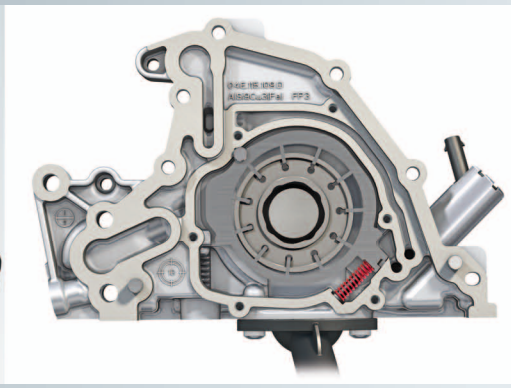
Programme autodidactique 639
Réservé à l'usage interne



Moteur Audi 3 cylindres TFSI de 1,0 l de la gamme EA211

Audi
Service Training

Le nouveau moteur 3 cylindres TFSI de 1,0 l représente chez Audi le niveau d'évolution suivant de la famille de moteurs EA211.

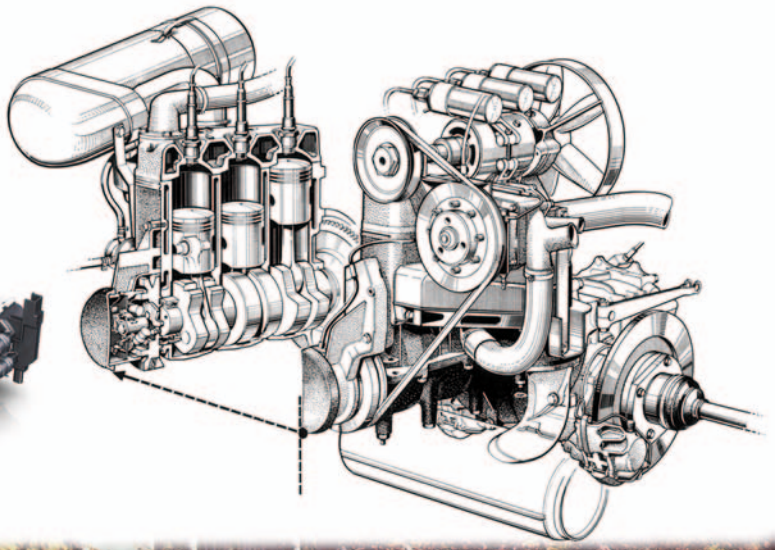
Après a été initialement mis en œuvre sur la VW Polo, le moteur développé chez VW à Wolfsburg constitue la motorisation d'entrée de gamme de l'Audi A1 millésime 15. Il remplace le moteur de 1,2 l de la gamme EA111. Sa puissance a été augmentée et sa consommation de carburant réduite par rapport à ce dernier.
Il satisfait aux critères de la norme antipollution Euro 6.
Si on le compare au moteur 1,2 l de la même famille de moteurs, on constate un allègement d'environ 15 kg du nouveau moteur. Le frottement interne a également pu être réduit.
Pour sa première mise en œuvre, la puissance du moteur est de 70 kW (95 ch). D'autres catégories de puissance seront proposées ultérieurement.
Il est également prévu d'équiper les modèles Audi A3 de ce moteur.

Il s'agit de la première utilisation d'un moteur à essence à 3 cylindres chez Audi. Des moteurs à 3 cylindres avaient bien été proposés du temps d'Auto Union. Mais il s'agissait de moteurs à deux temps. La dernière voiture particulière de série à être dotée de ces moteurs était la DKW F 102. Elle a été produite jusqu'en 1966. Son moteur présentait une cylindrée de 1,2 l et une puissance de 44 kW (60 ch). Des moteurs de ce type ont été montés jusqu'en 1988 sur la Wartburg 353 dans l'ancienne RDA.

La description technique du moteur se réfère, dans le présent programme autodidactique, à l'Audi A1.

Moteur TFSI 3 cylindres de 1,0 l
(70 kW / 95 ch)
Millésime 2015

Moteur à essence 3 cylindres deux-temps de 1,2 l
(44 kW / 60 ch)
Millésime 1966



DKW F 102

639_002

Objectifs pédagogiques du présent programme autodidactique :

Le présent programme autodidactique décrit la conception et le fonctionnement du moteur TFSI à 3 cylindres de 1,0 l. Après a traité ce programme autodidactique, vous serez en mesure de répondre aux questions suivantes :

- Comment fonctionne la mécanique moteur ?
- Comment sont conçus le graissage, le refroidissement, la suralimentation, le système d'alimentation, l'injection, l'échappement et l'allumage ?

Sommaire

Introduction
Description technique succincte 4
Caractéristiques techniques 5

Mécanique moteur
Conception modulaire 6
Recyclage des gaz de carter et dégazage du carter-moteur, système de filtre à charbon actif 6
Bloc-cylindres et carter d'huile 7
Équipage mobile 8
Entraînement par courroie crantée 10
Culasse 12
Module de commande des soupapes 13

Alimentation en huile
Introduction 14
Circuit d'huile 14
Pompe à huile 14
Régulation de pression d'huile 16

Système de refroidissement
Introduction 20
Circulation du liquide de refroidissement 20
Aperçu du système 21
Régulateur de liquide de refroidissement 22
Pompe de liquide de refroidissement 22

Alimentation en air et suralimentation
Aperçu 23
Turbocompresseur 24
Actionneur de pression de suralimentation V465 25

Système d'alimentation
Aperçu du système 26
Allumage 27

Gestion moteur
Aperçu du système (Audi A1 millésime 2015) 28
Régulation lambda 30

Service
Outils spéciaux et équipements d'atelier 32
Opérations de maintenance 33

Annexe
Glossaire 34
Programmes autodidactiques (SSP) 35

Le programme autodidactique donne des notions de base sur la conception et le fonctionnement de nouveaux modèles automobiles, de nouveaux composants des véhicules ou de nouvelles techniques.
Le programme autodidactique n'est pas un manuel de réparation ! Les valeurs indiquées le sont uniquement à titre indicatif et se réfèrent à la version valable lors de la rédaction du programme autodidactique. Son contenu n'est pas mis à jour.
Pour les travaux de maintenance et de réparation, prière de consulter la documentation technique d'actualité.
Vous trouverez dans le glossaire, à la fin du présent programme autodidactique, une explication relative à tous les termes en *italique* et repérés par une flèche ↗.

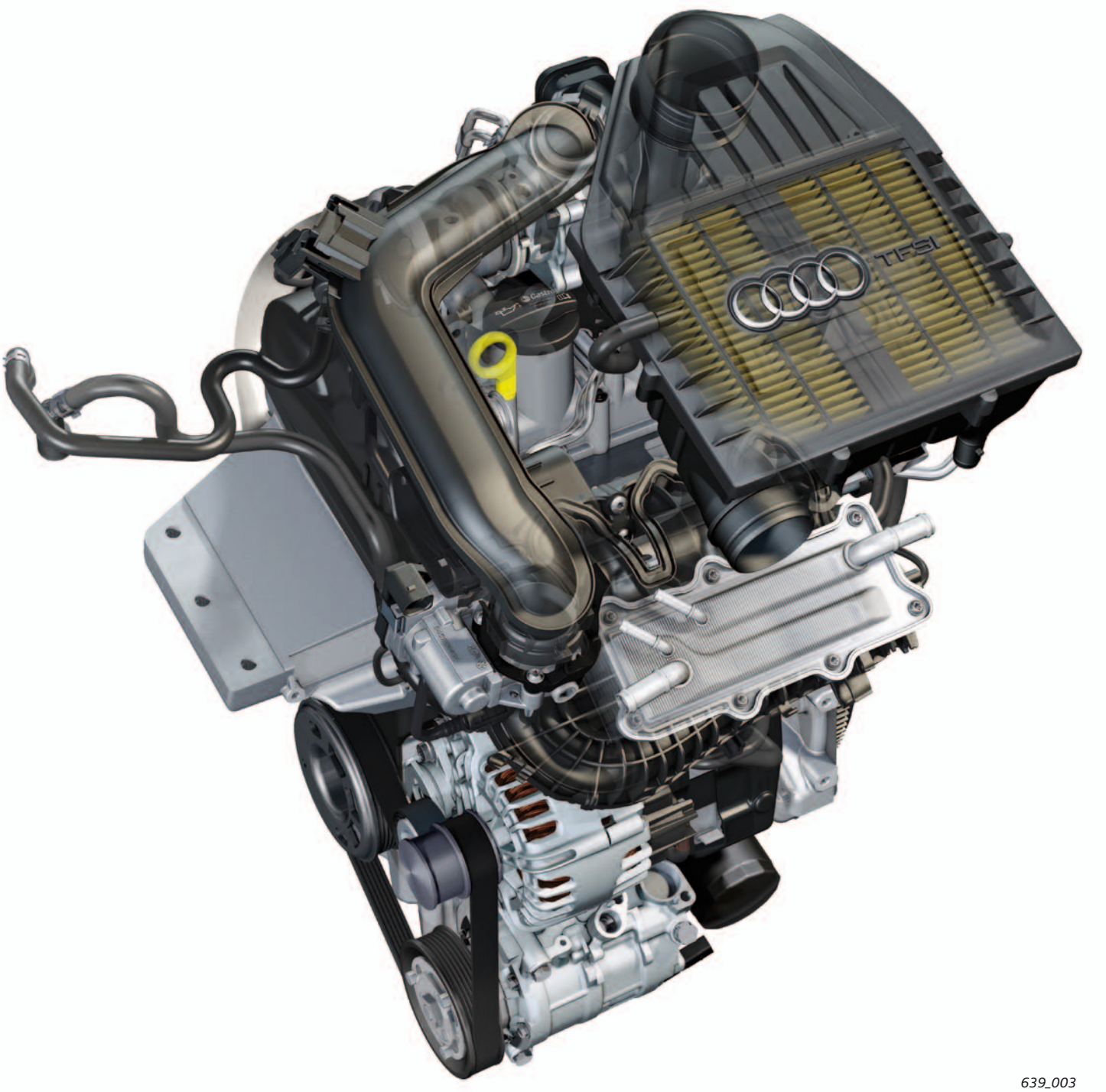
Nota

Renvoi

Introduction

Description technique succincte

- Moteur à essence à injection directe à 3 cylindres en ligne
- Suralimentation par turbocompresseur avec refroidissement indirect de l'air de suralimentation
- 4 soupapes par cylindre, 2 arbres à cames en tête (DOHC), culbuteur à galet
- Un arbre à cames d'admission et un arbre à cames d'échappement
- Gestion moteur Bosch
- Catalyseur à fond céramique avec fonctions de chauffage du catalyseur via double injection (Homogen Split)
- Injection directe électronique intégrale avec accélérateur à commande électrique
- Entraînement par courroie crantée
- Start-stop / gestion de la récupération de l'énergie au freinage



639_003

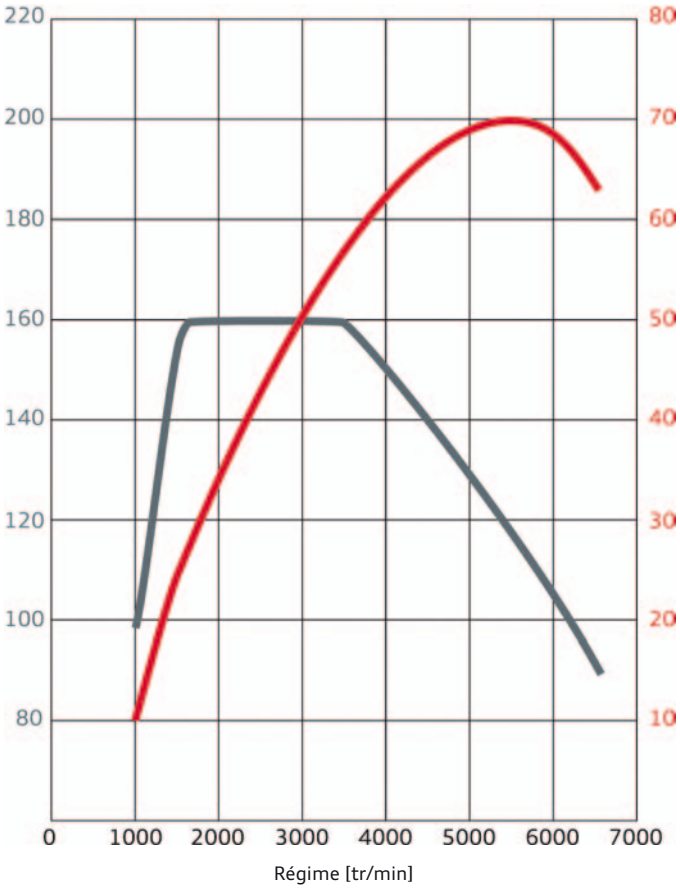
Renvoi
La conception et le fonctionnement du moteur de base sont décrits dans le programme autodidactique 616 « Moteurs TFSI 1,2l et 1,4l Audi de la ligne EA211 ».

Caractéristiques techniques

Courbe de couple et de puissance

Puissance en kW

Couple en Nm



639_009

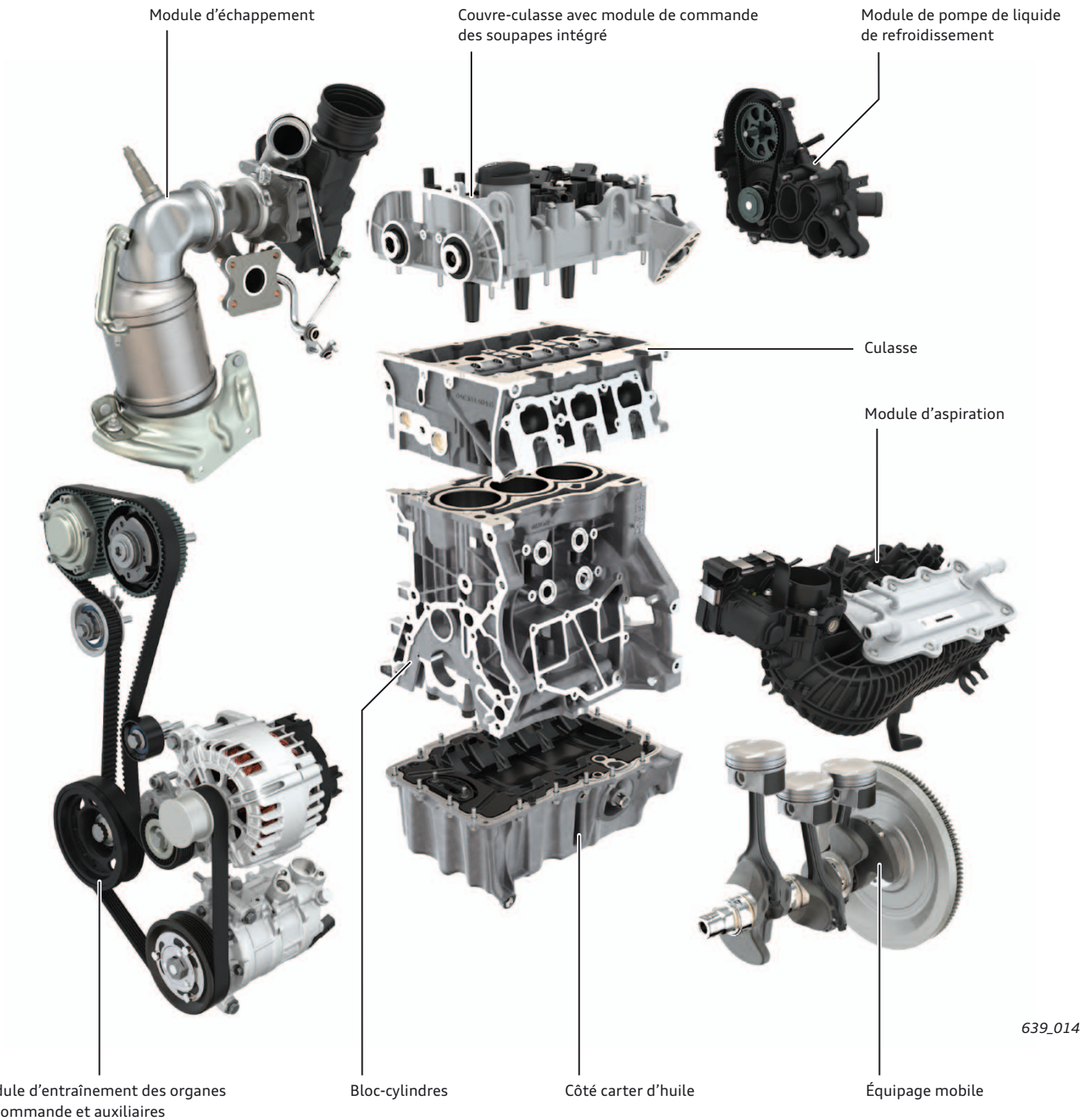
Caractéristiques	Caractéristiques techniques
Lettres-repères du moteur	CHZB
Type	Moteur 3 cylindres en ligne
Cylindrée en cm^3	999
Course en mm	76,4
Alésage en mm	74,5
Nombre de soupapes par cylindre	4
Ordre d'allumage	1-2-3
Compression	10,5 : 1
Puissance en kW à tr/min	70 à 5000 – 5500
Couple en Nm à tr/min	160 à 1500 – 3500
Carburant	Super sans plomb, RON 95
Suralimentation	Turbocompresseur
Dépollution des gaz d'échappement	Catalyseur à 3 voies
Norme antipollution	Euro 6
Émissions de CO_2 en g/km[1)]	▸ avec jantes de 15" et de 16" : 97 g (classe d'efficience A) ▸ avec jantes de 17" : 98 g (classe d'efficience A) ▸ avec jantes de 18" : 102 g (classe d'efficience B)

[1)] Les émissions de CO_2 indiquées sont valables pour l'Audi A1 millésime 15 avec boîte mécanique à 5 vitesses.

Mécanique moteur

Conception modulaire

Le moteur 3 cylindres reprend la conception modulaire éprouvée qui caractérise tous les moteurs de la famille EA211. La figure suivante montre les principaux groupes de modules.



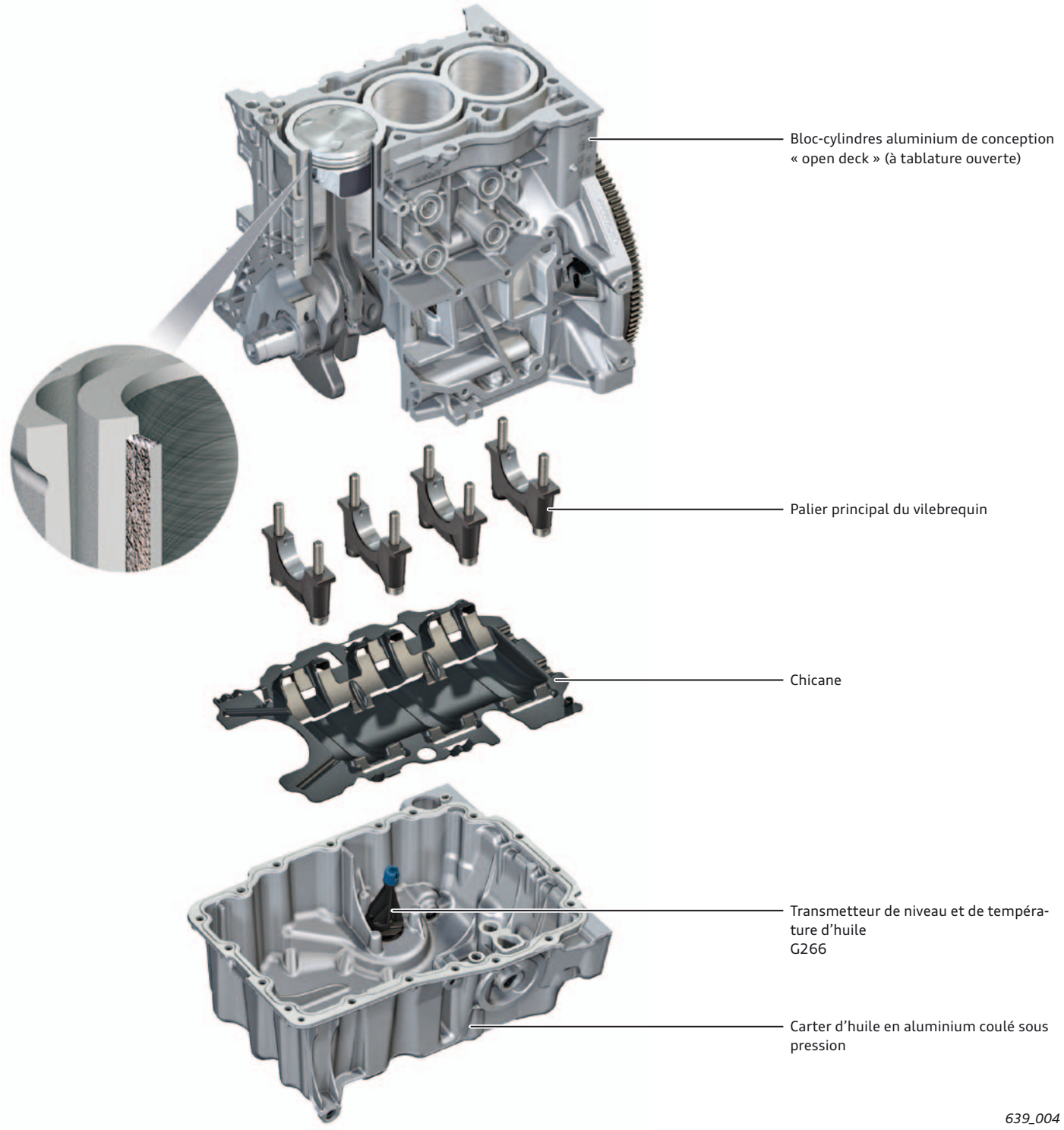
Recyclage des gaz de carter et dégazage du carter-moteur, système de filtre à charbon actif

Le principe de fonctionnement des moteurs à 4 cylindres EA211 a été repris ici. Une description figure dans le programme autodidactique 616.

Bloc-cylindres et carter d'huile

Le bloc-cylindres est réalisé en aluminium, par procédé de coulée sous pression. Il s'agit d'une conception *open deck* ↗.
Les chemises de cylindre sont en fonte grise. Elles sont réalisées simultanément durant la procédure de coulée du bloc-cylindres. Leur surface extérieure est rugueuse.

Cela augmente la surface et optimise la transition thermique. Il en résulte également un meilleur maintien des douilles dans le bloc-cylindres.
Les surfaces de glissement des chemises de cylindre sont honées au jet de fluide en quatre étapes. Pour éviter des déformations des cylindres, il est fait appel au procédé de honage simultané.



Renvoi
Vous trouverez des informations sur la conception « open deck » (à tablature ouverte) dans le programme autodidactique 616 « Moteurs TFSI 1,2l et 1,4l Audi de la ligne EA211 » et le programme autodidactique 626 « Notions fondamentales de la technique des moteurs ».

↗ Voir « Glossaire » à la page 34.

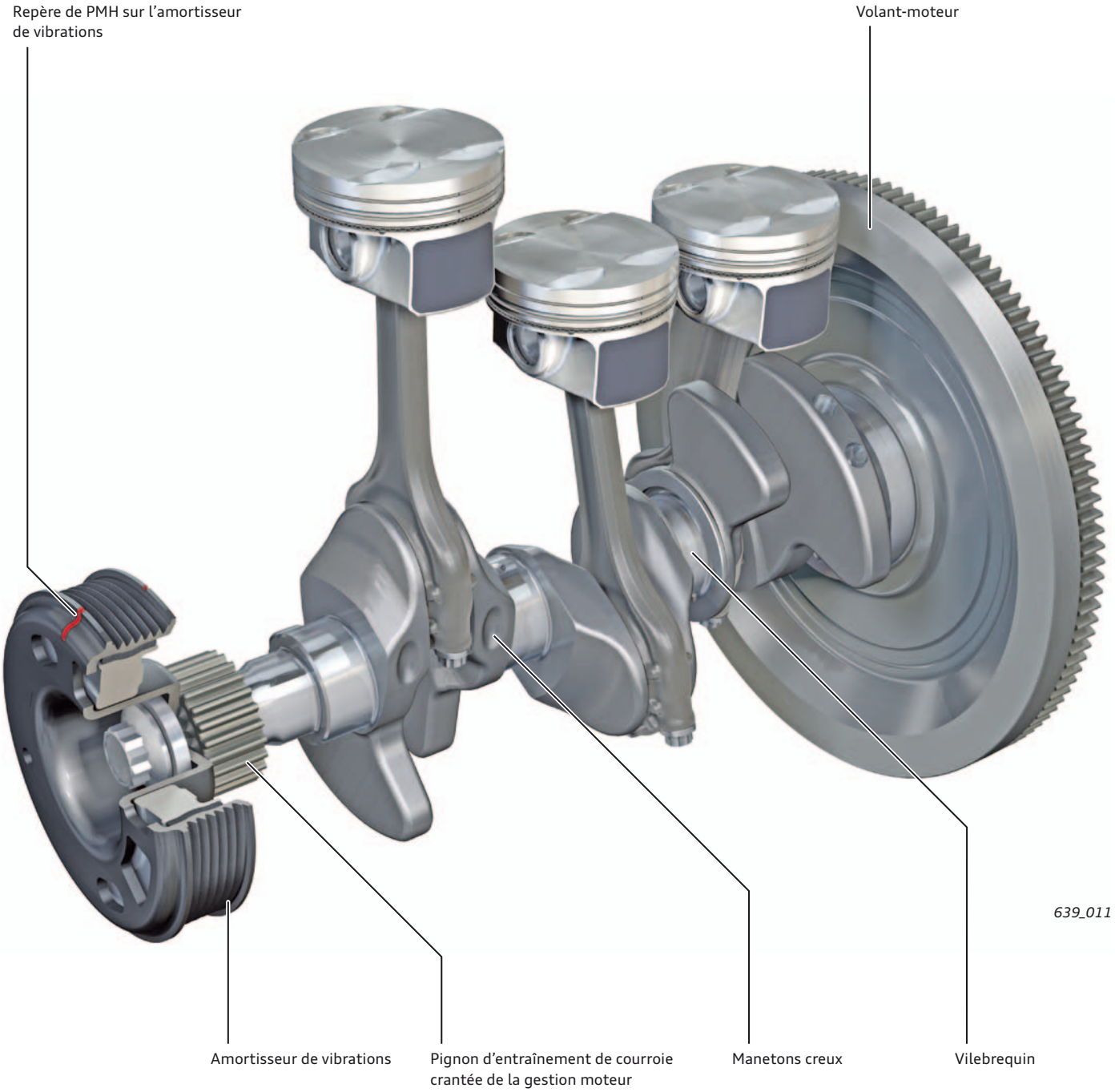
Équipage mobile

Lors du développement, les ingénieurs ont tout particulièrement veillé à la diminution des masses en mouvement et à la réduction du frottement.
Les mesures suivantes ont permis de renoncer à l'utilisation d'un arbre d'équilibrage sans que l'excellent confort de roulage n'en souffre :

- Faible poids des bielles forgées et des pistons en aluminium grâce à la conception plate de la tête de piston.
- Manetons creux du vilebrequin.
- Conception des bras de vilebrequin.
- Utilisation ciblée de masselottes d'équilibrage sur l'amortisseur de vibrations torsionnelles ainsi que sur le volant-moteur situé en face.

Cela permet une compensation à100 % des masses en rotation et à 50 % des masses oscillantes.

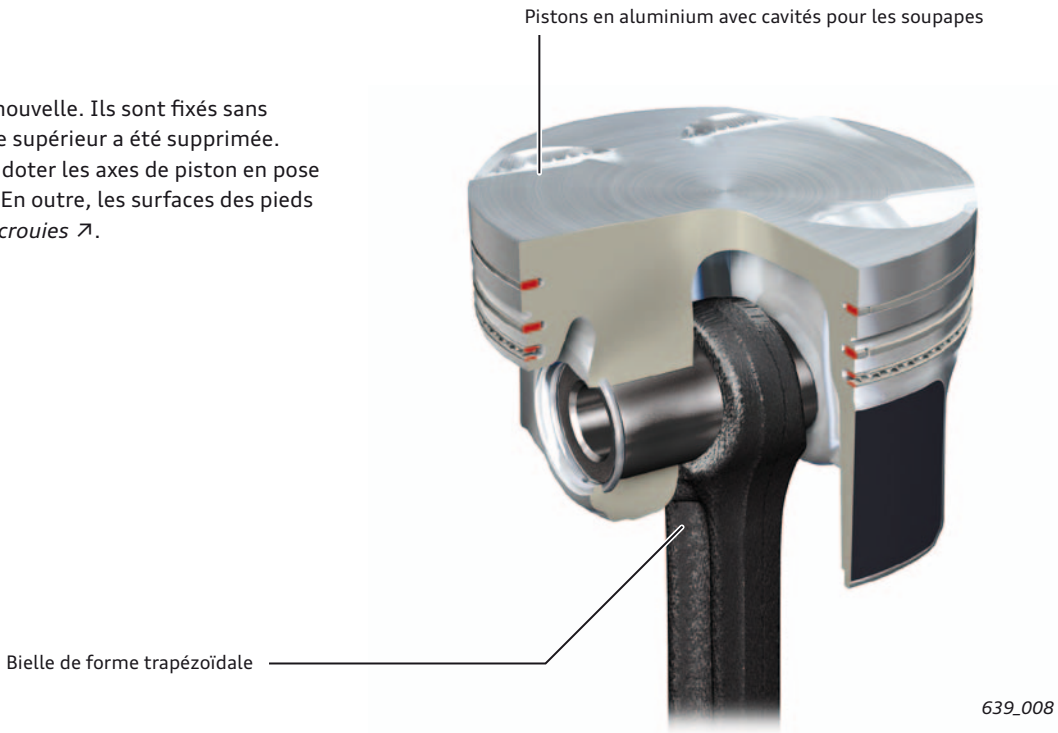
Les paliers principaux et les paliers de tête de bielle de faible dimension assurent une réduction supplémentaire des pertes par frottement.



Caractéristiques	Caractéristiques techniques	Particularité
Entraxe des cylindres	82,0 mm	
Alésage	74,5 mm	
Course	76,4 mm	
Diamètre du palier principal	45,0 mm	Palier bimatière
Diamètre du palier de tête de bielle	47,8 mm	Palier bimatière
Longueur de bielle	140,0 mm	
Diamètre de l'axe de piston	19,0 mm	

Pistons et bielles

La fixation des axes de piston est nouvelle. Ils sont fixés sans douille. La douille du pied de bielle supérieur a été supprimée. C'est pourquoi il est nécessaire de doter les axes de piston en pose flottante d'un revêtement *DLC* ↗. En outre, les surfaces des pieds de bielle supérieurs doivent être *écrouies* ↗.



639_008

↗ Voir « Glossaire » à la page 34.

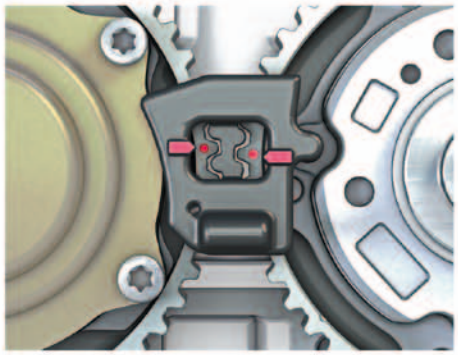
Entraînement par courroie crantée

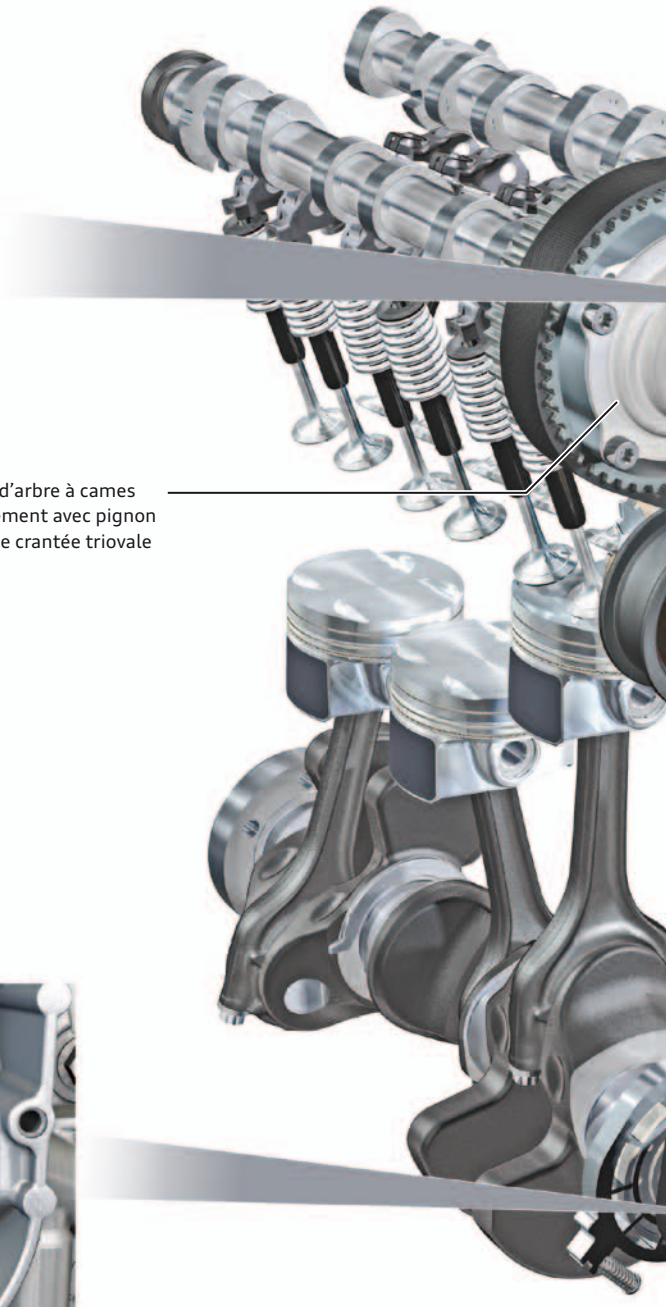
L'entraînement par courroie crantée est sans entretien.
Cela a été rendu possible par les pignons d'arbre à cames triovales. Ils éliminent presque entièrement les forces générées et assurent un fonctionnement silencieux de la courroie crantée.

La force de serrage du galet-tendeur automatique a ainsi pu être réduite. Le frottement généré s'en trouve réduit. Cela se traduit par une meilleure stabilité du système et une consommation plus faible.

Outil de montage T10476A

Lors de travaux de montage, il convient de veiller au positionnement correct des pignons d'arbre à cames triovales. Il faut pour cela utiliser l'outil de montage T10476A, voir page 32.

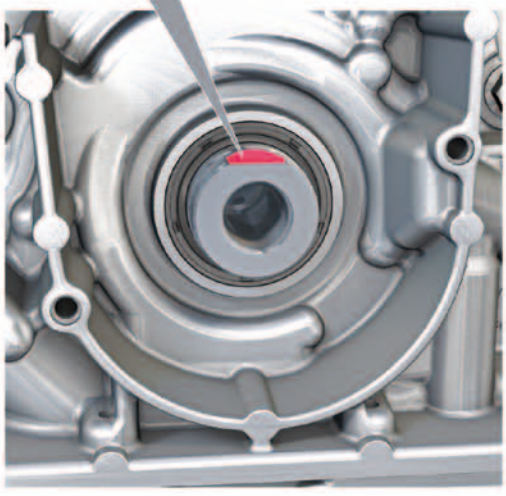




Variateur d'arbre à cames d'échappement avec pignon de courroie crantée triovale

Montage du pignon de courroie crantée de vilebrequin

Le pignon de courroie crantée de vilebrequin ne peut être monté que dans une position sur le vilebrequin.

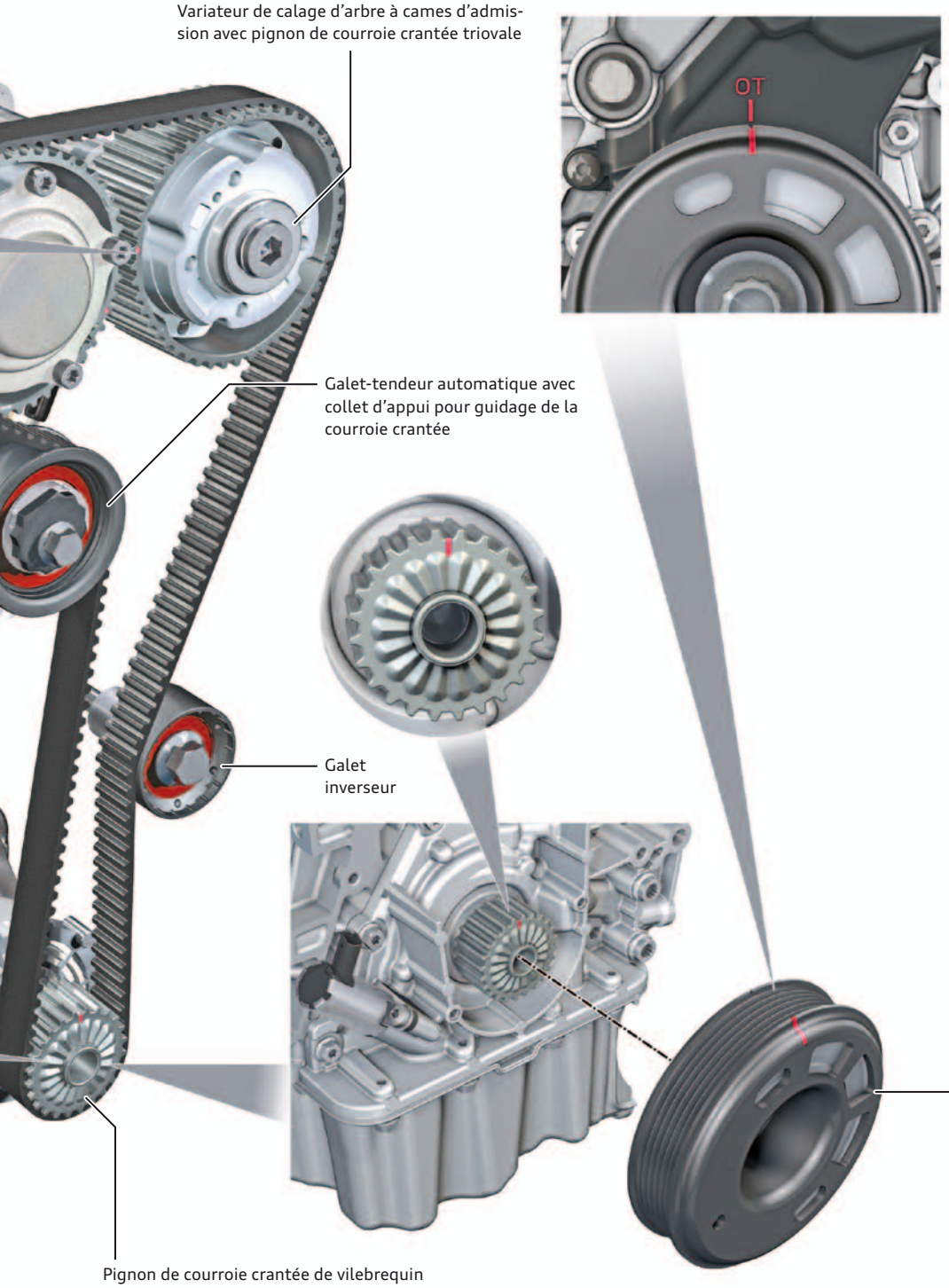


La vérification du point mort haut du vilebrequin peut être effectuée, sur le moteur TFSI de 1,0 l, au niveau des repères de l'amortisseur de vibrations et du couvercle de carter de courroie crantée. Jusqu'à présent, la position de PMH devait, sur les moteurs de la famille EA211, être vérifiée avec l'outil T10340.

Sur le moteur 3 cylindres, il faudrait pour cela démonter l'arbre de transmission. La marche à suivre détaillée pour le réglage et la vérification du calage de la distribution est décrite dans le Manuel de Réparation actuel.

Système de distribution variable

Caractéristiques	Arbre à cames d'admission	Arbre à cames d'échappement
Plage de réglage en ° d'angle de vilebrequin	50	40
Verrouillage après coupure du moteur en position	retard (est tourné automatiquement par le sens de rotation du moteur)	avance (est tourné automatiquement dans le sens opposé de rotation du moteur par le ressort de rappel)



Montage de l'amortisseur de vibrations

Repère sur l'amortisseur de vibrations et repère de PMH sur la protection de courroie crantée inférieure.
Le pignon de courroie crantée de vilebrequin et l'amortisseur de vibrations peuvent être montés dans n'importe quelle position.
Les repères de PMH sur l'amortisseur de vibrations et sur le pignon de courroie crantée de vilebrequin doivent être alignés.

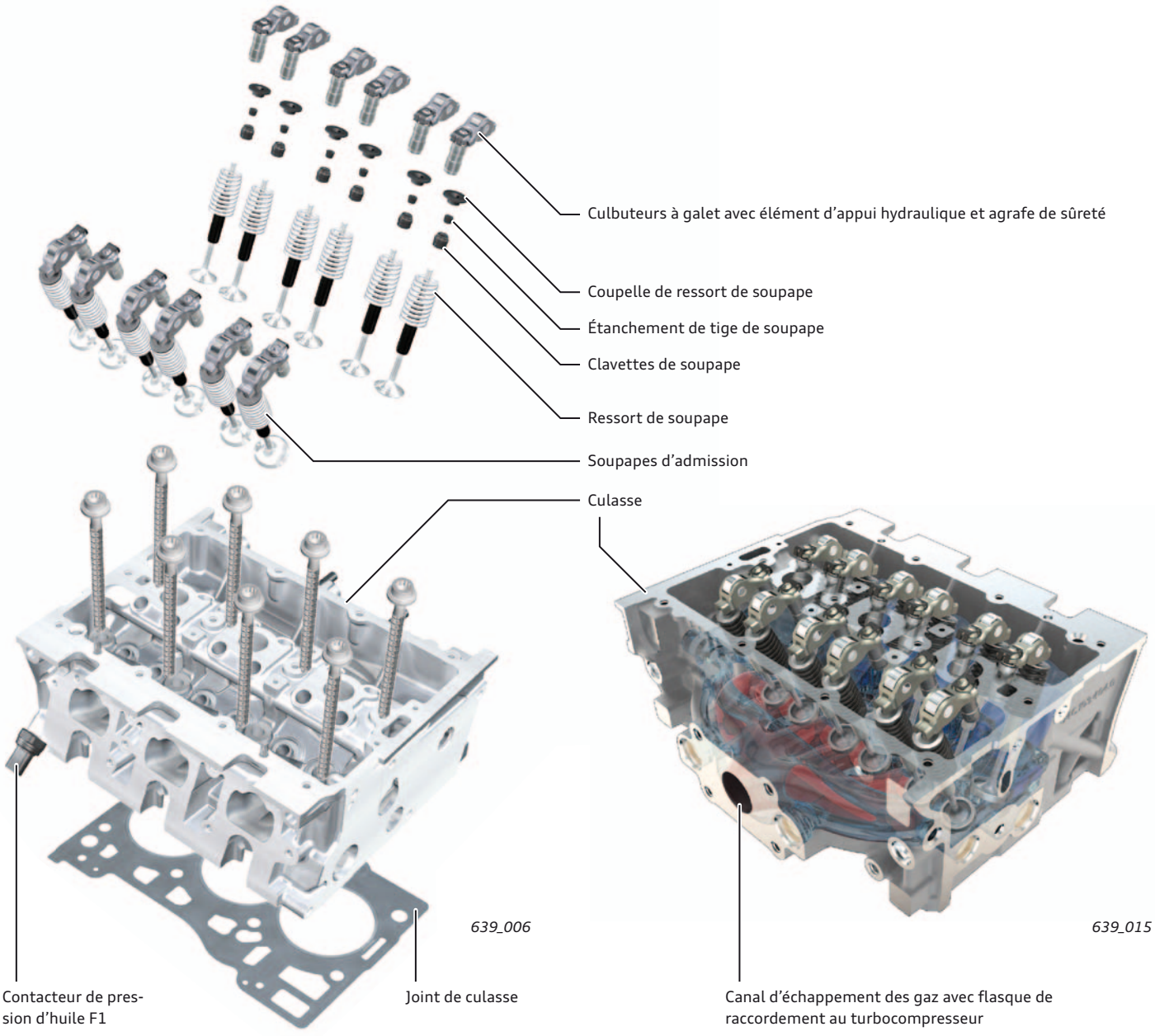
639_005

Culasse

La fabrication en alliage d'aluminium fait appel à un procédé de moulage en coquille basculant, qui est suivi d'un traitement thermique. Cela permet d'obtenir une qualité d'assemblage particulièrement élevée.
Comme sur les moteurs 4 cylindres TFSI de la famille EA211, le collecteur d'échappement est, sur les moteurs 3 cylindres, intégré dans la culasse. Il y est entouré de sa propre chemise de liquide de refroidissement.
Les canaux d'admission ont été optimisés par rapport aux moteurs TFSI à 4 cylindres. Cela a permis d'améliorer le mouvement tourbillonnaire ainsi que la vitesse de refoulement, ce qui se traduit par une amélioration du conditionnement du mélange.

Avantages par rapport aux collecteurs classiques :

- Court trajet des gaz d'échappement vers la turbine du turbocompresseur.
- Apport de chaleur plus rapide dans le liquide de refroidissement après démarrage à froid.
- Pertes thermiques au niveau des parois plus faibles.
- Réchauffement plus rapide du moteur, d'où réduction du frottement du moteur en phase de réchauffage.
- Réchauffement plus rapide de l'habitacle.



Côté admission **Côté échappement**

La définition de l'angle de siège de soupape garantit la résistance à l'usure en cas d'utilisation de carburants de remplacement, tels que des carburants à teneur en éthanol plus élevée.

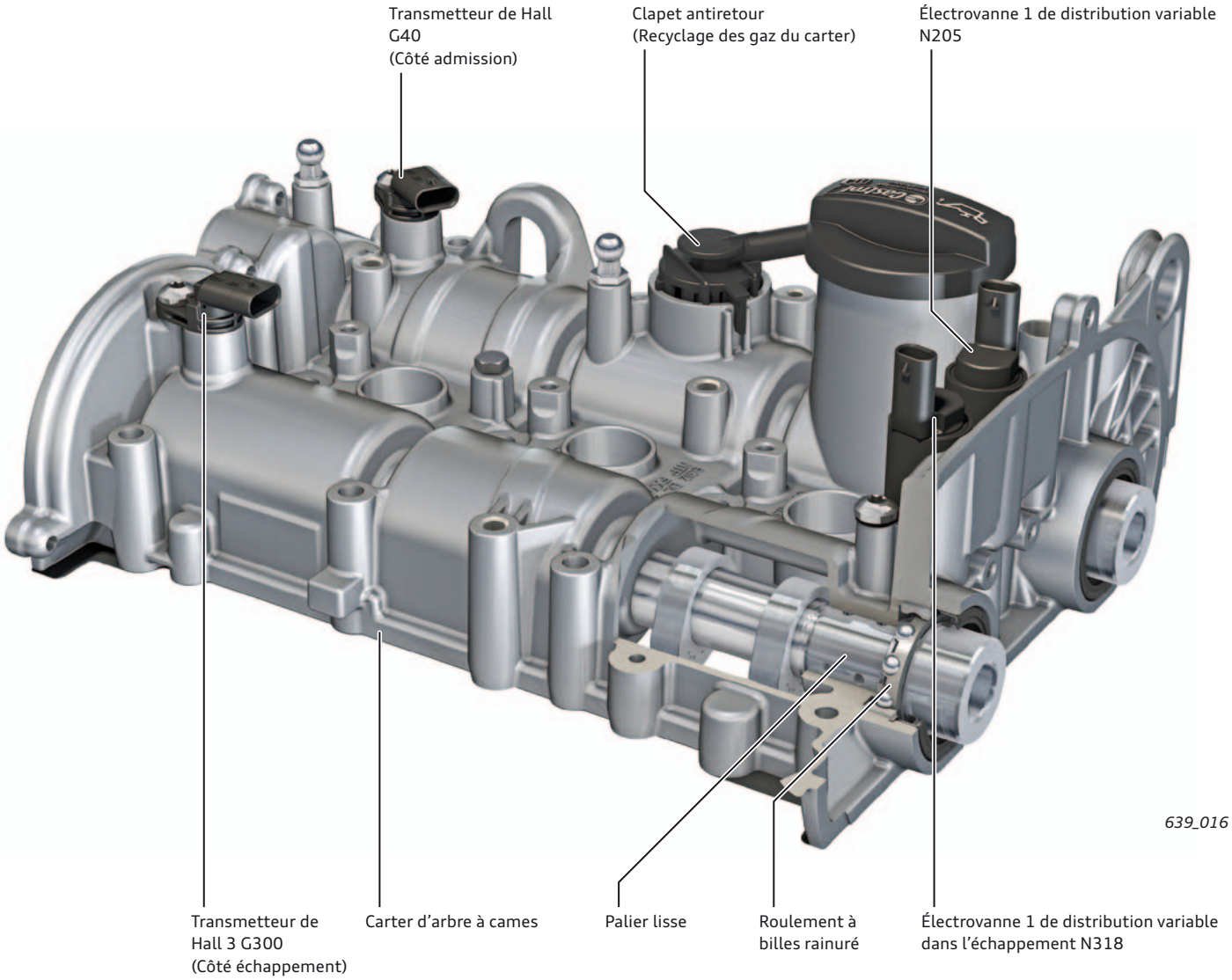
Si les guides de soupape sont usés, il faut remplacer la culasse. Les soupapes et sièges de soupape ne doivent pas être usinés, mais seulement rodés.

Caractéristiques	Caractéristiques techniques
Nombre de soupapes par cylindre	4
Matériau des soupapes	Soupapes pleines en acier fortement allié X45
Bagues de siège	Matériau fritté
Angle de montage de la soupape d'admission	21°
Angle de montage de la soupape d'échappement	22,4°
Angle de siège de soupape côté admission	90°
Angle de siège de soupape côté échappement	120°
Diamètre de tige de soupape	5 mm
Commande de soupape	Culbuteur à galet
Jeu des soupapes	Éléments d'appui hydrauliques
Cotes des soupapes	Voir Manuel de Réparation

Module de commande des soupapes

Comme sur tous les moteurs de la famille EA211, les arbres à cames sont, dans le module de commande des soupapes, logés dans le couvre-culasse en aluminium coulé sous pression.

Tous les éléments des arbres à cames sont montés de manière fixe en faisant appel à un procédé de fabrication spécial. Les deux roulements à billes rainurés sont, pour terminer, montés côté commande. Les autres paliers d'arbre à cames sont des paliers lisses.



Alimentation en huile

Introduction

La réduction du frottement dans l'ensemble du moteur a permis d'utiliser une pompe à huile ayant un débit de refoulement plus faible. La réduction de la puissance absorbée de la pompe se traduit par un potentiel d'économie supplémentaire.

L'huile-moteur n'est pas non plus autant sollicitée du fait du débit de circulation réduit.
L'utilisation d'une pompe à huile à régulation cartographique en continu constitue une nouveauté.

Circuit d'huile

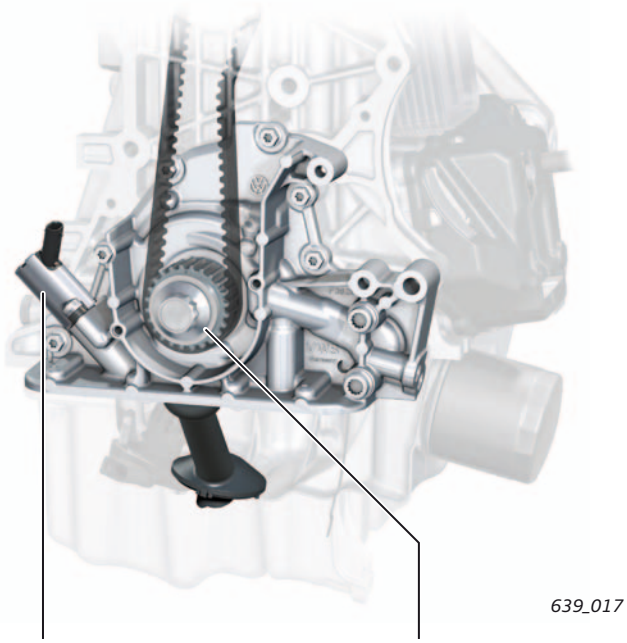
La pompe à huile aspire l'huile-moteur via une conduite d'aspiration en matière plastique dans le carter d'huile.
L'huile sous pression générée par la pompe à huile parvient d'abord, en passant par le bloc-cylindres, au filtre à huile fixé sur le carter d'huile. De là, elle est acheminée via le radiateur d'huile à la galerie d'huile principale, où elle est répartie en direction des paliers principaux et des paliers de tête de bielle ainsi que, via une conduite ascendante, du côté de la commande de distribution dans la culasse. À ce niveau, 2 galeries alimentent les culbuteurs à galet en huile. Au début des deux galeries, dans la culasse, des orifices assurent l'alimentation en huile des variateurs de calage d'arbre à cames.
L'alimentation du turbocompresseur est assurée par un tuyau. Il est relié côté boîte de vitesses au bloc-cylindres. L'huile sous pression provient d'un orifice du dernier palier principal.

Les injecteurs de refroidissement des pistons sont également reliés à la galerie d'huile principale. Ils sont conçus pour s'ouvrir à partir d'une pression d'huile d'environ 2 bars. Si la pression d'huile est inférieure à une valeur de 1,7 bar, les injecteurs sont refermés sous l'effet de la force du ressort.
Aucun clapet antiretour n'est monté, sur l'ensemble du moteur, pour le circuit d'huile. Le *filtre à huile Spin-On* ↗ possède toutefois une membrane antiretour. Ainsi, toutes les zones situées en aval du filtre à huile jusqu'à la galerie d'huile principale (conduite ascendante, radiateur d'huile) restent remplies d'huile après l'arrêt du moteur.
L'huile s'écoulant des consommateurs est réacheminée au carter d'huile via le canal de retour central dans le bloc-cylindres, situé du côté chaud du moteur. La conduite de retour du turbocompresseur est également bridée de l'extérieur sur ce canal de retour du bloc-cylindres.

Pompe à huile

La pompe à palettes est bridée sur le bloc-cylindres, derrière l'amortisseur de vibrations. Elle est directement entraînée par le vilebrequin par solidarisation par emboîtement (polygone).

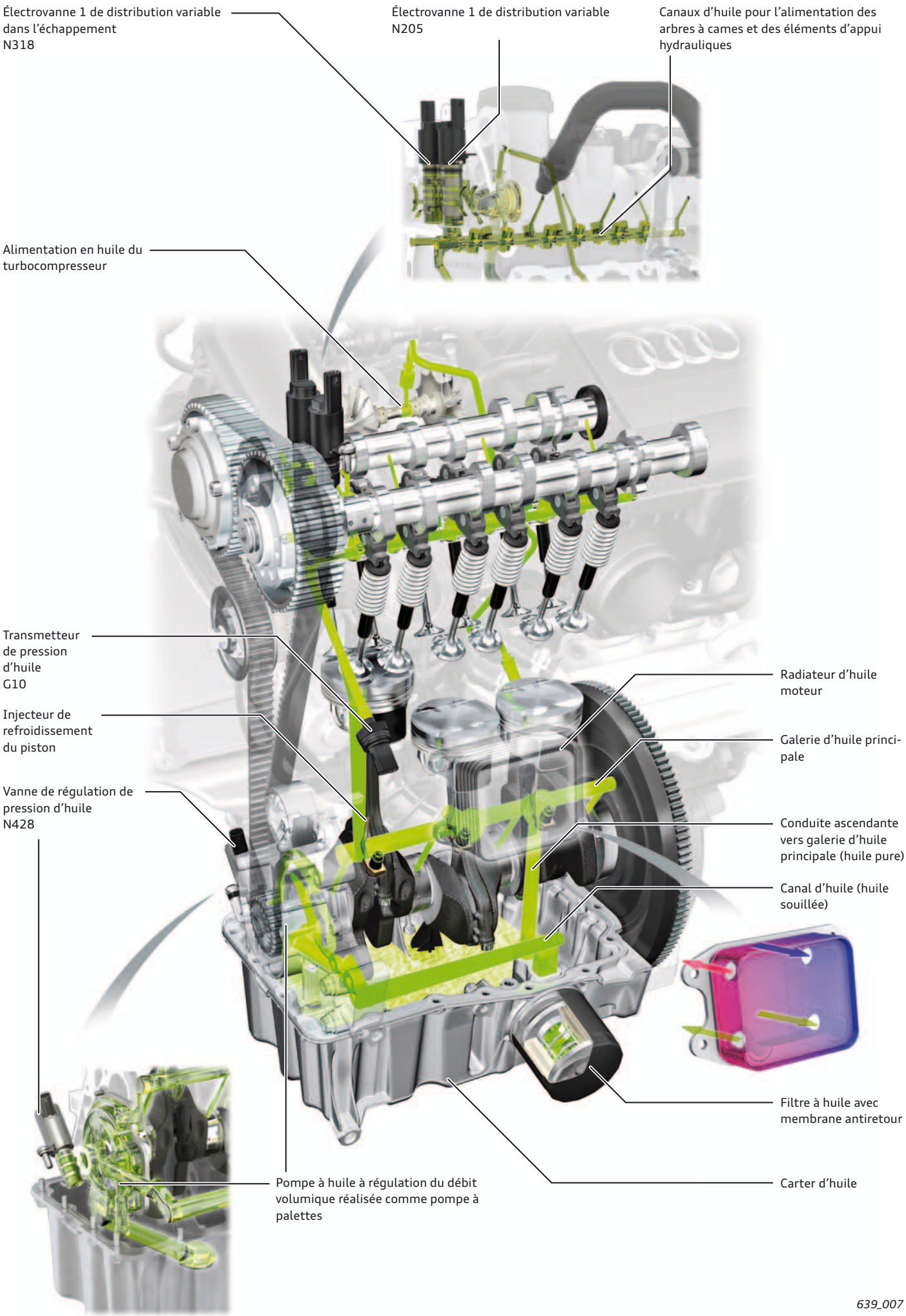
Caractéristiques	Caractéristiques techniques
Régime	1 : 1 Régime moteur
Pression de régulation	1,3 à 3,3 bars (pression relative)
Fail-Safe	4,5 bars (par fonction mécano-hydraulique dans la vanne de régulation de pression d'huile N428)
Injecteur de départ à froid	7 bars



Nota
Durant les 1000 premiers kilomètres, le moteur fonctionne avec une pression d'huile surélevée. Cette mesure sert de protection durant le rodage. En cas de montage d'un moteur neuf, cette fonction doit être réactivée à l'aide du lecteur de diagnostic. C'est pour cela qu'il existe, par ex. dans l'adaptation, la position « pression d'huile pour rodage du moteur ».

↗ Voir « Glossaire » à la page 34.

Aperçu du circuit d'huile

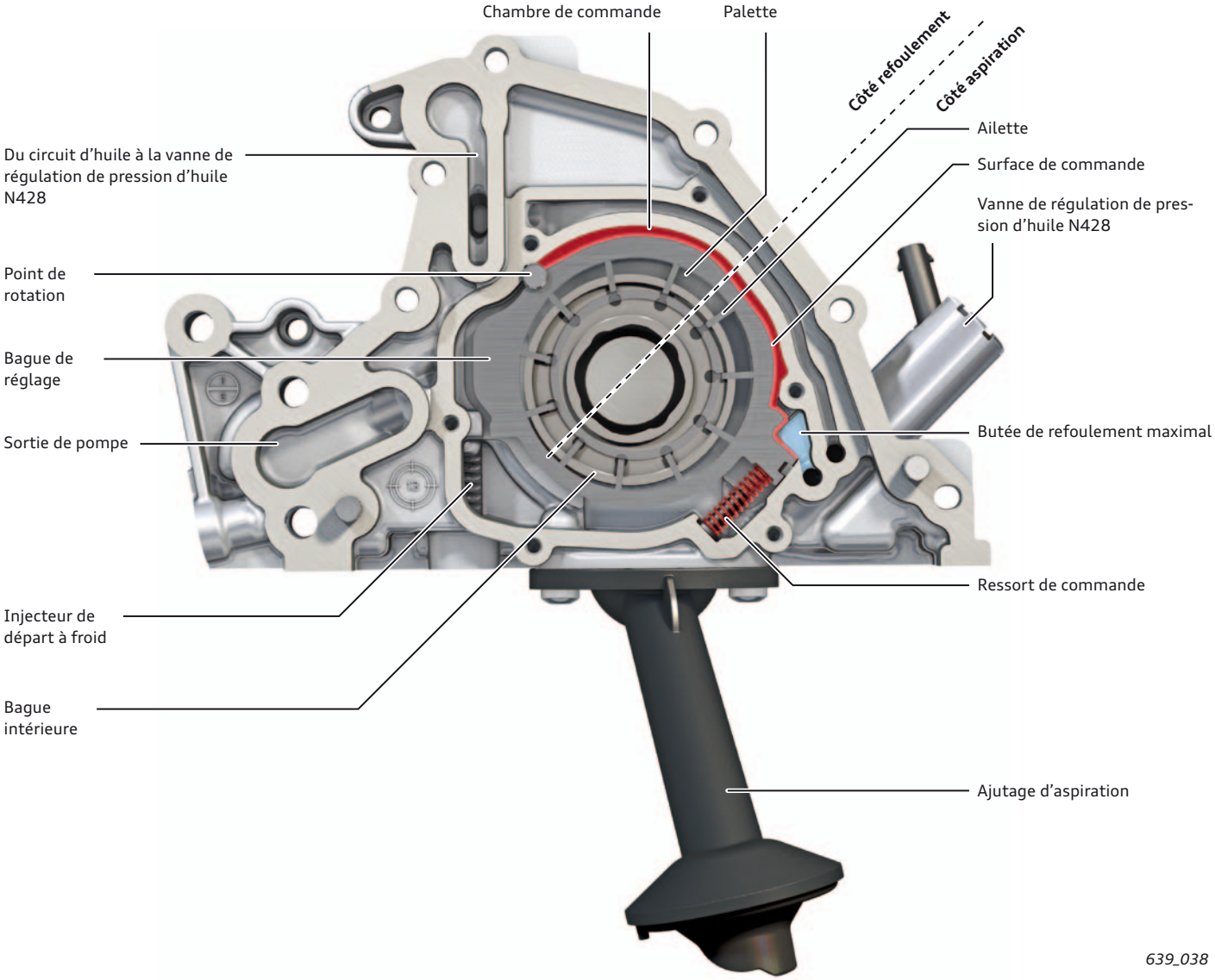


639_007

Régulation de pression d'huile

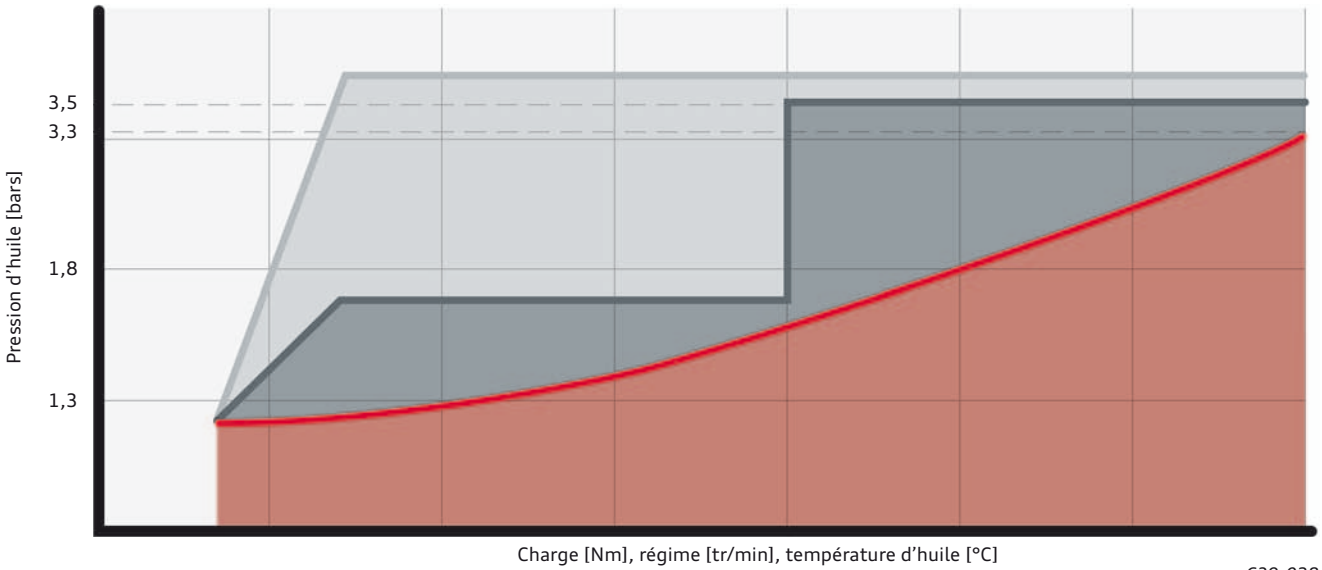
C'est la première fois qu'il est fait appel chez VW, et donc chez Audi, à une pompe à huile à régulation cartographique.

Elle génère la pression d'huile en continu et en fonction des besoins. Elle est régulée via un circuit hydraulique et un circuit électrique.



639_038

Comparaison des différentes stratégies de régulation



639_028

Légende :

- Pression d'huile à régulation continue (moteurs TFSI de 1,0 l)
- Pression d'huile à deux positions de régulation (moteurs TFSI de 1,4 l)
- Pression d'huile non régulée (moteurs TFSI de 1,2 l)

L'injecteur de départ à froid protège le moteur en cas de pression d'huile trop élevée. Il s'ouvre à partir de 7 bars (pression relative).

Fonctionnement de la régulation

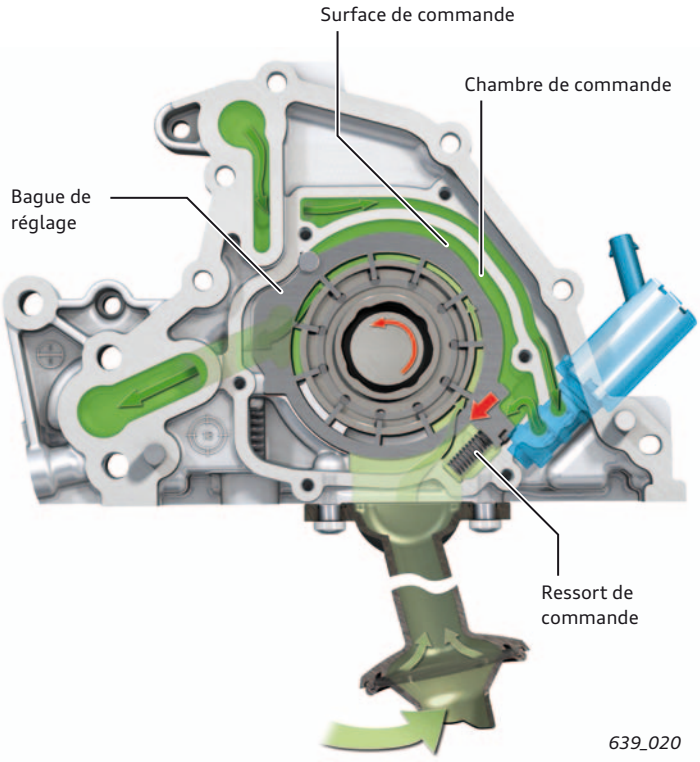
De l'huile sous pression est dérivée de la galerie d'huile principale du bloc-cylindres. Cette huile est acheminée via la vanne de régulation de pression d'huile N428 dans la chambre, par la bague de guidage tarée par ressort pivotante de la pompe à huile. Le pilotage de la vanne N428 est assuré via le calculateur du moteur par un *signal MLI* ↗. Suivant le pilotage, la vanne N428 ouvre plus ou moins le canal via la bague de guidage de la pompe à huile.
La bague de guidage se déplace dans le sens opposé à la force du ressort de pression et modifie l'intérieur de la pompe, si bien que cette dernière refoule moins d'huile.

Au fur et à mesure que le régime moteur augmente, les besoins en huile du moteur augmentent. Ce besoin est couvert par augmentation de la pression d'huile.
Les besoins d'huile pour la lubrification sont calculés dans la cartographie. Il est fait appel, pour le calcul et la surveillance de la pression d'huile, aux valeurs des capteurs suivants :

- Transmetteur de niveau et de température d'huile G266 (calcul de la viscosité)
- Transmetteur de pression d'huile G10

Diminution du débit de refoulement d'huile et de la pression d'huile

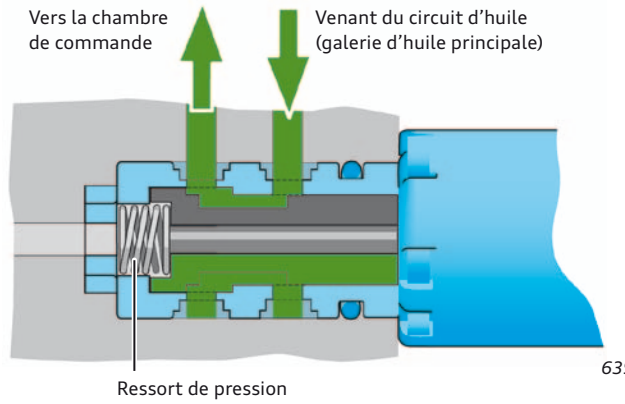
- La vanne de régulation de pression d'huile N428 est pilotée par le calculateur du moteur via un signal MLI et une plus grande largeur d'impulsion. Une section plus importante de la conduite d'alimentation en direction de la chambre de commande est ainsi libérée.
- La pression d'huile agit sur la surface de commande de la pompe à huile.
- La force en résultant est supérieure à celle du ressort de commande et fait pivoter la bague de réglage dans le sens des aiguilles d'une montre dans le centre de la pompe à palettes. La chambre de refoulement côté admission et refoulement diminue et, selon la compression des ressorts de commande, moins d'huile est refoulée dans le circuit d'huile. Le débit d'huile et la pression d'huile diminuent.



639_020

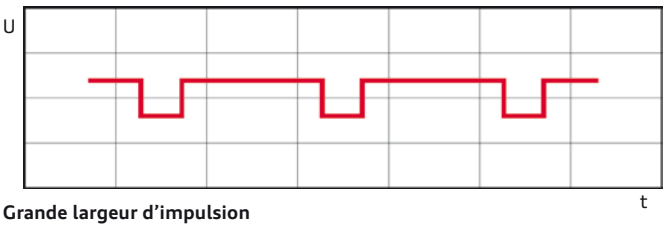
Débit de refoulement d'huile et pression d'huile faibles

L'huile agit sur la surface de commande de la bague de réglage.



639_025

Le canal d'huile en direction de la chambre de commande est ouvert



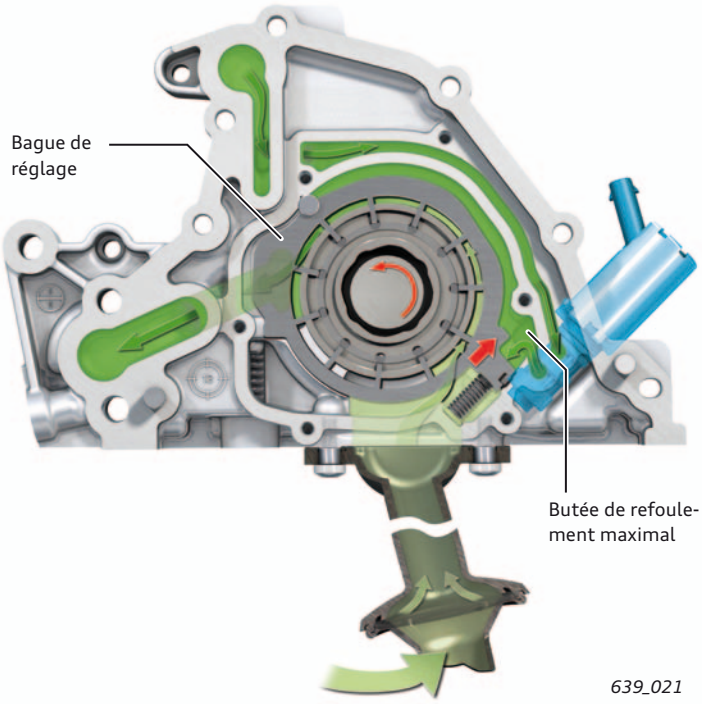
Grande largeur d'impulsion

639_024

↗ Voir « Glossaire » à la page 34.

Augmentation du débit de refoulement d'huile et de la pression d'huile

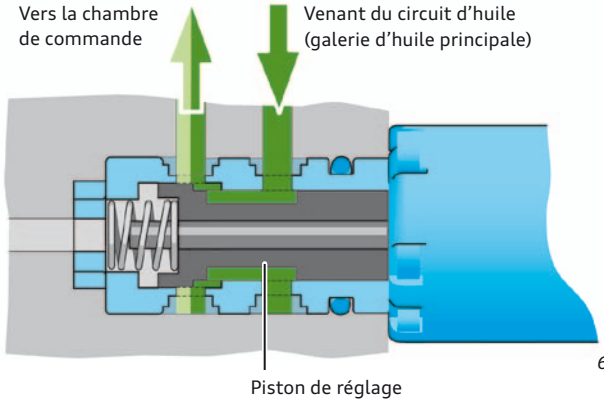
- La vanne de régulation de pression d'huile N428 est pilotée par le calculateur du moteur via un signal MLI et une largeur d'impulsion plus faible. La section de la conduite d'alimentation allant à la chambre de commande est réduite.
- Une pression plus faible d'huile agit sur la surface de commande de la pompe à huile.
- La force en résultant est inférieure à celle du ressort de commande et fait pivoter la bague de réglage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre en direction de la butée de refoulement maximal. La chambre de refoulement côté aspiration et refoulement augmente et le débit refoulé par la pompe à huile augmente. Le débit d'huile et donc la pression d'huile augmentent.



639_021

Débit de refoulement d'huile et pression d'huile élevés

La pression d'huile dans la chambre de commande diminue.



639_027

Le canal d'huile allant à la chambre de commande est partiellement ouvert

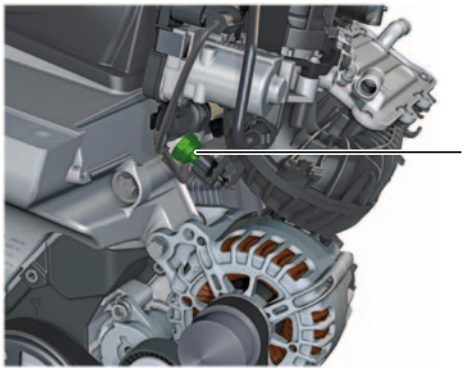
Faible largeur d'impulsion

639_026

Transmetteur de pression d'huile G10

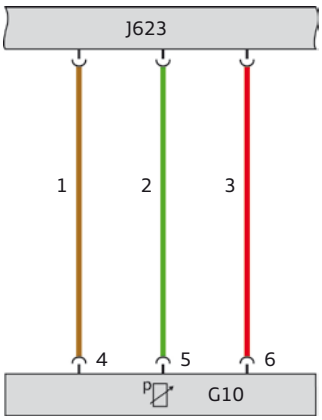
La surveillance de la pression d'huile à l'aide d'un contacteur de pression d'huile n'est pas suffisante pour la fonction de régulation de la pression d'huile en continu. C'est pourquoi il est fait ici appel à un transmetteur de pression d'huile. Le transmetteur de pression d'huile G10 mesure toute la plage de pression d'huile. Il est vissé dans la culasse, à proximité de la tubulure d'admission et de l'alternateur.

Le signal de pression du transmetteur est évalué dans l'électronique du capteur et délivré au calculateur du moteur via le protocole *SENT* ↗. La pression d'huile peut être affichée dans la valeur de mesure correspondante ([IDE02742]_Oil Pressure Actual Value).



639_018

Pilotage



639_019

Légende :

G10	Transmetteur de pression d'huile
J623	Calculateur du moteur
1	Capteur -
2	Signal du capteur (SENT)
3	Capteur + (5 V)
4	Broche 2
5	Broche 1
6	Broche 3

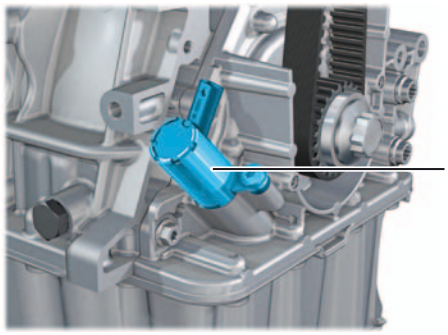
Nota
En raison de son joint imperdable, le transmetteur de pression d'huile G10 ne doit être vissé qu'une seule fois.
Pour la vérification de la pression d'huile, tenir compte des indications du Manuel de Réparation ainsi que de l'Assistant de dépannage !

↗ Voir « Glossaire » à la page 34.

Vanne de régulation de pression d'huile N428

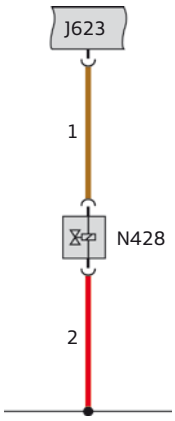
Un conduit d'huile est ouvert lors du pilotage par le calculateur du moteur de l'électrovanne proportionnelle (distributeur hydraulique 3/2) vissée dans le carter de pompe à huile. L'huile sous pression en provenance de la galerie d'huile principale peut ainsi parvenir dans la chambre de la pompe (chambre de commande), où se trouve la surface de commande de la bague de réglage. Une pression d'huile s'établit alors.

La bague de réglage se déplace en s'opposant à la force du ressort de commande et réduit ainsi la chambre de refoulement de la pompe. Le débit de refoulement de la pompe diminue, ainsi que la pression d'huile. Le calculateur du moteur utilise un signal MLI (200 Hz) pour le pilotage de la vanne N428. La section du conduit d'huile allant à la chambre de pompe varie en fonction du rapport d'impulsions (entre 20 et 80 %).



639_022

Pilotage



639_023

Légende :

J623	Calculateur du moteur
N428	Vanne de régulation de pression d'huile
1	Masse (signal MLI)
2	Borne 87a

Fonction Fail-Safe

En cas de défaillance électrique de la vanne de régulation de pression d'huile N428 ou en présence d'un défaut dans la liaison par câbles, la pompe à huile fonctionne avec le refoulement maximal. Ainsi, une pression d'huile suffisante est toujours mise à la disposition du moteur.

Dans le cas de la fonction Fail-Safe, la pression d'huile générée est régulée mécaniquement par la vanne N428 à 4,5 bars (pression relative). Cette mesure est nécessaire, car l'augmentation de pression serait trop importante à moteur froid, en raison de la viscosité plus élevée de l'huile-moteur.

Régulation de la pression d'huile avec la fonction Fail-Safe

Si, en cas de défaut, la vanne N428 n'est plus pilotée électriquement, la fonction fait passer la pompe en mode « débit de refoulement maximal ».
À l'état non alimenté en courant, le piston de régulation est repoussé mécaniquement par le ressort de pression, de manière que le canal d'alimentation allant à la chambre de commande de la pompe soit fermé. Le piston de régulation possède 2 surfaces de piston distinctes ; il en résulte une surface annulaire. Lors de l'application d'une pression d'huile, il y a génération d'une force agissant à l'encontre du ressort de pression.

À une pression d'huile d'environ 4,5 bars (pression relative, valable pour une température de l'huile de 120 °C), le piston ouvre le by-pass et de l'huile est refoulée par la vanne de réglage dans la chambre de commande de la pompe à huile. La bague de réglage de la pompe à huile est déplacée en direction du refoulement minimal. La pompe à huile refoule alors moins d'huile et l'augmentation ultérieure de la pression d'huile dans le moteur est limitée. Si le seuil minimal n'est pas atteint, le voyant « bidon d'huile rouge » s'allume dans le combiné d'instruments. Le conducteur est invité à couper le moteur.

Diagnostic

La vanne de régulation de pression d'huile et le transmetteur de pression d'huile sont surveillés par le calculateur du moteur. Si des erreurs de plausibilité ou des défauts électriques se produisent, ils sont enregistrés dans la mémoire d'événements. En outre, à partir des versions logicielles du calculateur du moteur 2166 et 2256, le témoin EPC est activé dans le combiné d'instruments. Des programmes de contrôle correspondants sont mémorisés dans l'Assistant de dépannage.

Le pilotage de la régulation de pression d'huile peut être observé sous « Lecture des valeurs de mesure ». Une valeur de mesure importante est celle du transmetteur de pression d'huile (Oil P p Val Sent Snsr). Sa plausibilité peut par ex. être comparée avec la valeur de la pression de l'air ambiant à l'arrêt du moteur (version logicielle du calculateur du moteur 2054).

Longname	Text_ID	Affichage du lecteur de diagnostic	Unité
Oil_Pressure_Actual_Value	IDE02742	Valeur réelle de la pression d'huile	bar
Oil_pressure_commanded_value	IDE11203	Valeur de consigne de la pression d'huile	bars
Oil_pressure_control_Actual_Value_I_Component	IDE11929	Part I de la régulation PID de la pompe à huile entièrement variable	%
Oil_pressure_control_value_duty_factor	IDE11330	Vanne de régulation de pression d'huile, rapport d'impulsions de commande	
Oil_pressure_sensor_raw_value	IDE11329	Transmetteur de pression d'huile, valeur brute	

Système de refroidissement

Introduction

Le fonctionnement du refroidissement du moteur et de la thermogestion est dérivé pour l'essentiel des moteurs existants de la famille EA211.

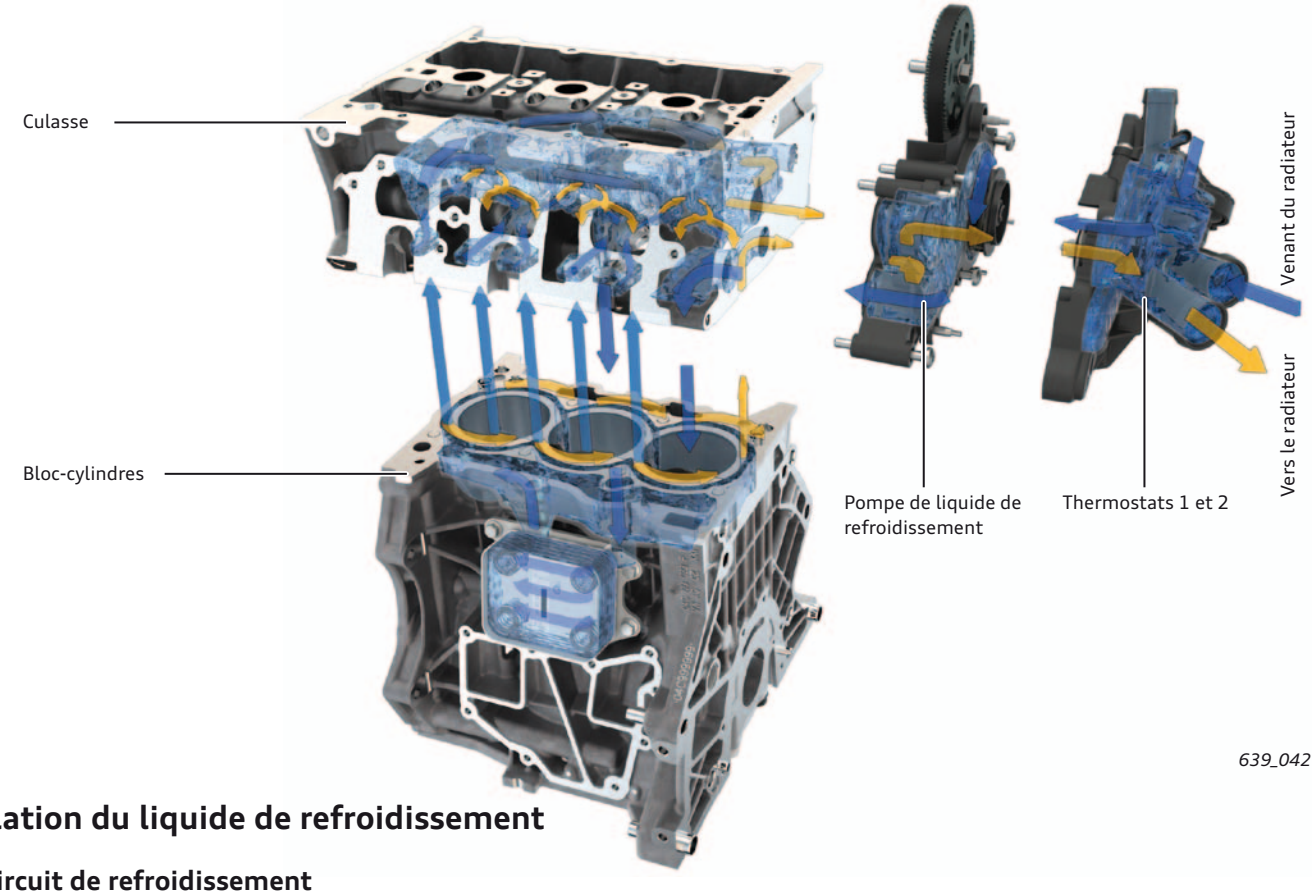
Le circuit de liquide de refroidissement complet se subdivise en un circuit basse température et un circuit haute température.

Circuit basse température

Le circuit de refroidissement basse température est commandé en fonction des besoins à l'aide de la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188. Le refroidissement de l'air de suralimentation ainsi que le turbocompresseur sont intégrés dans ce circuit. Lors de l'arrêt du moteur chaud, la fonction de recirculation de la pompe est activée pour garantir la protection des composants.

Circuit haute température

Le refroidissement du moteur est assuré par la pompe de liquide de refroidissement montée dans le module de pompe de liquide de refroidissement. Son entraînement est assuré par des courroies crantées sans entretien, via l'arbre à cames d'échappement.



639_042

Circulation du liquide de refroidissement

Petit circuit de refroidissement

La pompe entraînée mécaniquement pompe le liquide de refroidissement via un canal de liaison dans la culasse en direction de la galerie d'eau dans le bloc-cylindres. De là, le flux principal est acheminé via le joint de culasse dans la culasse. Il arrive au refroidissement à flux transversal des chambres de combustion ainsi qu'au 2e flux de refroidissement, parallèle, destiné au refroidissement du collecteur d'échappement intégré.

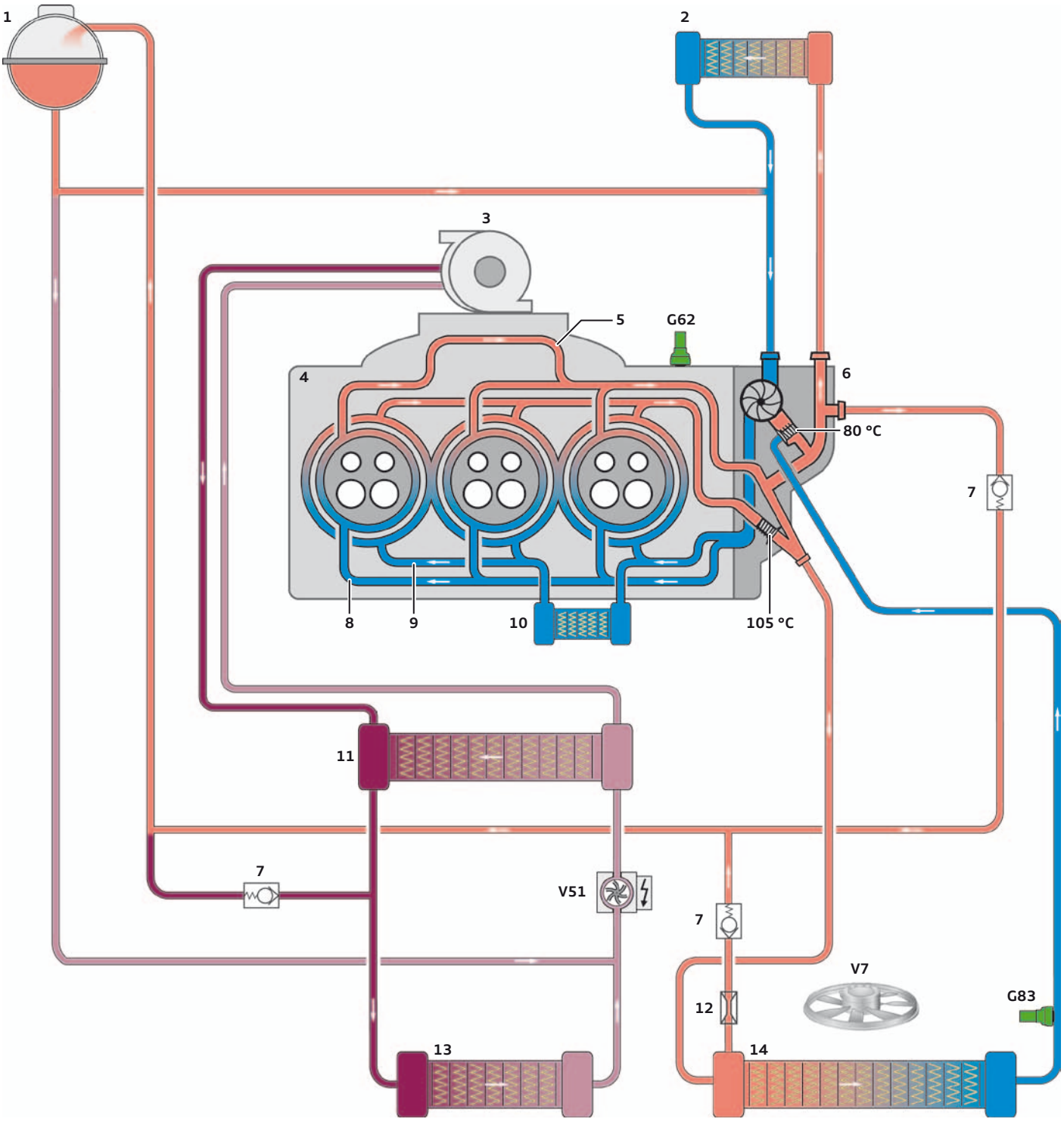
Les deux flux partiels se rejoignent en amont du boîtier de thermostat et s'écoulent dans la chambre de mélange en amont du thermostat 1 de la culasse. Celui-ci s'ouvre à une température supérieure à 80 °C et le liquide de refroidissement traverse l'échangeur de chaleur du système de chauffage. Cette température est le meilleur compromis entre la diminution du frottement d'une part et un rendement optimisé de l'allumage et une tendance minimale au cliquetis de l'autre.

Grand circuit de refroidissement

Le liquide de refroidissement traverse directement le radiateur d'huile-moteur au début de la galerie. En amont du cylindre 1, il est à nouveau refoulé dans la galerie du bloc-cylindres. C'est là que commence le circuit de liquide de refroidissement du bloc-cylindres. Le liquide de refroidissement s'écoule en passant le long des cylindres et via un canal de liaison en amont du thermostat 2 de la culasse.

Durant la phase de réchauffage du moteur, la stagnation du liquide de refroidissement est réalisée dans le bloc-cylindres. À partir de 105 °C, le thermostat 2 de la culasse s'ouvre et permet le refoulement du liquide de refroidissement dans la chambre de mélange en amont du thermostat 1 de la culasse. Simultanément, il régule le débit de liquide de refroidissement refoulé par le radiateur de liquide de refroidissement.

Aperçu du système



639_010

Légende :

1	Vase d'expansion du liquide de refroidissement
2	Échangeur de chaleur du chauffage
3	Turbocompresseur
4	Culasse/bloc-cylindres
5	Refroidissement du collecteur d'échappement intégré
6	Module de pompe de liquide de refroidissement avec régulateur de liquide de refroidissement intégré
7	Clapet antiretour
8	Refroidissement de la culasse
9	Refroidissement du bloc-cylindres
10	Radiateur d'huile moteur
11	Radiateur d'air de suralimentation intégré dans la tubulure d'admission
12	Étrangleur
13	Radiateur de liquide de refroidissement du refroidissement de l'air de suralimentation
14	Radiateur de liquide de refroidissement
G62	Transmetteur de température de liquide de refroidissement
G83	Transmetteur de température de liquide de refroidissement en sortie de radiateur
V7	Ventilateur de radiateur
V51	Pompe de recirculation du liquide de refroidissement

Circuit haute température

- Liquide de refroidissement refroidi
- Liquide de refroidissement chaud

Circuit basse température

- Refroidissement de l'air de suralimentation, liquide de refroidissement froid
- Refroidissement de l'air de suralimentation, liquide de refroidissement chaud

Régulateur de liquide de refroidissement

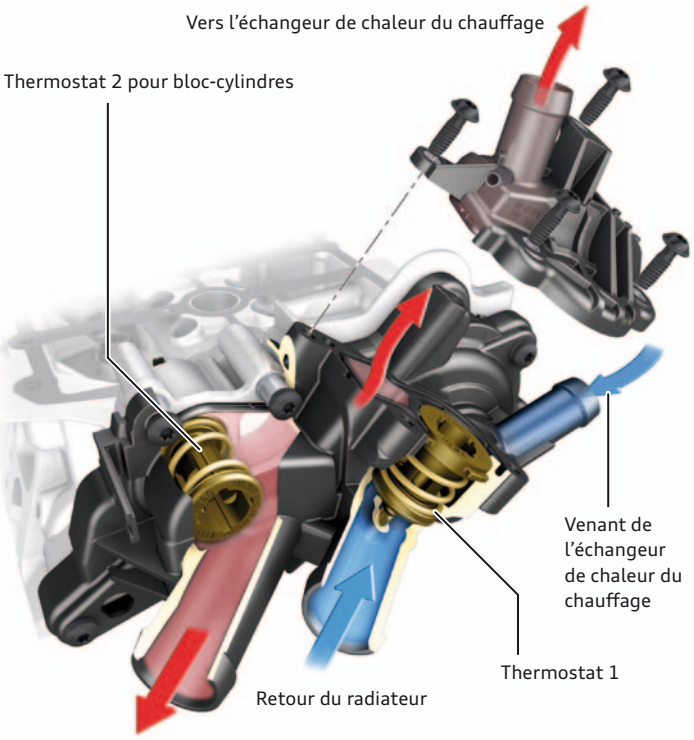
Le régulateur de liquide de refroidissement est intégré dans le module de pompe de liquide de refroidissement. 2 thermostats se trouvent dans le boîtier du régulateur de liquide de refroidissement. Il s'agit de thermostats à élément en cire présentant des définitions de température différentes. Les deux thermostats peuvent être remplacés individuellement.

Thermostat 1

C'est le thermostat principal, assurant la régulation de la quantité de liquide de refroidissement refoulée par le radiateur principal. Le début d'ouverture se situe à une température du liquide de refroidissement de 80 °C.

Thermostat 2

Il s'ouvre à 105 °C et libère la voie du liquide de refroidissement réchauffé du bloc-cylindres au radiateur. Le circuit de liquide de refroidissement intégral est ouvert.

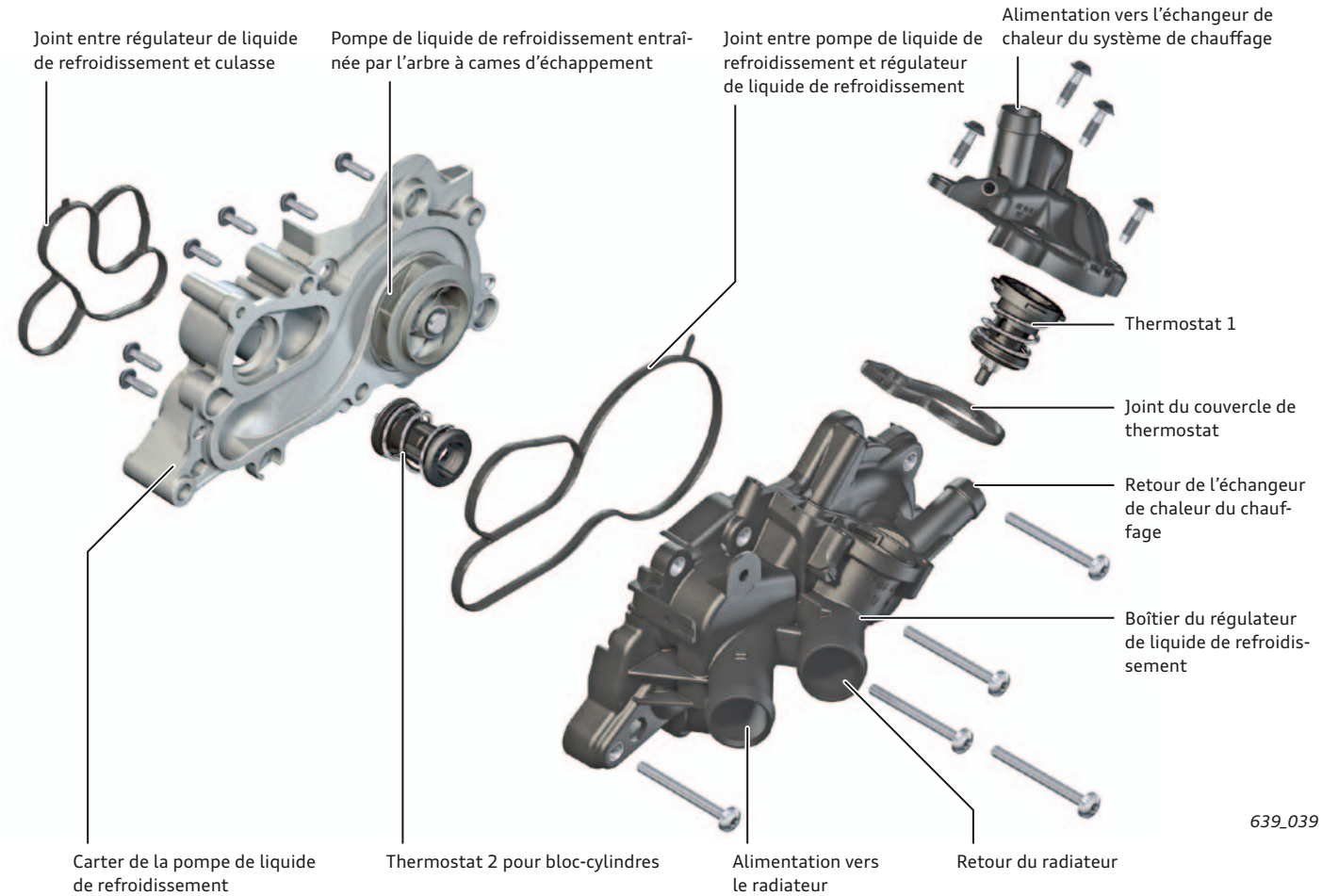


Température du liquide de refroidissement > 105 °C, les deux thermostats sont ouverts

Pompe de liquide de refroidissement

La pompe de liquide de refroidissement est intégrée dans le module de pompe de liquide de refroidissement. Le module complet est vissé sur la culasse. L'étanchement par rapport aux conduits de liquide de refroidissement est réalisé par des joints en caoutchouc. Un joint est monté entre le carter de la pompe de liquide de refroidissement et la culasse, le deuxième joint est implanté entre la pompe de liquide de refroidissement et le boîtier de thermostat.

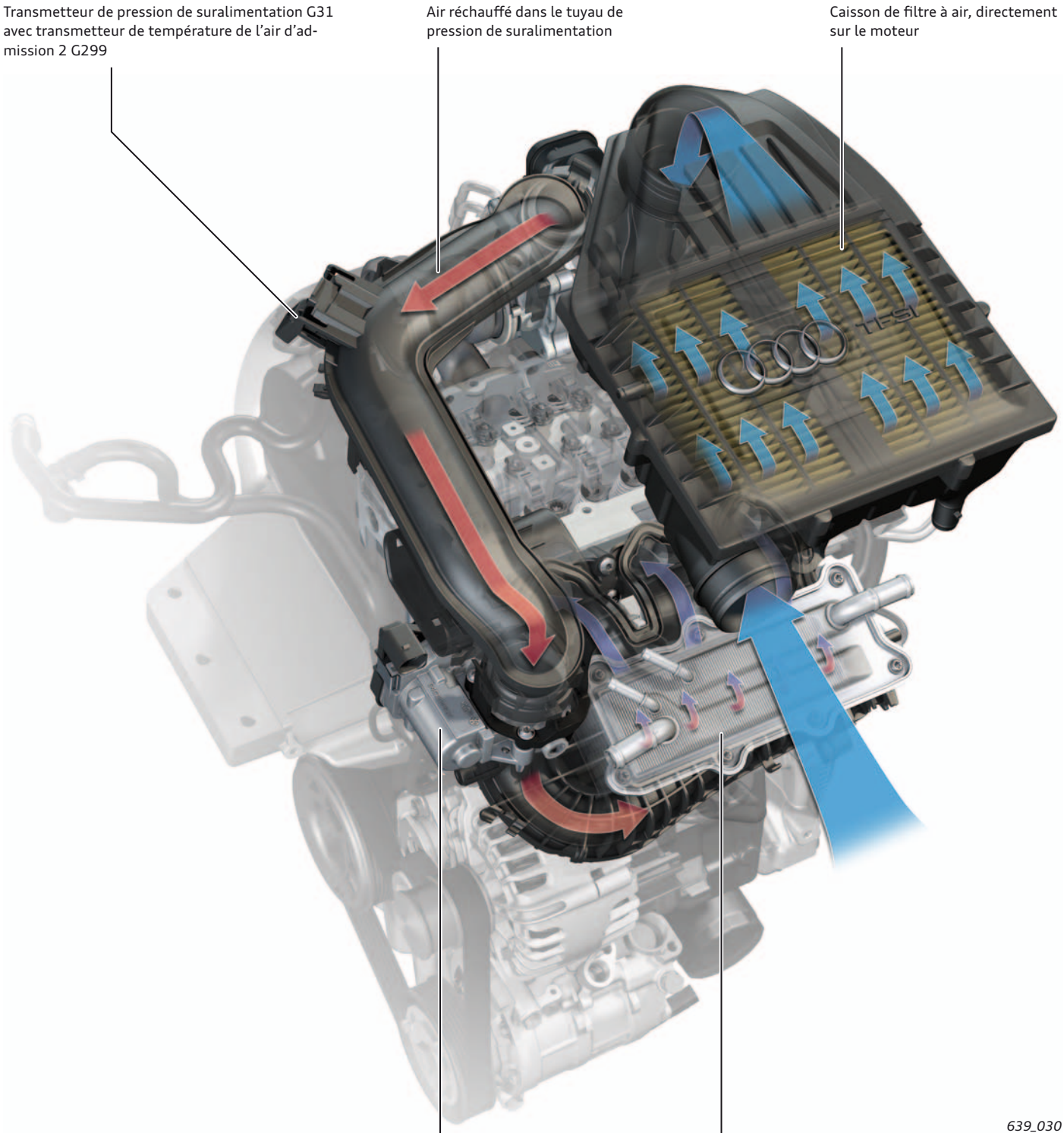
La pompe de liquide de refroidissement est entraînée via une courroie crantée distincte par l'arbre à cames d'échappement. Cet entraînement par courroie crantée se trouve côté sortie de l'arbre d'entraînement du moteur et ne nécessite aucun entretien. Il doit cependant être remplacé en cas de desserrage de la pompe de liquide de refroidissement.



Alimentation en air et suralimentation

Aperçu

Comme sur tous les moteurs de la famille EA211, l'alimentation en air se caractérise essentiellement par un circuit d'air de suralimentation court. Du fait du faible volume d'air de suralimentation entre le turbocompresseur et les chambres de combustion, l'établissement de la pression de suralimentation est très rapide. C'est pourquoi ces moteurs présentent un comportement en réponse très spontané.



Turbocompresseur

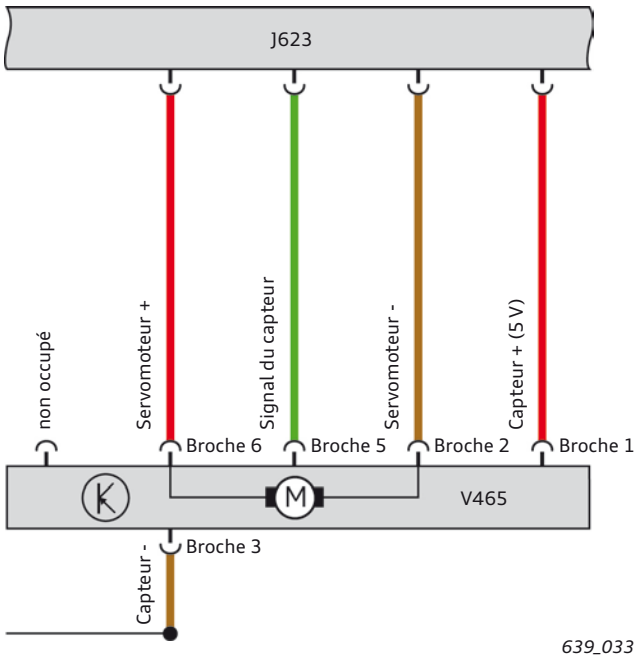
Le turbocompresseur est vissé directement sur la sortie du collecteur d'échappement intégré à la culasse. En raison de la faible distance par rapport à la turbine Single Scroll, la déperdition de chaleur des gaz d'échappement est très faible. Les matériaux du turbocompresseur sont soigneusement harmonisés pour ces comportements.

Le turbocompresseur, de taille relativement petite, présente en raison de son faible dimensionnement de faibles couples d'inertie de masse et donc un bon rendement. La régulation de la pression de suralimentation est assurée par un actionneur waste-gate. Dans la famille de moteurs EA211, le moteur 3 cylindres TFSI de 1,0 l est celui qui présente la pression de suralimentation la plus élevée.

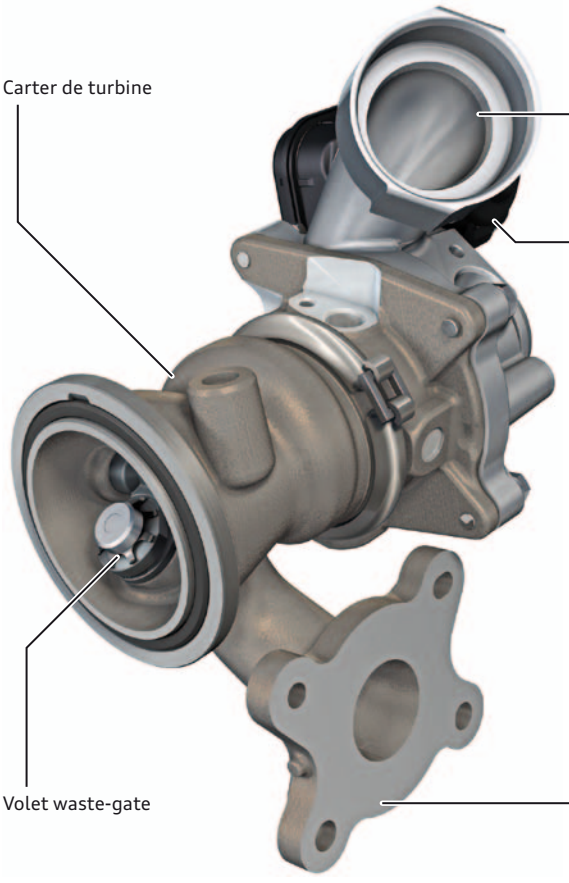
Particularités techniques

- Carter en *fonte d'acier austénitique* ↗ résistant à la chaleur (autorisant des températures des gaz d'échappement pouvant atteindre 1050 °C)
- Alliage à base de nickel de la turbine
- Actionneur de pression de suralimentation à commande électrique, remplaçable individuellement (tenir compte du Manuel de Réparation et de l'Assistant de dépannage)
- Pression de suralimentation max. de 1,6 bar (pression relative)
- Pas de vanne d'air recyclé en décélération

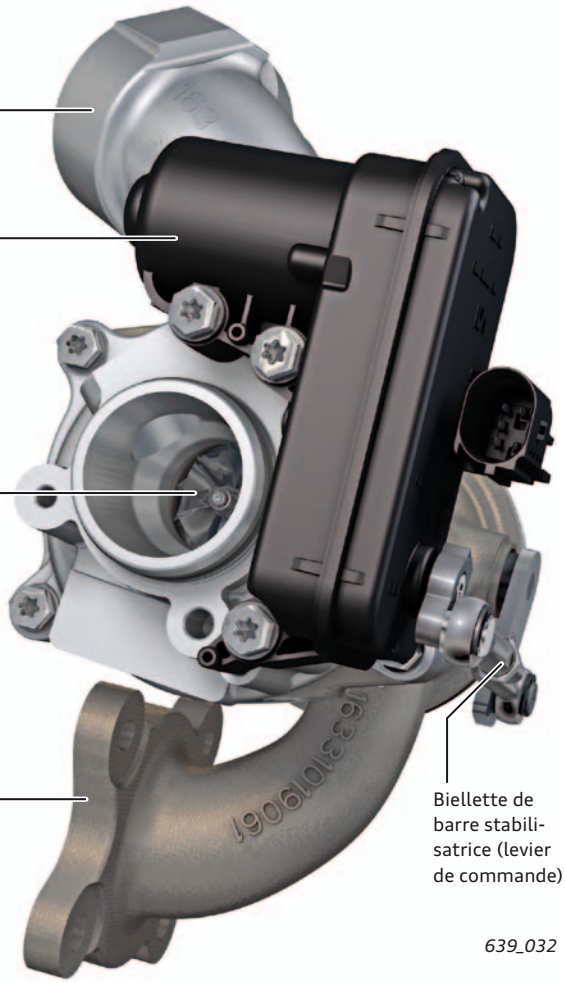
Pilotage



639_033



639_031



639_032

↗ Voir « Glossaire » à la page 34

Actionneur de pression de suralimentation V465

Fonction

L'actionneur est piloté par le calculateur du moteur à l'aide d'un signal MLI. Une fréquence de base de 1000 Hz est appliquée. Le calcul en vue du pilotage s'effectue sur la base d'une cartographie. Pour réaliser la position correcte de l'actionneur, la position actuelle doit être enregistrée. C'est la tâche du transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581 (transmetteur de Hall) monté sur le pignon de sortie de l'entraînement rotatif. Il délivre au calculateur du moteur un signal de tension analogique servant au calcul de la position du volet de by-pass.

Après initialisation (adaptation) de l'actionneur, les butées du volet de by-pass sont « apprises ». L'actionneur est ainsi en mesure de fonctionner très rapidement et d'être simultanément soumis à une usure aussi faible que possible. Dans cet objectif, il y a freinage électrique via signal MLI juste avant d'atteindre les butées mécaniques et la butée électrique calculée est atteinte.

Possibilités de diagnostic avec le lecteur de diagnostic

Il est possible de réaliser un réglage ou une adaptation de l'actionneur de pression de suralimentation à l'aide de l'Assistant de dépannage ou des Fonctions assistées.

Il n'est pas possible de régler l'actionneur de pression de suralimentation au niveau de la biellette d'accouplement. En cas de remplacement de l'actionneur de pression de suralimentation par le Service Après-vente, la biellette d'accouplement reste sur le turbocompresseur et n'est pas remplacée. C'est pourquoi un réglage de la biellette n'est pas nécessaire et serait erroné. En cas d'intervention SAV, il suffit de procéder à l'adaptation du nouvel actionneur de pression de suralimentation.

Une adaptation doit être effectuée si :

- L'actionneur de pression de suralimentation a été remplacé.
- Un autre actionneur de pression de suralimentation a été monté en raison du montage d'un autre moteur.
- Le calculateur du moteur a été remplacé.
- Les valeurs autoadaptatives du calculateur du moteur ont été effacées.

Le calculateur du moteur « apprend » avec le contact d'allumage mis et le moteur arrêté différentes positions de l'actionneur de pression de suralimentation. Ces positions sont mémorisées dans le calculateur du moteur.

Valeurs de mesure importantes

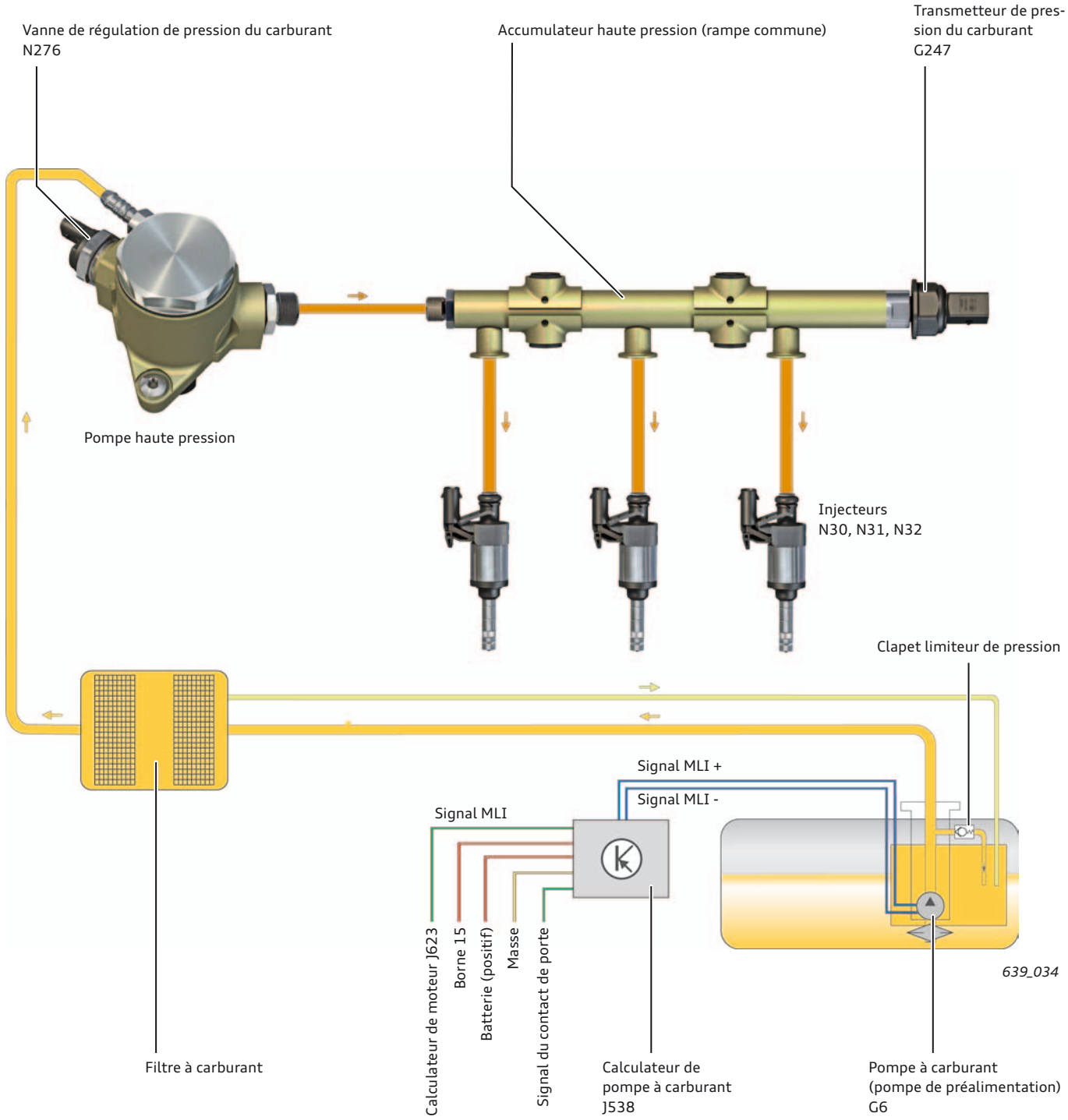
Valeurs de mesure	Code
Position de consigne	[IDE03932]_Actionneur de pression de suralimentation
Adaptation pour la butée inférieure	[IDE03934]_Actionneur de pression de suralimentation
Adaptation pour la butée supérieure	[IDE03935]_Actionneur de pression de suralimentation
Valeur de consigne	[IDE04278]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine
Valeur réelle	[IDE04279]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine
Offset fermé	[IDE04280]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine
Offset ouvert	[IDE04281]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine
Pilotage	[IDE04301]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine
État	[IDE04302]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine
Tension brute	[IDE04303]_Clapet de bypass pour turbocompresseur haute pression entrée de turbine

Système d’alimentation

Le moteur 3 cylindres TFSI de la famille de moteurs EA211 est le premier moteur pour lequel une pression d’injection maximale de 250 bars est réalisée.

Cette mesure se traduit par une nouvelle amélioration substantielle des émissions polluantes.

Aperçu du système



Pression de préalimentation du carburant et pression de retour des injecteurs d’environ 4 à 7 bars

Haute pression du carburant 100 – 250 bars

Retour de carburant

Alimentation en carburant

L'alimentation en carburant sans retour est assurée par une pompe à carburant électrique dans le réser à carburant. La pression du carburant calculée par le calculateur du moteur est réglée sur la base de la cartographie par le calculateur de pompe à carburant J538.

Il n'y a donc pas de transmetteur de pression de carburant dans le circuit basse pression. Le refoulement du carburant est toujours réglé de sorte qu'une quantité suffisante de carburant soit disponible. Il ne doit pas y avoir de formation de bulles de vapeur dans le système d'alimentation en carburant.

Système haute pression

Tous les composants du système haute pression ont dû être adaptés aux rapports de pression plus élevés.
La pompe haute pression de la société Hitachi est entraînée via une triple came par l'arbre à cames d'admission.
L'injection haute pression est assurée par des injecteurs magnétiques à 5 trous. Le jet a été optimisé de façon à obtenir un conditionnement du mélange homogène.
Des quantités de carburant minimales peuvent être injectées du fait de la définition autorisant une pression élevée.
Jusqu'à 3 injections sont réalisées en fonctionnement à charge partielle et à pleine charge. Une injection multiple a également lieu durant la phase de réchauffage du catalyseur. Les quantités injectées requises sont calculées dans le calculateur du moteur.
L'activation s'effectue avec 65 V.
La rampe est réalisée en acier inoxydable. Son épaisseur de paroi a été adaptée à la pression. L'appui sur la culasse a également été renforcé du fait des rapports de pression plus élevés.
La pression d'ouverture de la vanne de limitation de pression dans la pompe haute pression est de l'ordre de 290 bars.

639_041

Allumage

Les bobines d'allumage sont disposées au-dessus des bougies d'allumage. Elles sont vissées sur le couvre-culasse.
La conception des bougies d'allumage est telle que l'électrode de masse doit être positionnée exactement dans la chambre de combustion. Cela est indispensable pour permettre une déviation optimale de l'étincelle d'allumage dans la plage du mélange inflammable et la formation d'un noyau de flamme stable. C'est pourquoi il faut impérativement tenir compte des consignes du constructeur lors de la repose.

Renvoi
Le concept de régulation de la pompe haute pression est décrit dans le programme autodidactique 384 « Moteur Audi TFSI de 1,8 l à 4 soupapes par cylindre, à commande par chaîne ».

Gestion moteur

Aperçu du système (Audi A1 millésime 2015)

Capteurs

Transmetteur de point mort de boîte de vitesses G701

Transmetteur de pression d'huile G10

Détecteur de cliquetis 1 G61

Transmetteur de position de l'accélérateur G79
Transmetteur 2 de position de l'accélérateur G185

Transmetteur de position de l'embrayage G476

Contacteur de feux stop F

Transmetteur de niveau et de température d'huile G266

Transmetteur de régime moteur G28

Transmetteur de pression de suralimentation G31
Transmetteur 2 de température d'air d'admission G299

Transmetteur de température d'air d'admission G42
Transmetteur de pression de tubulure d'admission G71

Transmetteur de pression du carburant G247

Transmetteurs de Hall 1+2 G40, G163

Unité de commande de papillon J338
Transmetteurs d'angle 1+2 de l'entraînement de papillon (commande d'accélérateur électrique) G187, G188

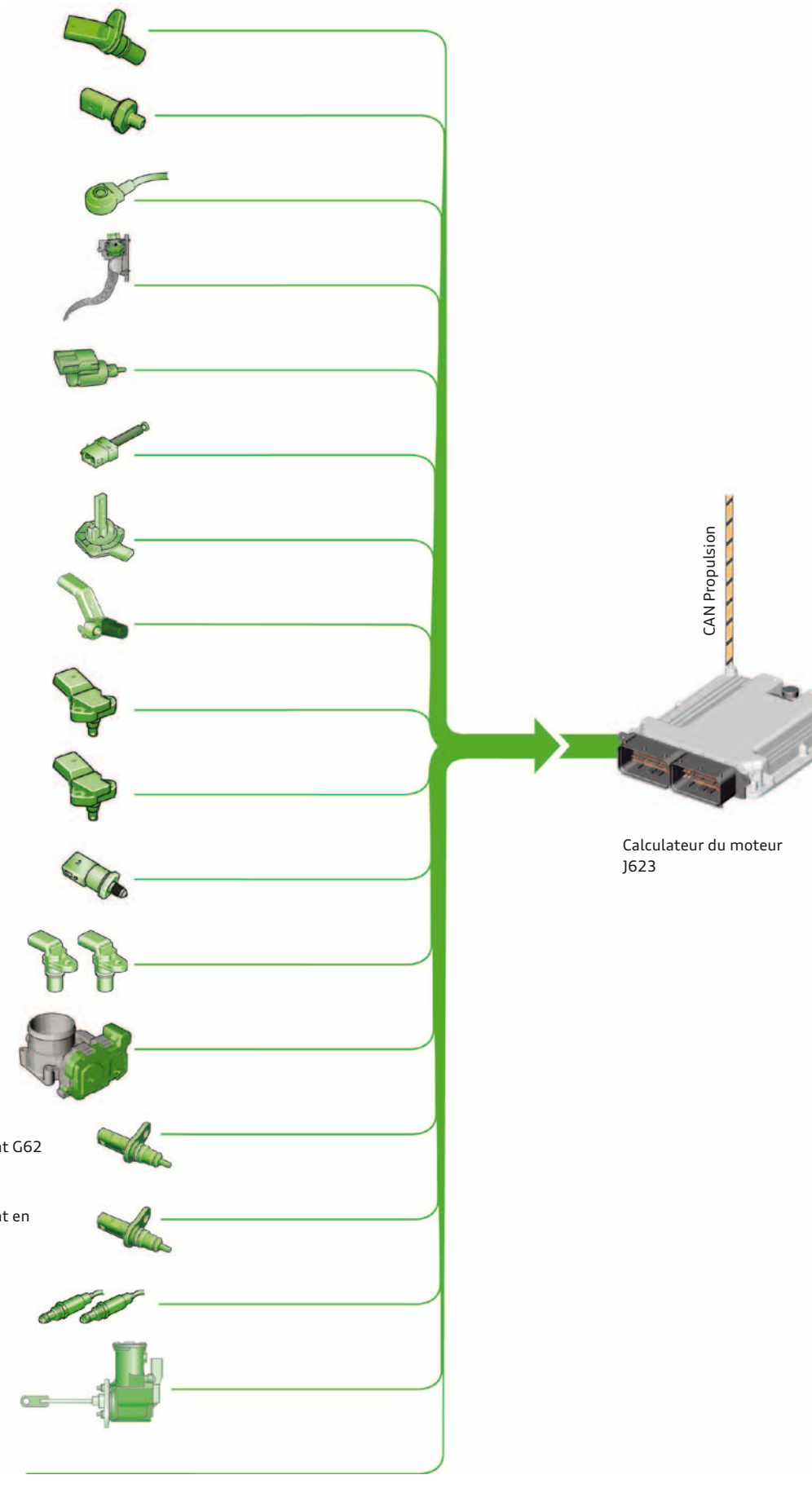
Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62

Transmetteur de température de liquide de refroidissement en sortie de radiateur G83

Sonde lambda G39
Sonde lambda en aval du catalyseur G130

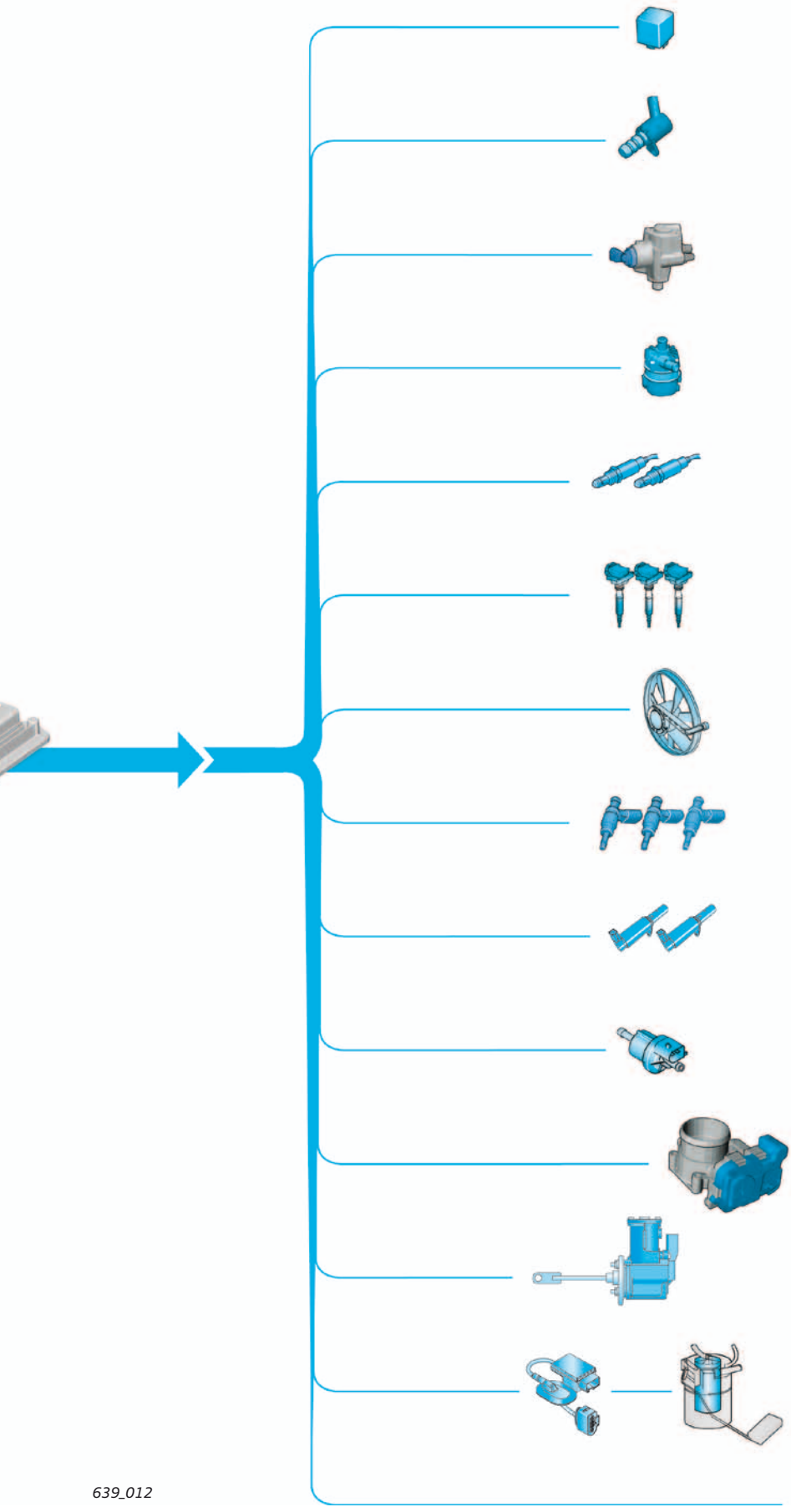
Transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation (dans l'actionneur de pression de suralimentation V465)

Signaux supplémentaires[1] :
- Régulateur de vitesse
- Signal de vitesse
- Borne 50
- Signal de collision du calculateur d'airbag
- Système start/stop « OFF »



Calculateur du moteur J623

[1] Selon l'équipement



639_012

Actionneurs

Relais principal J271

Vanne de régulation de pression d'huile N428

Vanne de régulation de pression du carburant N276

Pompe de recirculation du liquide de refroidissement V51

Chauffage de sonde lambda Z19
Chauffage de la sonde lambda 1, en aval du catalyseur Z29

Bobines 1 à 3 avec étage final de puissance
N70, N127, N291

Ventilateur de radiateur V7
Calculateur de ventilateur de radiateur J293

Injecteurs des cylindres 1 à 3 N30-N32

Électrovanne 1 de distribution variable N205
Électrovanne 1 de distribution variable dans l'échappement N318

Électrovanne 1 de réser à charbon actif N80

Entraînement du papillon (commande d'accélérateur électrique) G186

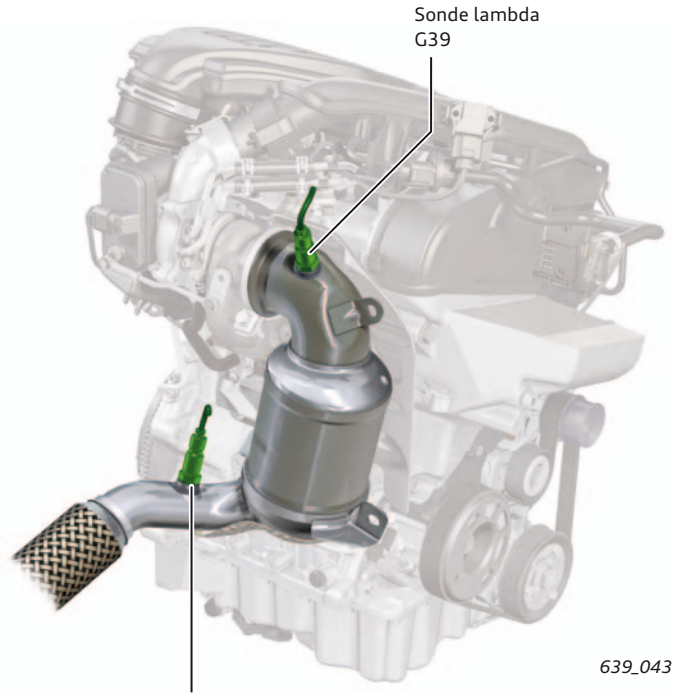
Actionneur de pression de suralimentation V465

Calculateur de pompe à carburant J538
Pompe à carburant (pompe de préalimentation) G6
Transmetteur d'indicateur de niveau de carburant G

Signaux supplémentaires[1] :
- Calculateur de boîte automatique / régime moteur
- Calculateur d'ABS / position de l'embrayage
- Compresseur de climatiseur

Régulation lambda

La régulation lambda est assurée par 2 sondes lambda à sauts de tension. L'une est implantée en amont du catalyseur, l'autre en aval. Le calculateur du moteur utilise les signaux de la sonde lambda en amont du catalyseur G39 pour le calcul du mélange air-carburant. Les signaux de la sonde lambda en aval du catalyseur G130 servent au contrôle du fonctionnement du catalyseur et une surveillance et une adaptation éventuelle de la sonde lambda en amont du catalyseur sont effectuées.



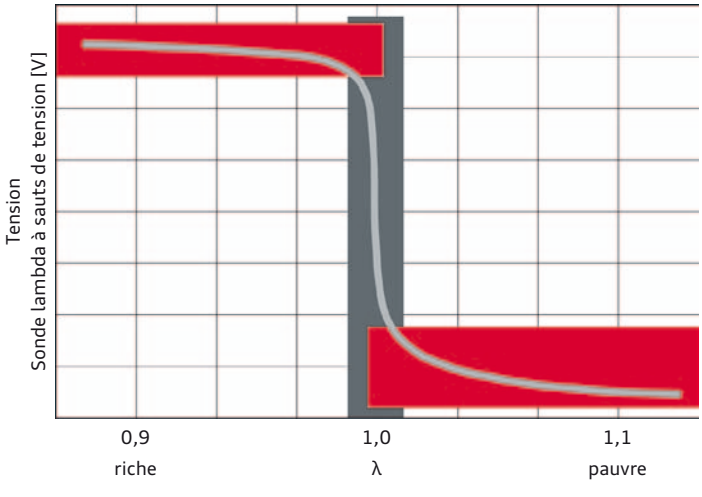
639_043

Évaluation du signal de la sonde lambda en amont du catalyseur G39

Comme sur tous les moteurs de la famille EA211 dotés de 2 sondes lambda à sauts de tension, un régulateur lambda permanent est également, dans le cas du moteur 3 cylindres, intégré dans le calculateur du moteur.
Cette fonction n'évalue pas, comme jusqu'à présent, seulement le saut (régulation lambda à deux points), mais aussi le signal dans le saut.

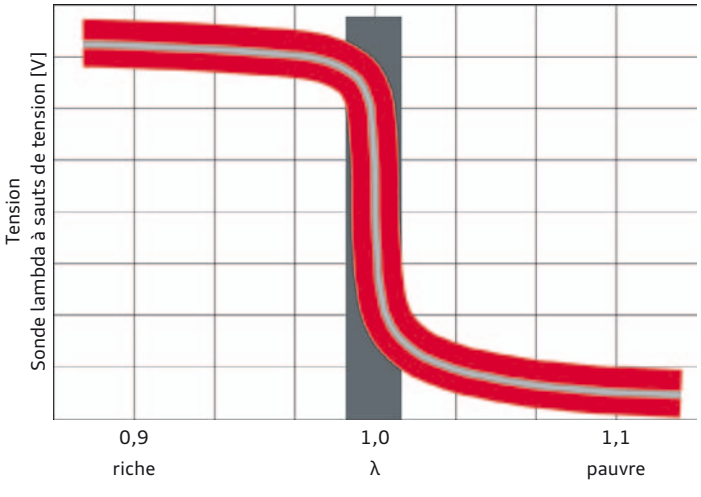
L'adaptation du mélange a ainsi lieu très rapidement et avec une grande sensibilité. Le signal de la sonde s'inscrit donc constamment dans la plage de saut. Le comportement de régulation s'apparente alors largement à celui d'une sonde lambda à large bande.

Régulateur lambda 2 points



639_044

Régulateur lambda permanent



639_045

Légende :

Cette plage est évaluée par la régulation lambda dans le calculateur du moteur.

Comparaison des images du signal de la sonde lambda à sauts de tension G39 en amont du catalyseur

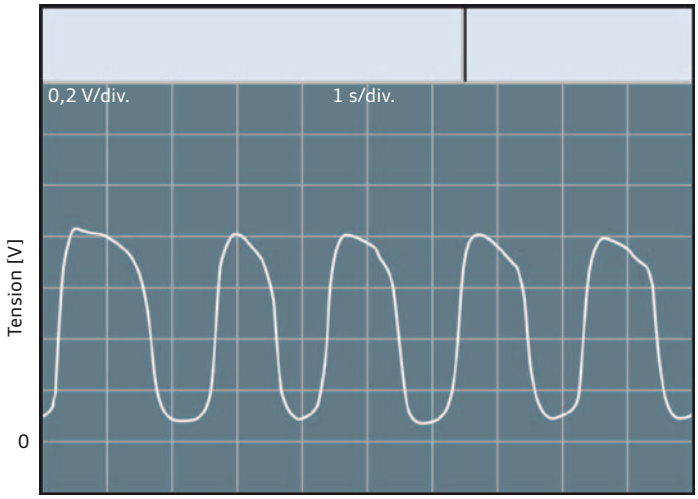
Le type et le fonctionnement des sondes lambda à sauts de tension sont identiques pour les familles de moteurs EA111 et EA211. Seule l'évaluation dans le calculateur du moteur diffère. C'est pourquoi des représentations différentes des courbes de signaux sont générées avec l'oscilloscope numérique à mémoire :

- Dans le cas d'une tension du signal de 450 mV, le coefficient lambda est de 1,0.
- Dans le cas d'une tension plus élevée, le coefficient lambda est inférieur à 1,0.
- Dans le cas d'une tension plus faible, le coefficient lambda est supérieur à 1,0.

Famille de moteurs EA111 - Image du signal de la sonde lambda à sauts de tension G39 en amont du catalyseur

Avec le régulateur lambda 2 points, le calculateur du moteur ne détecte qu'un mélange trop riche (tension du signal 800 mV environ) ou un mélange trop pauvre (tension du signal 100 mV environ).

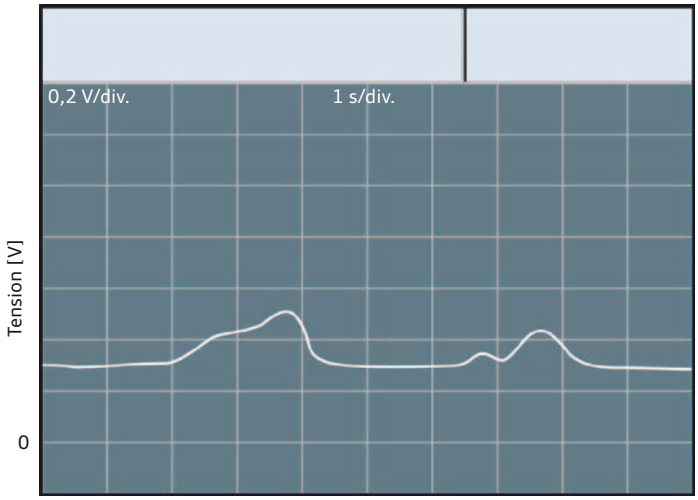
Si le mélange est trop riche, la quantité injectée est réduite jusqu'à ce qu'un mélange trop pauvre soit constaté par la tension du signal. La quantité injectée est alors réaugmentée.



639_047

Famille de moteurs EA211 - Image du signal de la sonde lambda à sauts de tension G39 en amont du catalyseur

Sur les moteurs de la famille EA211, la représentation du signal de la sonde lambda à sauts de tension sur l'oscilloscope numérique à mémoire est quasiment linéaire.
Comme le calculateur du moteur évalue les signaux en permanence, la courbe du signal est pratiquement régulière avec une tension de signal d'environ 450 mV.



639_046

Nota
Les valeurs de tension des sondes lambda peuvent diverger en fonction des fabricants.

Service

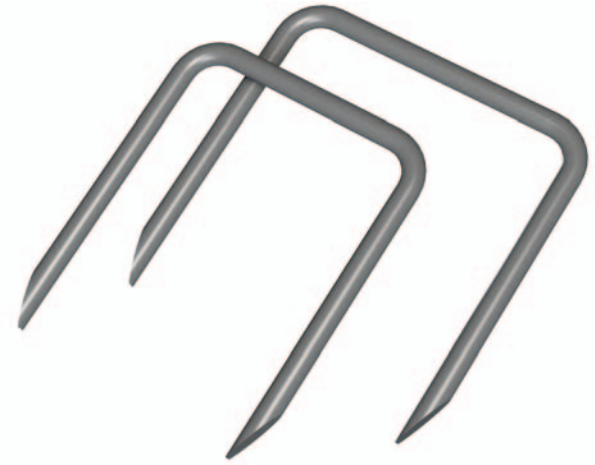
Outils spéciaux et équipements d’atelier

T10476A Extracteur

639_035

Auxiliaire de montage pour positionnement précis des pignons d’arbre à cames triovales lors du réglage du calage de la distribution.

T10527 Outil de déverrouillage



639_036

Pour le déverrouillage des crantages sur le tuyau d’aération entre le corps de filtre à air et l’unité de commande de papillon.

Opérations de maintenance

Indication ou opérations à effectuer	Périodicité ou valeur
Capacité d'huile moteur avec filtre (quantité de vidange)	4,5 l
Norme d'huile-moteur	VW 50400 (Service vidange d'huile flexible) VW 50200 (Service vidange d'huile fixe)
Aspiration de l'huile-moteur autorisée	Non
Périodicité d'entretien	Selon l'affichage de la périodicité d'entretien, varie en fonction du style de conduite et des conditions d'utilisation entre 15 000 km / 1 an et 30 000 km / 2 ans
Périodicité de remplacement du filtre à air	90 000 km
Périodicité de remplacement du filtre à carburant	à vie
Périodicité de remplacement des bougies d'allumage	60 000 km / 6 ans
Périodicité de remplacement du filtre à pollen	60 000 km / 2 ans
Périodicité de remplacement de la courroie multipistes	à vie
Commande de distribution par courroie crantée	210 000 km
Système tendeur de distribution	210 000 km

Nota
Les indications de la documentation actuelle du Service s'appliquent systématiquement.
Lors de la vidange d'huile, il est indispensable de respecter la norme d'huile agréée !

Annexe

Glossaire

↗ Conception open deck (à tablature ouverte)

La conception open deck se caractérise par le fait que la chambre entourant le cylindre est ouverte vers le haut. Le liquide de refroidissement contenu dans cette chambre peut ainsi agir jusque dans la zone supérieure du cylindre fortement sollicitée et évacuer la chaleur générée sur toute la hauteur du cylindre. En outre, cette conception permet de limiter considérablement le gauchissement des cylindres pendant le montage de la culasse. L'inconvénient en est la rigidité réduite du bloc-cylindres. Cet effet peut être compensé par la mise en œuvre d'un joint de culasse en métal. Généralement, ce type de construction offre une grande liberté d'action pour rentabiliser le processus de fabrication des culasses.

↗ DLC

Diamond like Carbon, il s'agit ici d'un carbone amorphe, s'apparentant au diamant. Ces couches se caractérisent par de très hauts degrés de dureté et des coefficients de frottement à sec très faibles. On les reconnaît à leur surface gris foncé brillante.

↗ Écrouissage

L'écrouissage est un usinage sans enlèvement de copeaux avec des molettes de galetage. Un outil de galetage est comprimé avec une force élevée contre la pièce à usiner. Le matériau de la pièce commence alors à se déformer, suite à quoi il est refoulé. Les outils (molettes de galetage) possèdent une surface active rugueuse. Ce procédé permet d'obtenir un lissage de la surface ainsi qu'une meilleure résistance du matériau.

↗ Filtre à huile Spin-On

Dans le cas des filtres à huile Spin-On, le corps et la cartouche de filtre constituent une unité. Cette unité est remplacée intégralement lors de l'entretien.
Extérieurement, les filtres à huile incorporés sont très similaires. Leur structure intérieure peut toutefois différer. Il est indispensable de procéder à une adaptation optimale des paramètres de service ainsi que des caractéristiques de construction de ce groupe de filtres pour garantir leur fonctionnement correct dans le système de lubrification du moteur. Il faut accorder une attention particulière aux vannes se trouvant à l'intérieur du filtre, car ce sont elles qui déterminent le fonctionnement correct du filtre dans le système de lubrification.

↗ Fonte d'acier austénitique

L'austénite doit son nom au métallurgiste britannique Sir William Chandler Roberts-Austen.
Cela désigne :

- une modification du fer, en tant que phase
- un composant structurel de l'acier ou de la fonte

↗ SENT

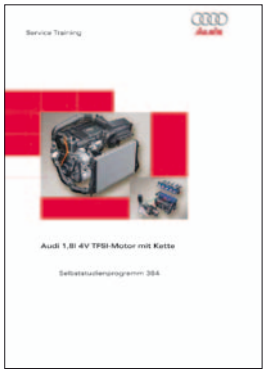
Le protocole de données SENT (Single Edge Nibble Transmission) permet, en combinaison avec des capteurs adaptés, le remplacement d'interfaces analogiques et une transmission des données numériques.

↗ Signal MLI

L'abréviation MLI désigne un signal à modulation de largeur d'impulsion. Il s'agit d'un signal numérique pour lequel une grandeur (par exemple le courant électrique) alterne entre deux valeurs. L'intervalle entre ces alternances change en fonction du niveau d'activation. Il est ainsi possible de transmettre des signaux numériques.

Programmes autodidactiques (SSP)

Vous trouverez de plus amples informations sur la technique du moteur TFSI de 1,0 l dans les programmes autodidactiques suivants.



Pr. autodidactique 384 Moteur Audi TFSI de 1,8l à 4 soupapes par cylindre, à commande par chaîne

Référence : A06.5S00.29.40

Pr. autodidactique 477 Audi A1

Référence : A10.5S00.70.40

Pr. autodidactique 616 Moteurs TFSI 1,2l et 1,4l de la ligne EA211

Référence : A12.5S01.00.40

Pr. autodidactique 626 Notions de base de la technique des moteurs Audi

Référence : A14.5S01.11.40

Sous réserve de tous droits
et modifications techniques.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Définition technique 07/15

Printed in Germany
A15.5S01.24.40