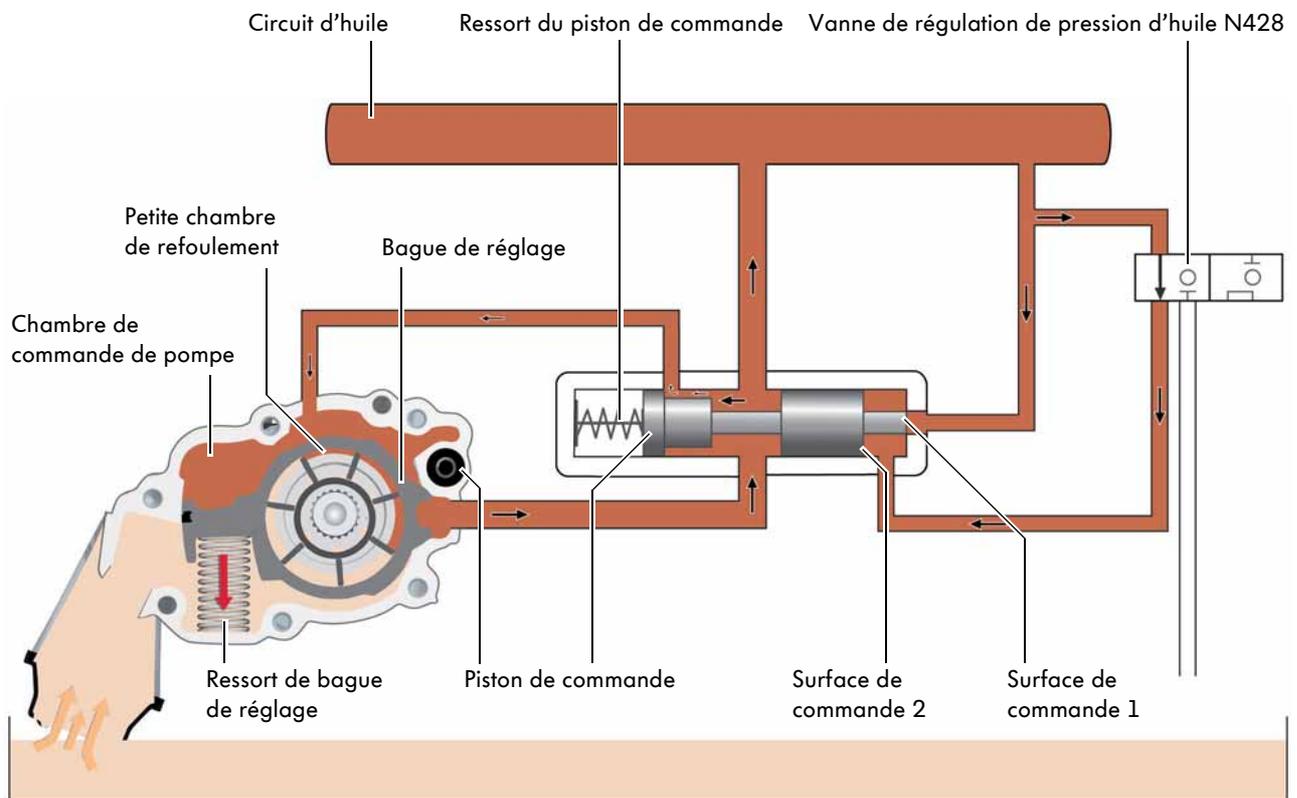
Dans la plage inférieure de charge et de régime moteur, un niveau de pression bas dans le circuit d'huile assure une alimentation suffisante en huile des composants du moteur. Dans cette plage de fonctionnement, le débit de refoulement de la pompe est diminué afin de réduire la puissance d'entraînement de la pompe à huile.

### Fonctionnement

Le calculateur du moteur pilote la vanne de régulation de pression d'huile N428 en mettant à la masse la vanne sous tension (borne 15). La vanne ouvre alors le conduit de commande du circuit d'huile en direction de la surface de commande 2 du piston de commande.

La pression d'huile agit maintenant sur les deux surfaces du piston de commande et augmente ainsi la force déplaçant le piston de commande contre le ressort du piston de commande.

L'arête de commande du piston libère une section plus importante et envoie un débit d'huile important vers la chambre de commande de pompe. Dès que la pression d'huile dans la chambre de commande de pompe dépasse la force du ressort de la bague de réglage, la bague de réglage bascule dans le sens antihoraire. Il s'ensuit une réduction de l'espace de refoulement entre les palettes et une quantité d'huile moins importante est refoulée dans le circuit d'huile.



S514\_015

Huile sans pression      Pression d'huile env. 2 bars

## Niveau de pression élevé - gros débit de refoulement

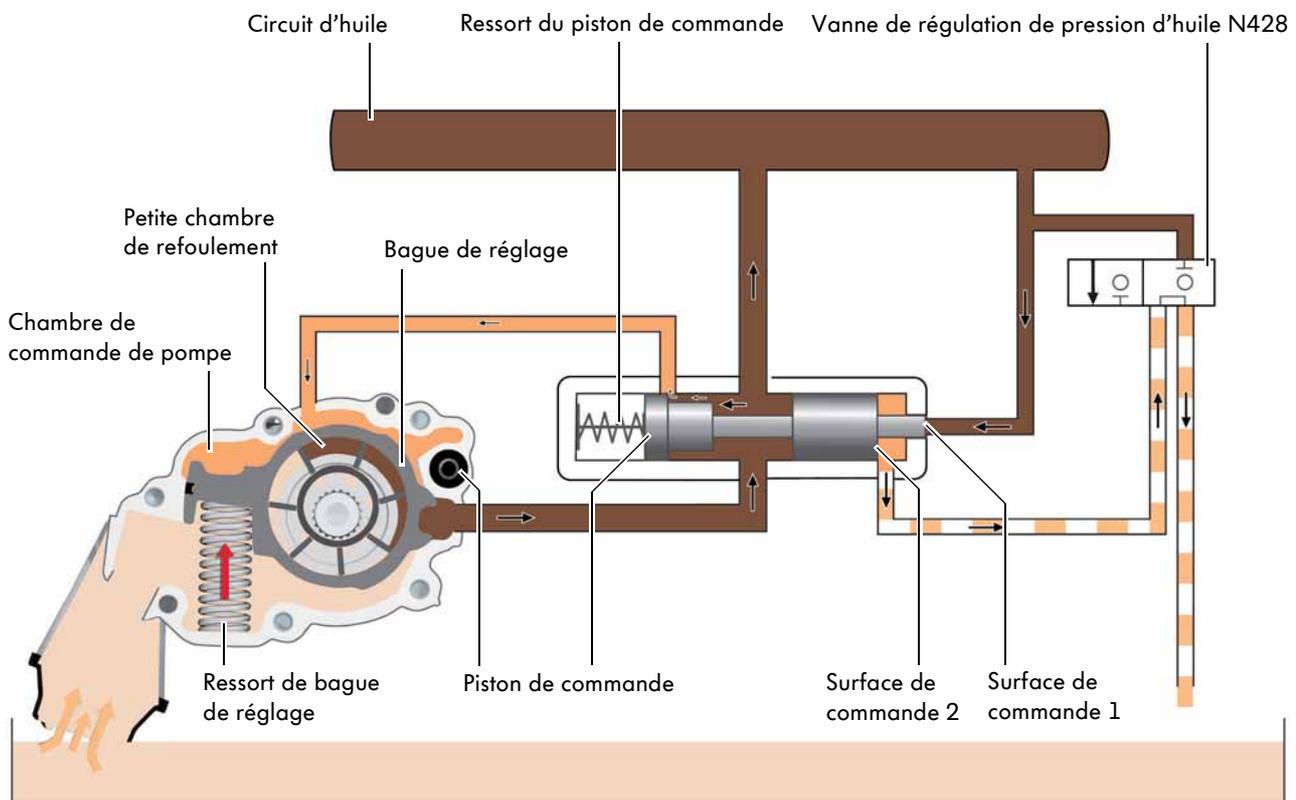
Dans la plage supérieure de régime ou à charge du moteur élevée (par ex. accélération à pleine charge), un niveau de pression élevé est nécessaire à la lubrification des pièces du moteur. Dans ces plages de régime, la pompe à huile génère un débit de refoulement plus important.

### Fonctionnement

La vanne de régulation de pression d'huile N428 n'est pas activée par le calculateur du moteur. La pression d'huile du circuit d'huile n'agit que sur la surface de commande 1 du piston de commande. La force qui repousse le piston de commande contre le ressort du piston de commande est plus faible. L'arête de commande du piston ne libère donc qu'une petite section vers la chambre de commande de pompe et il ne parvient qu'une faible quantité d'huile dans la chambre de commande de pompe. La pression d'huile agissant sur la surface de commande 1 est inférieure à la force du ressort de commande.

La bague de réglage pivote dans le sens horaire et augmente ainsi l'espace de refoulement entre les palettes. La quantité d'huile refoulée est plus importante en raison de l'espace de refoulement agrandi.

De l'huile de fuite en provenance de la chambre de commande 2 du piston de commande arrive au carter d'huile via le conduit de commande et la vanne de régulation de pression d'huile.



## Module du filtre à huile

Le boîtier en plastique du filtre à huile et le radiateur d'huile en aluminium ont été assemblés en un module de filtre à huile. Le module est vissé sur la culasse. L'admission de liquide de refroidissement en direction du radiateur d'huile a lieu directement via le bloc-cylindres. La vanne de dérivation du filtre à huile est montée dans le module de filtre à huile. Cette vanne s'ouvre lorsque le filtre à huile est bouché et assure ainsi la lubrification du moteur.

## Contacteurs de pression d'huile

Les contacteurs de pression d'huile permettent de surveiller la pression d'huile dans le moteur. La pression d'huile peut être appliquée via la pompe à huile selon deux niveaux de pression. L'évaluation des contacteurs de pression d'huile est assurée directement par le calculateur du moteur.

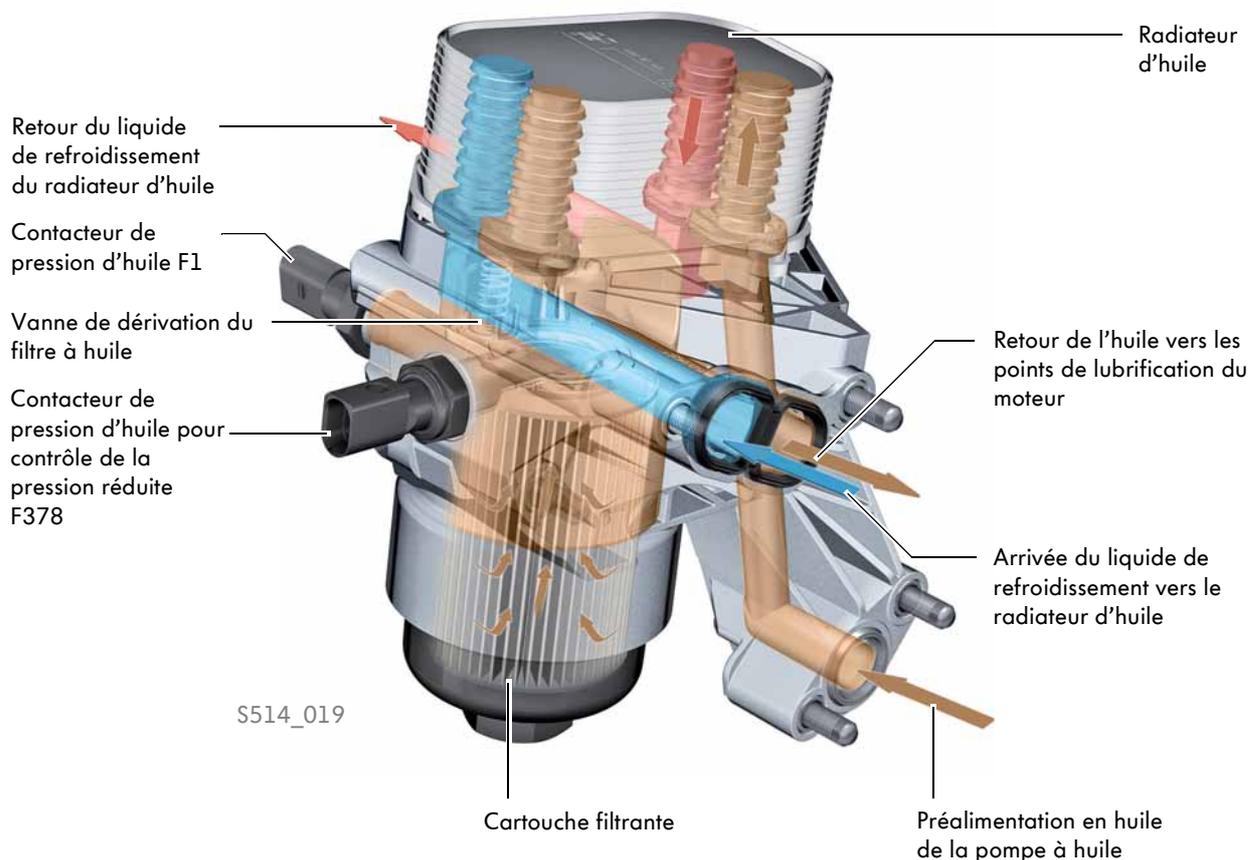
### Contacteur de pression d'huile pour contrôle de la pression réduite F378

Le signal du contacteur de pression d'huile pour contrôle de la pression réduite F378 sert à attirer l'attention du conducteur sur une pression d'huile trop faible dans le moteur. Le contacteur s'ouvre si la pression d'huile n'atteint pas une plage de 0,3 à 0,6 bar. Sur ces entrefaites, le calculateur du moteur active le témoin de pression d'huile dans le combiné d'instruments.

### Contacteur de pression d'huile F1

Le contacteur de pression d'huile F1 sert à la surveillance de la pression d'huile au-dessus du seuil de commutation de la vanne de régulation de pression d'huile N428.

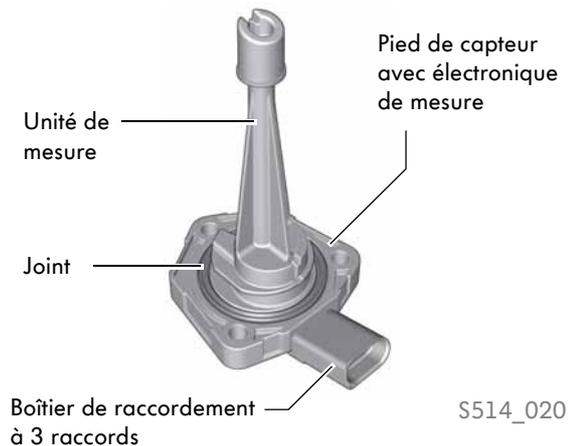
Le contacteur se ferme lorsque la pression d'huile s'inscrit dans une plage de tolérance de 2,3 à 3,0 bars. Sur la base du signal, le calculateur du moteur détecte que le niveau de pression d'huile se situe au-dessus du niveau de pression bas.



## Transmetteur de niveau d'huile et de température d'huile G266

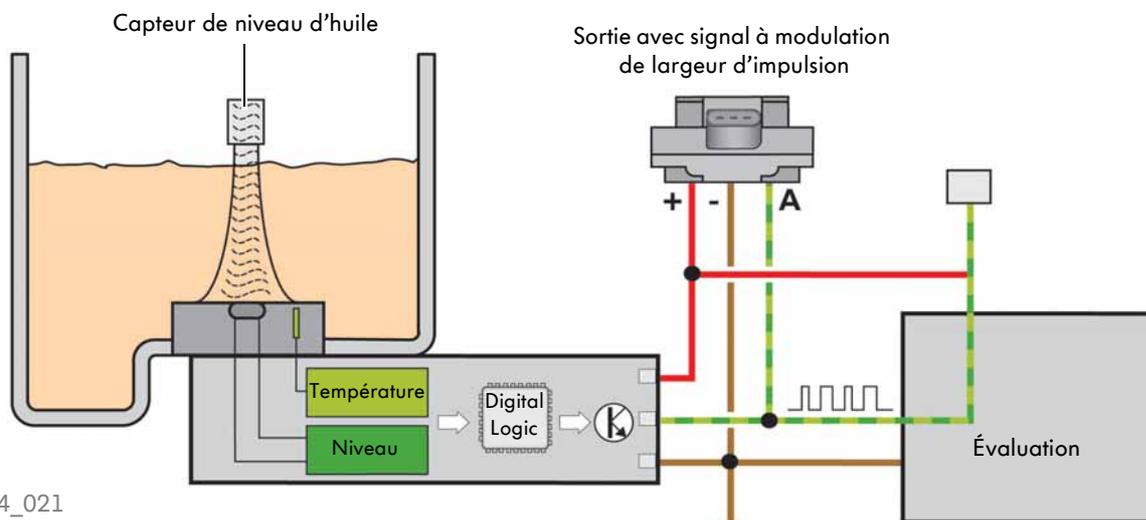
Un transmetteur électronique de niveau d'huile et de température d'huile est implanté dans le carter d'huile du moteur EA288. Le niveau d'huile momentané dans le carter d'huile est déterminé selon le principe des ultrasons. Les ultrasons sont des fréquences acoustiques situées au-dessus de la plage perceptible par les êtres humains. Suivant le matériau/la densité d'un obstacle, les ultrasons se propagent différemment dans ce dernier ou sont réfléchis. L'huile et l'air présentent des densités différentes. Dans l'huile, les ultrasons peuvent se propager sans forte atténuation. Dans l'air, par contre, leur diffusion est soumise à une atténuation beaucoup plus forte. Au niveau de la limite entre l'huile et l'air, il se produit donc une réflexion des ultrasons. Le niveau d'huile est déterminé sur la base de cette réflexion.

La température actuelle de l'huile est enregistrée dans un capteur de température CTP intégré dans un composant.



### Structure et principe de fonctionnement

L'électronique de mesure du niveau d'huile et de température ainsi qu'une électronique d'évaluation de ces données sont intégrées dans le pied du transmetteur. L'électronique de mesure du niveau d'huile émet des ultrasons dans le carter d'huile. Les ultrasons sont réfléchis au niveau de la couche limitrophe huile/air et reçus à nouveau par l'électronique de mesure. L'électronique d'évaluation calcule le niveau d'huile à partir de la différence de temps entre le signal émis et le signal réfléchi. Parallèlement au calcul du niveau d'huile s'effectue celui de la température de l'huile par le biais d'un capteur de température CPT. Les deux valeurs sont transmises au calculateur du moteur par un signal à modulation de largeur d'impulsion commun (signal MLI).



# Mécanique moteur

## Thermogestion

Le système de refroidissement du moteur EA288 est commandé par thermogestion.

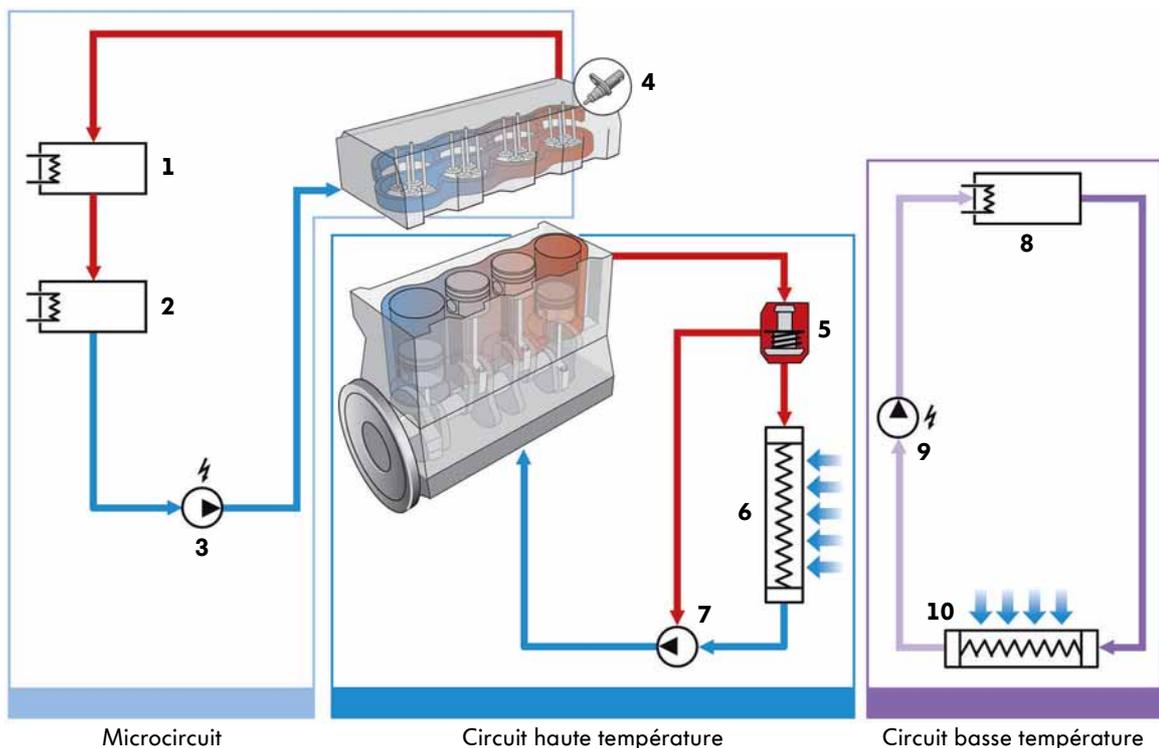
Le rôle de la thermogestion est d'assurer la répartition optimale de la chaleur disponible, fournie par le moteur, compte tenu des demandes de réchauffage ou de refroidissement de l'habitacle, du moteur et de la boîte de vitesses.

La thermogestion assure le réchauffage rapide du moteur durant la phase de montée en température consécutive à un démarrage à froid.

Les flux de chaleur générés dans le moteur sont transmis de manière ciblée et en fonction des besoins aux composants du système de refroidissement. Le réchauffage rapide du liquide de refroidissement et l'exploitation optimale de la chaleur disponible dans le circuit de refroidissement permettent essentiellement de réduire la friction interne du moteur, ce qui contribue à réduire la consommation de carburant et les émissions de polluants. Cela permet en outre de réaliser une climatisation confortable de l'habitacle.

## Circuits de refroidissement

Pour une répartition de la chaleur répondant aux besoins, le circuit de liquide de refroidissement se compose de trois circuits de refroidissement partiels.



### Légende

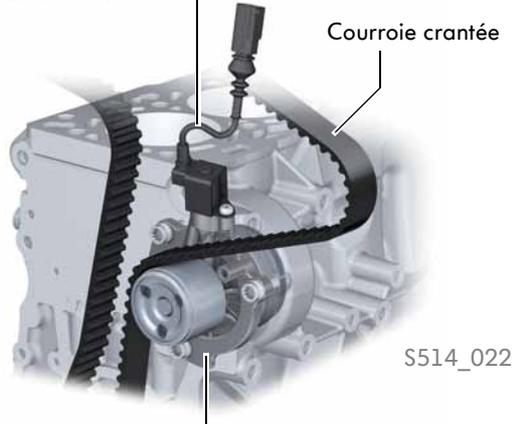
- |   |   |    |   |
|---|---|----|---|
| 1 | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement                  | 6  | Radiateur de liquide de refroidissement                             |
| 2 | Échangeur de chaleur du chauffage                             | 7  | Pompe de liquide de refroidissement                                 |
| 3 | Pompe d'assistance de chauffage V488                          | 8  | Radiateur d'air de suralimentation                                  |
| 4 | Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62 | 9  | Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188           |
| 5 | Régulateur de liquide de refroidissement                      | 10 | Radiateur du circuit de refroidissement de l'air de suralimentation |

S514\_082

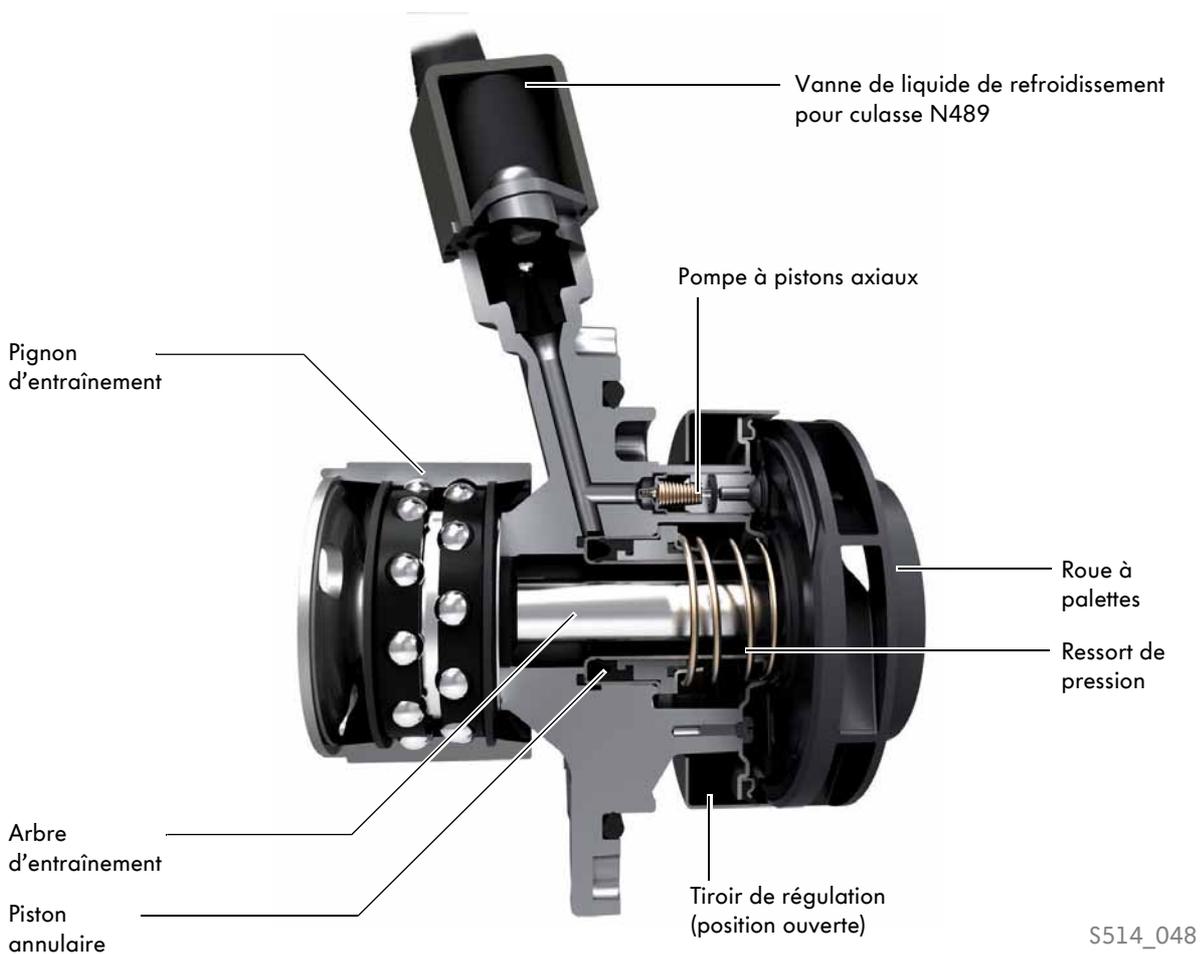
## Pompe de liquide de refroidissement interruptible

Pour la thermogestion du moteur EA288, il est fait appel à une pompe de liquide de refroidissement interruptible. La pompe de refroidissement interruptible permet, via la vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489, d'activer et de désactiver la circulation du liquide de refroidissement dans le grand circuit de refroidissement. À moteur froid, un tiroir de régulation sous forme d'un écran est repoussé sur la roue à palettes en rotation de la pompe, empêchant ainsi la circulation du liquide de refroidissement. Cet état est également désigné par « phase de stagnation du liquide de refroidissement ». Le « liquide de refroidissement stagnant » se réchauffe plus rapidement et réduit ainsi la phase de montée en température du moteur.

Vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489



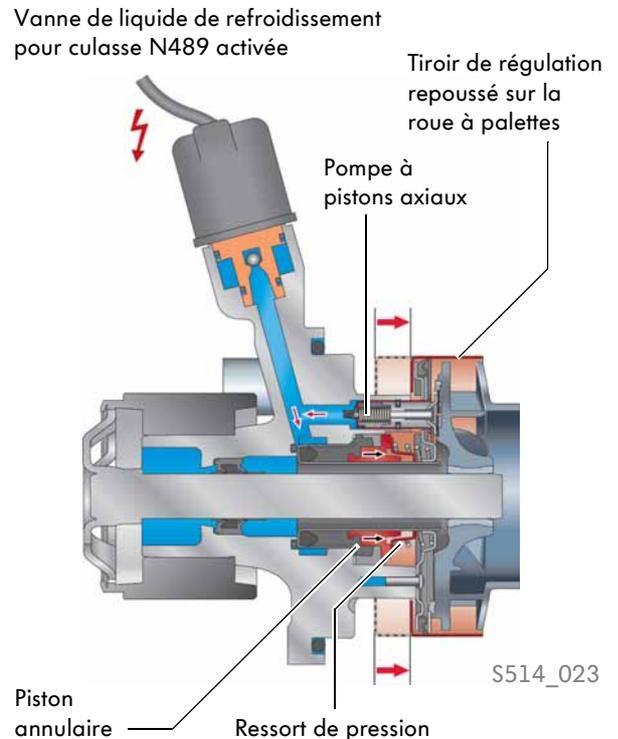
### Architecture



# Mécanique moteur

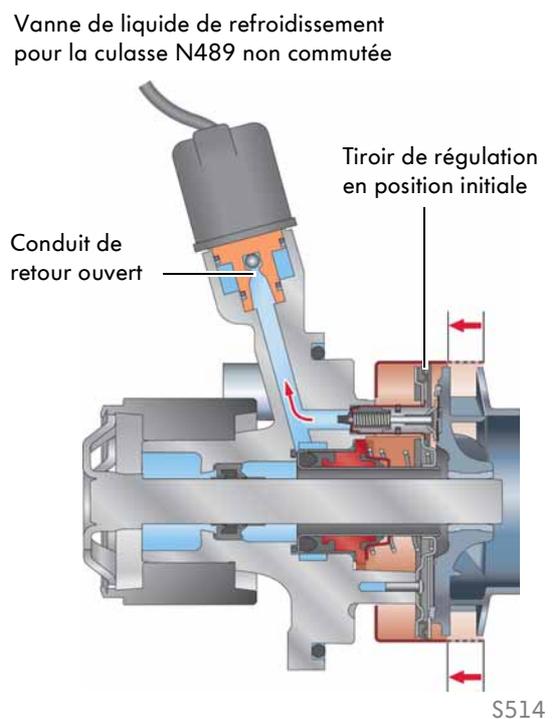
## Liquide de refroidissement stagnant

Pour réaliser la « phase de stagnation du liquide de refroidissement », le tiroir de régulation est actionné hydrauliquement par le liquide de refroidissement via un circuit interne à la pompe. La pression hydraulique est générée par une pompe à pistons axiaux. La pompe à pistons axiaux est entraînée en permanence par un profil de came sur la face arrière de la roue à palettes. Dès que la vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489 est pilotée par le calculateur du moteur, le circuit hydraulique interne de la pompe est fermé. Une pression s'établit alors au niveau du piston annulaire. Cette pression agit à l'encontre de la force du ressort de pression et repousse le tiroir de régulation sur la roue à palettes de la pompe de liquide de refroidissement.



## Circulation du liquide de refroidissement

Si la vanne de liquide de refroidissement pour la culasse N489 est mise hors tension, aucune pression hydraulique n'agit sur le piston annulaire, étant donné que le conduit du circuit interne de la pompe au circuit de refroidissement du moteur est ouvert. Le tiroir de régulation est repoussé en position de sortie par la force du ressort de pression. La roue à palettes est libérée et assure la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement du moteur.



## Conséquences en cas de panne

En cas de défaut de la vanne de liquide de refroidissement pour la culasse N489, le tiroir de régulation reste dans sa position initiale, le liquide de refroidissement circule dans le circuit de liquide de refroidissement.

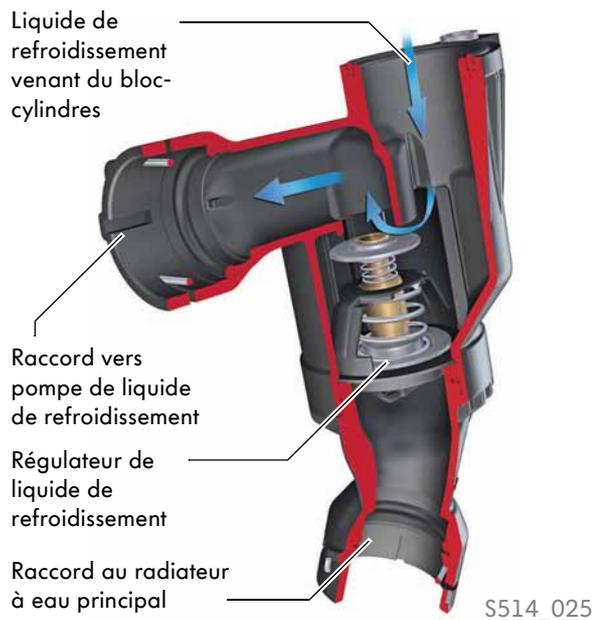
## Régulateur de liquide de refroidissement

Le régulateur de liquide de refroidissement est un distributeur 3/2, qui est actionné via un élément thermostatique en cire. En fonction de la température du liquide de refroidissement, le régulateur de liquide de refroidissement commute entre le grand et le petit circuit de refroidissement. Le moteur atteint ainsi plus rapidement sa température de fonctionnement.

### Phase de montée en température

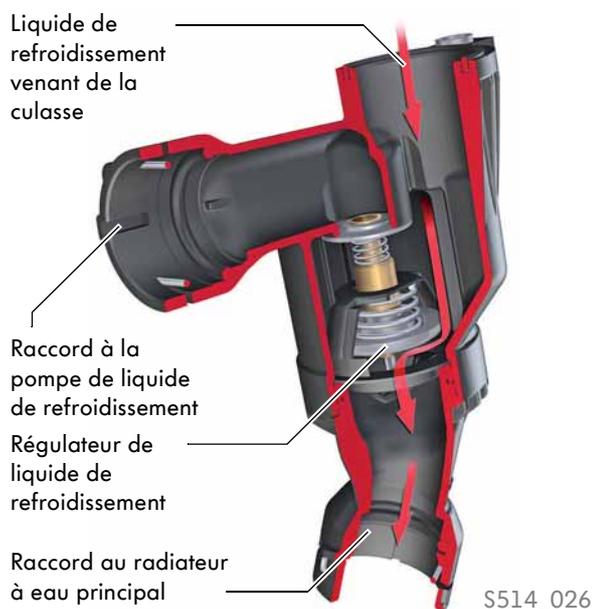
Durant la phase de montée en température du moteur, la voie du liquide de refroidissement du bloc-cylindres au radiateur d'eau principal par le grand plateau du régulateur de liquide de refroidissement est fermée. Le liquide de refroidissement parvient directement au petit circuit de refroidissement via la pompe de liquide de refroidissement.

En association avec le liquide de refroidissement stagnant du fait de la pompe de liquide de refroidissement désactivée, le moteur atteint plus rapidement sa température de fonctionnement. L'activation de la pompe de liquide de refroidissement assure que, durant la phase de montée en température du moteur, une quantité de liquide de refroidissement suffisante traverse la culasse et le radiateur de recyclage des gaz d'échappement.



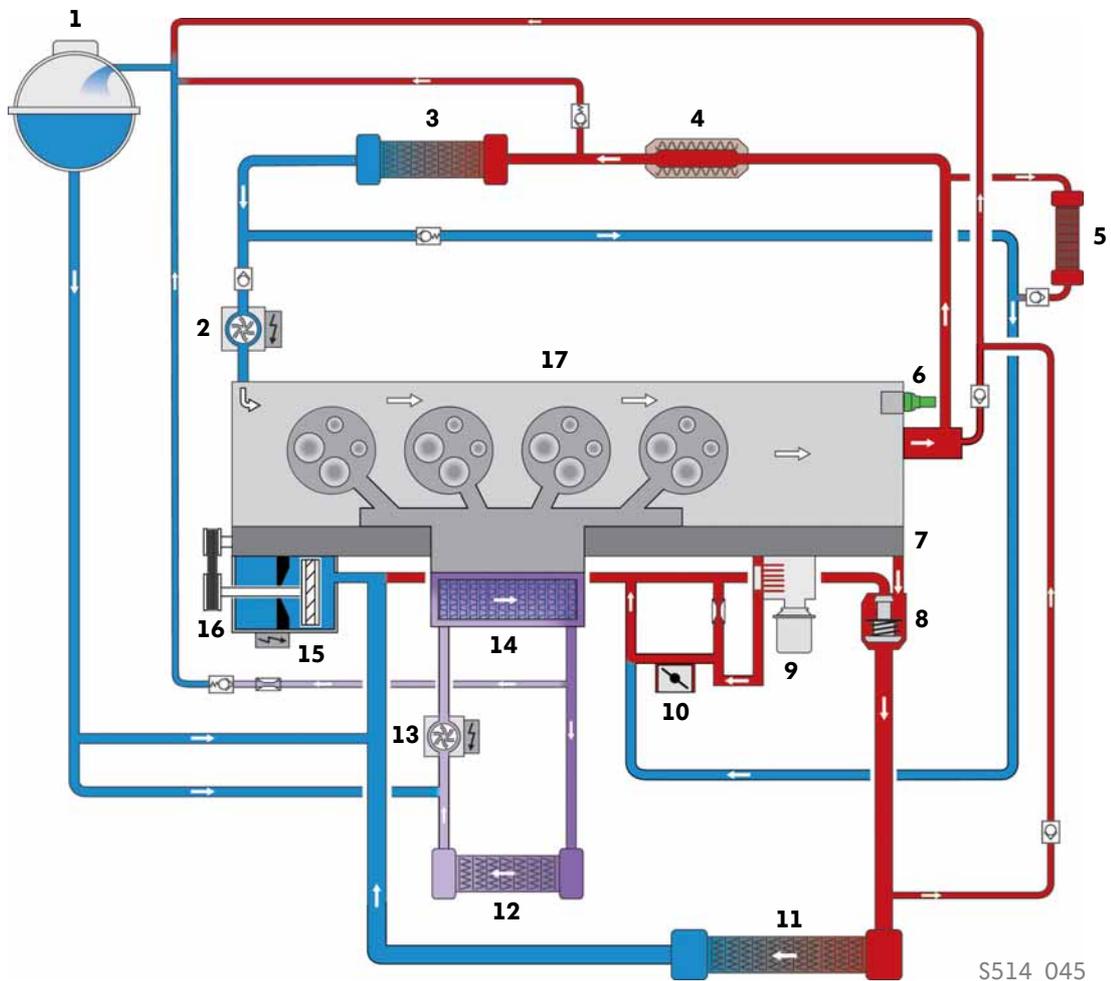
### Température de service

À une température d'env. 87 °C du liquide de refroidissement, le grand plateau du régulateur de liquide de refroidissement commence à s'ouvrir et intègre ainsi le radiateur d'eau principale dans le grand circuit de refroidissement. Simultanément, le petit plateau du régulateur de liquide de refroidissement ferme la voie directe en direction de la pompe de liquide de refroidissement.



# Mécanique moteur

## Circuit de liquide de refroidissement - aperçu global



S514\_045

### Légende

- |    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 1  | Vase d'expansion du liquide de refroidissement                      | 15 | Vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489 |
| 2  | Pompe d'assistance de chauffage V488                                | 16 | Pompe de liquide de refroidissement                   |
| 3  | Échangeur de chaleur du chauffage                                   | 17 | Culasse   |
| 4  | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement                        |    |   |
| 5  | Radiateur d'huile de boîte  |    |   |
| 6  | Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62       |    |   |
| 7  | Bloc-cylindres  |    |   |
| 8  | Régulateur de liquide de refroidissement                            |    |   |
| 9  | Radiateur d'huile   |    |   |
| 10 | Unité de commande de papillon J338                                  |    |   |
| 11 | Radiateur de liquide de refroidissement                             |    |   |
| 12 | Radiateur du circuit de refroidissement de l'air de suralimentation |    |   |
| 13 | Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188           |    |   |
| 14 | Radiateur d'air de suralimentation                                  |    |   |



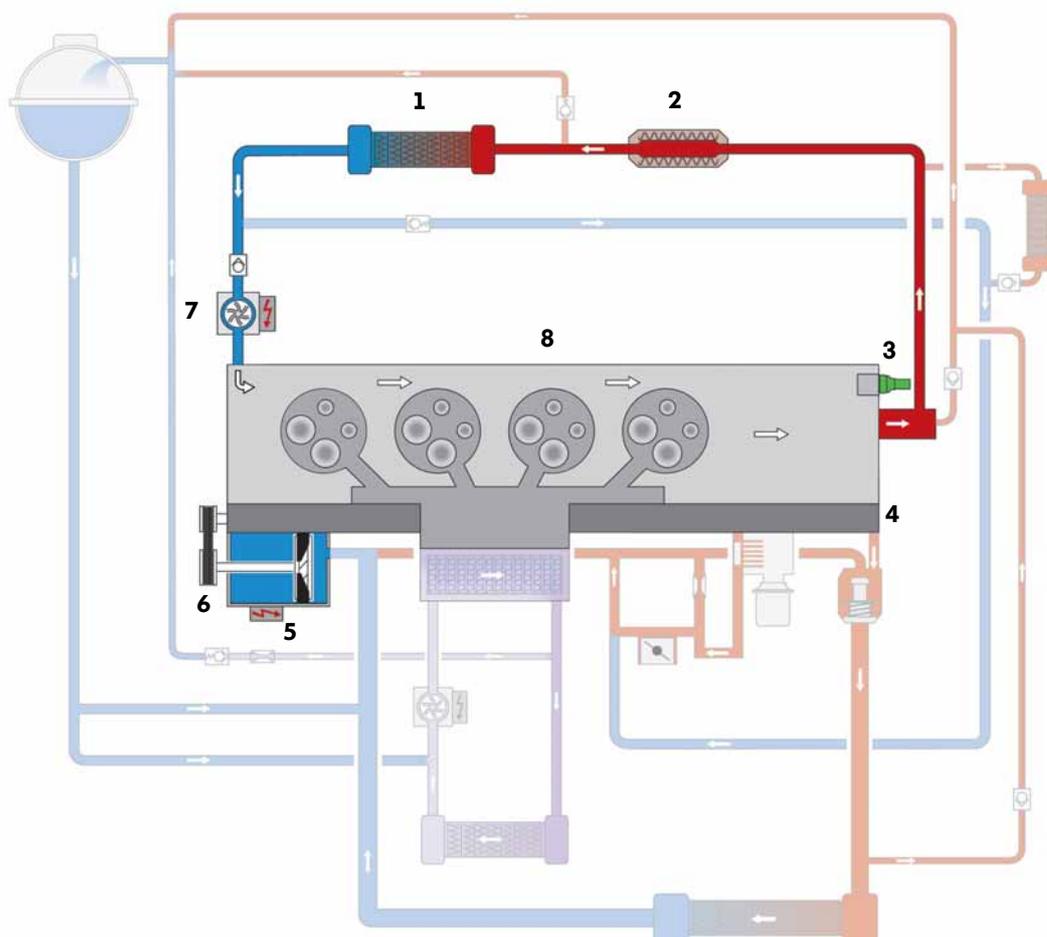
Lors de travaux de réparation et de remise en état du système de refroidissement, il est impératif de respecter les indications et remarques du Manuel de Réparation. La purge d'air du système de refroidissement doit dans tous les cas être effectuée à l'aide des « Fonctions assistées » du lecteur de diagnostic du véhicule !

## Microcircuit

Si le moteur est froid, la thermogestion débute par le microcircuit. Cela permet d'obtenir un réchauffement rapide du moteur et de l'habitacle. Pour le réchauffement rapide du liquide de refroidissement, le thermostat du liquide de refroidissement reste fermé en direction du radiateur d'eau principal. La circulation du liquide de refroidissement dans le grand circuit est empêchée par le fait que le tiroir de régulation de la pompe de refroidissement interruptible est repoussé sur la roue à palettes de la pompe. Le « liquide de refroidissement stagnant » ainsi généré se réchauffe rapidement et assure un réchauffage rapide du moteur.

Le liquide de refroidissement dans le microcircuit est activé par la pompe d'assistance de chauffage V488. Cette dernière est, en fonction de la température du liquide de refroidissement dans la culasse, pilotée en fonction des besoins par le calculateur du moteur.

Le souhait de température pour l'habitacle est enregistré par le calculateur du climatiseur et pris en compte lors du pilotage de la pompe d'assistance de chauffage V488.



### Légende

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Échangeur de chaleur du chauffage                             | 5 | Vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489 |
| 2 | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement                  | 6 | Pompe de liquide de refroidissement                   |
| 3 | Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62 | 7 | Pompe d'assistance de chauffage V488                  |
| 4 | Bloc-cylindres  | 8 | Culasse   |

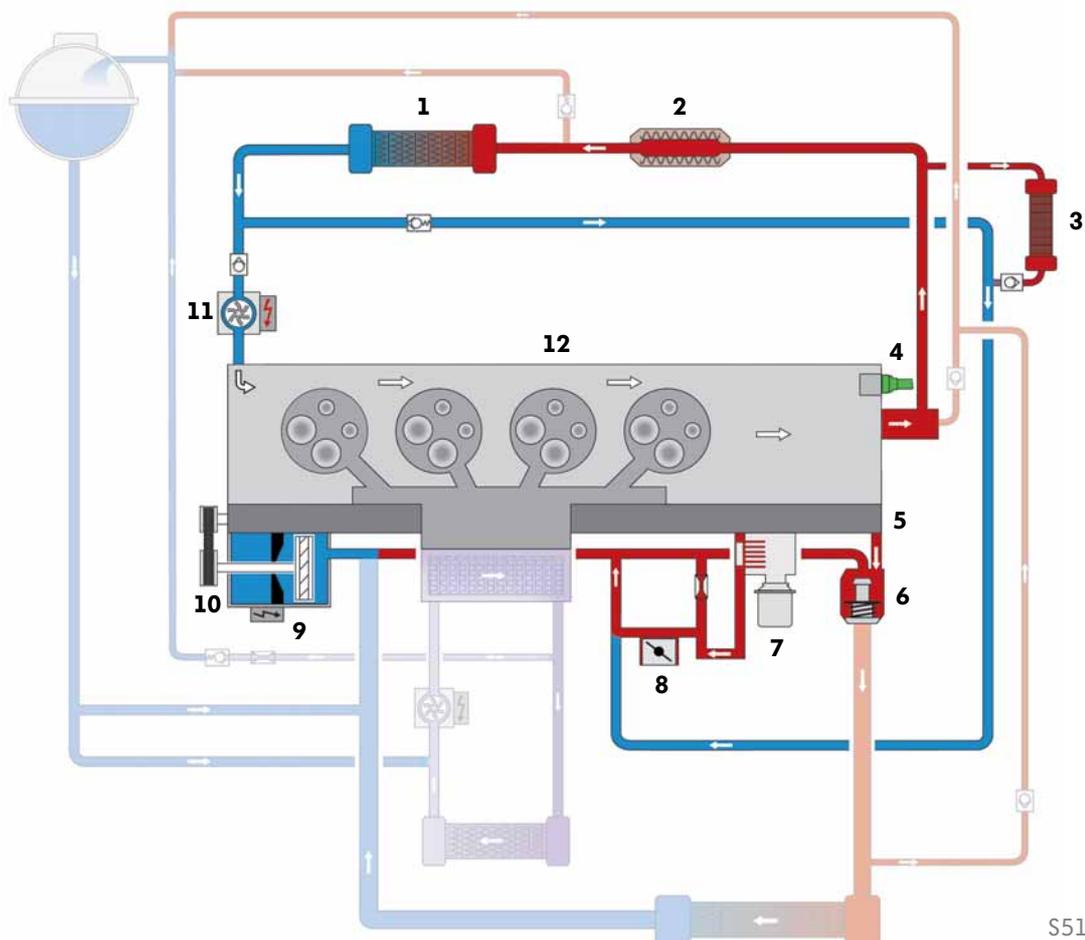


# Mécanique moteur

## Microcircuit à charge élevée du moteur

Si la charge du moteur ou le régime moteur dépasse une valeur limite, la pompe de refroidissement interruptible est activée pour assurer le refroidissement du moteur. La pompe de liquide de refroidissement est à nouveau désactivée lorsque l'on repasse en dessous d'un seuil de régime du moteur défini et que le moteur n'est pas encore suffisamment chaud.

Dès que la température du liquide de refroidissement dans la culasse a atteint une valeur permettant de conclure que le moteur est réchauffé, la pompe de liquide de refroidissement interruptible est activée en permanence. Cela permet de garantir qu'une quantité de liquide de refroidissement suffisante traverse la culasse.



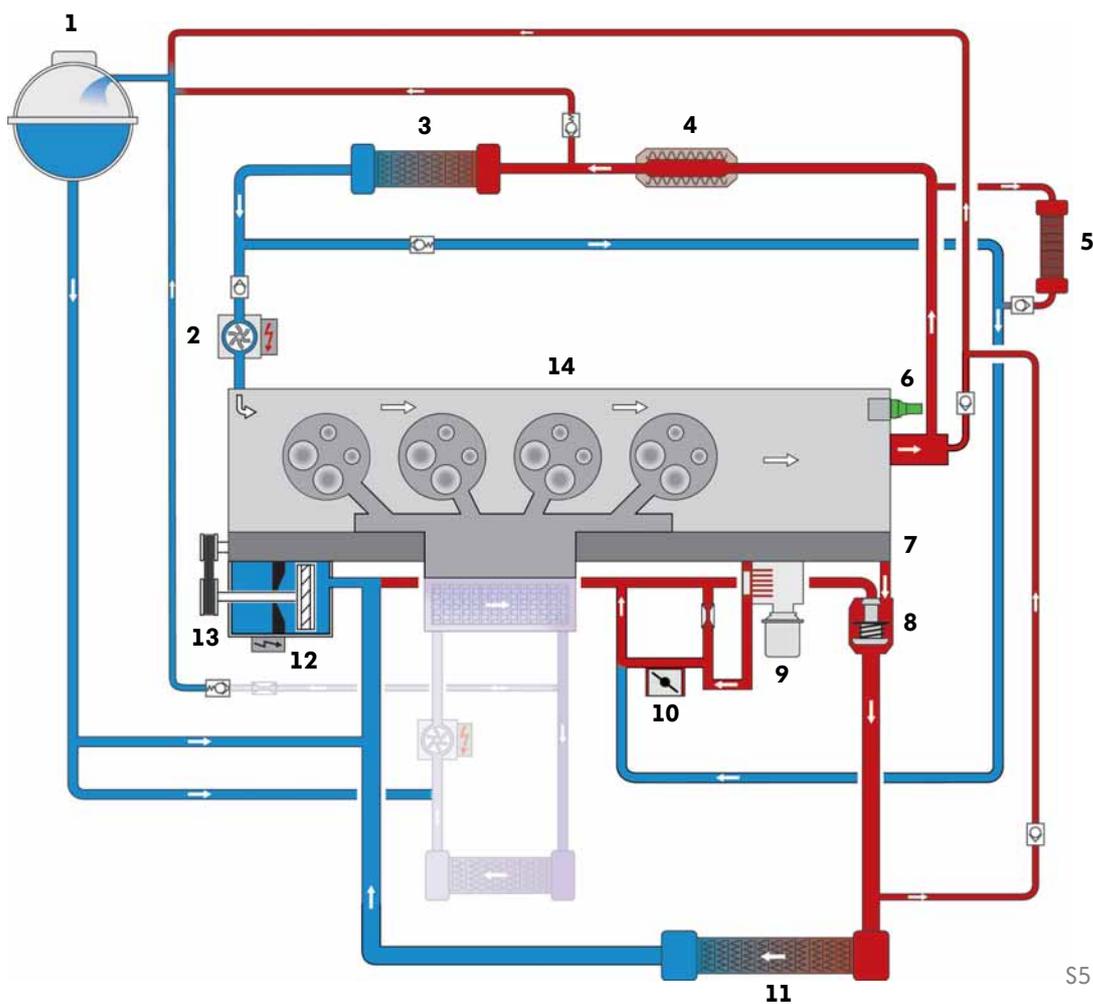
S514\_072

### Légende

- |   |   |    |   |
|---|---|----|---|
| 1 | Échangeur de chaleur du chauffage                             | 7  | Radiateur d'huile                                     |
| 2 | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement                  | 8  | Unité de commande de papillon J338                    |
| 3 | Radiateur d'huile de boîte                                    | 9  | Vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489 |
| 4 | Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62 | 10 | Pompe de liquide de refroidissement                   |
| 5 | Bloc-cylindres  | 11 | Pompe d'assistance de chauffage V488                  |
| 6 | Régulateur de liquide de refroidissement                      | 12 | Culasse   |

## Grand circuit de refroidissement (circuit haute température)

Lorsque le liquide de refroidissement a atteint la température de fonctionnement, le régulateur de liquide de refroidissement s'ouvre et intègre le radiateur de liquide de refroidissement (radiateur d'eau principal) dans le circuit de refroidissement.



S514\_073

### Légende

- |   |   |    |   |
|---|---|----|---|
| 1 | Vase d'expansion du liquide de refroidissement                | 8  | Régulateur de liquide de refroidissement              |
| 2 | Pompe d'assistance de chauffage V488                          | 9  | Radiateur d'huile                                     |
| 3 | Échangeur de chaleur du chauffage                             | 10 | Unité de commande de papillon J338                    |
| 4 | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement                  | 11 | Radiateur de liquide de refroidissement               |
| 5 | Radiateur d'huile de boîte                                    | 12 | Vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489 |
| 6 | Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62 | 13 | Pompe de liquide de refroidissement                   |
| 7 | Bloc-cylindres  | 14 | Culasse   |

## Circuit de liquide de refroidissement pour refroidissement de l'air de suralimentation (circuit basse température)

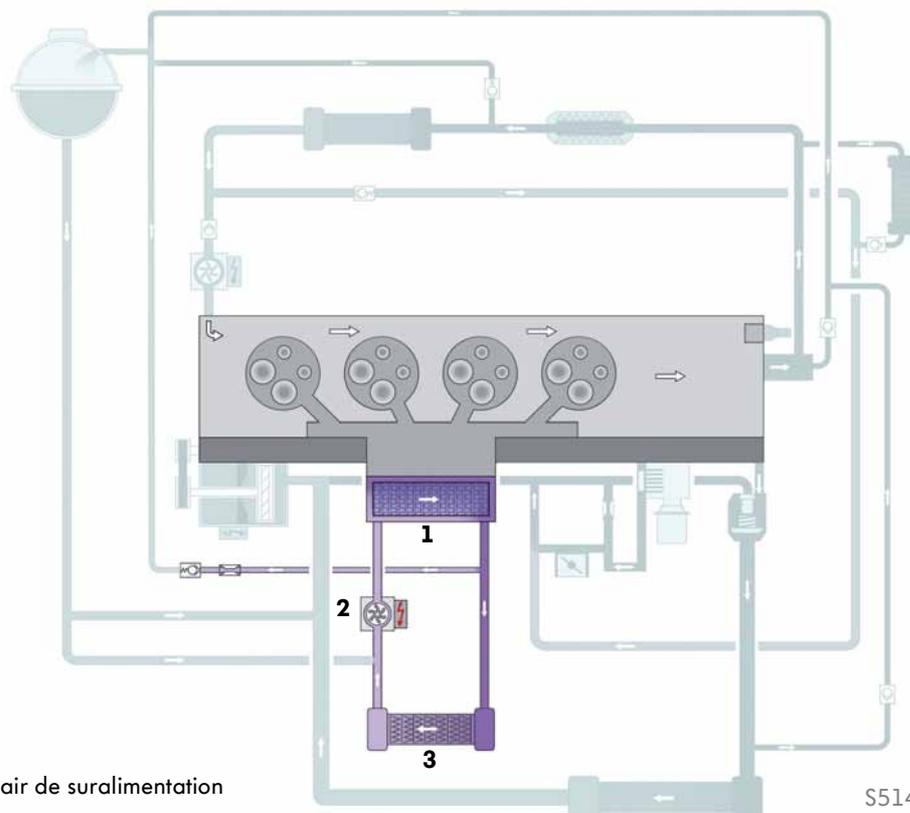
Grâce au refroidissement par eau de l'air de suralimentation, il est possible de réguler la température de l'air dans la tubulure d'admission à une valeur de consigne répondant aux besoins. La régulation de la température de l'air de suralimentation est assurée par le calculateur du moteur, via l'activation de la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188. La grandeur de référence pour le pilotage de la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188

est la température de la tubulure d'admission en aval du radiateur d'air de suralimentation.

Le circuit de liquide de refroidissement est relié, pour le remplissage et la purge d'air, via un clapet antiretour et un étrangleur, au circuit de refroidissement du moteur. Durant le fonctionnement, il n'y a aucune liaison avec le circuit de refroidissement du moteur.

Conditions d'activation de la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188 :

- Si la température de l'air de suralimentation est inférieure à la valeur de consigne, la pompe est ou reste désactivée.
- Si la température de la tubulure d'admission est égale ou légèrement supérieure à la valeur de consigne, la pompe est pilotée par impulsions. Les temps d'activation et de désactivation (impulsions) dépendent de la température de l'air de suralimentation et de la température ambiante.
- Si la température de l'air de suralimentation est nettement supérieure à la température de consigne, la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation est activée en continu à pleine puissance.



### Légende

- 1 Radiateur d'air de suralimentation
- 2 Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188
- 3 Radiateur du circuit de refroidissement de l'air de suralimentation

S514\_074

## Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62

Le transmetteur de température de liquide de refroidissement est vissé dans la culasse, dans la zone proche de la chambre de combustion. Du fait de cette disposition, le calculateur du moteur peut déterminer la température du moteur, indépendamment des débits de liquide de refroidissement, en fonction du point de fonctionnement.

### Utilisation du signal

Le calculateur du moteur a besoin du signal du transmetteur de liquide de refroidissement comme valeur de correction pour le calcul du débit d'injection, de la pression de suralimentation et du volume de recyclage des gaz d'échappement. En outre, la pompe de refroidissement interruptible est activée et désactivée à l'aide du signal.

### Conséquences en cas de perte du signal

En cas de perte du signal, le calculateur du moteur utilise une valeur de remplacement fixe. La pompe de refroidissement interruptible reste activée en permanence.



## Pompes de liquide de refroidissement à régulation électronique

### Pompe d'assistance de chauffage V488

La pompe d'assistance de chauffage est une pompe centrifuge à régulation électronique à entraînement sans balai. Elle sert de pompe de circulation pour le microcircuit. Pour cela, la pompe est activée en fonction des besoins par le calculateur du moteur, au moyen d'un signal MLI.

### Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188

La pompe de refroidissement de l'air de suralimentation est une pompe centrifuge à régulation électronique à entraînement sans balai. Elle aspire le liquide de refroidissement dans le radiateur du circuit de refroidissement de l'air de suralimentation et le refoule en direction du radiateur d'air de suralimentation. Pour cela, la pompe est activée en fonction des besoins par le calculateur du moteur, au moyen d'un signal MLI.



S514\_102

# Mécanique moteur

## Fonctionnement de la commande des pompes de liquide de refroidissement

Les deux pompes de liquide de refroidissement à régulation électronique sont équipées d'une électronique de régulation.

L'électronique de régulation calcule, à partir du signal MLI du calculateur du moteur, le régime de la pompe et pilote le moteur électrique. Simultanément, la consommation de courant du moteur électrique est surveillée par l'électronique de régulation.

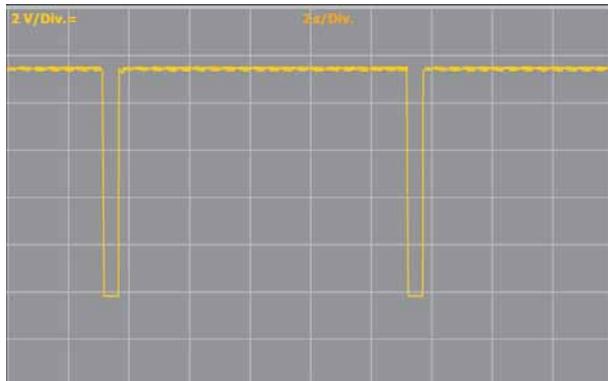
L'électronique de régulation indique l'état réel de la pompe au calculateur du moteur en mettant périodiquement le signal MLI du calculateur du moteur à la masse. Ce processus se poursuit de manière cyclique durant tout le fonctionnement de la pompe.

### Détection « pompe en état correct »

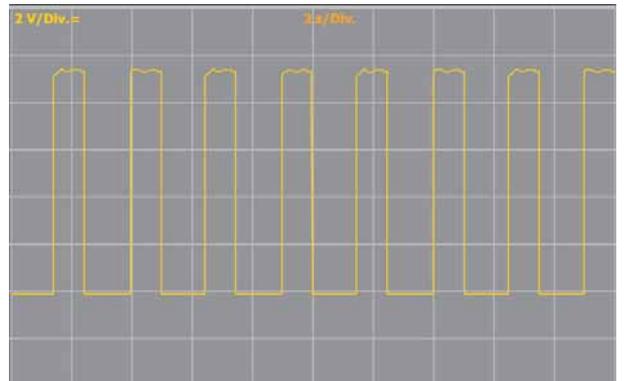
Durant le fonctionnement de la pompe, l'électronique de régulation met le signal MLI du calculateur, selon une périodicité de 10 secondes, à la masse pour une durée de 0,5 seconde. Le calculateur reconnaît alors l'aptitude au fonctionnement de la pompe.

### Détection « pompe en état incorrect »

Si l'autodiagnostic détecte un défaut, tel qu'une pompe bloquée ou une pompe fonctionnant à sec, l'électronique de régulation modifie, suivant l'origine du défaut, la durée de la mise à la masse du signal MLI.



S514\_105



S514\_106

## Conséquences de défauts des pompes de liquide de refroidissement à régulation électronique

Origine du défaut	Conséquence
Défaut électrique ou défaut mécanique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enregistrement dans la mémoire d'événements dans le calculateur du moteur</li> <li>Le témoin de dépollution K83 s'allume</li> </ul>
Coupure du câble de signal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enregistrement dans la mémoire d'événements du calculateur du moteur</li> <li>Le témoin de dépollution K83 s'allume</li> <li>La pompe fonctionne au régime maximum</li> </ul>
Coupure d'un câble d'alimentation de la pompe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enregistrement dans la mémoire d'événements du calculateur du moteur</li> <li>Le témoin de dépollution K83 s'allume</li> <li>La pompe tombe en panne</li> </ul>

## Vase d'expansion de liquide de refroidissement avec dépôt de silicate

Le vase d'expansion de liquide de refroidissement renferme un dépôt de silicate. Le silicate sert à protéger de la corrosion les composants en aluminium du circuit de liquide de refroidissement. Les silicates se trouvant dans le liquide de refroidissement G13 sont, au fil du temps, consommés par les moteurs à haute sollicitation thermique.

Pour compenser la consommation de silicates, de silicates sont prélevés dans le dépôt et adjoints au liquide de refroidissement. Le dépôt de silicate joue ainsi le rôle de protection anticorrosion supplémentaire pour les composants en aluminium du circuit de liquide de refroidissement pendant toute la durée de vie du moteur.



S514\_079



## Systeme d'alimentation

### 1 - Calculateur de pompe à carburant J538

Le calculateur de pompe à carburant assure le pilotage asservi aux besoins de la pression dans l'alimentation en carburant et surveille le fonctionnement de la pompe à carburant.

### 2 - Pompe de préalimentation en carburant G6

La pompe à carburant génère la pression de carburant dans le circuit d'alimentation.

### 3 - Filtre à carburant

Le filtre à carburant empêche que les impuretés présentes dans le gazole n'atteignent les composants du système d'injection. Des particules infimes suffisent pour endommager ou perturber le fonctionnement des composants fabriqués avec un haut niveau de précision, comme la pompe haute pression et les injecteurs.

### 4 - Transmetteur de température de carburant G81

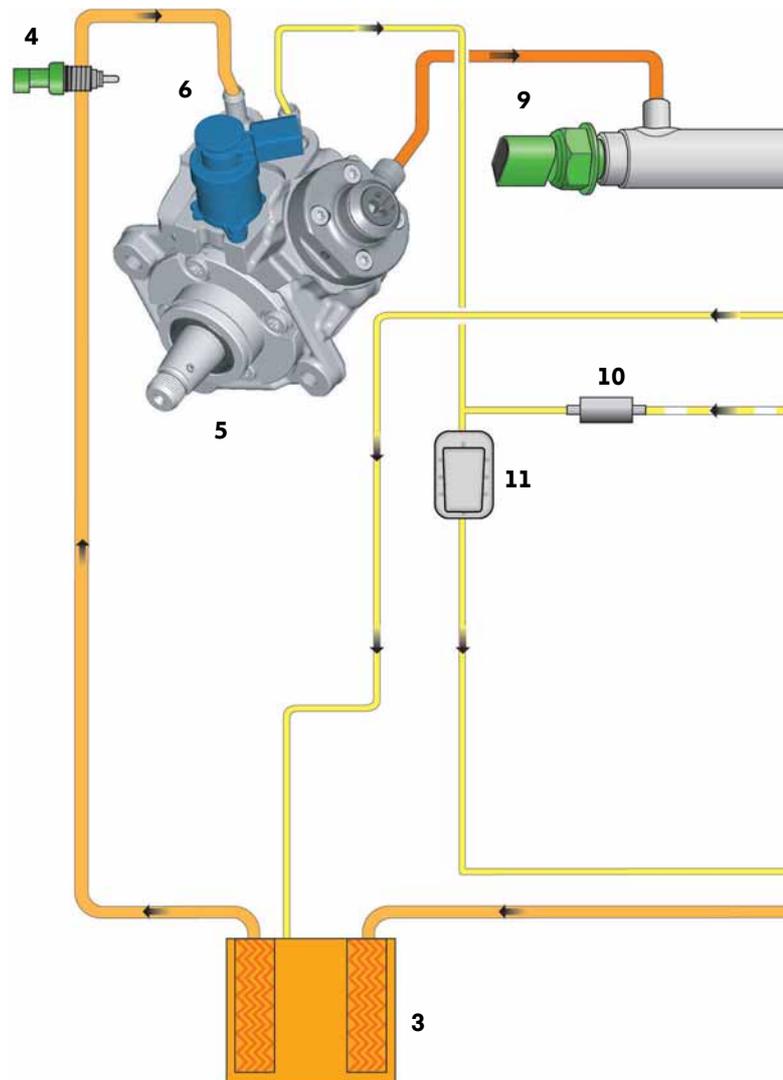
Le transmetteur de température du carburant détermine la température courante du carburant.

### 5 - Pompe haute pression

La pompe haute pression génère la haute pression de carburant nécessaire à l'injection.

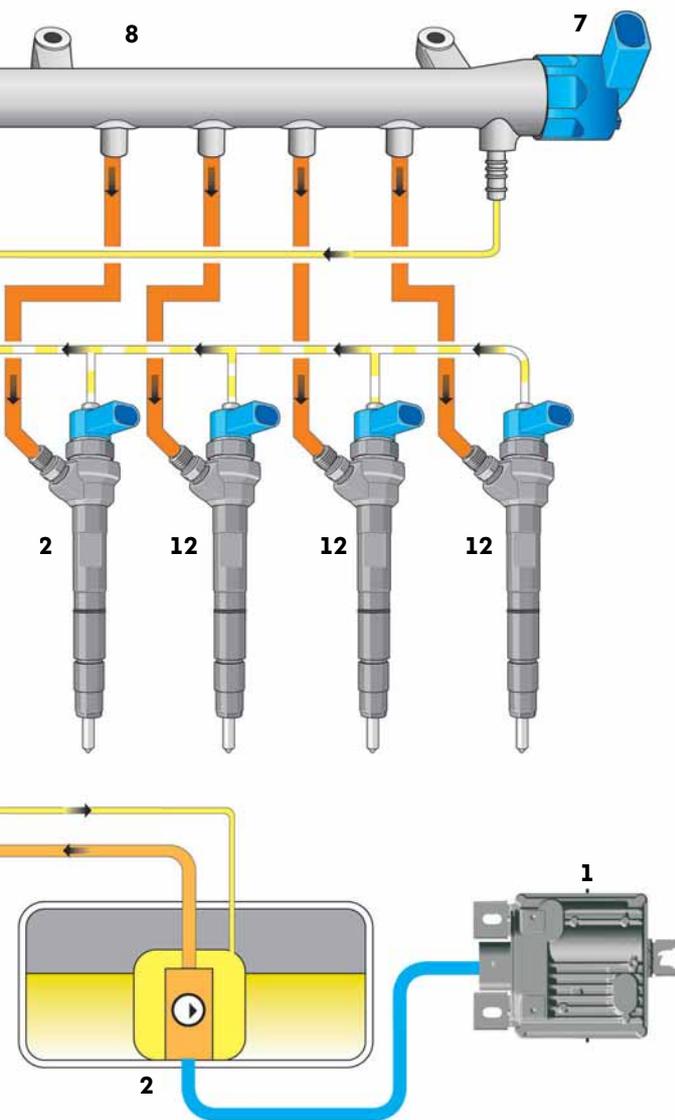
### 6 - Vanne de dosage du carburant N290

La vanne de dosage du carburant permet de réguler en fonction des besoins le débit de carburant nécessaire à la génération de la haute pression.



#### Légende

-  Haute pression du carburant 1 800 bars max.
-  Retour du carburant 0 - 1,0 bar



S514\_027

- Pression de préalimentation du carburant, réglée en fonction des besoins 3,5 à 5,0 bars
- Retour du carburant des injecteurs 0,4 à 1,0 bar

### 7 - Vanne de régulation de pression du carburant N276

La vanne de régulation de pression du carburant ajuste la pression du carburant dans la zone haute pression.

### 8 - Accumulateur haute pression (rampe)

L'accumulateur haute pression stocke à une pression élevée le carburant nécessaire à l'injection dans tous les cylindres.

### 9 - Transmetteur de pression du carburant G247

Le transmetteur de pression du carburant détermine la pression courante du carburant dans la zone haute pression.

### 10 - Clapet de maintien de pression

Le clapet de maintien de pression assure une pression constante d'env. 1 bar dans le retour des injecteurs. Cela évite les variations de pression et permet de réaliser un pilotage précis des injecteurs.

### 11 - Amortisseur de pulsations

La tâche de l'amortisseur de pulsations consiste à réduire les bruits perturbateurs causés par les pulsations du carburant dans la conduite de retour du carburant.

### 12 - Injecteurs N30, N31, N32, N33

Les injecteurs injectent le carburant dans les chambres de combustion.

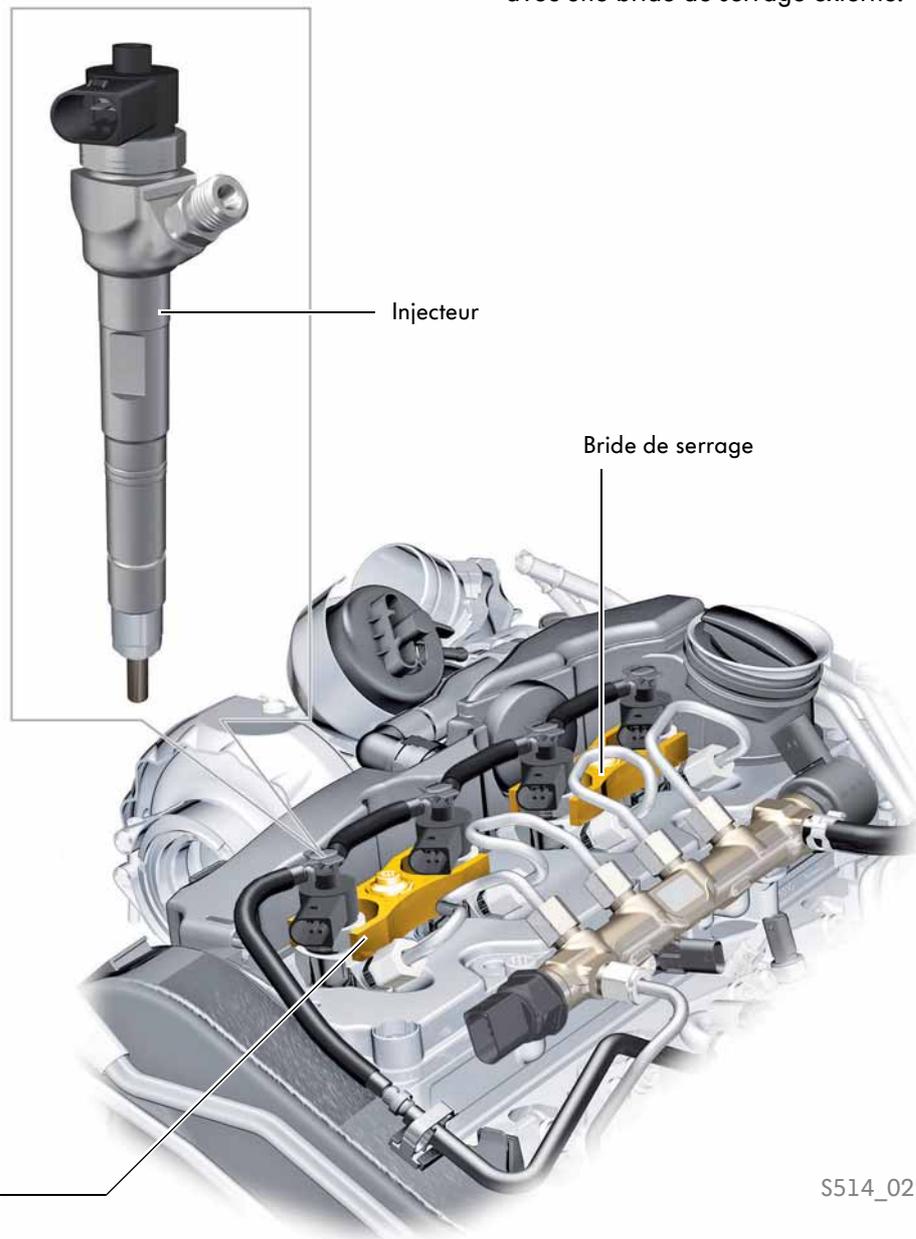


# Mécanique moteur

## Injecteur

Les injecteurs du moteur EA288 sont commandés par un actionneur à électrovanne.

La société Bosch a mis au point un injecteur faisant appel à la technologie des électrovannes, répondant aux exigences de pressions d'injection élevées et d'aptitude aux injections multiples par temps moteur. Les injecteurs commandés par électrovanne présentent l'avantage d'être plus faciles à fabriquer que des injecteurs à actionneur piézoélectrique. Deux injecteurs sont chacun fixés dans le couvre-culasse avec une bride de serrage externe.

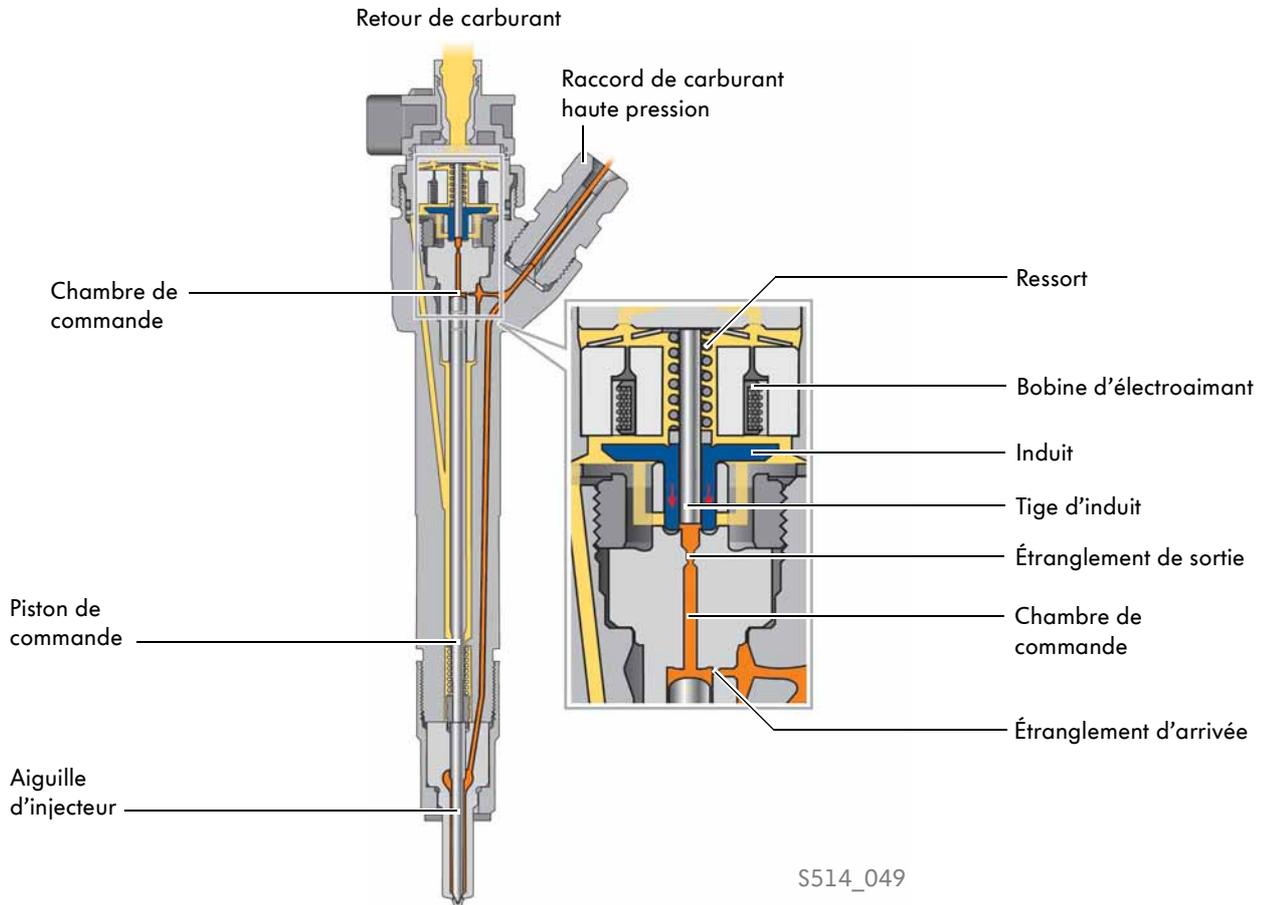


Bride de serrage

S514\_029

## Injecteur au repos

### Architecture



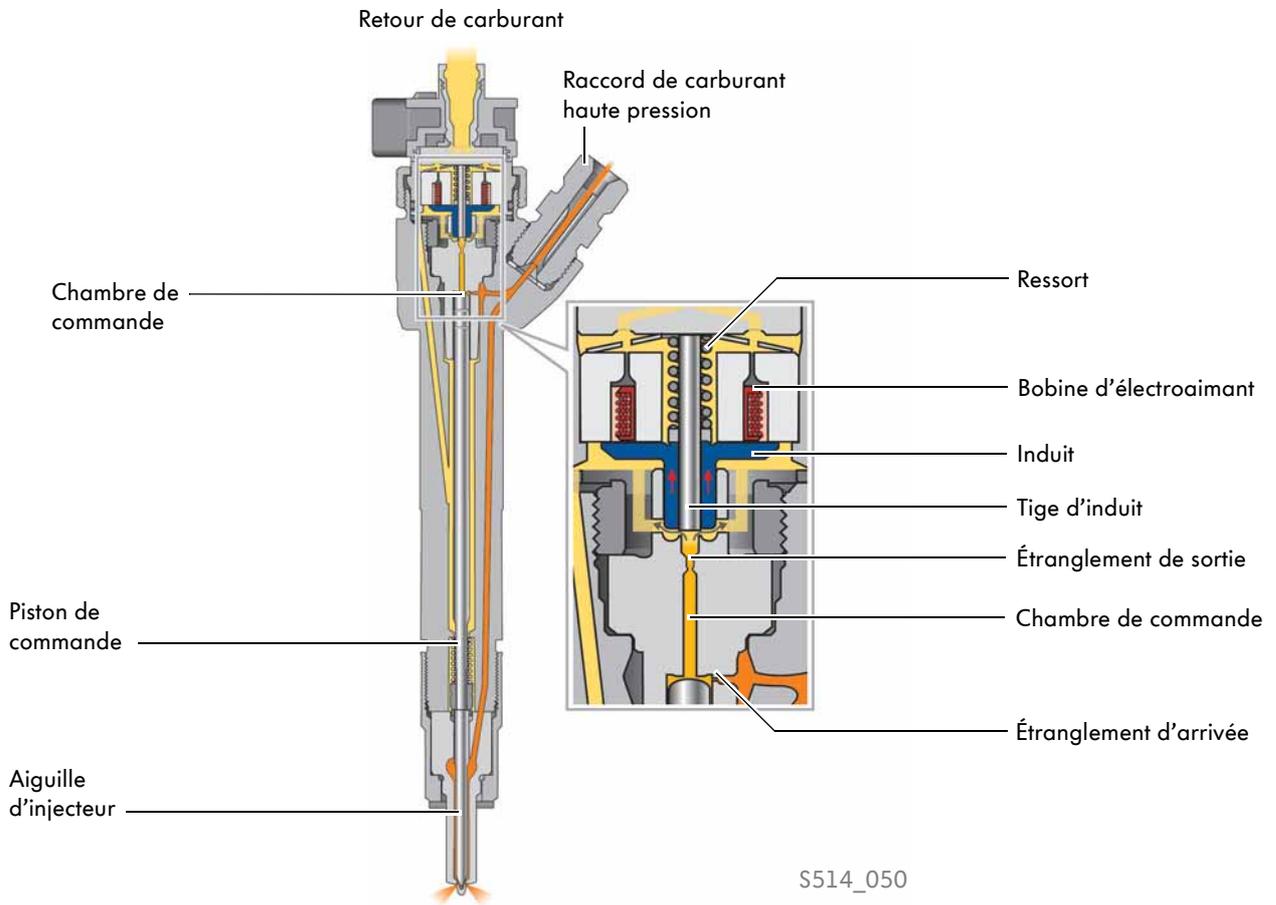
### Légende

- Haute pression
- Pression de retour

En position de repos, l'injecteur est fermé. La bobine magnétique n'est pas activée. L'induit de l'électrovanne est repoussé dans son siège par la force du ressort de l'électrovanne et ferme ainsi la voie allant de la chambre de commande au retour du carburant. Une haute pression du carburant règne dans la chambre de commande. En raison du rapport pression/surface plus important entre la surface du piston de commande et l'aiguille d'injecteur, cette dernière est repoussée dans son siège et ferme l'injecteur.

# Mécanique moteur

## Fermeture de l'injecteur (début d'injection)



### Légende

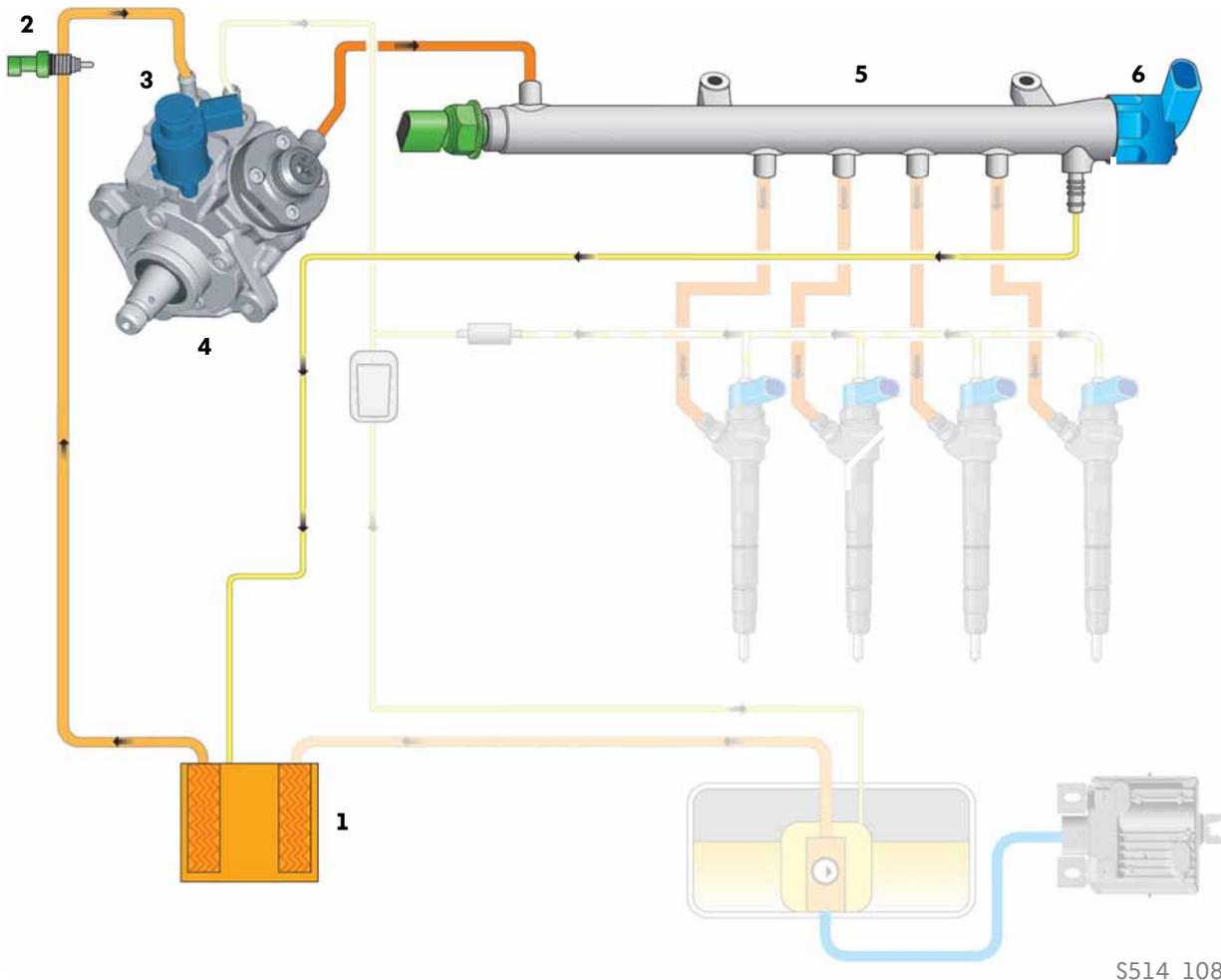
-  Haute pression
-  Pression de retour

Pour lancer le processus d'injection, le calculateur du moteur active la bobine d'électroaimant. Dès que la force magnétique dépasse la force de fermeture du ressort d'électrovanne, l'induit d'électrovanne se déplace vers le haut et ouvre l'accès à l'étranglement de sortie. Le carburant présent dans la chambre de commande s'écoule via l'étranglement de sortie ouvert dans le circuit de retour de carburant. La pression du carburant dans la chambre de commande baisse. L'étranglement d'arrivée empêche un équilibrage rapide de la pression entre la zone haute pression du carburant et la chambre de commande. L'aiguille d'injecteur est soulevée par la pression du carburant et l'injection commence.

## Réchauffage du filtre à carburant

Afin d'éviter un colmatage du filtre à carburant causé par la cristallisation de la paraffine lorsque la température du carburant est basse, du carburant réchauffé provenant de l'accumulateur haute pression (rampe) est conduit de manière ciblée dans la conduite d'alimentation, en amont du filtre à carburant.

Pour que le carburant se réchauffe rapidement lorsque le moteur est froid, la régulation de la vanne de dosage du carburant N290 admet plus de carburant dans la chambre de pression de la pompe haute pression qu'il n'en est besoin pour l'injection. Le carburant ainsi réchauffé par la génération de pression est dirigé de l'accumulateur haute pression (rampe) via la vanne de régulation de pression du carburant N276 dans la conduite de retour, en amont du filtre à carburant.



### Légende

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Filtre à carburant                           | 4 | Pompe haute pression                              |
| 2 | Transmetteur de température du carburant G81 | 5 | Accumulateur haute pression (rampe)               |
| 3 | Vanne de dosage du carburant N290            | 6 | Vanne de régulation de pression du carburant N276 |

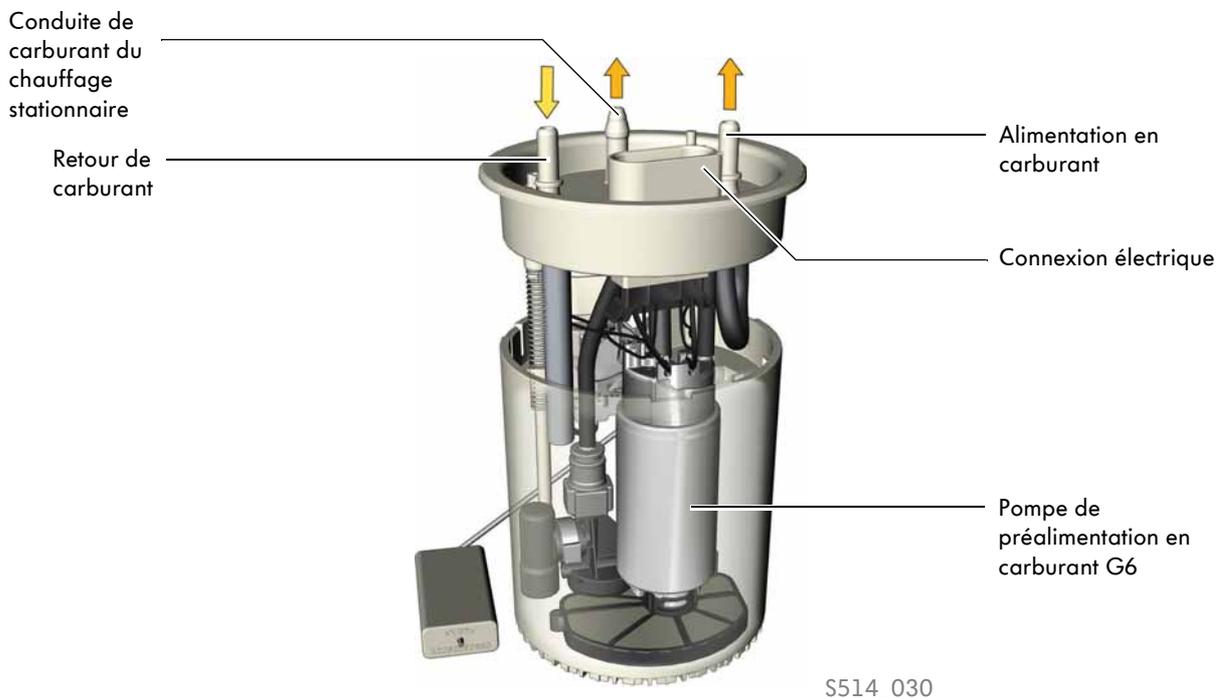
## Pompe de préalimentation en carburant G6

La pompe de préalimentation G6 est une pompe à engrenage intérieur entraînée électriquement. Elle est logée dans l'unité de refoulement du carburant GX1. Suivant l'état de fonctionnement du moteur, la pompe génère dans l'arrivée du système d'alimentation une pression de 3,5 à 5 bars.

La puissance asservie aux besoins de la pompe présente l'avantage de ne nécessiter dans l'arrivée du système d'alimentation que la pression requise pour la situation de marche considérée.



### Architecture de l'unité de refoulement du carburant GX1



### Fonctionnement

Le calculateur du moteur calcule à partir de différents signaux, tels que la position de l'accélérateur, le couple et la température du carburant, le besoin en carburant momentané.

Il envoie ensuite un signal MLI au calculateur de pompe à carburant J538.

Le calculateur de pompe à carburant pilote le volume de carburant requis en faisant tourner la pompe plus rapidement ou plus lentement.

### Conséquences en cas de panne

En cas de panne de la pompe à carburant, le moteur ne peut pas fonctionner.

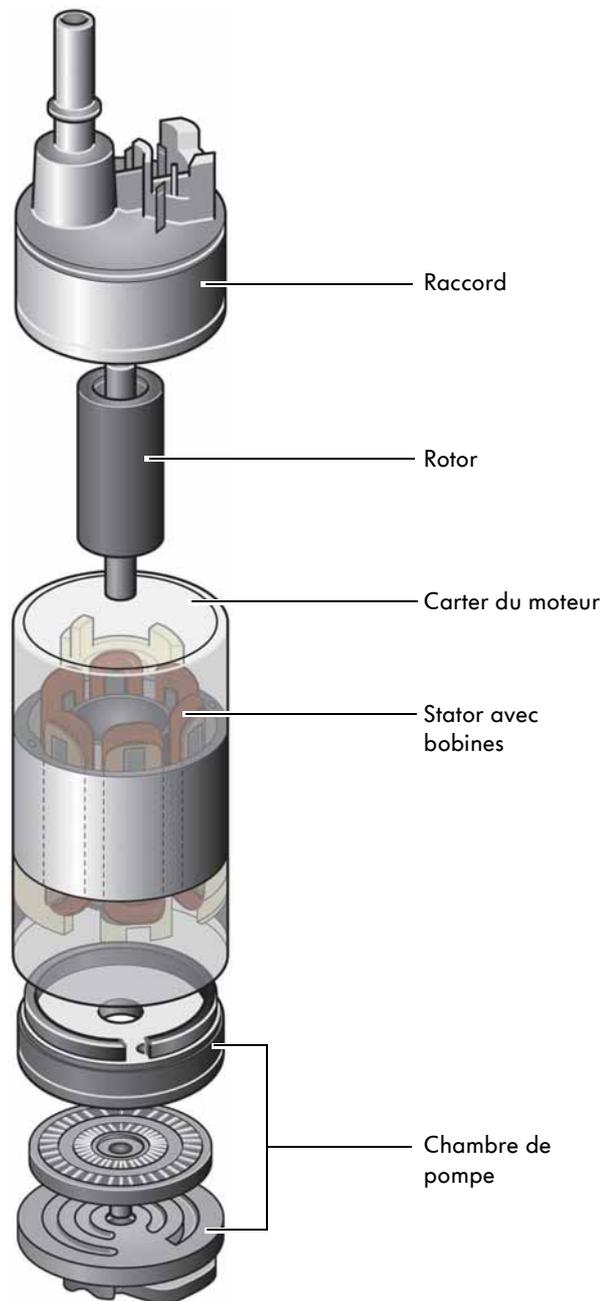
## Pompe de préalimentation en carburant G6

Le moteur électrique de la pompe à carburant est un « moteur EC » (EC = electronically commutated).

Le « moteur EC » est un moteur à courant continu sans balai, à excitation permanente. En raison de la conception sans balai et du mode de fonctionnement spécifique du moteur, aucun contact entre les pièces en mouvement n'a lieu. Le moteur est donc, paliers exceptés, entièrement exempt d'usure.

### Architecture

Dans le raccord de la pompe à carburant se trouvent le raccord pour la liaison électrique du calculateur de pompe à carburant et le raccord du refoulement du carburant. Le moteur électrique de la pompe à carburant se compose d'un rotor équipé de deux paires d'aimants permanents et d'un stator doté de six bobines jouant le rôle d'électroaimants. La chambre de la pompe est reliée à l'arbre du rotor.



S514\_031



# Mécanique moteur

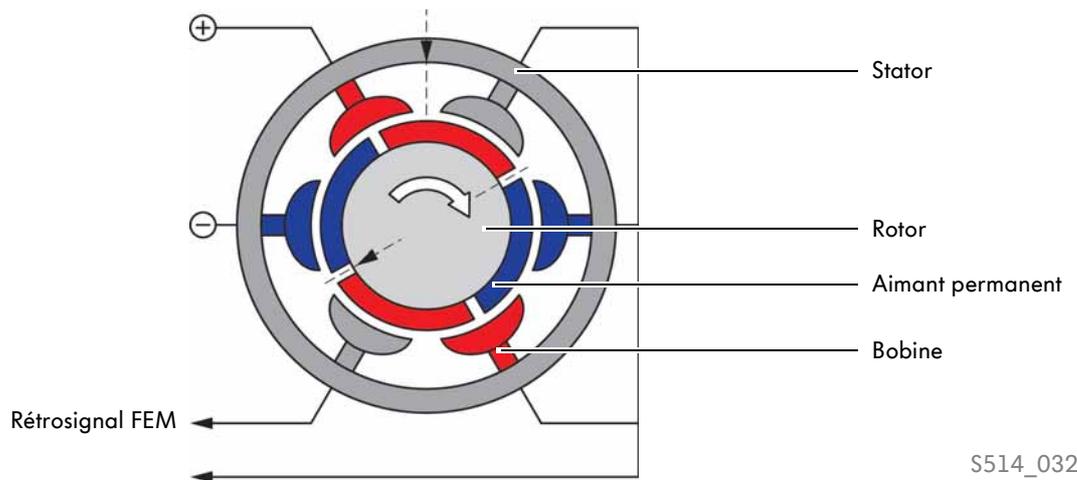
## Fonctionnement de la pompe à carburant

Pour imprimer un mouvement de rotation au rotor, le calculateur de pompe à carburant inverse selon les phases le sens du courant des électroaimants. Cette inversion du sens du courant est appelée « commutation ». Les champs magnétiques des bobines du stator varient alors alternativement.

La position du rotor est détectée par la pompe à carburant via la paire de bobines non alimentée considérée. Ce rétrosignal est également appelé rétrosignal FEM (FEM = force électromotrice).

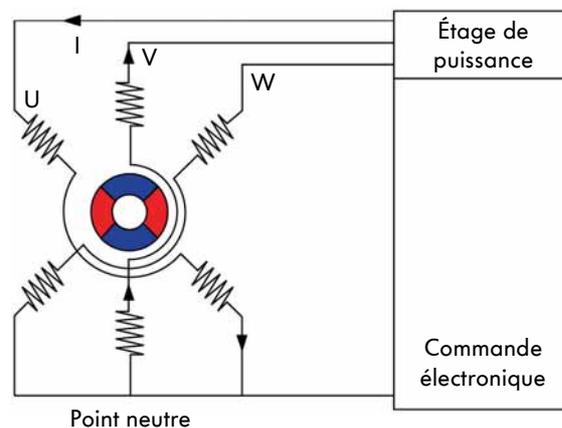
Le pilotage des bobines du stator se traduit par la génération d'un champ magnétique en rotation dans les bobines du stator. Le rotor est forcé par les paires d'aimants permanents à se réorienter en permanence et donc à suivre le champ magnétique. C'est ainsi que le mouvement de rotation du rotor est généré.

## Principe de fonctionnement



S514\_032

## Commutations des bobinages

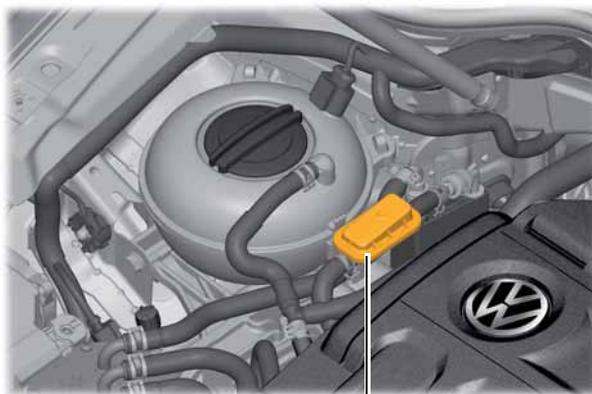


S514\_033

## Amortisseur de pulsations

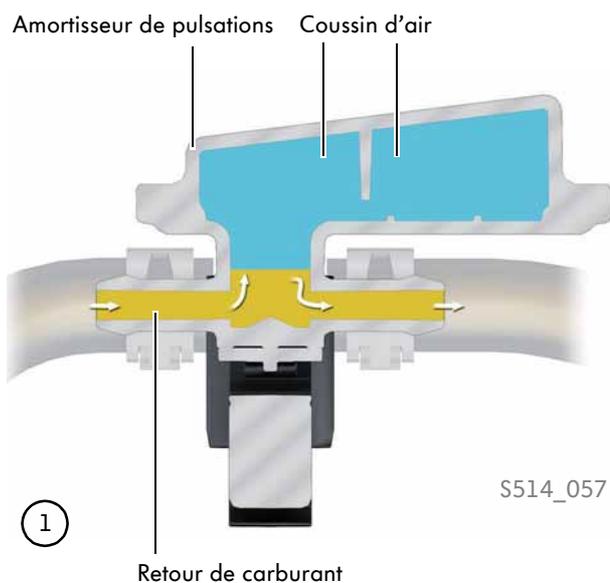
Un amortisseur de pulsations est intégré dans la conduite de retour de carburant dans la zone du tablier. Sa tâche consiste à réduire les bruits perturbateurs causés par les pulsations du carburant dans la conduite de retour du carburant.

Lors du fonctionnement de la pompe haute pression monopiston, une pulsation de pression dans la zone de basse pression du carburant de la pompe haute pression est générée lors de l'aspiration et de l'expulsion du carburant hors de la chambre de compression. La conséquence en est que la conduite de carburant est animée de vibrations. Ces vibrations peuvent être transmises jusque dans le plancher du véhicule et provoquent des bruits parasites. Afin de réduire la pulsation dans le retour du carburant, un coussin d'air se forme dans l'amortisseur de pulsations lorsque le moteur fonctionne. Le coussin d'air compense la pulsation de pression dans la conduite de retour du carburant et réduit ainsi les vibrations.

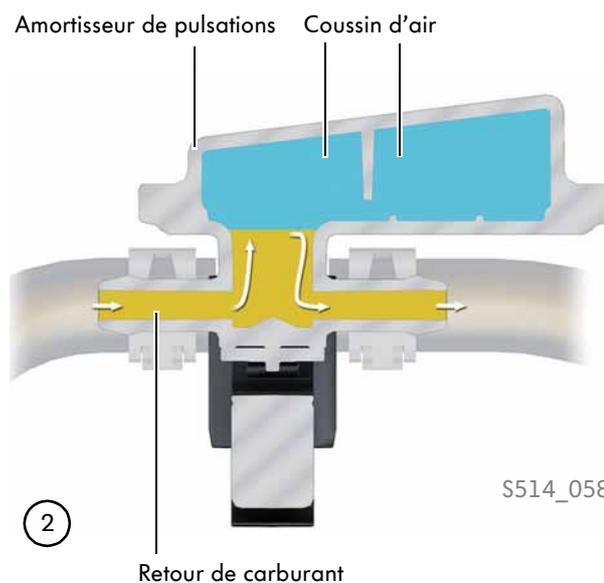


Amortisseur de pulsations

S514\_052



S514\_057



S514\_058

## Vue d'ensemble du système

### Capteurs

Transmetteur de régime moteur G28

Transmetteur de Hall G40

Transmetteur d'accélérateur avec transmetteur de position de l'accélérateur G79 et G185

Contacteur de feux stop F  
Contacteur de pédale de frein F63

Transmetteur de pression du carburant G247

Transmetteur de température du carburant G81

Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62

Débitmètre d'air massique G70

Transmetteur de température de l'air d'admission G42

Transmetteur de température de l'air de suralimentation en aval du radiateur d'air de suralimentation G811

Transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581

Transmetteur de pression de suralimentation G31

Potentiomètre 2 de recyclage des gaz G466

Sonde lambda G39

Transmetteur de température des gaz d'échappement 1 G235

Transmetteur de température des gaz d'échappement 3 G495

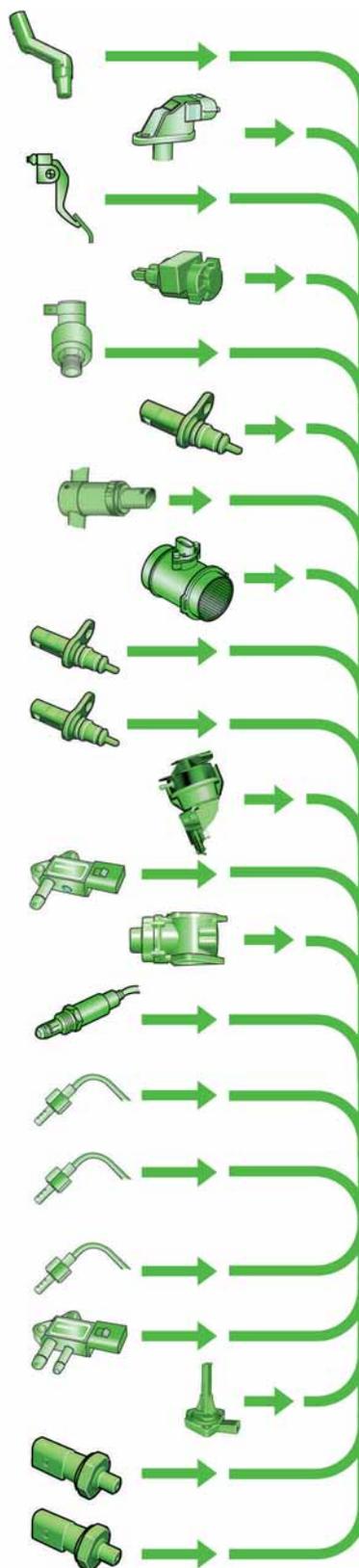
Transmetteur de température des gaz d'échappement 4 G648

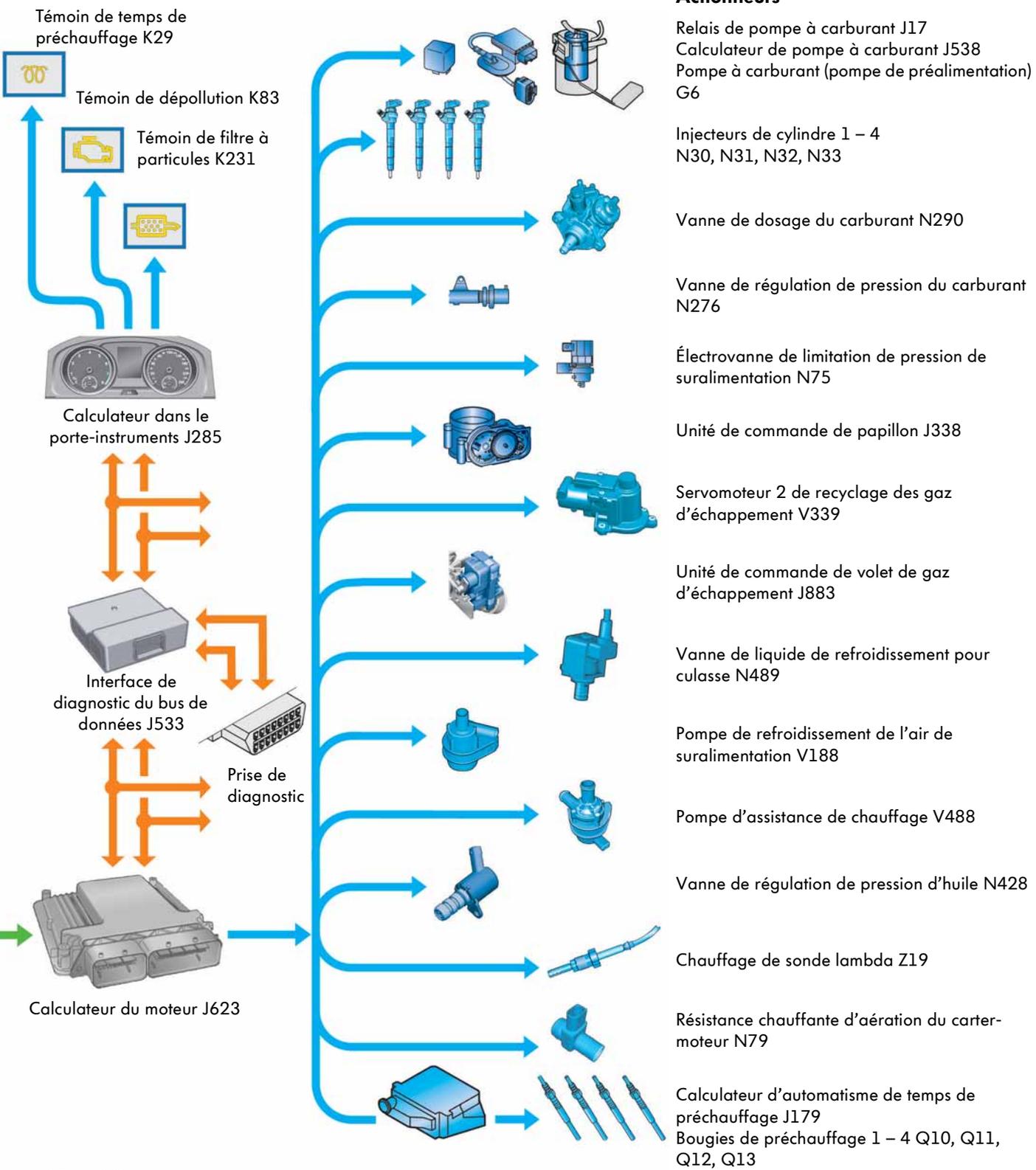
Transmetteur de pression différentielle G505

Transmetteur de niveau d'huile et de température d'huile G266

Contacteur de pression d'huile F1

Contacteur de pression d'huile pour contrôle de la pression réduite F378

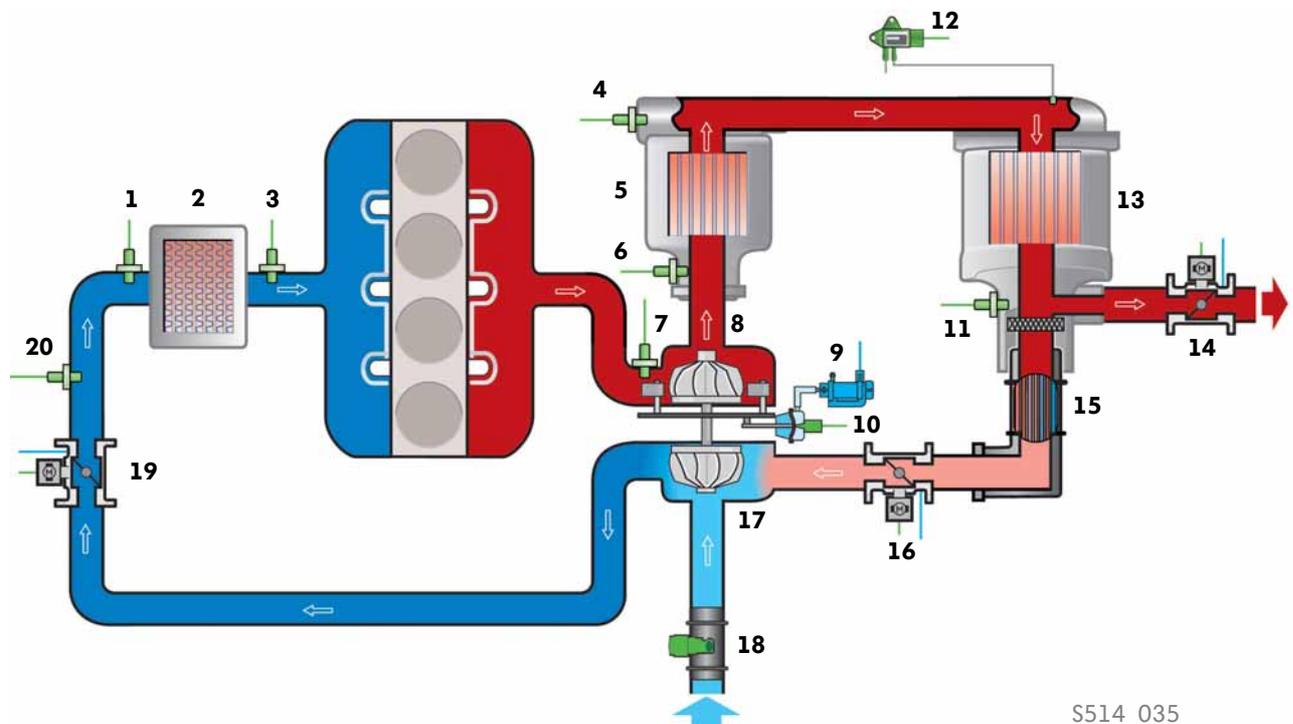




## Système de régulation d'air

Les exigences croissantes futures en matière de post-traitement des gaz d'échappement exigent une structure de commande et de régulation étendue du système d'air du moteur. Le système de gestion du moteur diesel EA288 est assisté par le système de régulation d'air du moteur. Le système de régulation d'air se base sur un modèle permettant de calculer les états du système d'air à tous les états de fonctionnement du moteur.

Toutes les valeurs de pression et de température ainsi que les flux massiques dans les circuits d'air d'admission, d'air de suralimentation et des gaz d'échappement du moteur sont alors déterminées. Ces grandeurs sont utilisées pour les régulations de la pression de suralimentation, du remplissage des cylindres et du taux de recyclage des gaz d'échappement. L'avantage de ce modèle réside dans le fait que le système de régulation d'air complexe du moteur ne requiert, en dépit d'un grand nombre d'actionneurs, qu'un nombre limité de capteurs.



S514\_035

### Légende

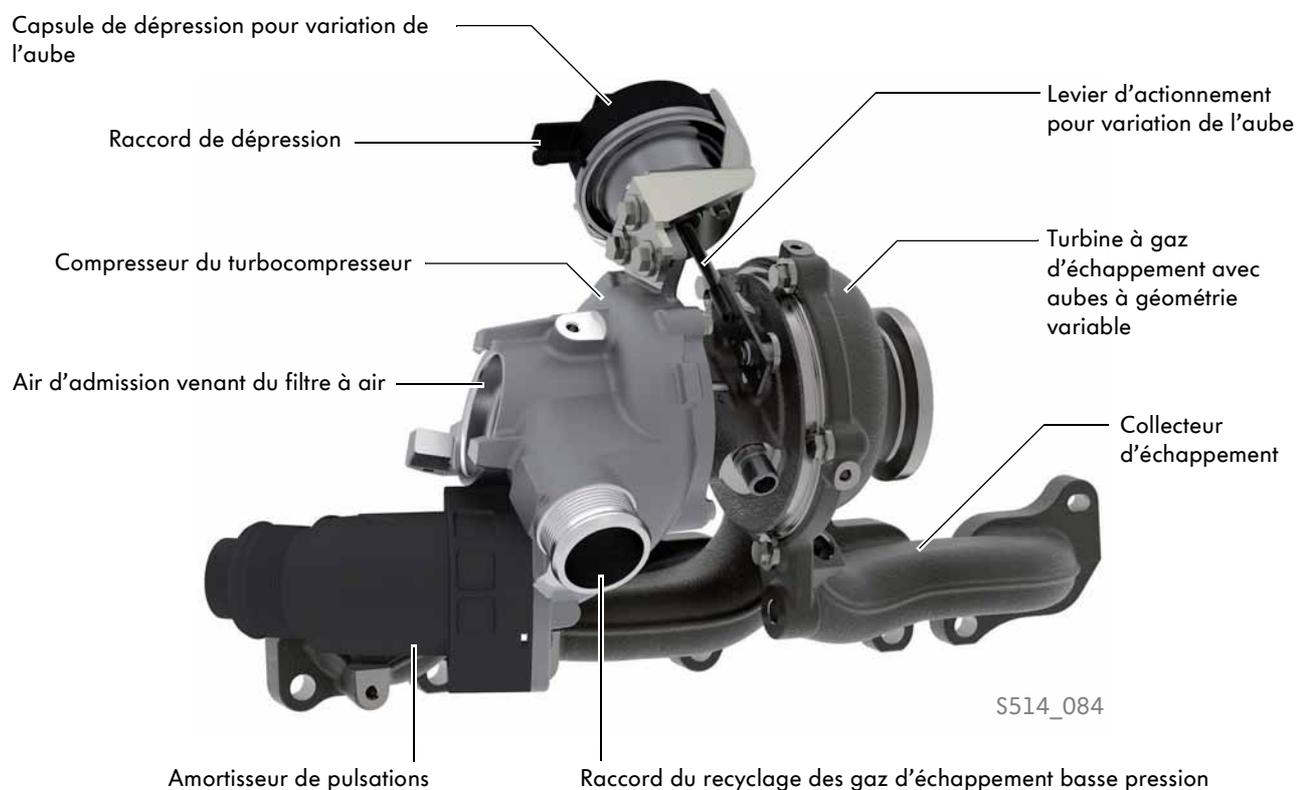
- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Transmetteur de température de l'air d'admission G42   | 10 | Transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581 |
| 2 | Radiateur d'air de suralimentation   | 11 | Transmetteur de température des gaz d'échappement 4 G648                     |
| 3 | Transmetteur de température de l'air de suralimentation en aval du radiateur d'air de suralimentation G811 | 12 | Transmetteur de pression différentielle G505                                 |
| 4 | Transmetteur de température des gaz d'échappement 3 G495   | 13 | Filtre à particules  |
| 5 | Catalyseur d'oxydation   | 14 | Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883                         |
| 6 | Sonde lambda G39   | 15 | Refroidisseur de gaz d'échappement   |
| 7 | Transmetteur de température des gaz d'échappement 1 G235   | 16 | Servomoteur 2 de recyclage des gaz d'échappement V339                        |
| 8 | Turbine à gaz d'échappement avec aubes à géométrie variable  | 17 | Compresseur du turbocompresseur  |
| 9 | Électrovanne de limitation de pression de suralimentation N75  | 18 | Débitmètre d'air massique G70  |
|   |  | 19 | Unité de commande de papillon J338   |
|   |  | 20 | Transmetteur de pression de suralimentation G31                              |

## Turbocompresseur à gaz d'échappement

Le turbocompresseur est intégré dans un module de collecteur d'échappement. Le turbocompresseur possède des aubes réglables, permettant de moduler le flux de gaz d'échappement sur la roue de turbine. L'avantage de cette caractéristique consiste à pouvoir obtenir une pression de suralimentation optimale sur l'ensemble de la plage de régimes du moteur. Les aubes sont déplacées par dépression via une tringlerie. La dépression est pilotée par une vanne électropneumatique, l'électrovanne de limitation de pression de suralimentation.

Le transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581 est intégré dans la capsule de dépression du turbocompresseur. Il s'agit d'un capteur de course, qui permet au calculateur du moteur de déterminer la position des aubes du turbocompresseur.

Le moteur TDI EA288 conforme à la norme antipollution Euro 5 possède un système de recyclage des gaz d'échappement basse pression. Les gaz d'échappement sont dans ce cas prélevés en aval du filtre à particules et introduits en amont de la roue de compresseur du turbocompresseur. Le flux massique de gaz d'échappement est ainsi conservé en amont de la roue de turbine du turbocompresseur. Il s'ensuit une meilleure réponse du turbocompresseur et, en fonctionnement à charge partielle notamment, des pressions de suralimentation plus élevées et donc des remplissages de cylindre plus importants sont possibles.

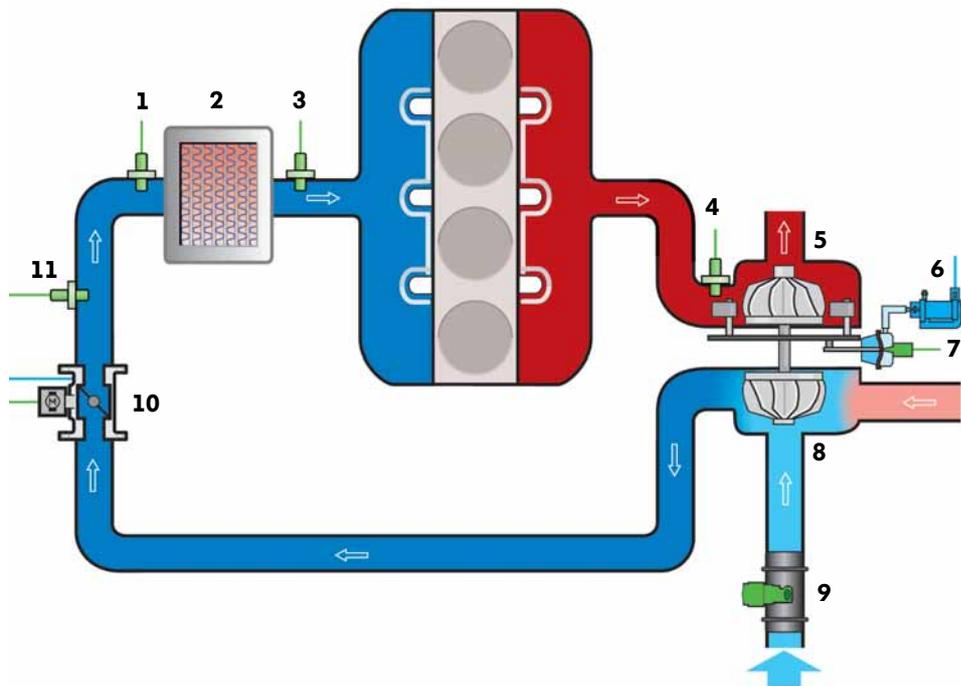


Le silencieux à pulsation monté dans le sens du flux dans le radiateur d'air de suralimentation réduit les bruits perturbateurs dans le circuit d'air de suralimentation.



## Régulation de la pression de suralimentation

Le système de régulation de la pression de suralimentation commande le débit d'air comprimé par le turbocompresseur.



S514\_107

### Légende

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Transmetteur de température de l'air d'admission G42   | 6  | Électrovanne de limitation de pression de suralimentation N75                |
| 2 | Radiateur d'air de suralimentation   | 7  | Transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581 |
| 3 | Transmetteur de température de l'air de suralimentation en aval du radiateur d'air de suralimentation G811 | 8  | Compresseur du turbocompresseur  |
| 4 | Transmetteur de température des gaz d'échappement 1 G235   | 9  | Débitmètre d'air massique G70  |
| 5 | Turbine à gaz d'échappement avec aubes à géométrie variable  | 10 | Unité de commande de papillon J338   |
|   |  | 11 | Transmetteur de pression de suralimentation G31                              |

### Électrovanne de limitation de pression de suralimentation N75

L'électrovanne de limitation de pression de suralimentation est pilotée par impulsions par le calculateur du moteur. Elle active la pression de commande dans la capsule à dépression du turbocompresseur.

### Conséquences en cas de panne

Les aubes du turbocompresseur sont fortement inclinées par un ressort logé dans la capsule de dépression. Cette position est également appelée position de fonctionnement en mode dégradé. La conséquence en est qu'à faible régime du moteur, seule une faible pression de suralimentation est disponible. La puissance du moteur s'en trouve réduite et une régénération active du filtre à particules n'est pas possible.

## Transmetteur de pression de suralimentation G31

### Utilisation du signal

Le signal du transmetteur de pression de suralimentation permet de déterminer la pression de l'air dans la tubulure d'admission. Le calculateur du moteur a besoin du signal pour la régulation de la pression de suralimentation.

### Conséquences en cas de panne

En cas de perte du signal, il n'existe pas de paramètre de remplacement. La régulation de la pression de suralimentation est désactivée et la puissance du moteur diminue sensiblement. La régénération active du filtre à particules est impossible.

## Transmetteur de température de l'air d'admission G42

### Utilisation du signal

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

### Conséquences en cas de panne

En cas de panne du transmetteur, le calculateur du moteur utilise une valeur de remplacement fixe.



## Transmetteur de pression atmosphérique ambiante

Le transmetteur de pression atmosphérique ambiante est intégré dans le calculateur du moteur. Il mesure la pression atmosphérique ambiante. Comme la densité de l'air d'admission diminue lorsque l'altitude augmente, la pression atmosphérique ambiante sert de valeur de correction pour la régulation de la pression de suralimentation.

## Transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581

### Utilisation du signal

Le signal du transmetteur renseigne le calculateur du moteur sur la position momentanée des aubes du turbocompresseur. En association avec le signal du transmetteur de pression de suralimentation G31, il est possible d'en tirer des conclusions sur l'état de la régulation de la pression de suralimentation.

### Conséquences en cas de panne

En cas de défaillance du capteur, le signal du transmetteur de pression de suralimentation et le régime moteur sont utilisés pour connaître la position des aubes.

## Unité de commande de papillon J338

L'unité de commande de papillon est montée dans la zone d'admission, en amont du radiateur d'air de suralimentation. L'unité de commande de papillon contient un moteur électrique qui actionne le papillon par l'intermédiaire d'un réducteur (entraînement du papillon d'accélérateur à commande électrique G186). Le réglage du papillon s'effectue en continu et peut être adapté à la situation de fonctionnement considérée du moteur. La position du papillon permet de réguler la pression atmosphérique et le débit d'air d'admission dans la tubulure d'admission.

Lors de la régénération du filtre à particules, le papillon régule la quantité d'air d'admission et ainsi l'arrivée d'oxygène. Lorsque l'on coupe le moteur, le papillon se ferme. Ainsi, la quantité d'air admise et comprimée diminue, et le moteur s'arrête en douceur.

### Conséquences en cas de panne

En cas de défaillance de l'unité de commande de papillon, il n'est plus possible de réguler correctement la pression de la tubulure d'admission. La régénération active du filtre à particules n'est pas réalisée.



## Transmetteur d'angle 1 de l'entraînement de papillon (commande d'accélérateur électrique) G187

Le transmetteur d'angle 1 de l'entraînement de papillon (commande d'accélérateur électrique) est intégré dans l'unité de commande de papillon. Les éléments du transmetteur enregistrent la position courante du papillon.

### Utilisation du signal

Grâce à ce signal, le calculateur du moteur connaît la position courante du papillon dans la tubulure d'admission. Cette information est nécessaire pour la régulation de la pression de la tubulure d'admission et la régénération du filtre à particules.

### Conséquences en cas de panne

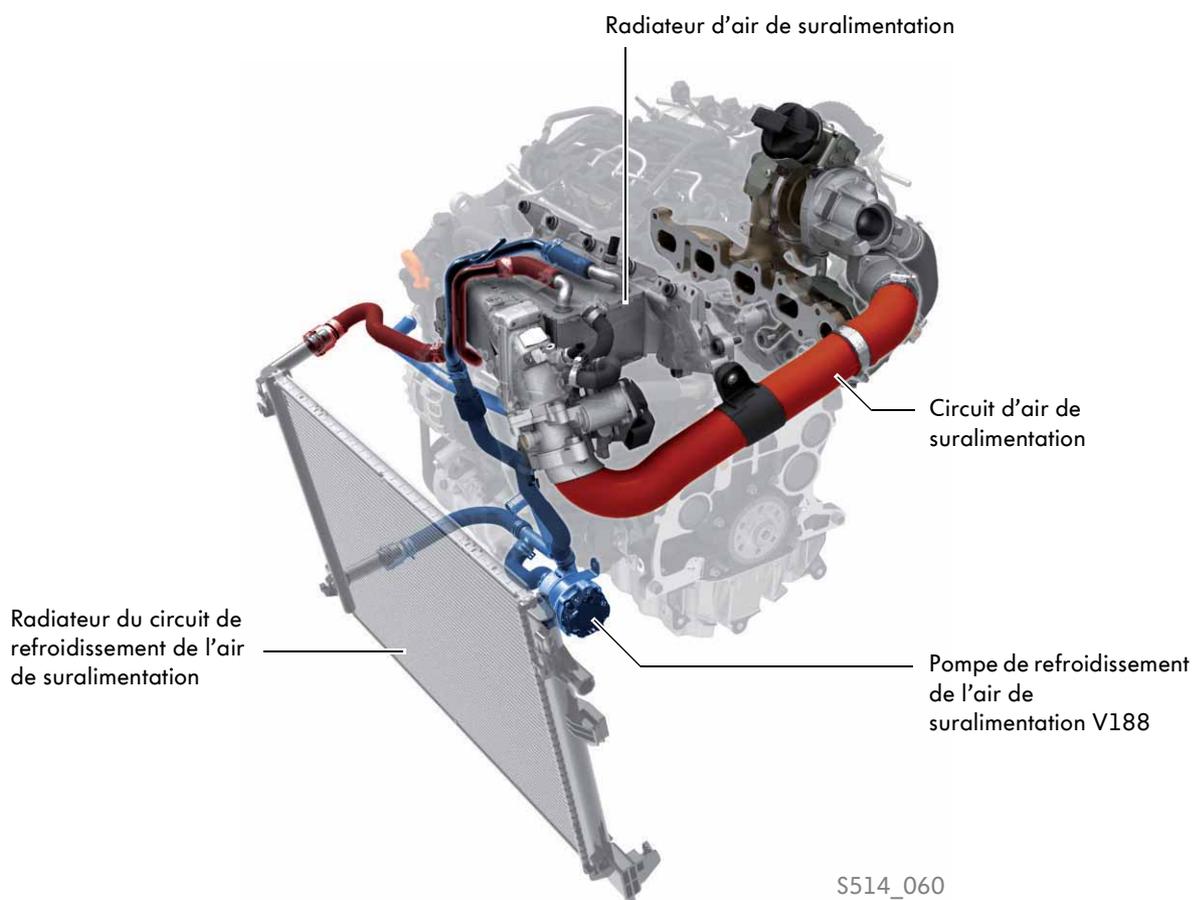
En cas de panne du transmetteur, le moteur fonctionne en mode dégradé avec une puissance réduite. Une régénération active du filtre à particules n'a pas lieu.

## Refroidissement de l'air de suralimentation

Le refroidissement de l'air de suralimentation est assuré par un radiateur d'air de suralimentation à refroidissement par eau. Le refroidissement par eau de l'air de suralimentation présente, par rapport au refroidissement par air de l'air de suralimentation, l'avantage de pouvoir réguler la température de la tubulure d'admission pour ainsi dire indépendamment de la température de l'air d'admission et de la température des gaz d'échappement recyclés. La température de la tubulure d'admission peut par conséquent être adaptée à l'état de service correspondant du moteur. En outre, le circuit de l'air de suralimentation présente un volume plus petit que dans le cas du radiateur d'air de suralimentation refroidi par air.

Ainsi, le volume d'air que le turbocompresseur doit comprimer est plus faible, et la pression de suralimentation requise est atteinte plus rapidement. Pour refroidir l'air de suralimentation, la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation est pilotée en fonction des besoins par le calculateur du moteur. Elle aspire le liquide de refroidissement dans le refroidisseur de radiateur d'air de suralimentation et le pompe en direction du radiateur d'air de suralimentation.

Vous trouverez un aperçu schématisé du circuit de liquide de refroidissement destiné au refroidissement de l'air de suralimentation à la page 28 de ce Programme autodidactique.



S514\_060



# Gestion moteur

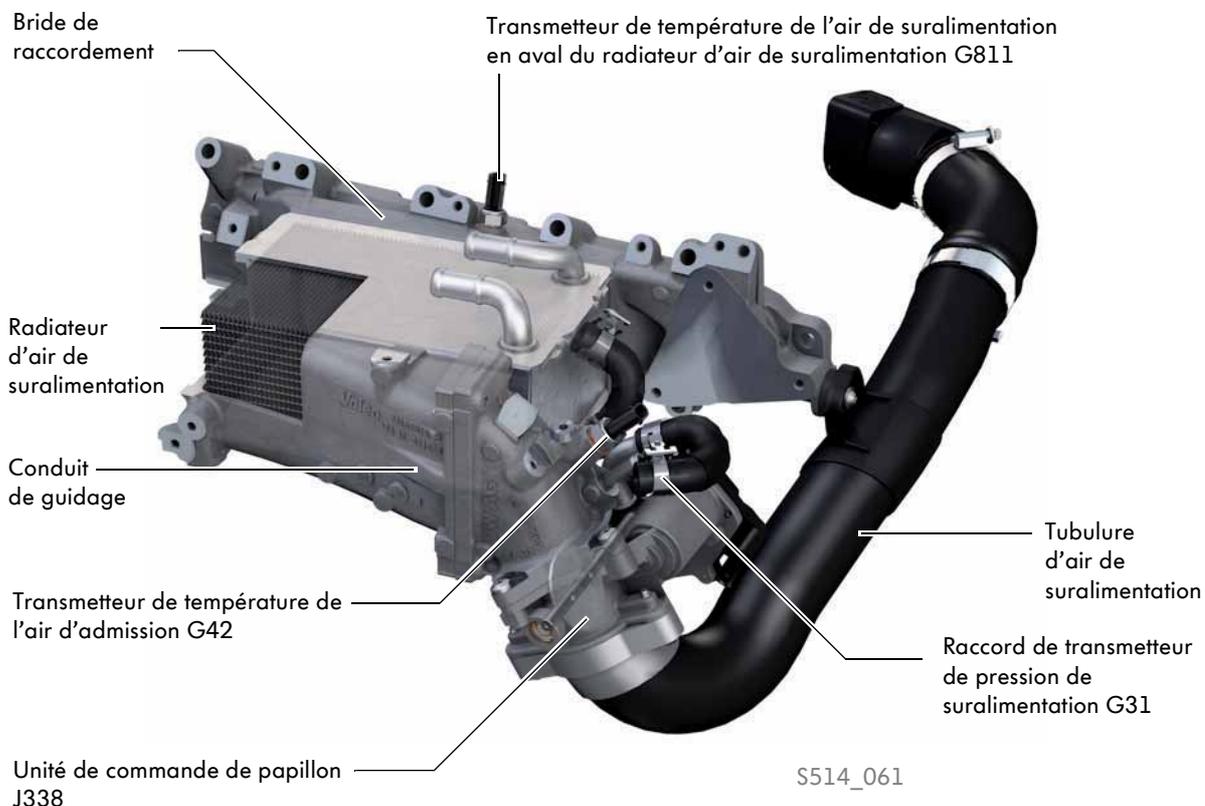
## Radiateur d'air de suralimentation

Le radiateur d'air de suralimentation est soudé avec le « conduit de guidage » et la « bride de raccordement » et constitue une unité en tant que tubulure d'admission.

Le refroidisseur du radiateur d'air de suralimentation se compose des plaques de liquide de refroidissement avec ailettes en W, des plaques supérieure, inférieure et latérales ainsi que des raccords de liquide de refroidissement. Tous les composants du radiateur d'air de suralimentation sont réalisés en aluminium.

Le radiateur d'air de suralimentation fonctionne selon le principe d'un échangeur de chaleur. L'air chaud dans la tubulure d'admission est guidé via les ailettes le long des plaques de liquide de refroidissement traversées par du liquide de refroidissement.

Le liquide de refroidissement est ensuite pompé en direction du radiateur du circuit de refroidissement de l'air de suralimentation.



## Régulation de la température de la tubulure d'admission

Pour régler la température de la tubulure d'admission à la valeur de consigne requise, la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188 est pilotée en fonction des besoins par le calculateur du moteur. Le rapport d'impulsions pour le pilotage de la pompe dépend dans ce cas de la température de l'air mesurée en aval du radiateur d'air de suralimentation et de la cartographie du calculateur du moteur.

## Transmetteur de température de l'air de suralimentation en aval du radiateur d'air de suralimentation G811

### Utilisation du signal

Le signal du transmetteur de température en aval du radiateur d'air de suralimentation sert :

- au calcul du rapport d'impulsions nécessaire au pilotage de la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation et donc à la régulation de la température de la tubulure d'admission.
- à la protection des composants. La puissance du moteur est réduite si la température de l'air dans la tubulure d'admission dépasse une valeur critique.

### Conséquences en cas de panne

En cas de panne du transmetteur, le calculateur du moteur utilise une valeur fixe.

## Transmetteur de température de l'air d'admission G42

### Utilisation du signal

Durant le refroidissement de l'air de suralimentation, le signal du transmetteur de température de l'air d'admission est utilisé par le calculateur du moteur pour surveiller le rendement du radiateur d'air de suralimentation. Une comparaison de la différence de température en amont et en aval du radiateur d'air de suralimentation a lieu dans cet objectif.

### Conséquences en cas de panne

En cas de panne du transmetteur, le calculateur du moteur utilise une valeur fixe.

## Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188

### Utilisation

La pompe de refroidissement de l'air de suralimentation est activée en fonction des besoins par le calculateur du moteur à l'aide d'un signal MLI. Elle aspire le liquide de refroidissement dans le refroidisseur de radiateur d'air de suralimentation et le pompe en direction du radiateur d'air de suralimentation.

### Conséquences en cas de panne

En cas de défaillance de la pompe, un enregistrement dans la mémoire d'événements du calculateur du moteur a lieu et le témoin de dépollution K83 s'allume. Si la température de la tubulure d'admission dépasse une valeur critique, la puissance du moteur est réduite en vue de la protection des composants.



## Recyclage des gaz d'échappement

Le recyclage des gaz d'échappement est une mesure permettant de réduire les émissions d'oxyde d'azote. Le recyclage des gaz consiste à réadmettre une partie des gaz d'échappement dans le processus de combustion. La teneur en oxygène du mélange carburant-air est alors réduite, ce qui entraîne une combustion plus lente. Le pic de température de la combustion est abaissé, et les émissions d'oxyde d'azote sont réduites.

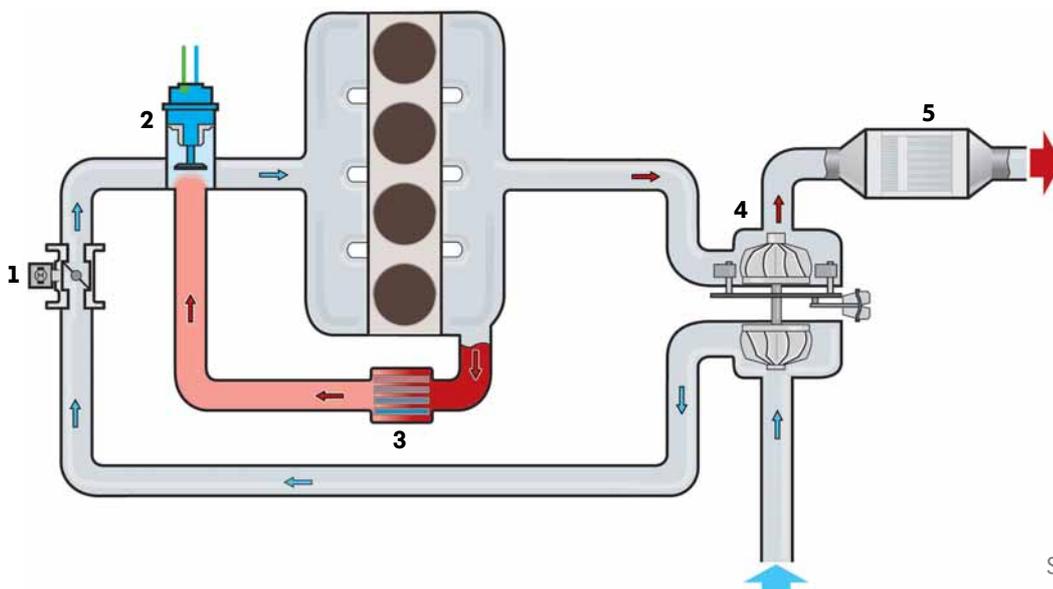
### Recyclage des gaz d'échappement haute pression

Jusqu'à présent, les moteurs diesel étaient, chez Volkswagen, dotés d'un système de recyclage des gaz d'échappement haute pression. Dans ce cas, les gaz d'échappement sont dérivés du collecteur d'échappement en amont de la turbine du turbocompresseur et acheminés au flux d'air d'admission en amont de la tubulure d'admission. Le recyclage des gaz d'échappement dépend de la chute de pression entre les côtés échappement et admission.

Il existe actuellement deux concepts de système pour le recyclage externe des gaz d'échappement sur les moteurs diesel. Il s'agit du recyclage des gaz d'échappement haute pression et du recyclage des gaz d'échappement basse pression. La principale différence entre les deux concepts tient au point de prélèvement des gaz d'échappement recyclés dans le flux de gaz d'échappement ainsi qu'au point d'introduction dans l'air d'admission.

Si besoin est, la chute de pression peut être réglée via l'unité de commande de papillon. Une limitation côté admission entraîne alors des taux de recyclage des gaz élevés. Au fur et à mesure que le taux de recyclage des gaz augmente, le flux massique des gaz d'échappement en amont de la turbine du turbocompresseur diminue. Il s'ensuit une détérioration de la réponse du turbocompresseur et la pression de suralimentation nécessaire à une puissance optimale ne peut pas être réglée.

### Principe de fonctionnement



### Légende

- |   |  |   |                     |
|---|--|---|---------------------|
| 1 | Unité de commande de papillon J338           | 4 | Turbocompresseur    |
| 2 | Soupape de recyclage des gaz N18             | 5 | Filtre à particules |
| 3 | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement |   |                     |

S514\_075

## Recyclage des gaz d'échappement basse pression

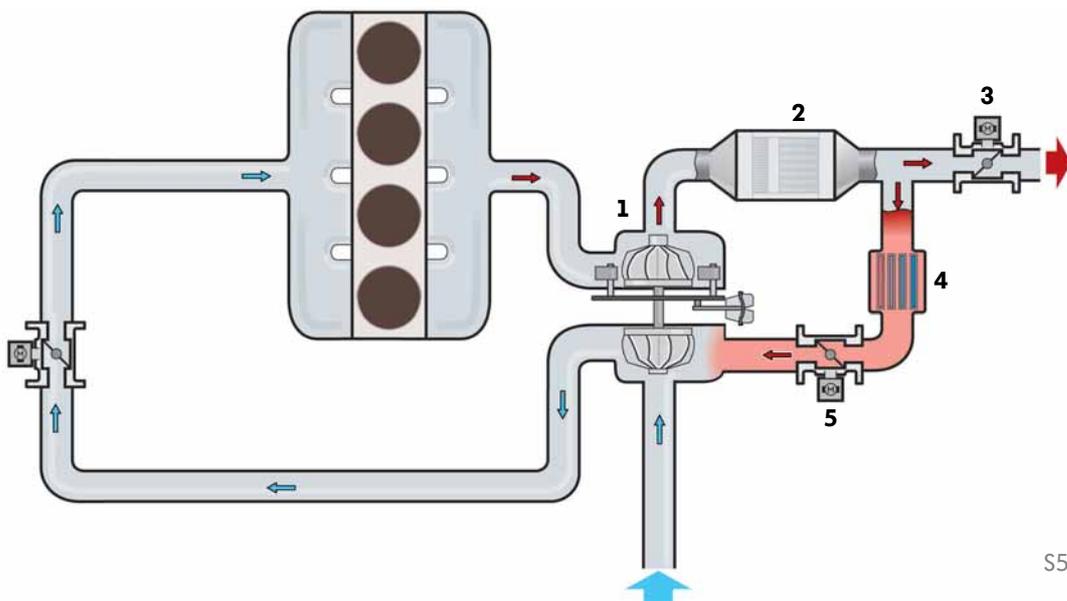
Alors que jusqu'à présent, des systèmes de recyclage des gaz d'échappement haute pression étaient utilisés sur les moteurs TDI VW, il est fait appel, sur le moteur EA288 Euro 5, à un système de recyclage des gaz basse pression.

Sur ce système, les gaz d'échappement sont prélevés en aval du filtre à particules implanté à proximité du moteur et acheminés directement devant le compresseur du turbocompresseur dans le flux d'air d'admission, via le radiateur de recyclage des gaz ainsi que le servomoteur de recyclage des gaz.

Avantages par rapport au recyclage des gaz d'échappement haute pression :

- Les gaz d'échappement sont plus froids et exempts de particules.
- Le flux massique de gaz d'échappement est intégralement conservé en amont de la turbine du turbocompresseur. La réponse du turbocompresseur s'en trouve améliorée. Des pressions de suralimentation plus élevées sont possibles, en fonctionnement à charge partielle notamment.
- Pas d'encrassement du radiateur de recyclage des gaz, car les gaz d'échappement sont débarrassés des particules de suie.

### Principe de fonctionnement



### Légende

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Turbocompresseur                                     | 4 | Radiateur de recyclage des gaz d'échappement          |
| 2 | Filtre à particules                                  | 5 | Servomoteur 2 de recyclage des gaz d'échappement V339 |
| 3 | Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883 |   |   |

### Régulation du recyclage des gaz d'échappement

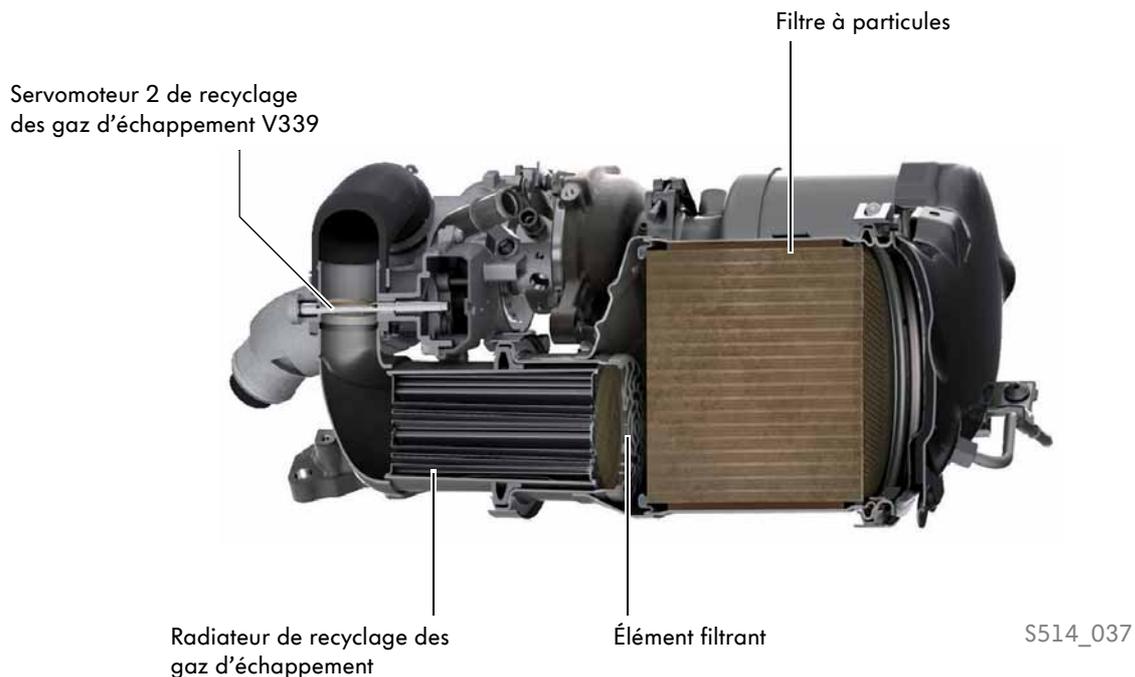
La quantité de recyclage des gaz d'échappement dans le circuit de recyclage basse pression est régulé en fonction de la situation de marche via l'unité de commande de volet de gaz d'échappement et le servomoteur de recyclage des gaz d'échappement.

Les valeurs nécessaires au pilotage des volets de régulation sont calculées par la régulation du système d'air basée sur un modèle et les valeurs de consigne basées sur la cartographie du remplissage des cylindres, de la pression de suralimentation et du taux de recyclage des gaz d'échappement.



## Module de recyclage des gaz d'échappement

Le module de recyclage des gaz d'échappement se compose du radiateur de recyclage des gaz d'échappement et du servomoteur 2 de recyclage des gaz d'échappement V339. Il est implanté entre le filtre à particules et le côté compresseur du turbocompresseur. En raison de son implantation proche du moteur et de sa conception compacte, les pertes par refoulement dans le circuit de recyclage des gaz d'échappement sont limitées à un minimum.



### Radiateur de recyclage des gaz d'échappement

La totalité des gaz d'échappement recyclés traverse le radiateur de recyclage des gaz d'échappement. Du fait des gaz d'échappement plus froids, une quantité plus importante de gaz d'échappement peut être adjointe à l'air d'admission, ce qui permet de réduire la température de combustion dans le cylindre. En outre, les composants du circuit d'air de suralimentation sont protégés contre les températures excessives des gaz d'échappement.

### Élément filtrant

Le boîtier du filtre à particules renferme, entre le filtre à particules et le radiateur de recyclage des gaz d'échappement, un élément filtrant réalisé en mailles inox. L'élément filtrant évite que des particules d'impuretés résiduelles inhérentes à la fabrication en provenance de la ligne d'échappement ne parviennent au turbocompresseur.

## Servomoteur 2 de recyclage des gaz d'échappement V339

Le servomoteur de recyclage des gaz d'échappement est piloté par le calculateur du moteur avec un signal MLI et actionne le papillon du recyclage des gaz d'échappement. La position du papillon permet de réaliser, en association avec la position du volet de gaz d'échappement dans l'unité de commande de volet de gaz d'échappement, la chute de pression entre la ligne d'échappement et la ligne d'admission.

La quantité de gaz d'échappement recyclés est régulée par la chute de pression. Plus la chute de pression est importante, plus la quantité de gaz d'échappement recyclés est élevée. Comme, à charge élevée du moteur, une chute de pression élevée se produit, le taux de recyclage des gaz d'échappement est, dans cet état de fonctionnement, régulé par le servomoteur de recyclage des gaz. Le volet de gaz d'échappement reste alors ouvert.

### Conséquences en cas de panne

En cas de défaillance du servomoteur de recyclage des gaz, le papillon du recyclage des gaz est fermé par un ressort. Le recyclage des gaz d'échappement n'a plus lieu.

## Potentiomètre 2 de recyclage des gaz G466

### Utilisation du signal

Le potentiomètre 2 de recyclage des gaz est intégré dans le servomoteur de recyclage des gaz d'échappement.

Le signal permet de déterminer la position du servomoteur de recyclage des gaz d'échappement. Cette information sert au calculateur du moteur pour le calcul et la régulation du volume de gaz d'échappement recyclés.

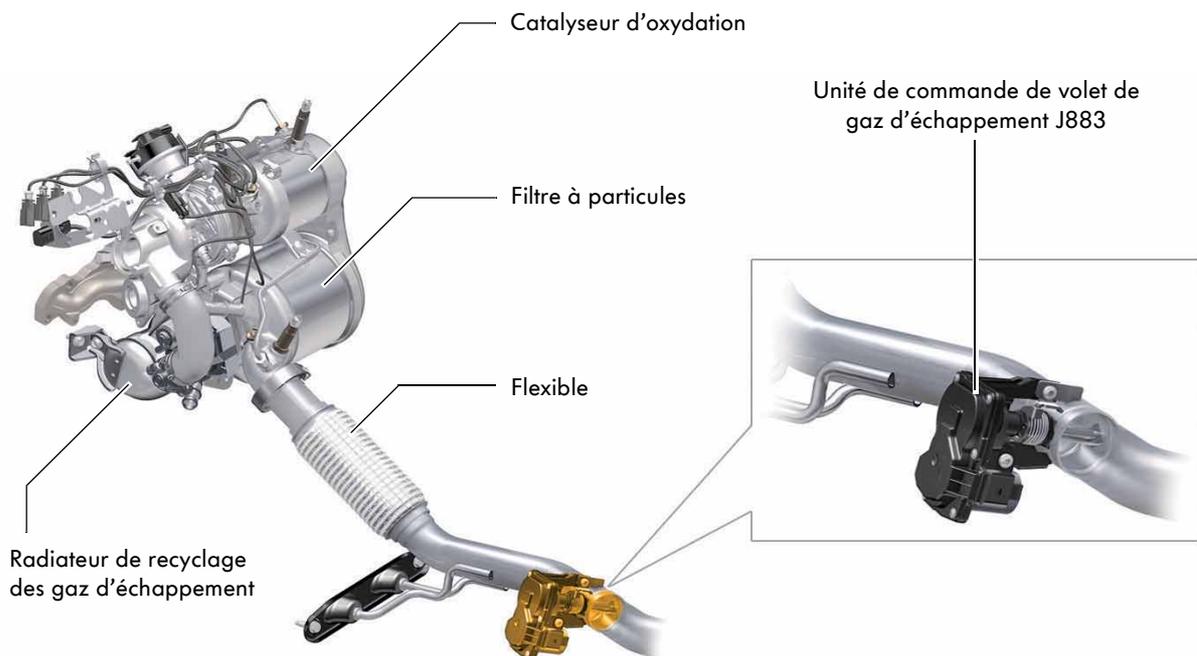
### Conséquences en cas de panne

En cas de perte du signal du potentiomètre 2 de recyclage des gaz d'échappement, le recyclage des gaz est désactivé. Le servomoteur de recyclage des gaz d'échappement n'est plus piloté par le calculateur du moteur et le papillon de recyclage des gaz est fermé par un ressort.



## Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883

L'unité de commande de volet de gaz d'échappement se compose d'un papillon à commande par moteur électrique. Elle se trouve dans le système d'échappement, dans le sens du flux, en aval du filtre à particules. L'unité de commande de volet de gaz d'échappement permet de retenir le flux de gaz d'échappement, ce qui permet la régulation du recyclage des gaz. À cet effet, l'unité de commande de volet de gaz d'échappement est activée par le calculateur du moteur via un signal MLI.



S514\_062

### Fonctionnement

En raison des pressions différentes en amont du compresseur du turbocompresseur et en aval du filtre à particules, il y a dans le cas du recyclage des gaz d'échappement à basse pression une chute de pression suffisante, dans une vaste plage de cartographie, pour réaliser le taux de recyclage requis. Dans les plages où la chute de pression n'est pas suffisante, la différence de pression peut être réalisée par actionnement du volet de gaz d'échappement. Il y a alors retenue de la totalité du flux de gaz d'échappement en provenance du filtre à particules. La conséquence en est que la pression des gaz d'échappement dans la zone du volet de gaz d'échappement est supérieure d'environ 10 mbar à la pression en aval du volet de gaz d'échappement.

Cette surpression génère une chute de pression du volet de gaz d'échappement au côté compresseur du turbocompresseur, en passant par le module de recyclage des gaz d'échappement implanté en aval. Cela rend possible un taux de recyclage des gaz d'échappement suffisant dans toute la zone de la cartographie.

### Conséquences en cas de panne

En cas de défaillance de l'unité de commande de volet de recyclage des gaz, le volet de gaz d'échappement est maintenu en position « ouverte » par un ressort de rappel. Dans ce cas, le recyclage des gaz d'échappement n'a pas lieu.

## Le système d'épuration des gaz d'échappement conforme à la norme antipollution Euro 5

Les moteurs TDI de 1,6l et de 2,0l de la gamme de moteurs EA288 sont équipés d'un système d'épuration des gaz d'échappement proche du moteur innovant. Pour les moteurs conformes à la norme antipollution Euro 5, ce système se compose d'un catalyseur d'oxydation et d'un filtre à particules, intégrés dans le module d'épuration des gaz d'échappement.

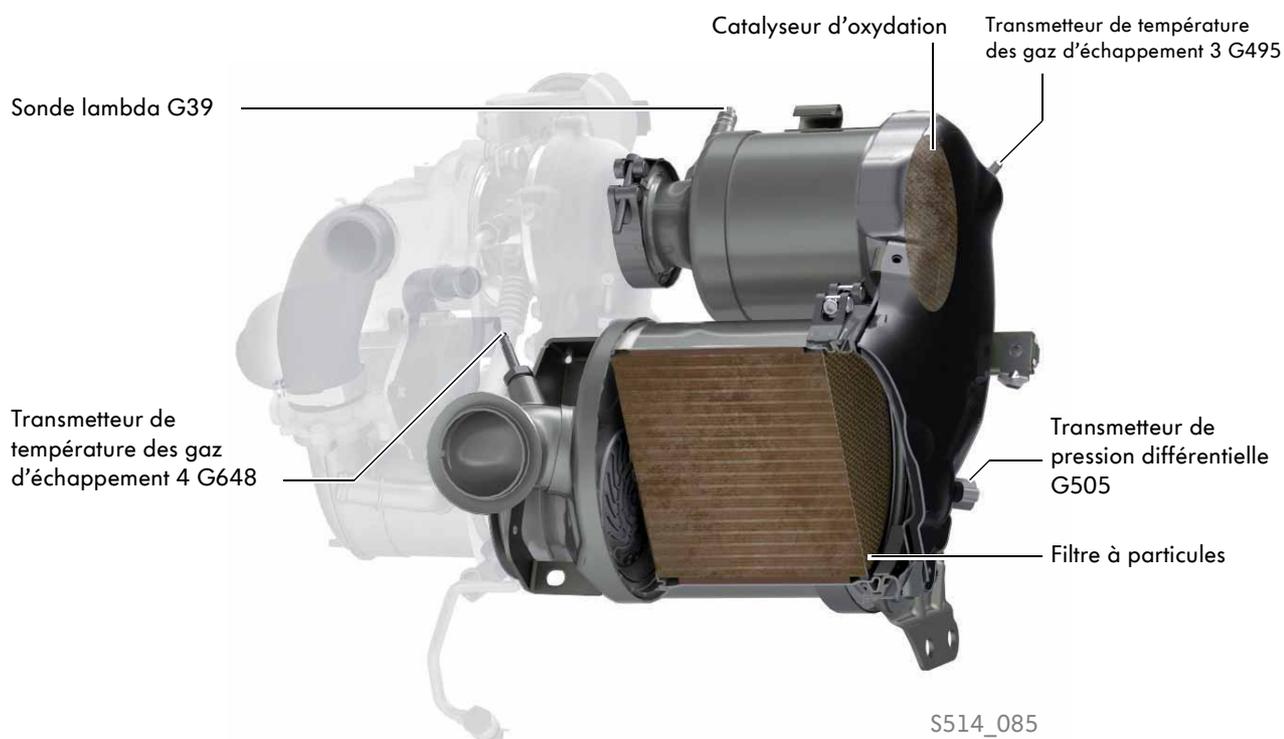
L'avantage de l'implantation à proximité du moteur est que le catalyseur d'oxydation et le filtre à particules se réchauffent rapidement et que les températures de service du catalyseur sont atteintes à un stade précoce.

### Module d'épuration des gaz d'échappement

#### Architecture

Le catalyseur d'oxydation intégré dans le module d'épuration des gaz d'échappement et le filtre à particules, intégré lui aussi, sont disposés de manière compacte dans une position horizontale superposée, directement sur le moteur.

Le catalyseur d'oxydation est alors relié au filtre à particules situé dessous. Le radiateur de recyclage des gaz monté en aval dans le sens du flux est directement alimenté par des gaz d'échappement épurés.



## Éléments de compensation

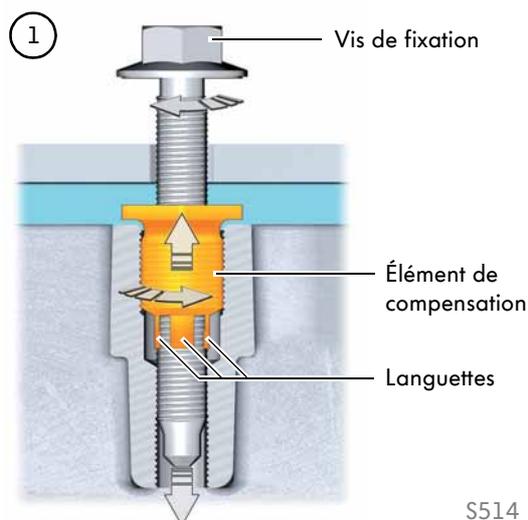
Le module d'épuration des gaz d'échappement est fixé en quatre points via des éléments de compensation sur le bloc moteur et la culasse. Les éléments de compensation permettent de compenser les tolérances de fabrication des composants à l'état monté. Ils garantissent une fixation sans contrainte du module d'épuration des gaz d'échappement sur le moteur. D'un côté, le module d'épuration des gaz d'échappement est fixé sans élément de compensation sur le bloc moteur.



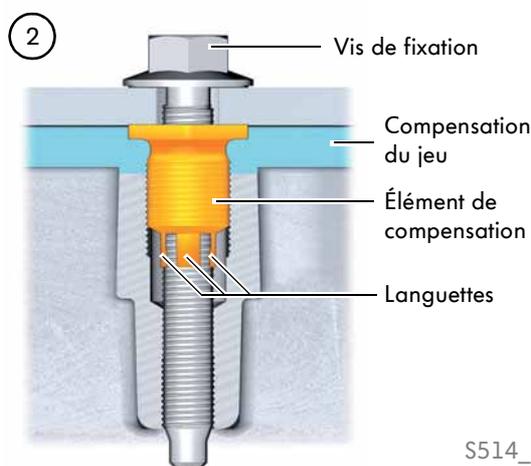
S514\_054

## Fonctionnement

Le filetage mâle des éléments de compensation est un filetage à gauche. Lors du vissage de la vis de fixation dans le taraudage du point de fixation considéré, la vis entraîne dans un premier temps, en raison de la friction sur les languettes, l'élément de compensation dans son mouvement. Du fait du filetage à gauche, l'élément de compensation tourne, lors du vissage de la vis de fixation dans le support, dans le sens inverse du sens de rotation de la vis de fixation. L'élément de compensation se déplace dans le sens inverse de la tête de vis et compense ainsi le jeu entre les points de fixation du module d'épuration des gaz et du moteur.



S514\_055



S514\_101



Lors de la dépose et de la repose du module d'épuration des gaz d'échappement, prière de tenir compte des indications et remarques du Manuel de Réparation.

## Catalyseur d'oxydation

Le matériau support du catalyseur d'oxydation est métallique. Cela permet d'atteindre plus rapidement la température de service. Sur ce corps métallique se trouve une couche support en oxydes métalliques, tels que l'oxyde d'aluminium. Des couches de platine et de palladium sont appliquées sur cette couche support. Ces métaux nobles servent de catalyseurs pour les hydrocarbures et le monoxyde de carbone.

### Fonctionnement

Le revêtement catalytique du catalyseur d'oxydation transforme une grande partie des hydrocarbures et du monoxyde de carbone en vapeur d'eau et dioxyde de carbone.



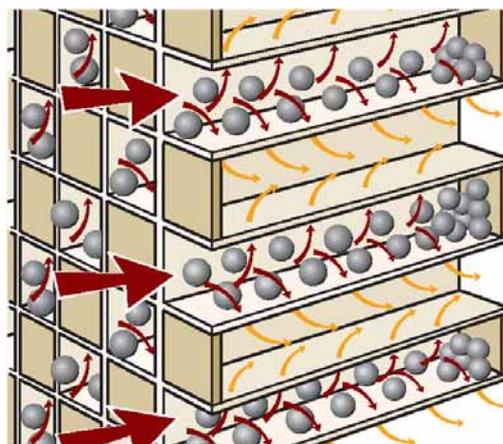
La conception et le mode de fonctionnement du catalyseur d'oxydation sont décrits dans le programme autodidactique 124 « Moteur diesel à catalyseur ».

## Filtre à particules

Le filtre à particules se compose d'un corps en céramique alvéolaire métallisé au titanate d'aluminium ou au carbure de silicium. Le corps en céramique renferme de nombreux petits conduits. Ces derniers sont alternativement ouverts ou fermés. En raison de leur structure, il y a génération de conduits d'entrée et de sortie, séparés les uns des autres par des parois filtrantes. Les parois filtrantes sont poreuses et revêtues d'une couche support en oxyde métallique, telle que l'oxyde d'aluminium. Sur cette couche support se trouve une couche de métaux nobles (platine et palladium). Cette couche joue le rôle de catalyseur.

### Fonctionnement

Les gaz d'échappement chargés de suie traversent les parois poreuses des conduits d'entrée. Les particules de suie, contrairement à la composante gazeuse des gaz d'échappement, sont retenues dans les conduits d'entrée.



Vous trouverez des informations fondamentales sur le système de filtre à particules dans le programme autodidactique 336 « Le filtre à particules à revêtement catalytique ».

S514\_089



## Régénération

Afin que le filtre à particules ne soit pas colmaté par la suie et ne voie pas sa fonction entravée, il doit être régulièrement régénéré. Lors du processus de régénération, les particules de suie accumulées dans le filtre à particules sont brûlées (oxydées).

Les étapes de la régénération du filtre à particules sont les suivantes :

- Régénération passive
- Phase de réchauffage
- Régénération active
- Parcours de régénération effectué par le client
- Régénération par le Service

### Régénération passive

Durant la régénération passive, les particules de suie sont brûlées en continu, sans intervention du système de gestion moteur. Cela se produit essentiellement à charge élevée du moteur. Une charge élevée se produit par exemple lors d'un trajet sur autoroute. Les températures des gaz d'échappement atteignent dans ce cas des températures de 350 °C à 500 °C. Les particules de suie réagissent alors avec le dioxyde d'azote et sont transformées en dioxyde de carbone.



### Phase de réchauffage

Si le catalyseur d'oxydation et le filtre à particules sont encore froids, la gestion du moteur déclenche de manière ciblée, directement après l'injection principale, deux autres post-injections. Le catalyseur d'oxydation et le filtre à particules sont alors amenés à la température de fonctionnement aussi rapidement que possible.

Le carburant apporté lors de la post-injection est brûlé dans le cylindre et augmente le niveau de température de la combustion. La chaleur produite est acheminée par le flux d'air dans la ligne d'échappement, en direction du catalyseur à oxydation ainsi que du filtre à particules, et réchauffe ces derniers.

La phase de réchauffage est achevée dès que la température de fonctionnement du catalyseur d'oxydation et du filtre à particules est obtenue pour une période donnée.

## Régénération active

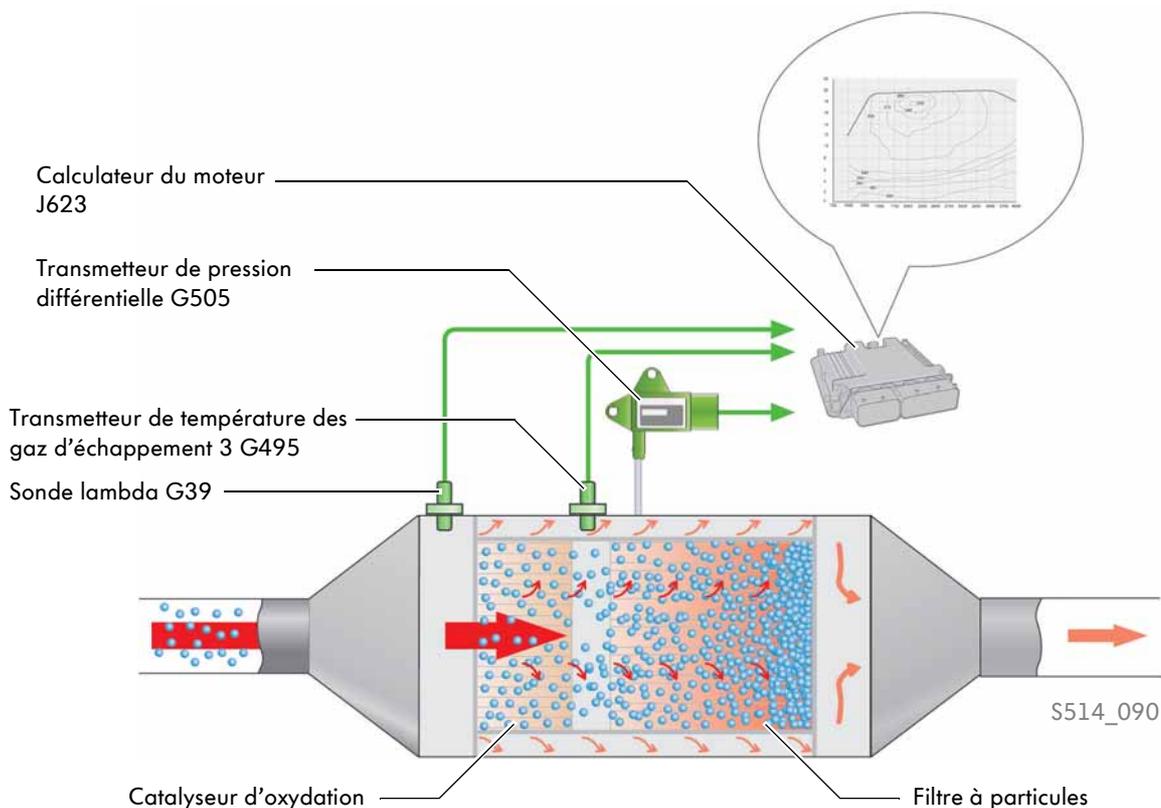
Dans la plupart des plages de fonctionnement du moteur, la température des gaz d'échappement est trop basse pour une régénération passive. Comme les particules de suie ne peuvent plus être éliminées passivement, la suie s'accumule dans le filtre. Dès qu'une charge de suie définie est atteinte dans le filtre, une régénération active est amorcée par la gestion du moteur. Les particules de suie sont brûlées et transformées en dioxyde de carbone à une température des gaz d'échappement comprise entre 550 °C et 650 °C.

### Fonction de régénération active

La charge de suie du filtre à particules est calculée par deux modèles de charge préprogrammés dans le calculateur du moteur.

L'un des modèles de charge est déterminé à partir du profil de conduite de l'utilisateur ainsi que des signaux des capteurs de température des gaz d'échappement et de la sonde lambda.

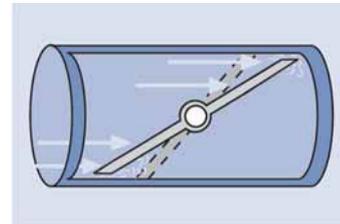
La résistance du flux du filtre à particules représente un autre modèle de charge de suie. Elle est calculée à partir des signaux du détecteur de pression 1 des gaz d'échappement G450, des capteurs de température des gaz d'échappement et du flux massique des gaz d'échappement en provenance du calculateur du moteur.



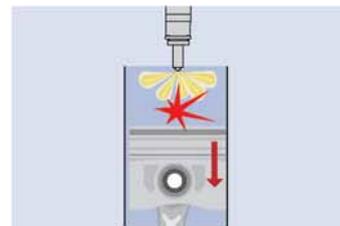
# Gestion moteur

## Actions du calculateur du moteur pour augmenter la température des gaz d'échappement durant la régénération active :

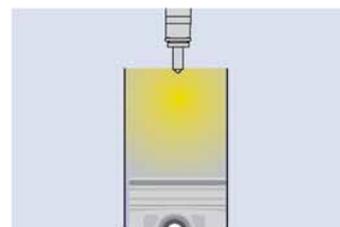
- L'alimentation en air d'admission est réglée par le biais de l'unité de commande de papillon.
- Juste après une injection décalée en direction du « retard », une à deux post-injections sont déclenchées pour augmenter la température de combustion.
- Tardivement après l'injection principale, une nouvelle post-injection est amorcée. Le carburant injecté ne brûle alors pas dans le cylindre, mais est vaporisé dans la chambre de combustion.
- Les hydrocarbures non consommés de la vapeur de carburant sont réduits dans le catalyseur d'oxydation. La chaleur dégagée parvient via le flux d'air au filtre à particules et assure ainsi une augmentation de la température des gaz d'échappement en amont du filtre à particules de l'ordre de 620 °C.
- Pour calculer la quantité à injecter lors de la post-injection tardive, le calculateur utilise le signal du transmetteur de température des gaz d'échappement 3 G495 en amont du filtre à particules.
- La pression de suralimentation est adaptée pour que le couple ne soit pas modifié de façon sensible pour le conducteur durant l'opération de régénération.



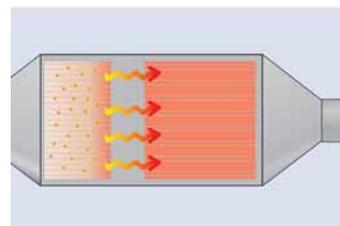
S514\_091



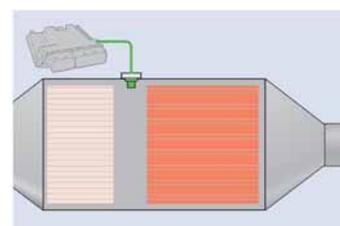
S514\_093



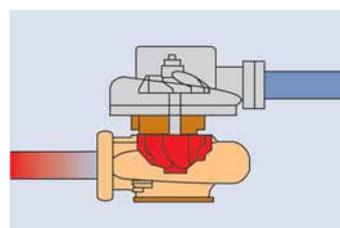
S514\_094



S514\_095



S514\_096



S514\_097

## Parcours de régénération effectué par le client

Dans le cas d'une utilisation prépondérante sur de courts trajets, les températures des gaz d'échappement atteintes sont insuffisantes pour régénérer le filtre. Lorsque l'état de charge du filtre à carburant atteint un seuil défini, le témoin du filtre à particules s'allume dans le combiné d'instruments. Ce signal invite le conducteur à procéder à un parcours de régénération.



Pour des indications plus précises sur l'allumage du témoin du filtre à particules, prière de consulter la notice d'utilisation du véhicule.

Le véhicule doit alors rouler en veillant à un mode de conduite aussi homogène que possible et sans couper le moteur pendant une courte période. Une température des gaz d'échappement suffisamment élevée est alors atteinte et les conditions de fonctionnement pour la réussite de la régénération restent identiques sur toute la période.



## Régénération par le Service

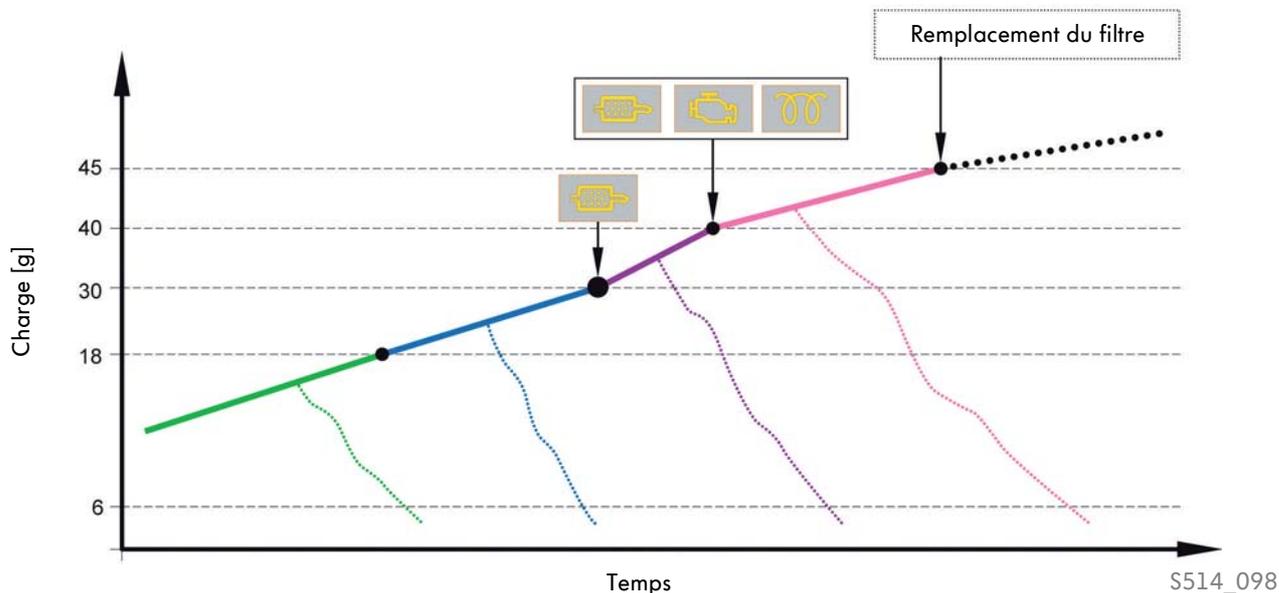
Si le parcours de régénération n'a pas eu la réussite escomptée et que l'état de charge du filtre à particules a atteint 40 grammes, le témoin de temps de préchauffage s'allume en plus du témoin de filtre à particules. L'afficheur du combiné d'instruments indique « Dysfonctionnement moteur, atelier ».



À partir d'un état de charge de 45 grammes, la régénération par le service n'est plus possible, car le risque de destruction du filtre est trop important. Dans ce cas, il faut remplacer le filtre.

Le conducteur est ainsi invité à se rendre à l'atelier le plus proche. Pour éviter un endommagement du filtre à particules, la régénération active du filtre à particules est dans ce cas inhibée dans le calculateur du moteur. Le filtre à particules ne peut alors être régénéré qu'à l'atelier, en effectuant une régénération par le Service avec le lecteur de diagnostic du véhicule.

## Niveaux de régénération du moteur TDI EA288 de la Golf 2013



### Légende

- Exemple : Augmentation de la charge en suie
- Exemple : Déroulement d'une régénération réussie dans le niveau considéré :
- Régénération passive
- Régénération active
- Parcours de régénération effectué par le client
- Régénération par le Service

### « Régénération en fonction du kilométrage »

La « régénération en fonction du kilométrage » est une régénération du filtre à particules en fonction de la distance parcourue par le véhicule. Le calculateur du moteur amorce automatiquement une régénération active si, durant les 750 derniers kilomètres, aucune régénération réussie, voire aucune régénération n'a eu lieu, indépendamment de l'état de charge du filtre à particules.

La « régénération en fonction du kilométrage » sert alors de sécurité supplémentaire pour maintenir l'état de charge du filtre à particules à un niveau bas.



Durant la marche du moteur, une faible quantité d'huile est toujours consommée. Une partie de l'huile moteur brûlée est collectée sous forme de cendres dans le filtre à particules. Ces cendres d'huile ne peuvent pas être éliminées, même en cas de régénération active. Pour garantir un fonctionnement efficace du filtre à particules, il faut, dans le cadre du Service Entretien, vérifier la valeur limite de la masse de cendres à l'aide du lecteur de diagnostic du véhicule. Si cette valeur est dépassée, il faut remplacer le filtre à particules. Prière de tenir compte des indications données dans « Le Spécialiste et l'Entretien » dans ELSA.

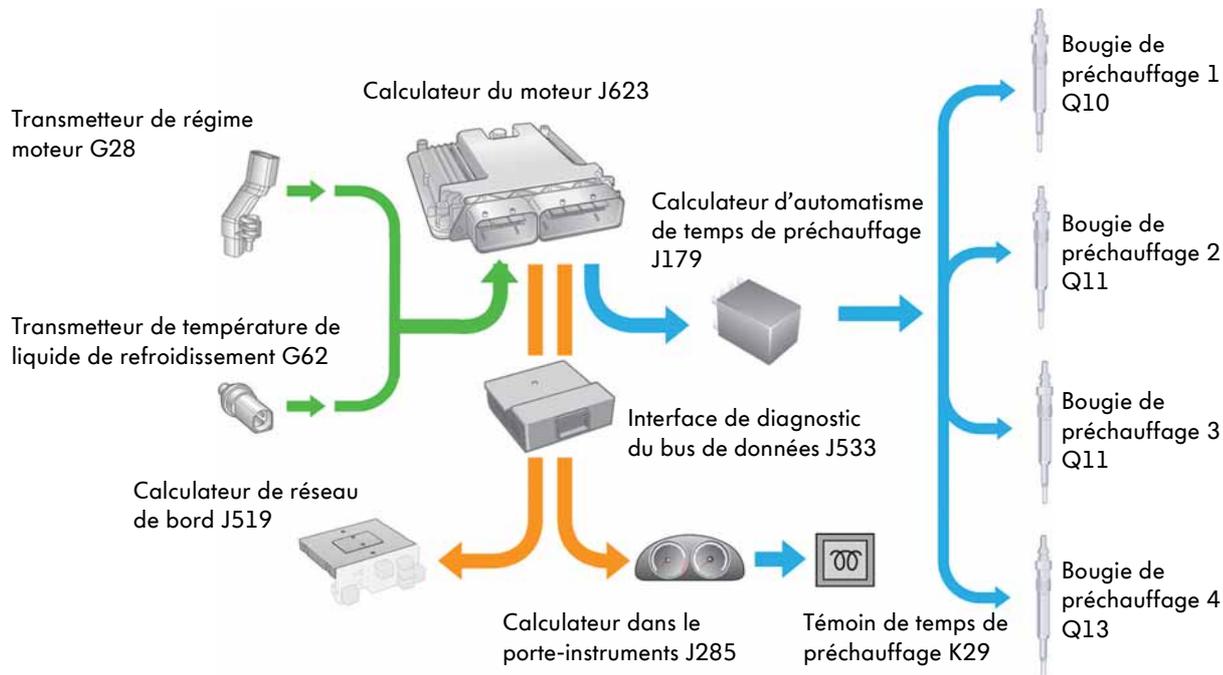
## Dispositif de préchauffage

Le moteur TDI de 2,0l avec système d'injection Common Rail est doté d'un dispositif de préchauffage rapide diesel. Ce système permet un démarrage immédiat du moteur diesel dans toutes les conditions climatiques. Des temps de préchauffage prolongés ne sont plus nécessaires et la procédure de démarrage s'apparente à celle d'un moteur à essence.

### Avantages du système de préchauffage

- Démarrage du moteur comparable à celui d'un moteur essence à des températures inférieures à -24 °C
- Temps de préchauffage extrêmement court. Des températures de l'ordre de 1000 °C au niveau de la bougie de préchauffage sont atteintes en l'espace de 2 secondes.
- Possibilité de commander les températures de préchauffage et de post-réchauffage.
- Aptitude à l'autodiagnostic.
- Intégration dans le diagnostic embarqué européen (EOBD) du dispositif de préchauffage

### Vue d'ensemble du système



S514\_081



## Fonctionnement

### Préchauffage

L'activation des bougies de préchauffage en acier est réalisée avec un décalage de phase par le calculateur du moteur via le calculateur d'automatisme de temps de préchauffage J179, à l'aide d'un signal à modulation de largeur d'impulsions (signal MLI). La tension appliquée aux bougies de préchauffage est réglée par l'intermédiaire du rapport d'impulsions MLI. Pour réaliser un démarrage rapide lorsque la température extérieure est inférieure à 24 °C, la tension maximale appliquée est de 11,5 volts. Cela garantit un réchauffage à plus de 1000 °C aussi rapide que possible de la bougie de préchauffage (max. 2 secondes). Le temps de préchauffage pour le démarrage du moteur est ainsi réduit.

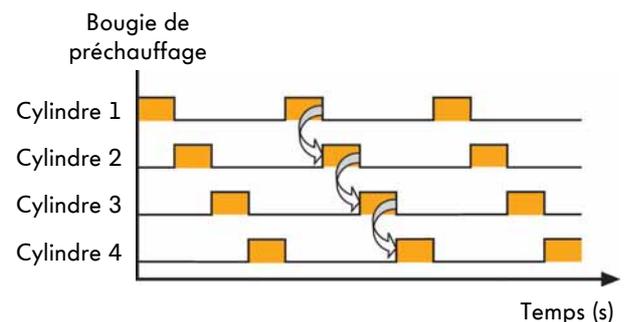
### Post-réchauffage

Pour le post-réchauffage, le temps d'activation de la tension du réseau de bord selon un rapport d'impulsions MLI est réglé de sorte à obtenir une tension effective de 4,4 V. Le post-réchauffage se poursuit jusqu'à ce que le liquide de refroidissement atteigne une température de 24 °C, pendant 5 minutes maximum après le démarrage du moteur. Le post-réchauffage contribue à réduire les émissions d'hydrocarbures et les bruits de combustion durant la phase de montée en température du moteur.

Sur les véhicules avec dispositif start/stop de mise en veille, la post-réchauffage n'est pas interrompu lorsque la fonction stop du moteur est activée. Cela permet d'éviter un changement de température fréquent et ménage le matériau de la bougie de préchauffage en acier.

### Excitation des bougies de préchauffage à décalage de phase

Afin de soulager le réseau de bord durant les phases de préchauffage, les bougies sont excitées en décalage de phase. Le flanc de signal descendant commande toujours l'excitation de la bougie de préchauffage suivante.



S514\_040

## Le moteur EA288 conforme à la norme antipollution Euro 4

Sur certains marchés, le moteur EA288 est proposé avec la norme antipollution Euro 4. Dans ces marchés, il n'est pas possible, en raison d'une qualité de carburant devant être considérée comme critique, de monter un système d'épuration des gaz d'échappement Euro 5 avec système de filtre à particules fermé et recyclage des gaz d'échappement basse pression.

En relation avec la qualité du carburant, le pourcentage des substances toxiques pour le catalyseur, notamment la teneur en soufre élevée dans le gazole, est considéré comme critique.

## Le système d'épuration des gaz d'échappement proche du moteur destiné aux moteurs conforme à la norme antipollution Euro 4

La solution technique mise en œuvre pour les moteurs conformes à la norme antipollution Euro 4 consiste en un système d'épuration des gaz d'échappement composé d'un catalyseur d'oxydation et d'un système de réduction des particules. Le système de réduction des particules est également appelé « système de filtre à particules ouvert ».

### Architecture

Le système de réduction des particules et le catalyseur d'oxydation sont montés séparément dans un carter commun.

Le catalyseur d'oxydation est alors monté dans le sens du flux, en amont du système de réduction des particules.

### Catalyseur d'oxydation

La conception et le mode de fonctionnement du catalyseur à oxydation sont identiques à ceux de la version Euro 5. En combinaison avec un système de réduction des particules, le catalyseur ne se contente pas de convertir le monoxyde de carbone et les hydrocarbures, mais réduit également le monoxyde d'azote en dioxyde d'azote. Le dioxyde d'azote est nécessaire à la régénération passive du système de réduction des particules.



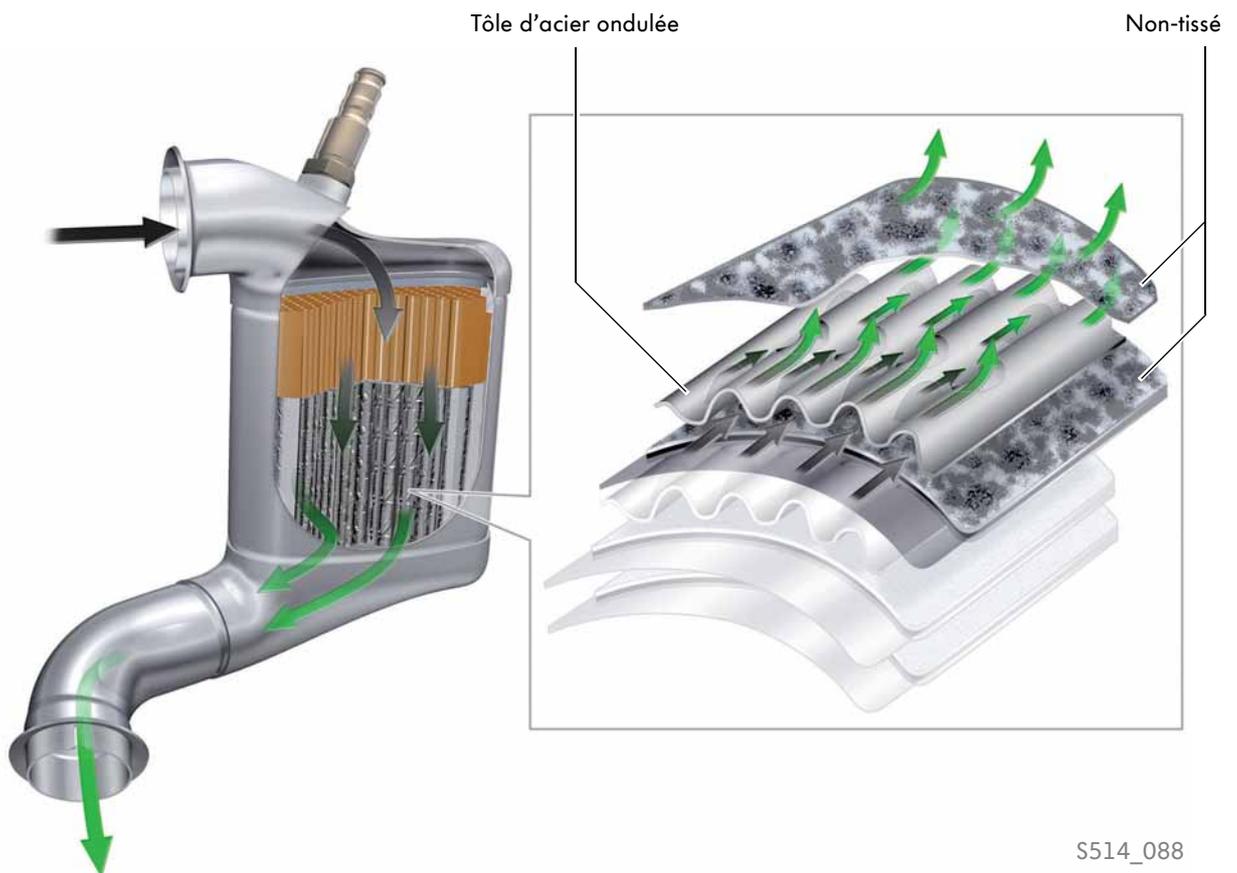
S514\_087



## Système de réduction des particules

### Architecture

Le système de réduction des particules se compose de tôles d'acier minces ondulées avec des structures en forme d'ailettes. Des couches de non-tissé renfermant des fibres métalliques sont intercalées.



S514\_088

### Fonctionnement

Les structures en forme d'ailettes des tôles métalliques ondulées font qu'une partie du flux de gaz d'échappement est dérivée et traverse le non-tissé en fibres métalliques. Les particules de suie se déposent sur ce non-tissé et sont éliminées du flux de gaz d'échappement par filtration. Le système est qualifié d'« ouvert », car le flux de gaz d'échappement n'est pas forcé de traverser le non-tissé de fibres. Il peut également passer le long des ailettes de dérivation, sans être filtré.

La régénération du système de réduction des particules est de nature passive uniquement. Durant la régénération passive, les particules de suie déposées sur le non-tissé métallique sont brûlées en continu, sans intervention du système de gestion moteur.

Les particules de suie sont alors transformées, lors d'une réaction avec le dioxyde d'azote, en dioxyde de carbone dans une plage de température des gaz d'échappement de 350 °C à 500 °C.

## Désulfuration

Dans certains marchés, des carburants pouvant être classifiés critiques sont proposés à la vente. Ils présentent parfois des teneurs en soufre très élevées, pouvant atteindre 5000 ppm (ppm = Parts per Million).

Pour comparaison : en Europe, la teneur en soufre est réglementée à 10 ppm. Le soufre agit après combustion dans les gaz d'échappement comme un produit toxique pour le catalyseur et réduit l'action du catalyseur d'oxydation. La sulfuration a pour conséquence que la formation du dioxyde d'azote au niveau du catalyseur d'oxydation est réduite, affaiblissant alors la régénération passive du système de réduction des particules.

Une désulfuration est nécessaire pour une réactivation du catalyseur d'oxydation. Le soufre stocké dans le catalyseur d'oxydation est alors redéstocké à une température des gaz d'échappement comprise entre 450 °C et 600 °C. L'augmentation de la température des gaz d'échappement pour une désulfuration active du catalyseur d'oxydation est réalisée par des mesures internes au niveau du moteur, telles que des post-injections. Ces mesures sont initiées par le calculateur du moteur.

## Recyclage des gaz d'échappement haute pression

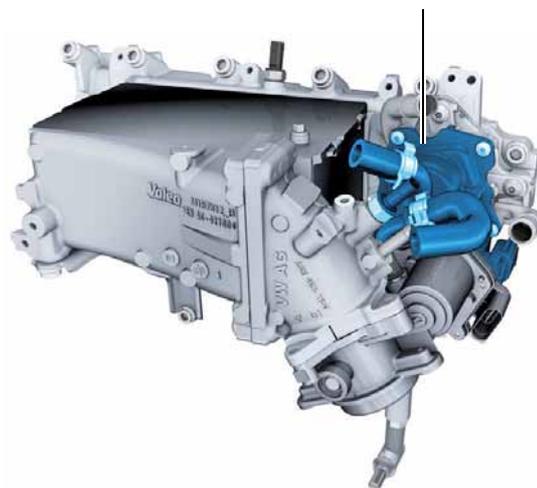
En raison du système de réduction des particules, les moteurs conformes à la norme Euro 4 ne disposent que d'un recyclage des gaz d'échappement haute pression avec refroidissement.

Les gaz d'échappement en provenance du collecteur d'échappement sont dérivés en amont de la turbine du turbocompresseur et acheminés au flux d'air d'admission via un conduit traversant la culasse, le radiateur de recyclage des gaz ainsi que la soupape de recyclage des gaz.

### Soupape de recyclage des gaz

La soupape de recyclage des gaz est un plateau de soupape à moteur électrique. La soupape est montée sur la rampe distributrice de la tubulure d'admission et porte la désignation de servomoteur de recyclage des gaz d'échappement V338. Elle est pilotée par le calculateur du moteur et peut être réglée en continu par un moteur électrique. La commande de la quantité de gaz recyclé est assurée par la course du plateau de soupape. En vue d'une protection contre les températures excessives des gaz d'échappement, la soupape de recyclage des gaz est refroidie par du liquide de refroidissement.

Servomoteur de recyclage des gaz d'échappement V338



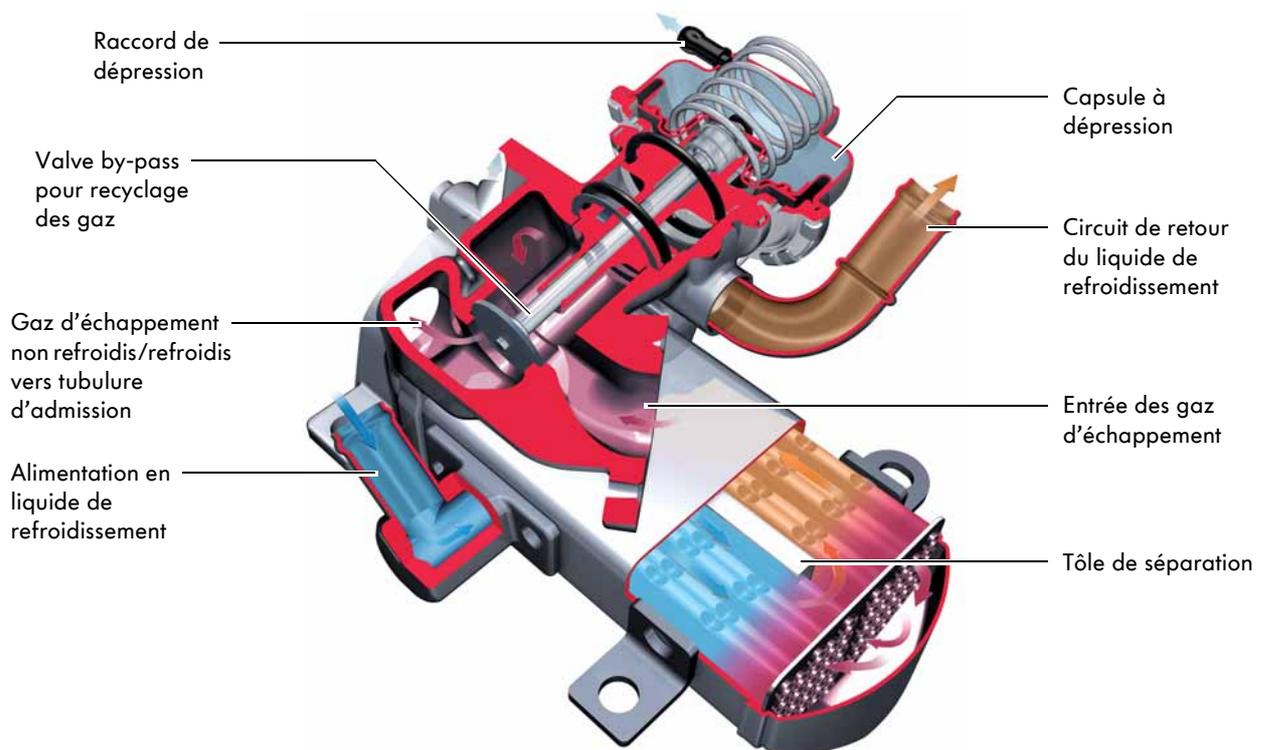
S514\_086



## Radiateur de recyclage des gaz d'échappement

Le radiateur de recyclage des gaz d'échappement est doté d'une valve by-pass. Cela permet de diriger les gaz d'échappement recyclés, selon la température de fonctionnement, en traversant le radiateur ou en passant à côté de ce dernier.

La valve by-pass est commutée électropneumatiquement par le calculateur du moteur via la vanne de commutation pour radiateur de recyclage des gaz d'échappement N345.



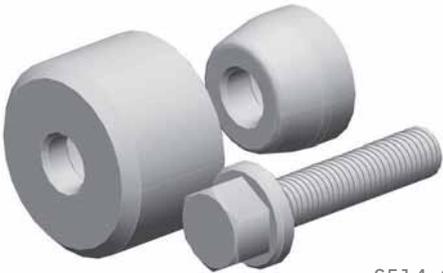
S514\_036

## Outils spéciaux et équipements d'atelier

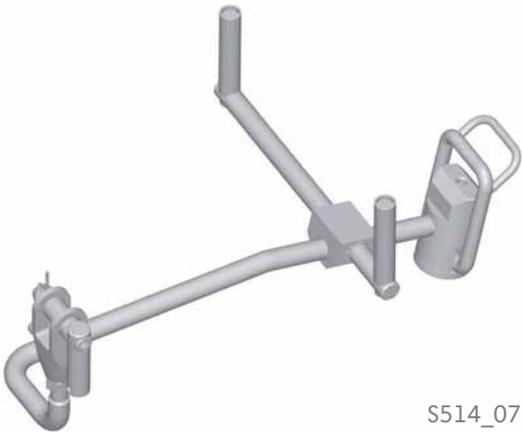
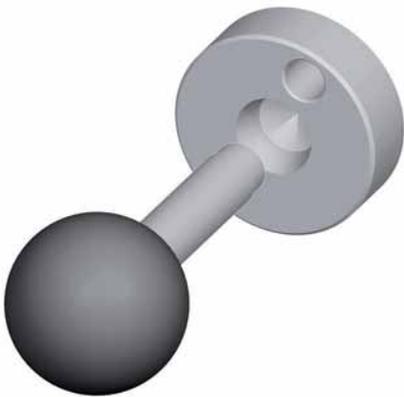
Désignation	Outil	Utilisation
T10172/11 Adaptateur	 <p>S514_063</p>	Adaptateur pour le contre-appui du pignon de courroie crantée d'arbre à cames.
T10489 Extracteur	 <p>S514_064</p>	Extracteur pour la dépose du moyeu de la pompe haute pression.
T10490 Arrêteur de vilebrequin	 <p>S514_065</p>	Arrêteur de vilebrequin pour fixation du vilebrequin lors du calage de la distribution.



# Service

Désignation	Outil	Utilisation
T10491 Douille, ouverture 22	 <p>S514_066</p>	Douille pour dépose et repose de la sonde lambda.
T10492 Goupille d'arrêt	 <p>S514_067</p>	Goupille d'arrêt pour fixation du pignon de pompe haute pression.
T10493 Dispositif de montage	 <p>S514_068</p>	Dispositif de montage pour montage du joint à lèvres de l'arbre à cames
T10497 Support de moteur	 <p>S514_070</p>	Support de moteur pour la dépose et la repose du moteur en combinaison avec le support de moteur et de BV V.A.G 1383 A



Désignation	Outil	Utilisation
T10501 Douille XZN 10	 <p data-bbox="975 817 1082 846">S514_077</p>	<p data-bbox="1114 459 1353 548">Douille pour dépose et repose de la tubulure d'admission.</p>
T10511 Outil de montage	 <p data-bbox="975 1377 1082 1406">S514_078</p>	<p data-bbox="1114 945 1364 1064">Outil de montage pour dépose et repose du module d'épuration des gaz d'échappement.</p>
T10512 Outil de calibrage	 <p data-bbox="975 1982 1082 2011">S514_069</p>	<p data-bbox="1114 1505 1369 1653">Outil de calibrage pour réglage des éléments de compensation lors de la repose du module d'épuration des gaz.</p>



# Contrôlez vos connaissances

## Quelle est la réponse correcte ?

Parmi les réponses indiquées, il peut y avoir une ou plusieurs réponses correctes.

### 1. Parmi les affirmations suivantes sur le carter d'arbre à cames, laquelle est correcte ?

- a) Le carter d'arbre à cames est intégré dans la culasse et ne peut pas être déposé.
- b) Les arbres à cames peuvent être remplacés individuellement.
- c) Les arbres à cames sont intégrés dans un cadre de paliers fermé et ne peuvent pas être déposés. Les arbres à cames ne peuvent pas être remplacés individuellement.

### 2. Parmi ces affirmations sur le recyclage des gaz d'échappement dans le moteur diesel EA288 conforme à la norme antipollution Euro 5, laquelle est exacte ?

- a) Les gaz d'échappement sont prélevés en aval du filtre à particules et acheminés directement devant le compresseur du turbocompresseur dans le flux de gaz d'échappement, via le radiateur de recyclage des gaz ainsi que le servomoteur de recyclage des gaz.
- b) Les gaz d'échappement en provenance du collecteur d'échappement sont dérivés en amont de la turbine du turbocompresseur et acheminés au flux d'air d'admission via un conduit traversant la culasse, le radiateur de recyclage des gaz ainsi que la soupape de recyclage des gaz.
- c) Une commande variable des soupapes permet de réaliser, par croisement des soupapes, un recyclage interne des gaz d'échappement.

### 3. Quelle est la fonction de l'unité de commande de volet de gaz d'échappement J883 ?

- a) Le papillon de l'unité de commande de volet de gaz d'échappement est fermé lors de la régénération du filtre à particules pour augmenter la température des gaz d'échappement.
- b) Le papillon de l'unité de commande de volet de gaz d'échappement permet de retenir le flux de gaz d'échappement en aval du filtre à particules, ce qui permet la régulation du recyclage des gaz.
- c) L'unité de commande de volet de gaz d'échappement sert à réduire le bruit du moteur à régimes élevés.



**4. Quel système de refroidissement de l'air de suralimentation est monté sur le moteur diesel EA288 ?**

- a) Air de suralimentation refroidi par air.
- b) Air de suralimentation refroidi par eau.
- c) Refroidissement de l'air de suralimentation par système de refroidissement du recyclage des gaz d'échappement.

**5. Quelle affirmation relative à la thermogestion du moteur diesel EA288 à moteur froid est correcte ?**

- a) À moteur froid, la pompe de refroidissement interruptible est désactivée et la circulation du liquide de refroidissement dans le grand circuit de refroidissement est inhibée. La pompe d'assistance du chauffage V488 est pilotée en fonction des besoins par le calculateur du moteur. Le régulateur de liquide de refroidissement ferme la voie vers le radiateur de liquide de refroidissement.
- b) À moteur froid, la pompe de refroidissement interruptible est désactivée et la circulation du liquide de refroidissement dans le grand circuit de refroidissement est inhibée. La pompe d'assistance du chauffage V488 reste désactivée jusqu'à ce que le moteur ait atteint la température de service. Le régulateur de liquide de refroidissement ferme la voie vers le radiateur de liquide de refroidissement.
- c) À moteur froid, la pompe de refroidissement interruptible est activée et assure la circulation du liquide de refroidissement dans le grand circuit de refroidissement. La pompe d'assistance du chauffage V488 reste désactivée. Le régulateur de liquide de refroidissement ouvre la voie vers le radiateur de liquide de refroidissement.



**Réponses :**

- 1.) c)
- 2.) a)
- 3.) b)
- 4.) b)
- 5.) a)



**514**

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg  
 Tous droits et modifications techniques réservés.  
 000.2812.71.40 Dernière mise à jour 05/2013

Volkswagen AG  
 Qualification Service après-vente  
 Service Training VSQ/2  
 Brieffach 1995  
 D-38436 Wolfsburg

♻️ Ce papier a été fabriqué à partir de cellulose blanchie sans chlore.