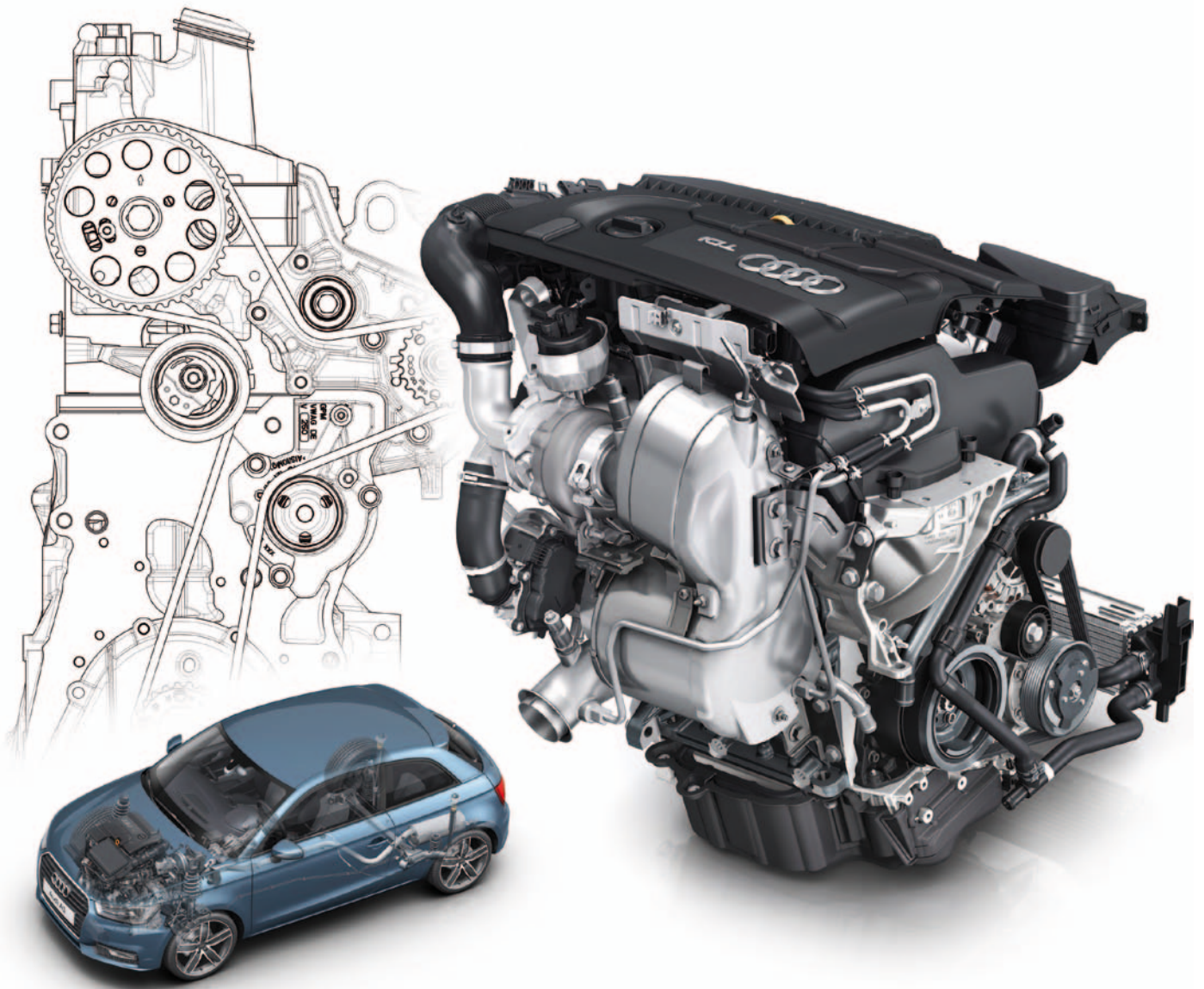


Moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l Audi Gamme EA288

La nouvelle génération modulaire de moteurs TDI® crée une base uniforme pour les moteurs diesel de la gamme EA288. Après l'introduction de la plateforme modulaire diesel (MDB) avec la version 4 cylindres, la gamme EA288 s'élargit avec le nouveau moteur diesel à 3 cylindres.

Ce moteur, d'une cylindrée de 1,4 litre, complète par le bas le large éventail de moteurs diesel d'Audi.

L'un des principaux objectifs du développement était la réduction du CO₂ ; le moteur à 3 cylindres de 1,4 l satisfait en outre aux exigences de la norme antipollution Euro 6.



640_002

Objectifs pédagogiques du présent programme autodidactique :

Le présent programme autodidactique décrit la conception et le fonctionnement du moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l. Après avoir traité ce programme autodidactique, vous serez en mesure de répondre aux questions suivantes :

- ▶ Quel est le matériau des chemises de cylindre ?
- ▶ Quels composants sont intégrés dans le module d'arbre d'équilibrage ?
- ▶ Quels injecteurs sont montés ?
- ▶ Quelle est la pression de retour au niveau de l'injecteur ?

Sommaire

Introduction

Caractéristiques	4
Conception modulaire	5

Mécanique moteur

Bloc-cylindres	7
Vilebrequin	8
Pistons et bielles	8
Module d'arbre d'équilibrage	9

Alimentation en huile

Circuit d'huile	12
Pompe à huile	13

Culasse

Aperçu	14
Commande des soupapes	16
Canaux de liquide de refroidissement	16
Module d'arbres à cames	17

Alimentation en air et suralimentation

Guidage d'air	18
Suralimentation	19
Tubulure d'admission avec volets de turbulence	20
Recyclage des gaz d'échappement	21

Système de refroidissement

Gestion thermique	25
Pompe de liquide de refroidissement interruptible	25
Aperçu du système	26

Système d'alimentation

Aperçu du système	31
Unité de refoulement du carburant	32
Pompe haute pression	33
Injecteurs	34

Gestion moteur

Aperçu du système (Audi A1 millésime 2015)	36
Système d'échappement	38

Annexe

Programmes autodidactiques (SSP)	39
----------------------------------	----

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.



Nota



Renvoi

Introduction

Caractéristiques

- ▶ Moteur 3 cylindres en ligne
- ▶ 4 soupapes par cylindre, 2 arbres à cames en tête (DOHC)
- ▶ Un arbre à cames d'admission et un arbre à cames d'échappement
- ▶ Bloc-cylindres exécuté en aluminium coulé sous pression
- ▶ Suralimentation par compresseur à gaz d'échappement avec refroidissement indirect de l'air de suralimentation et turbocompresseur à géométrie variable de la turbine (VTG)
- ▶ Distribution par courroie crantée
- ▶ Tubulure d'admission avec volets de turbulence
- ▶ Module d'arbre d'équilibrage avec pompe à huile et à dépression
- ▶ Système de recyclage des gaz d'échappement à double circuit, haute et basse pression

Module de dépollution
des gaz d'échappement¹⁾

Culasse²⁾

Bloc-cylindres²⁾

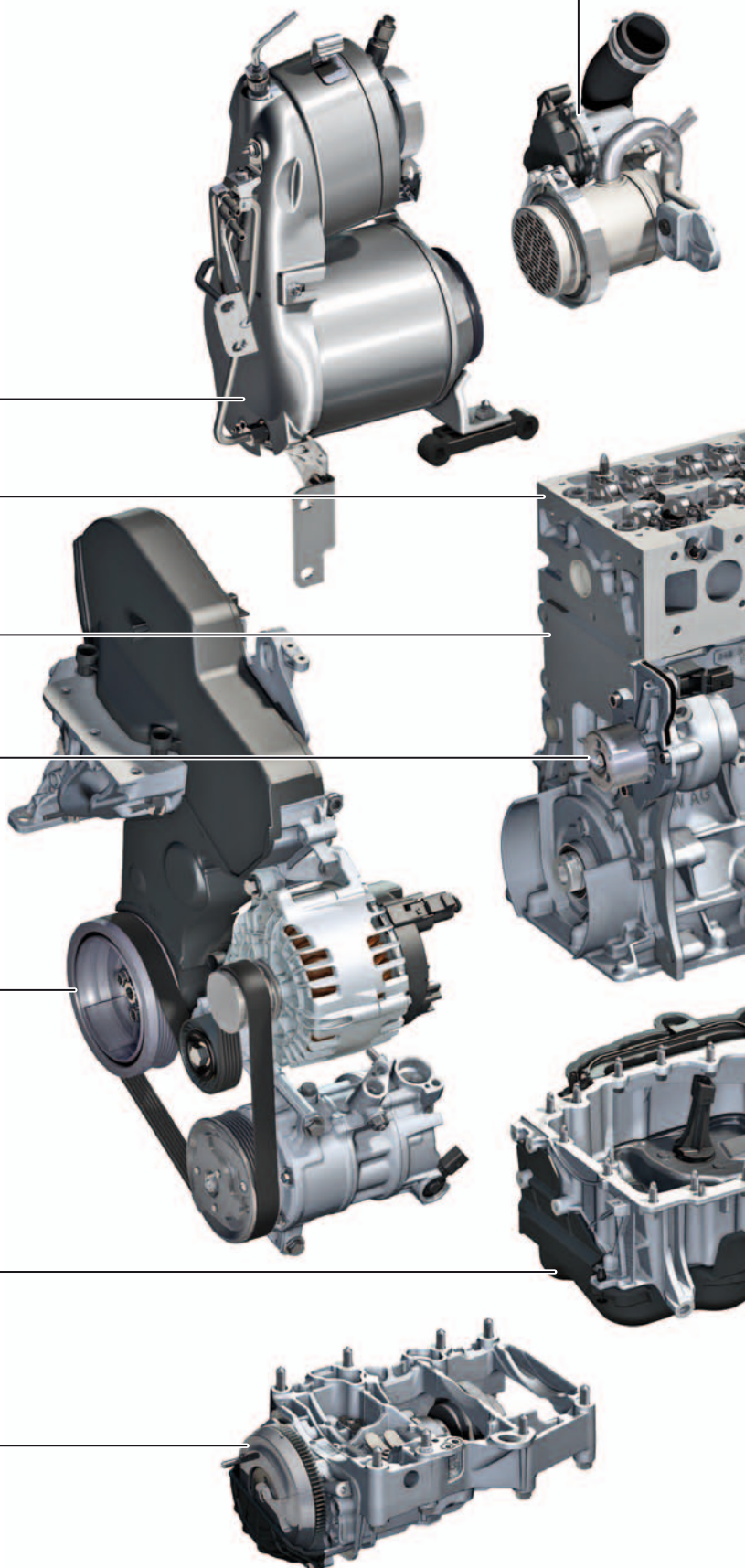
Pompe de liquide de refroidissement
interruptible¹⁾

Entraînement par courroie crantée
et via la commande auxiliaire¹⁾

Carter d'huile¹⁾

Module d'arbre d'équilibrage²⁾ avec
pompe à huile et pompe à vide

Recyclage des gaz d'échappement basse pression¹⁾



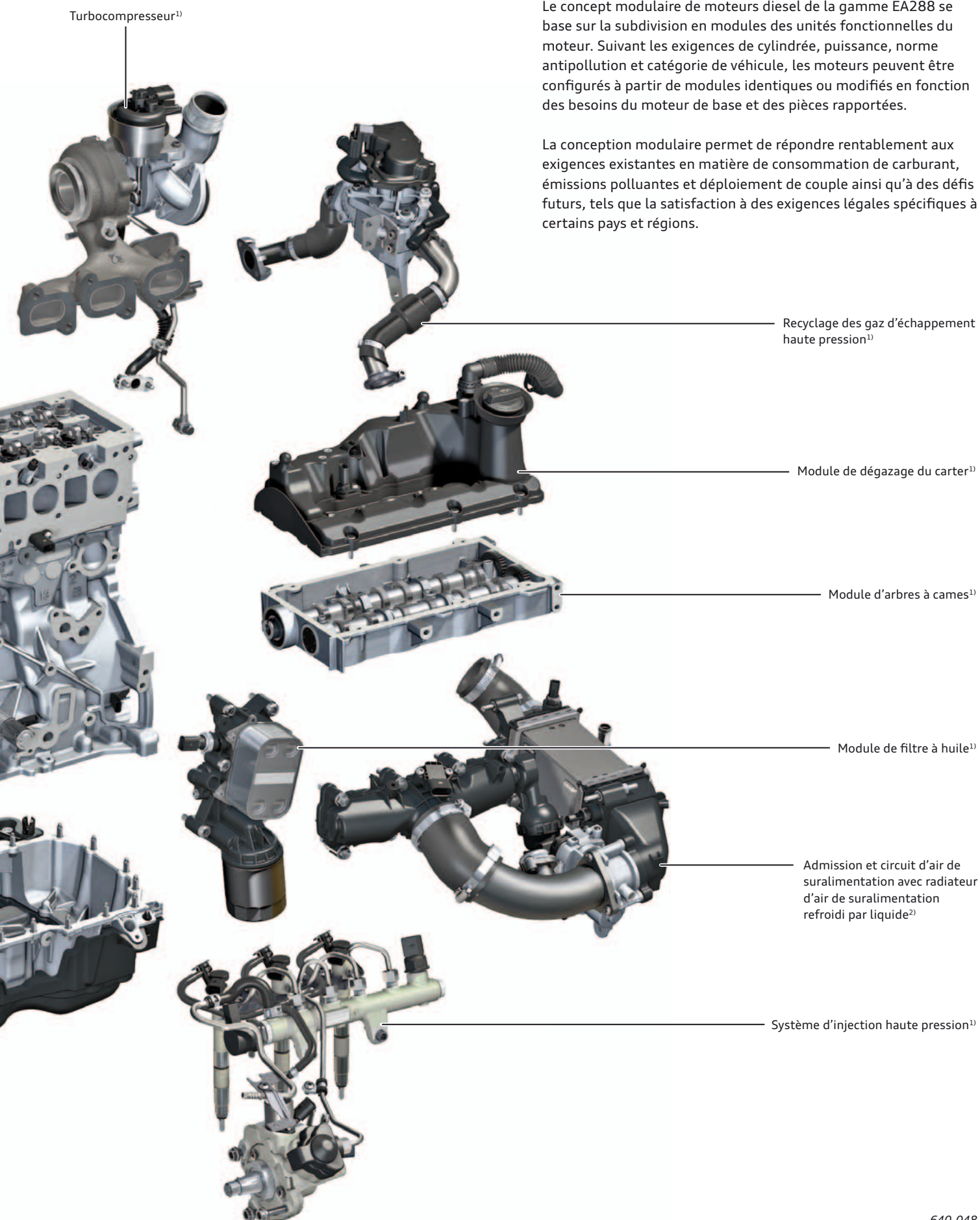
Renvoi

La conception et le fonctionnement du moteur de base sont décrits dans le programme autodidactique 608
« Moteurs TDI 4 cylindres de 1,6l / 2,0l Audi ».

Conception modulaire

Le concept modulaire de moteurs diesel de la gamme EA288 se base sur la subdivision en modules des unités fonctionnelles du moteur. Suivant les exigences de cylindrée, puissance, norme antipollution et catégorie de véhicule, les moteurs peuvent être configurés à partir de modules identiques ou modifiés en fonction des besoins du moteur de base et des pièces rapportées.

La conception modulaire permet de répondre rentablement aux exigences existantes en matière de consommation de carburant, émissions polluantes et déploiement de couple ainsi qu'à des défis futurs, tels que la satisfaction à des exigences légales spécifiques à certains pays et régions.



640_048

¹⁾ Modules exploitant des synergies avec le système modulaire diesel existant

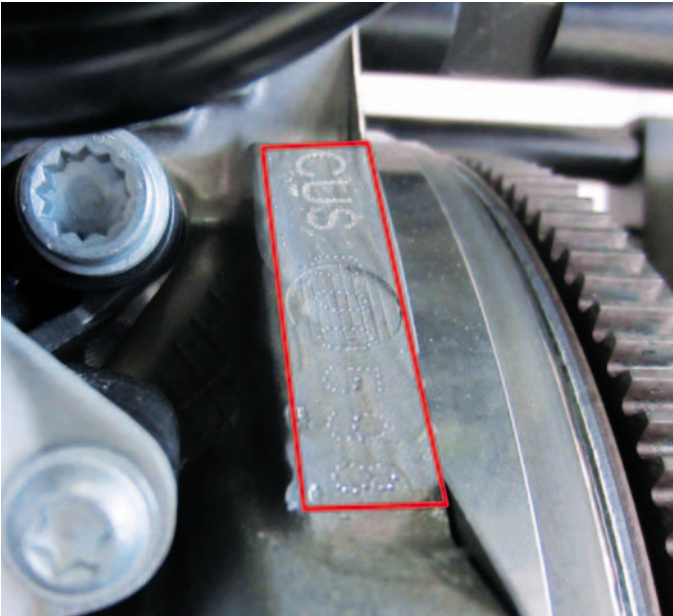
²⁾ Module nouvellement mis au point

Caractéristiques techniques

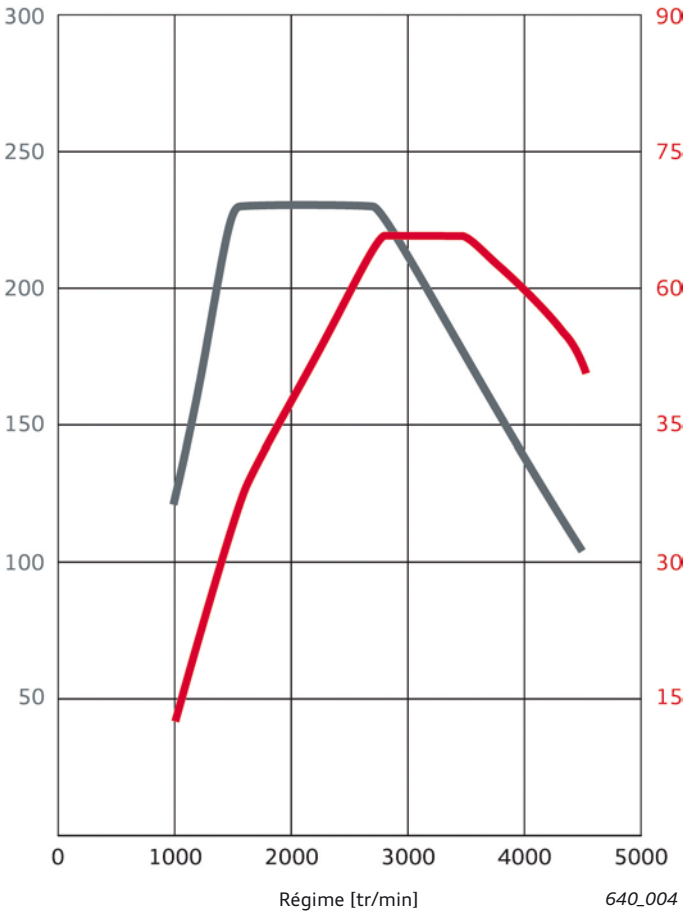
Courbe de couple et de puissance

— Puissance en kW

— Couple en Nm



640_051



640_004

Les lettres-repères du moteur se trouvent à l’avant à gauche dans le sens de la marche, en dessous de la culasse, sur le rebord du bloc-cylindres.

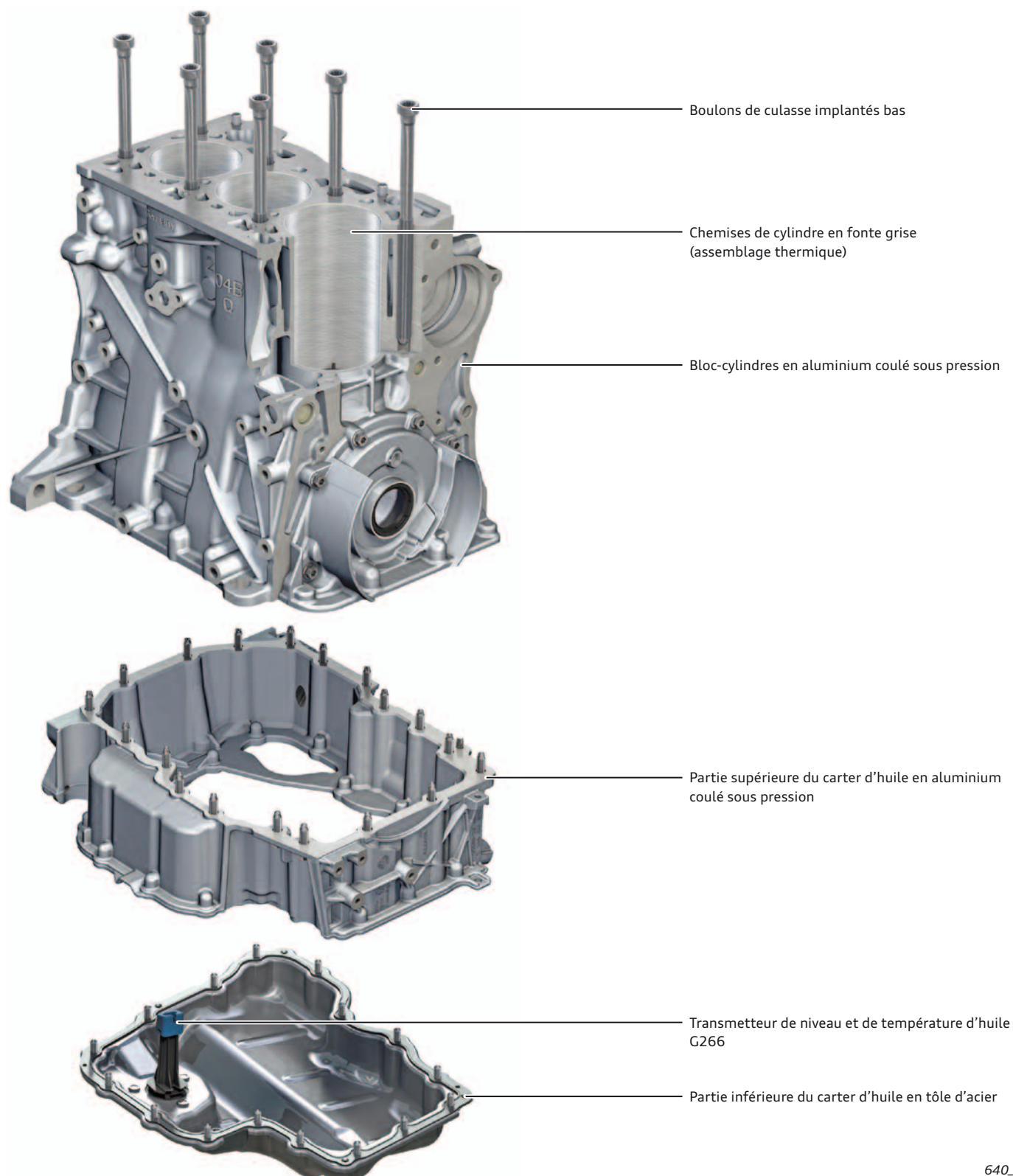
Caractéristiques	Caractéristiques techniques
Lettres-repères du moteur	CUSB
Type	Moteur 3 cylindres en ligne
Cylindrée en cm ³	1422
Course en mm	95,5
Alésage en mm	79,5
Nombre de soupapes par cylindre	4
Ordre d’allumage	1-2-3
Compression	16,1 : 1
Puissance en kW à tr/min	66 à 2750 – 3500
Couple en Nm à tr/min	230 à 1500 – 2500
Carburant	Gazole EN 590
Suralimentation	Turbocompresseur à géométrie variable
Dépollution des gaz d’échappement	► Catalyseur d’oxydation et filtre à particules ► Recyclage des gaz d’échappement avec zones haute et basse pression
Norme antipollution	Euro 6
Émissions de CO ₂ en g/km	89 (cycle mixte)

Mécanique moteur

Bloc-cylindres

En vue d'une réduction de poids, le bloc-cylindres a été réalisé en aluminium coulé sous pression (AlSi9Cu3). Une réduction du poids a pu être obtenue rien que par le remplacement de la fonte grise par l'aluminium. Les chemises de cylindre, à paroi mince, sont montées à chaud et réalisées en fonte grise (GJL 250). Le bloc-cylindres est réchauffé pour pouvoir se dilater. Simultanément, les chemises de cylindre sont fortement refroidies, pour les rétrécir.

Il en résulte que le nouveau moteur est allégé de 11 kg par rapport à un moteur à 3 cylindres en fonte grise comparable et pèse même 27 kg de moins que le moteur 4 cylindres TDI de 1,6 l. Le principe des boulons de culasse avec des taraudages implantés à un niveau bas a été repris de la gamme de moteurs diesel EA288. La répartition de la force dans la structure du bloc-cylindres et la répartition de la pression du joint de culasse s'en trouvent améliorées.



Vilebrequin

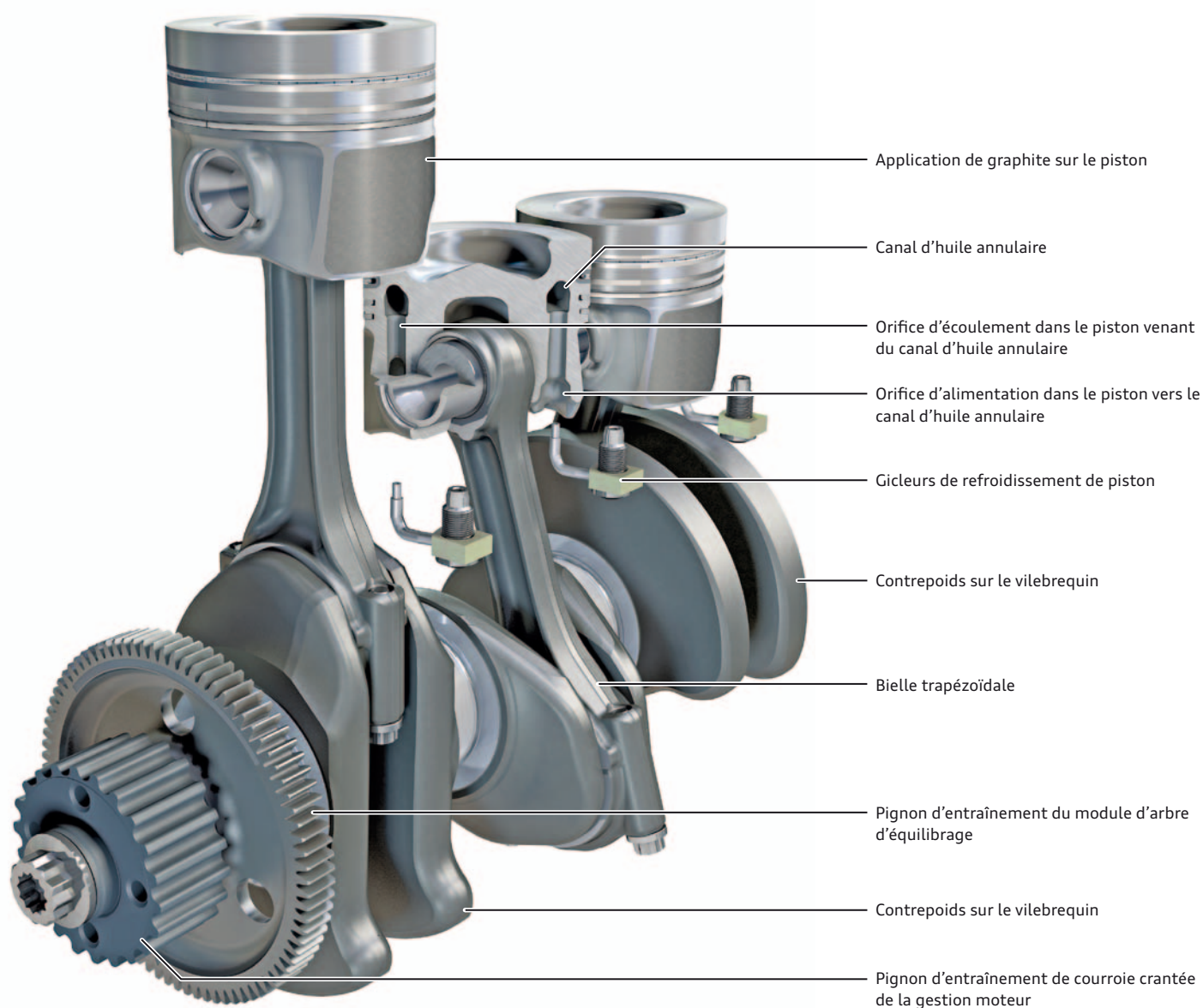
Le vilebrequin, réalisé en acier, est à quatre paliers et possède deux contrepoids pour la compensation des forces d'inertie rotatives.

En outre, le pignon d'entraînement assurant l'entraînement du module d'arbre d'équilibrage a été monté à chaud sur le vilebrequin, côté courroie crantée.

Pistons et bielles

Les pistons utilisés sont en aluminium. Ils possèdent un canal d'huile annulaire dans la zone annulaire du cordon de feu, soumise à une forte sollicitation thermique. De l'huile fraîche refroidie y est injectée directement dans le piston via un orifice d'alimentation pendant que le piston se trouve en position de PMB.

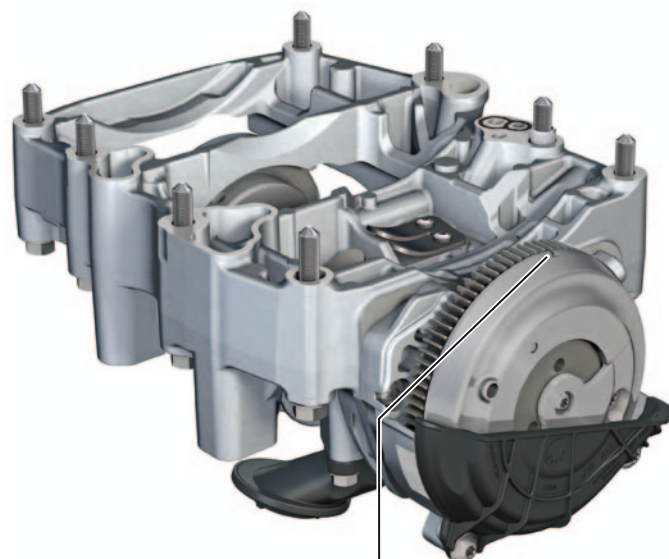
Simultanément, l'huile fraîche refoule l'huile réchauffée du canal annulaire et il y a retour de cette huile dans le carter d'huile. Pour réduire la friction, du graphite est appliqué, côté couple de basculement, sur le piston. Les pistons sont reliés au vilebrequin via des bielles trapézoïdales à tête fracturée.



Module d'arbre d'équilibrage

Pour compenser les moments d'inertie libres, un arbre d'équilibrage tournant au régime moteur dans le sens opposé au vilebrequin a été monté.

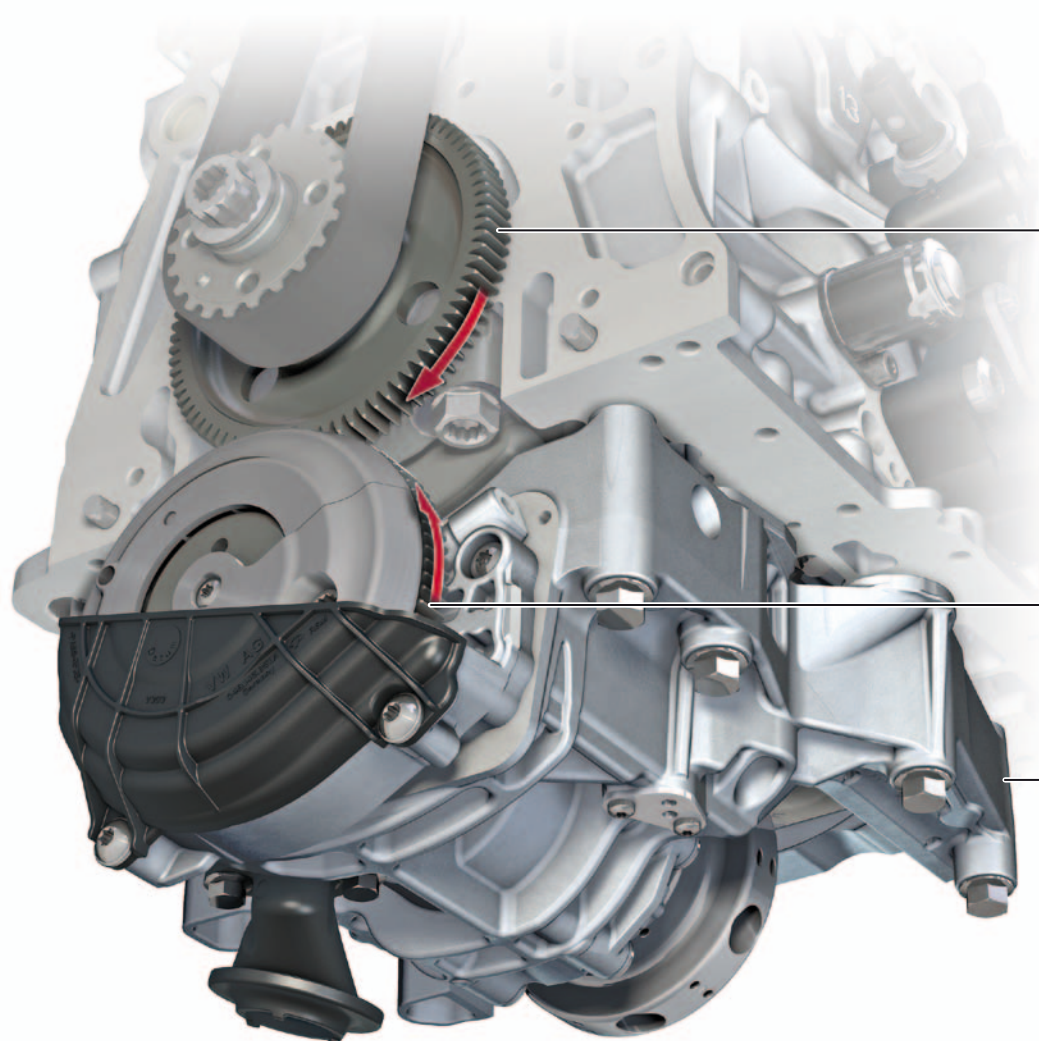
Le module d'arbre d'équilibrage est vissé directement dans le bain d'huile du carter d'huile sur le bloc-cylindres. L'entraînement de l'arbre d'équilibrage est assuré par le pignon d'entraînement du vilebrequin.



Repère de positionnement
par rapport au vilebrequin

640_050

Entraînement



Pignon d'entraînement sur
le vilebrequin

Pignon d'entraînement du
module d'arbre d'équilibrage

Module d'arbre d'équilibrage

640_053



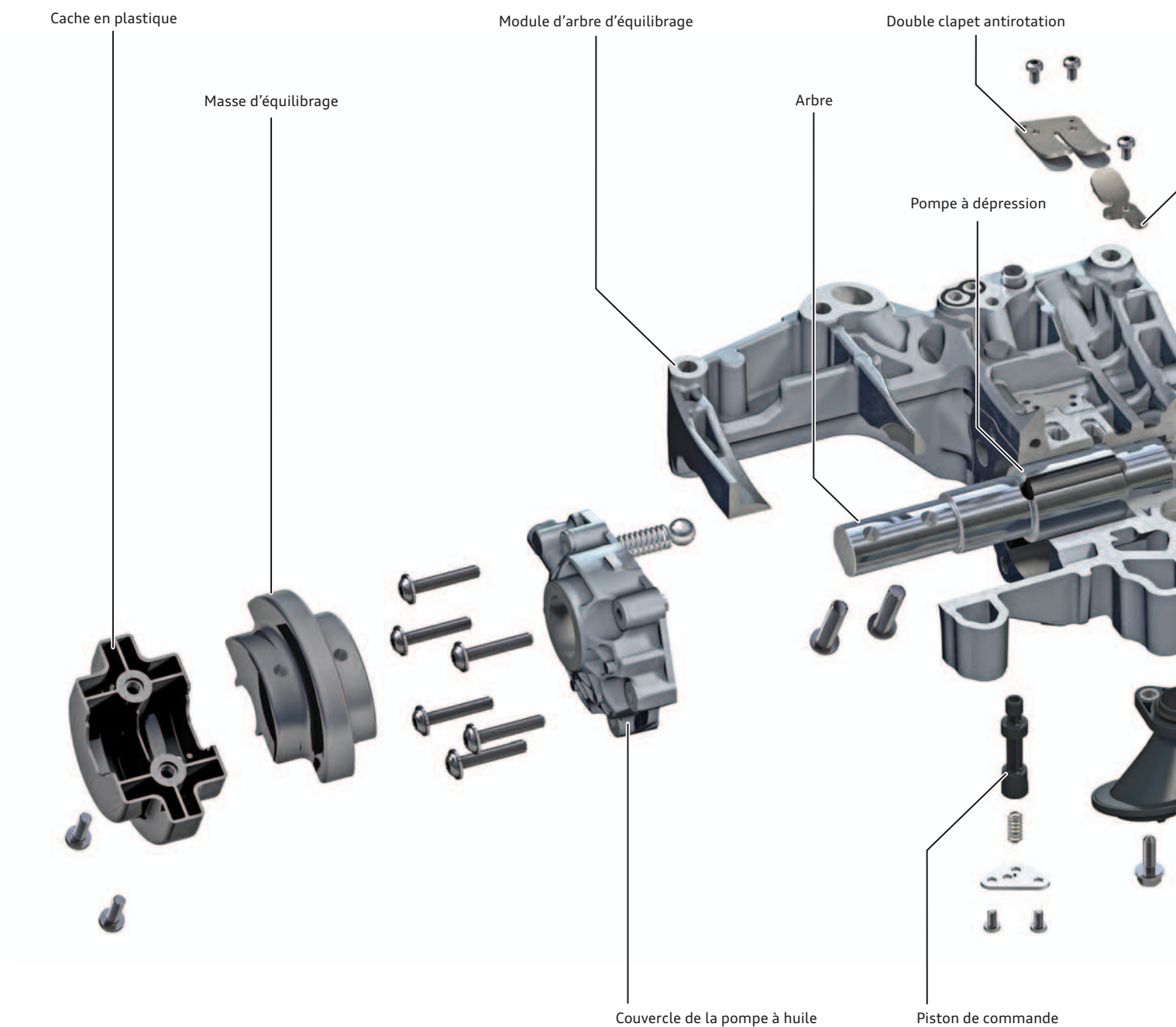
Nota

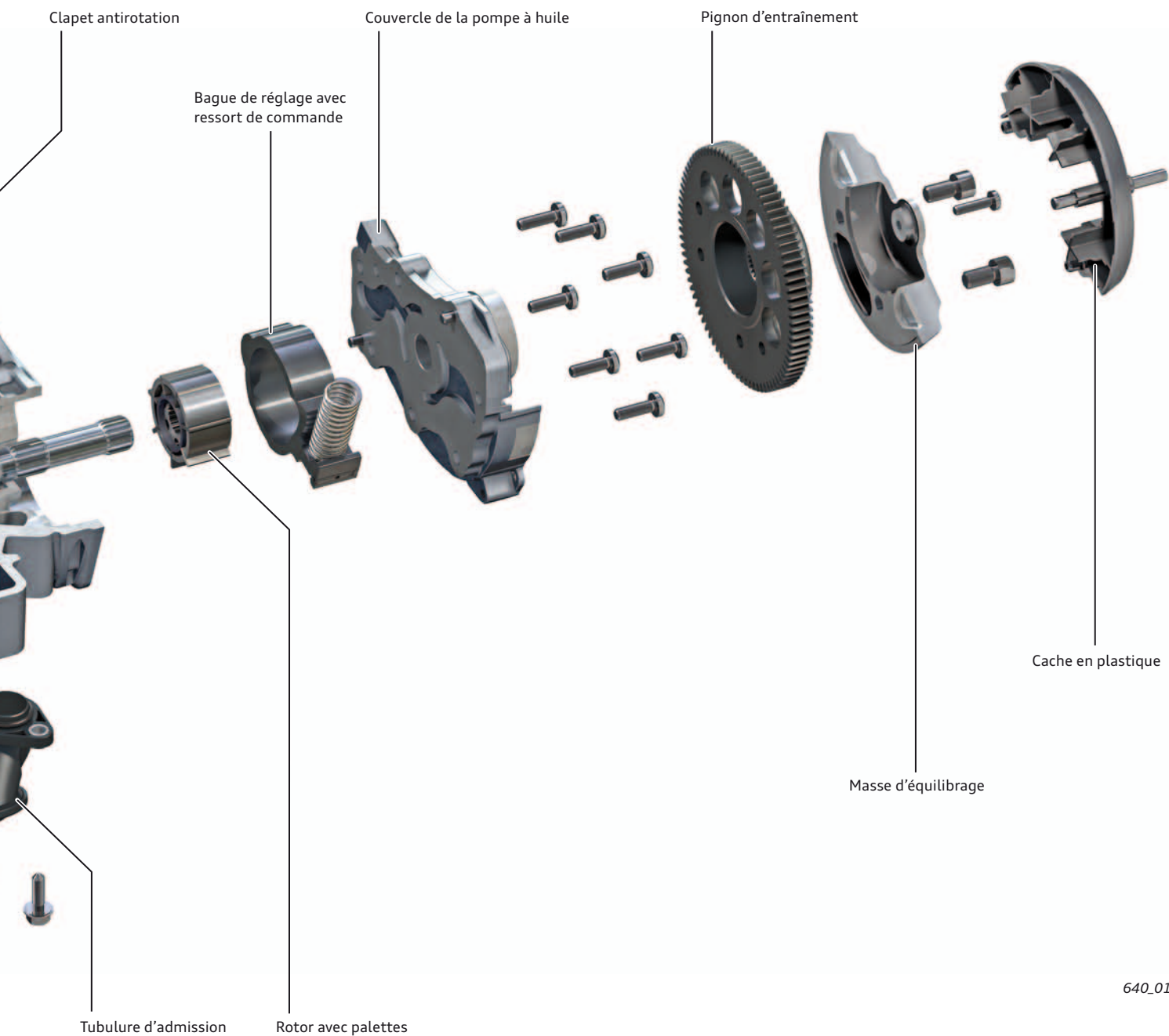
Le pignon d'entraînement du module d'arbre d'équilibrage est doté d'un revêtement polymère en vue du réglage du jeu d'entre-dents. Ce revêtement s'use au fur et à mesure que le kilométrage augmente. Sans revêtement, un réglage du jeu d'entre-dents n'est plus possible. C'est pourquoi il faut remplacer le module d'arbre d'équilibrage après dépose.

Architecture

Pour des raisons de place et afin de minimiser les pertes par frottement, un arbre d'équilibrage avec pompe à huile intégrée et pompe à dépression est monté.

Les masses d'équilibrage possèdent respectivement, sur la face opposée, un cache en plastique, qui évite le moussage de l'huile moteur.





640_015

Pompe à dépression

La pompe à dépression aspire l'air du servofrein via une conduite de dépression et les canaux du bloc-cylindres. L'air aspiré est acheminé via des clapets antirotation à l'intérieur du bloc-cylindres et en aère la chambre.

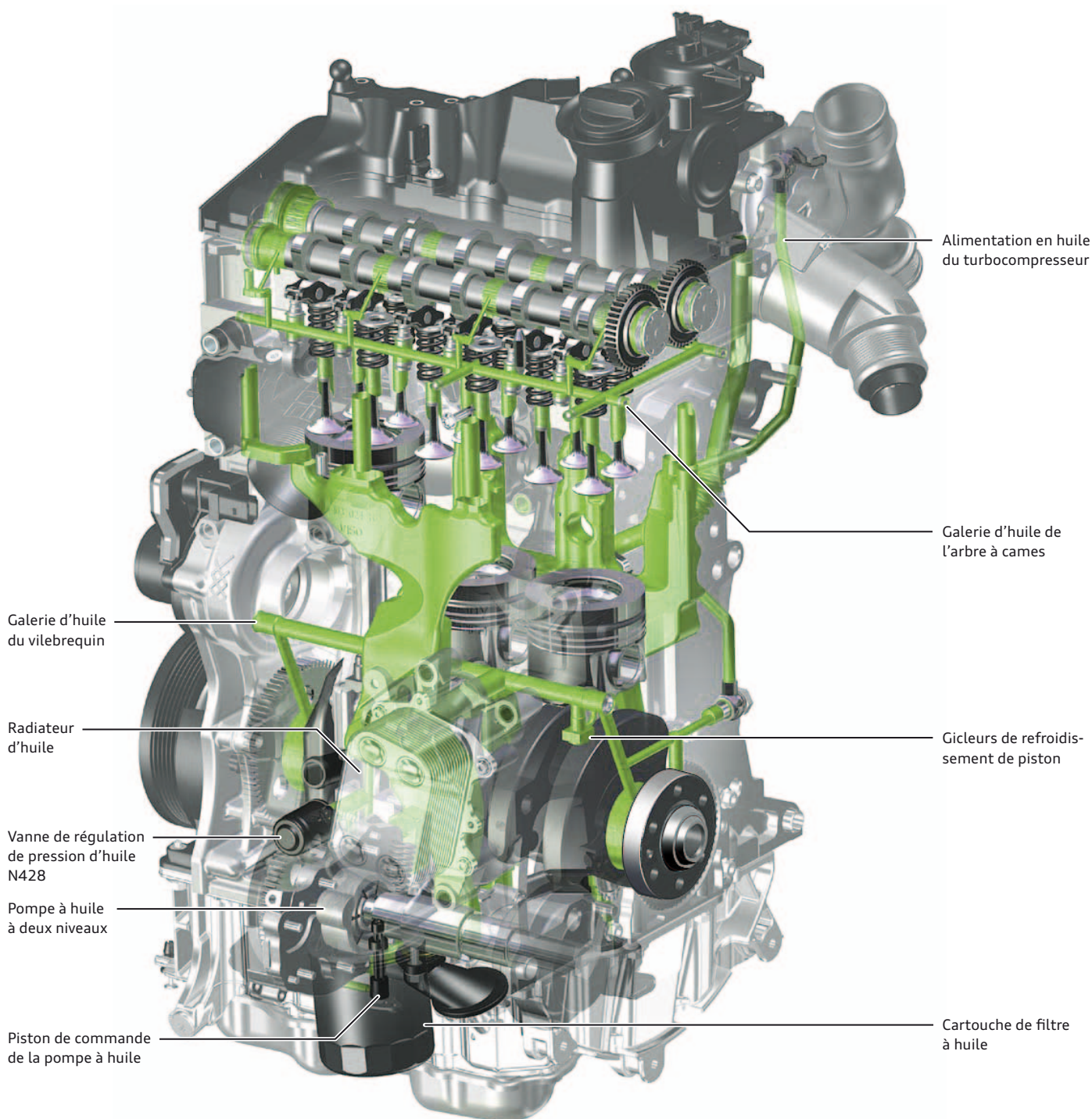
Puis cet air est acheminé à la combustion comme gaz de carter via le dégazage du moteur. Un double clapet antirotation réalise une section suffisamment importante pour évacuer l'huile dans la chambre de pompe à dépression. Les couples d'entraînement sont ainsi maintenus faibles même à basses températures.

Alimentation en huile

Circuit d'huile

Via la pompe à huile intégrée dans le module d'arbre d'équilibrage, le moteur avec les composants du vilebrequin, de la culasse et du turbocompresseur sont alimentés avec la quantité d'huile correcte et la pression d'huile nécessaire.

La pompe à huile est régulée et présente deux niveaux de fonctionnement définis.



Pompe à huile

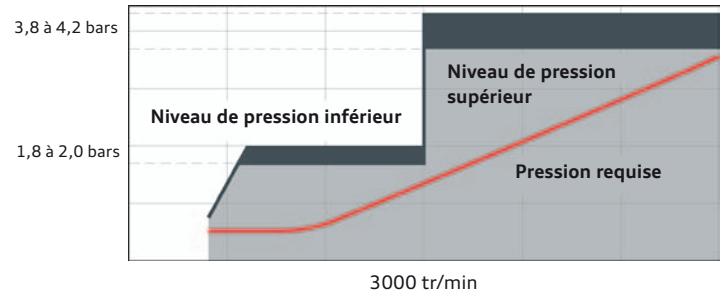
La pompe est une pompe à palettes avec bague de réglage excentrique. Pour réduire la puissance d'entraînement nécessaire de la pompe à huile, elle dispose d'une commande de débit. La caractéristique de refoulement peut être modifiée via une bague de réglage à fixation rotative.

Cette bague de réglage peut être exposée à une pression d'huile sur une surface de commande et pivoter en sens inverse de la force du ressort de commande. Un tube d'admission de forme spéciale assure l'aspiration de l'huile moteur dans le carter d'huile, même en cas d'accélération transversale importante du véhicule.

Régulation de pression d'huile

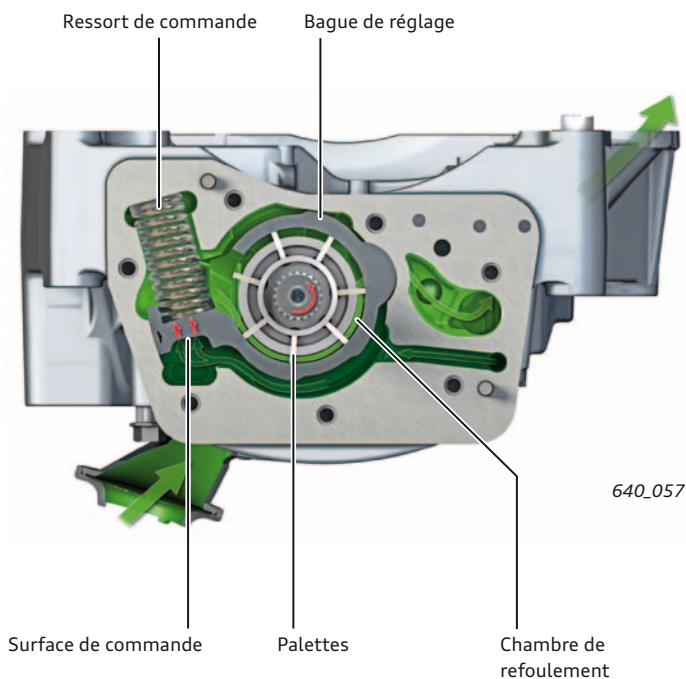
Le pompe à huile fonctionne avec deux niveaux de pression, commutés en fonction du régime moteur.

- **Niveau de pression inférieur :** Pression d'huile 1,8 à 2,0 bars
- **Niveau de pression supérieur :** Pression d'huile 3,8 à 4,2 bars



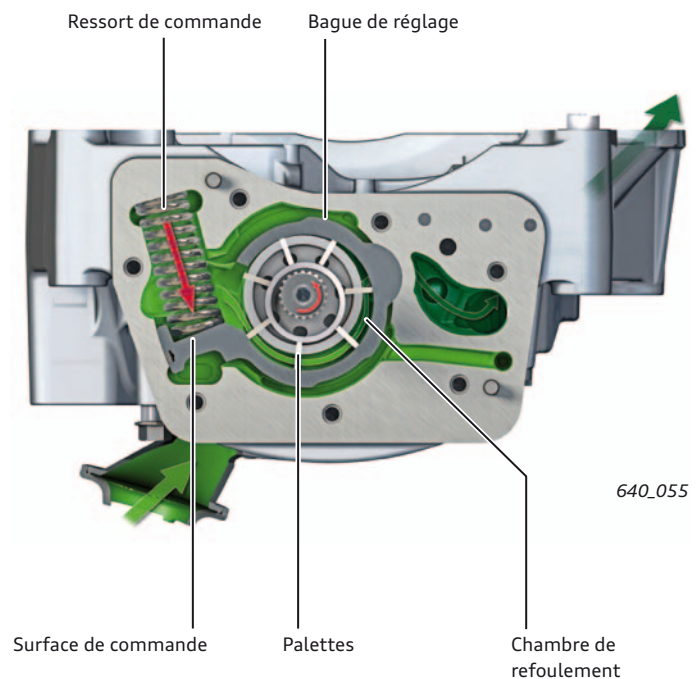
640_019

Petit débit de refoulement



640_057

Grand débit de refoulement



640_055

Dans la plage des bas régimes, la vanne de régulation de pression d'huile N428 sous tension (borne 15) est mise à la masse par le calculateur du moteur et libère le conduit d'huile commuté sur le piston de commande. La pression d'huile agit sur la surface de commande. La force en résultant est supérieure à celle du ressort de commande et fait pivoter la bague de réglage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans le centre de la pompe à palettes, ce qui réduit la chambre de refoulement entre les palettes.

Le niveau de pression inférieur est activé en fonction de la charge moteur, du régime moteur, de la température d'huile et d'autres paramètres de service, ce qui entraîne une diminution de la puissance d'entraînement de la pompe à huile.

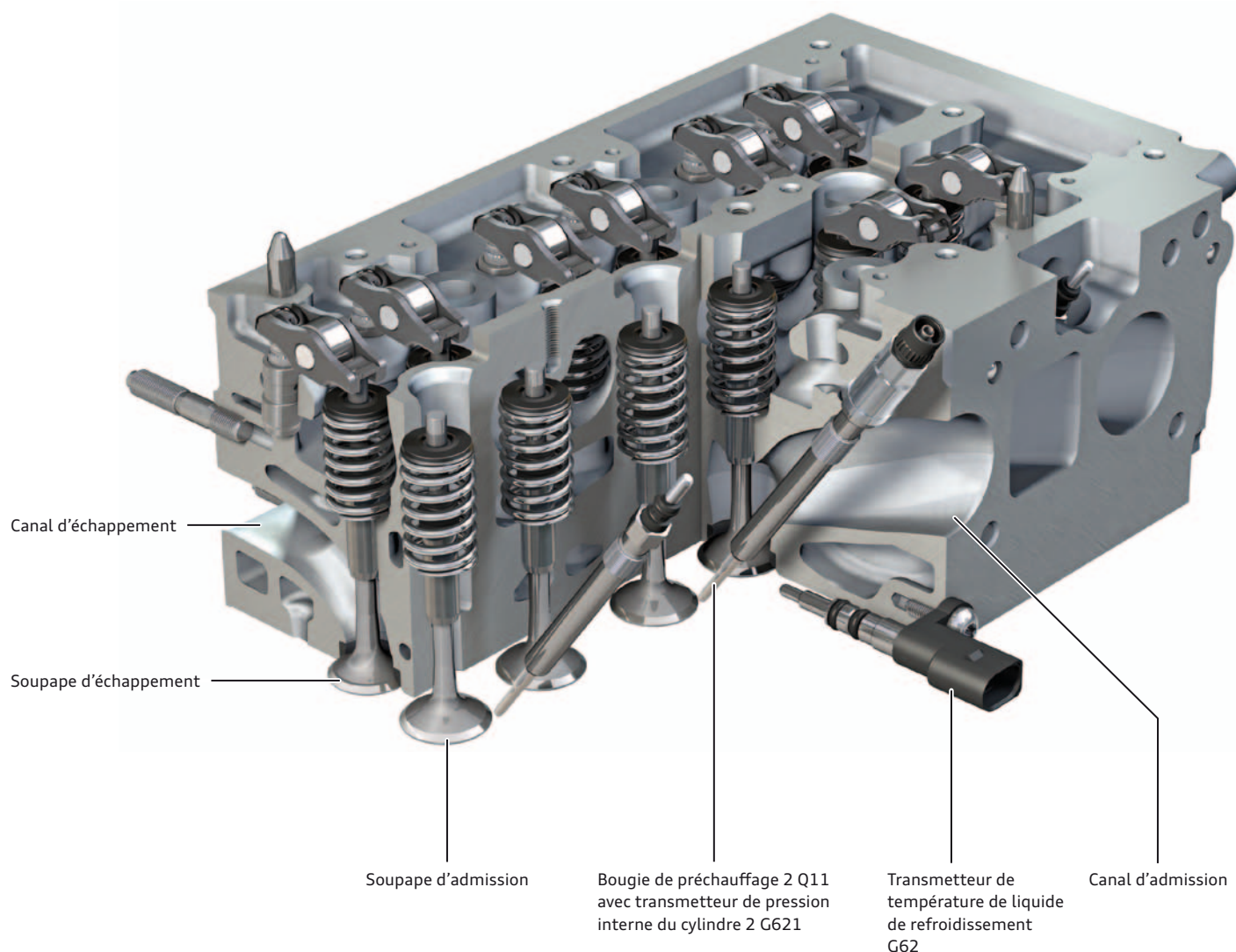
Dans la plage de régime supérieure ou à charge élevée (accélération à pleine charge), la vanne de régulation de pression d'huile N428 est déconnectée du raccord de masse par le calculateur du moteur J623, si bien qu'il y a mise à l'atmosphère du conduit d'huile commuté. La bague de réglage quitte à présent la position centrale et augmente l'espace de refoulement entre les différentes palettes. L'espace entre les palettes étant plus important, la quantité d'huile refoulée augmente.

Les orifices d'huile et le jeu du palier de vilebrequin opposent à ce débit volumique d'huile plus important une résistance, qui fait monter l'huile en pression. Il a ainsi été possible de réaliser une pompe à huile à régulation du débit volumique à deux niveaux de pression.

Culasse

Aperçu

La culasse du moteur TDI à 3 cylindres est réalisée en aluminium et se base dans ses grandes lignes sur celle qui équipe la gamme de moteurs EA288.

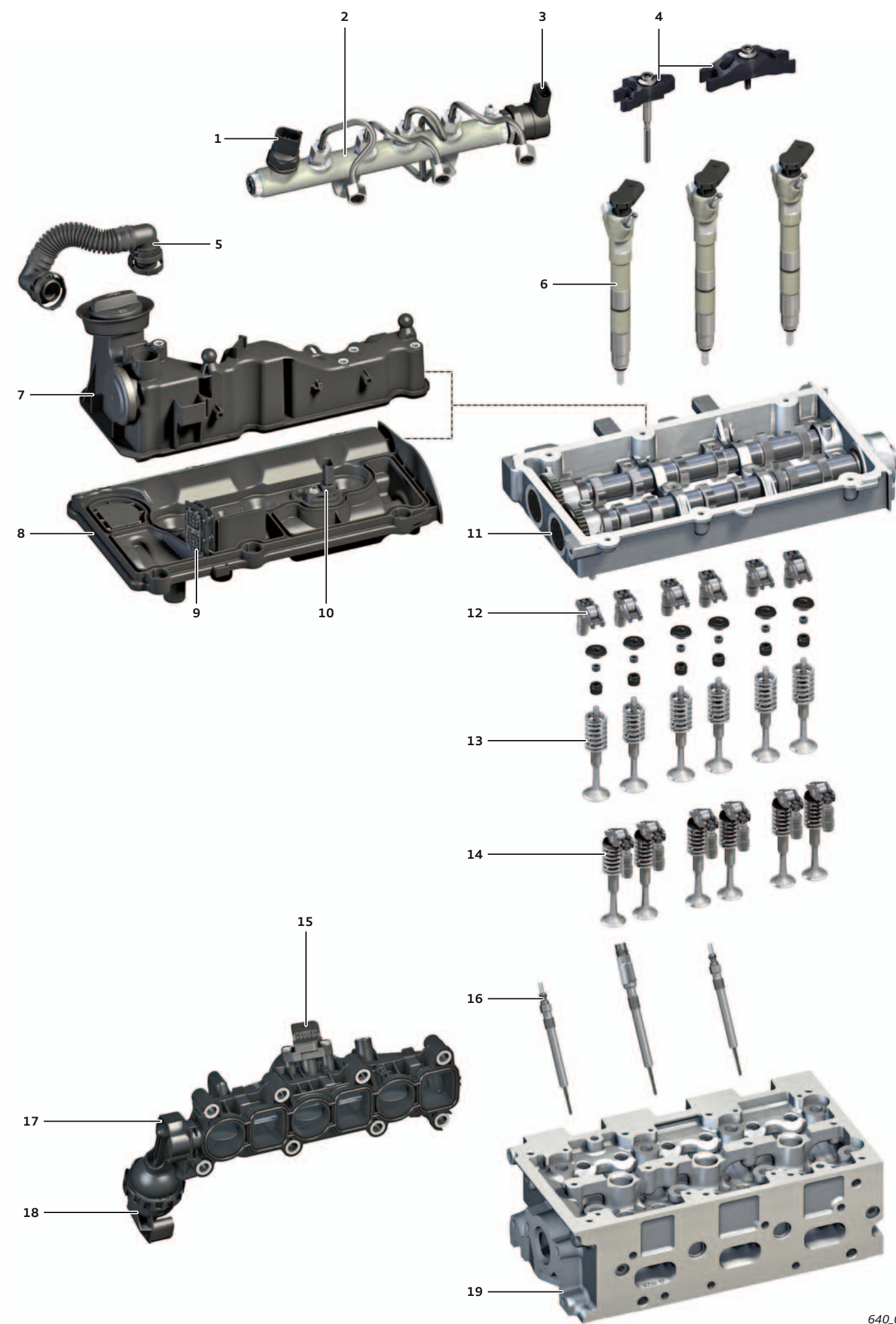


640_014

Légende de la figure de la page 15 :

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | Transmetteur de pression du carburant G247 | 11 | Module d'arbres à cames |
| 2 | Accumulateur haute pression de carburant | 12 | Culbuteur à galet (côté admission) |
| 3 | Vanne de régulation de pression du carburant N276 | 13 | Soupapes d'admission |
| 4 | Brides de serrage | 14 | Soupapes d'échappement |
| 5 | Flexible du dégazage du carter moteur | 15 | Transmetteur de pression de suralimentation G31 |
| 6 | Injecteurs | 16 | Bougies de préchauffage Q10, Q11, Q12 |
| 7 | Module de dégazage du carter | 17 | Tubulure d'admission avec volets de turbulence |
| 8 | Couvre-culasse | 18 | Transmetteur de position de tubulure d'admission à longueur variable G513 |
| 9 | Séparateurs d'huile fins du dégazage du carter (swirls) | 19 | Culasse |
| 10 | Transmetteur de Hall G40 | | |

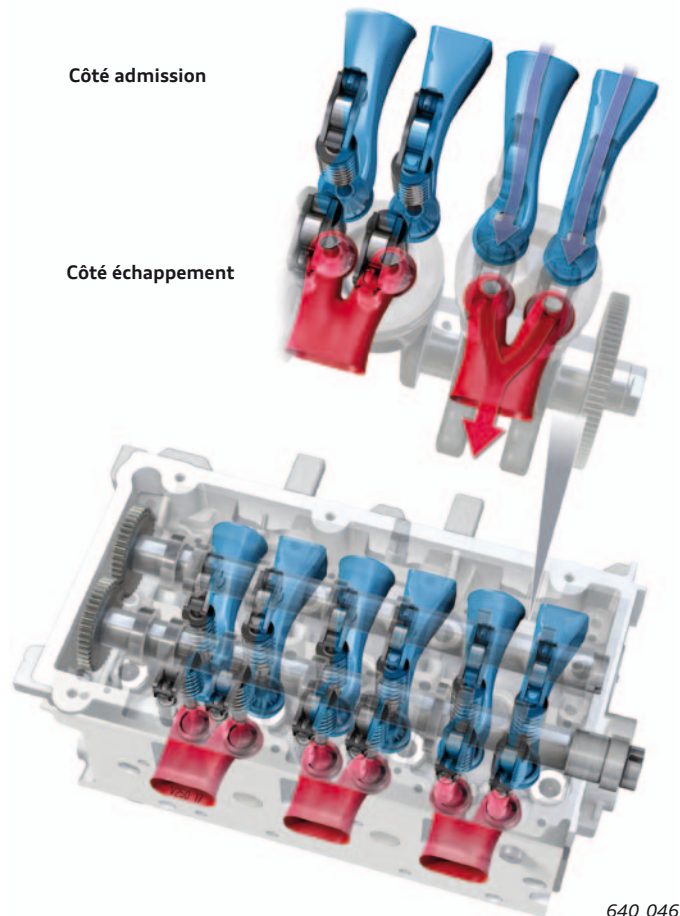
Composants



Commande des soupapes

Les composants de la distribution ont été repris sans modification. En comparaison des moteurs à 4 cylindres de la gamme EA288, le moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l ne possède toutefois pas de répartition des soupapes en étoile inversée. Sur ce moteur, la répartition est en étoile symétrique, les soupapes d'admission se trouvant côté admission et les soupapes d'échappement côté échappement.

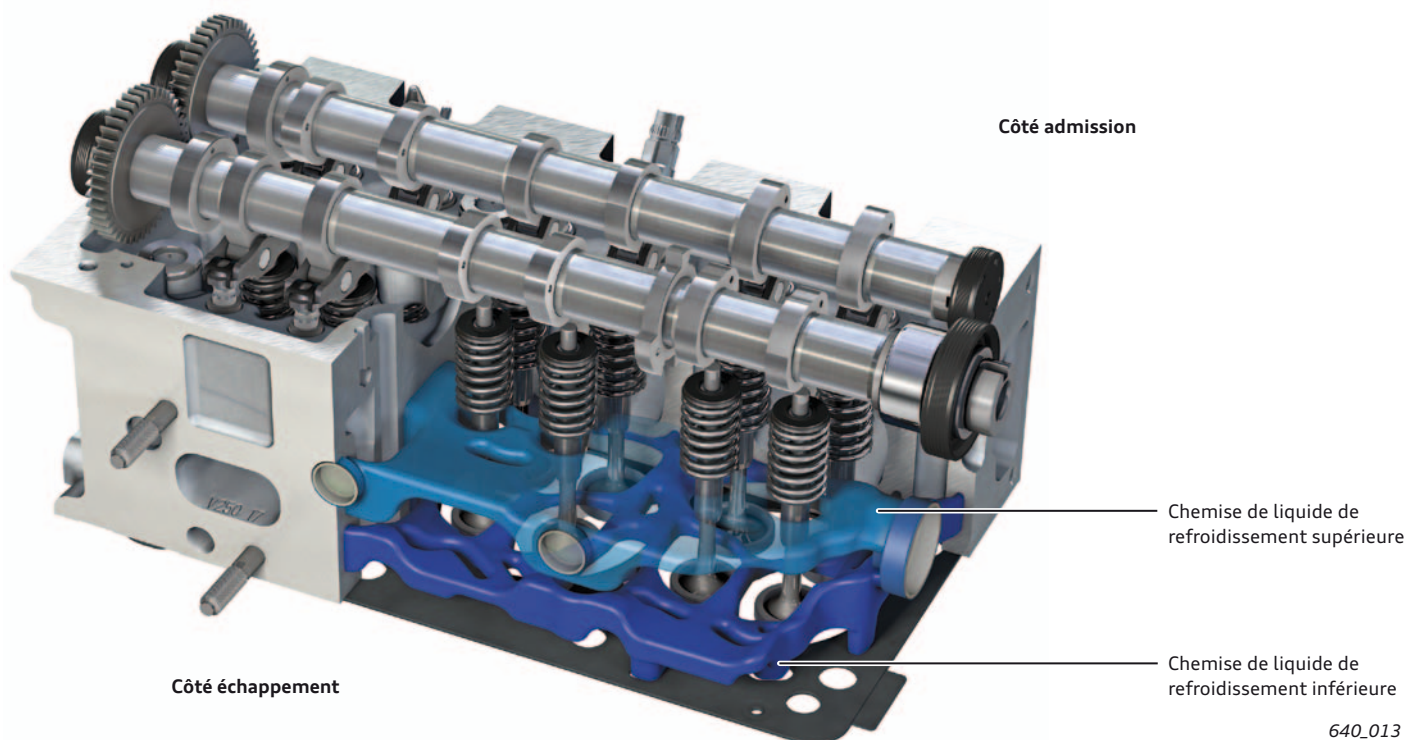
Un bon remplissage est obtenu grâce à l'architecture des soupapes disposées parallèlement et un canal d'admission optimisé au niveau des pertes de pression. Un effet de turbulence optimal dans la chambre de combustion a pu être réalisé à l'aide d'une tubulure d'admission à longueur variable et d'un chanfrein de turbulence du siège dans le canal d'admission.



Canaux de liquide de refroidissement

En vue d'une augmentation de la dissipation de chaleur dans la zone voisine de la chambre de combustion, la chemise de liquide de refroidissement a été subdivisée en un noyau inférieur et un noyau supérieur. La partie inférieure du canal de refroidissement est reliée à la partie supérieure par un orifice calibré. L'avantage en est que le liquide de refroidissement est refoulé plus rapidement via les plaques de la chambre de combustion (zone des soupapes) que dans la partie supérieure.

L'apport de chaleur dans la culasse peut ainsi être réduit. La culasse possède un refroidissement à flux transversal. Cela revient à dire que le liquide de refroidissement parvient côté échappement vers le haut dans la culasse puis la traverse transversalement en direction du côté admission.

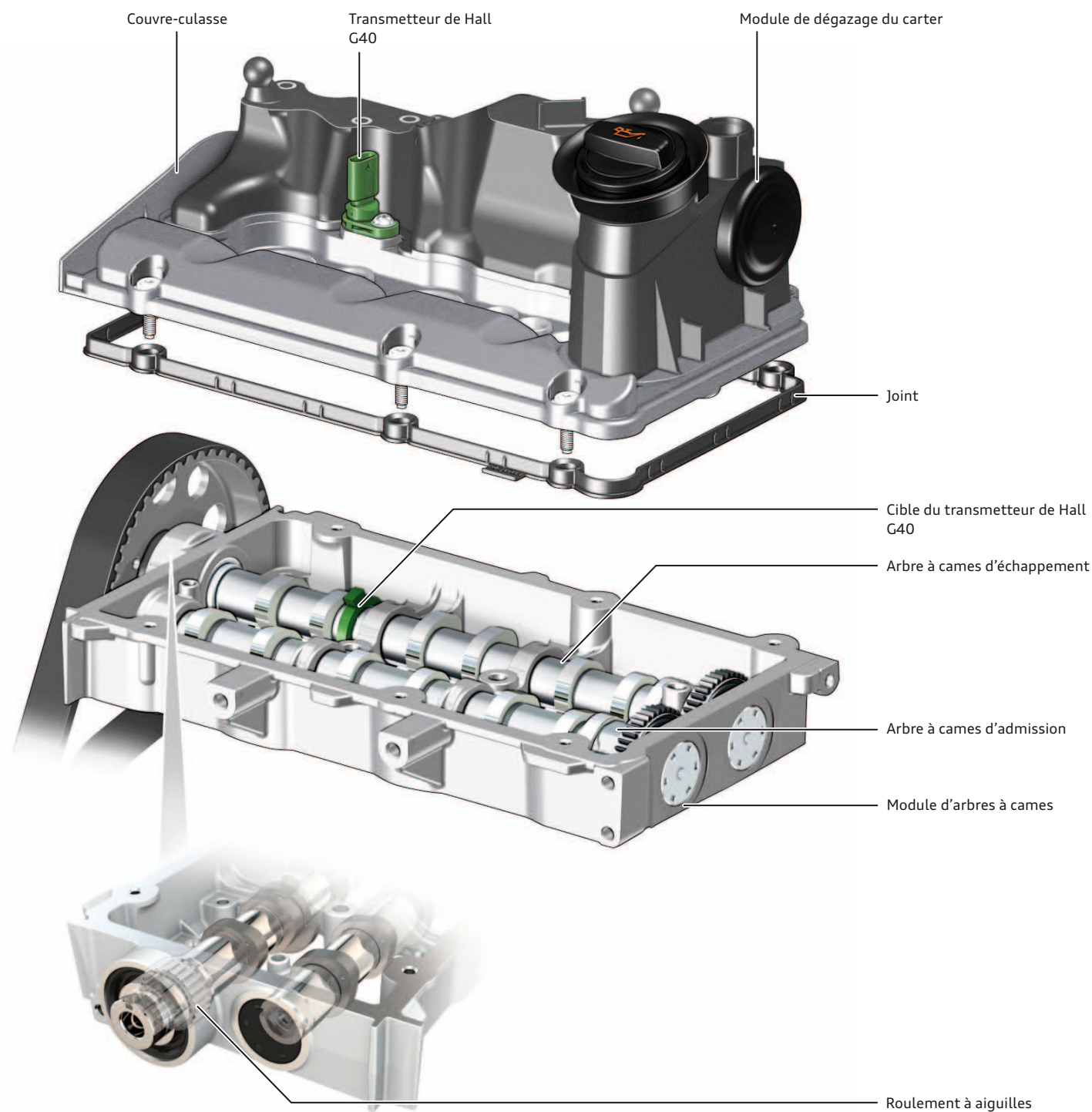


Module d'arbres à cames

La culasse est constituée de deux éléments, le cadre de paliers avec arbres à cames intégrés (module de distribution intégré) et la culasse avec ses éléments.

Les tubes d'arbre à cames sont fixés dans un dispositif et les blocs multicames déjà meulés et chauffés ainsi que la cible sont maintenus en position correcte par une cassette d'insertion dans le cadre de paliers.

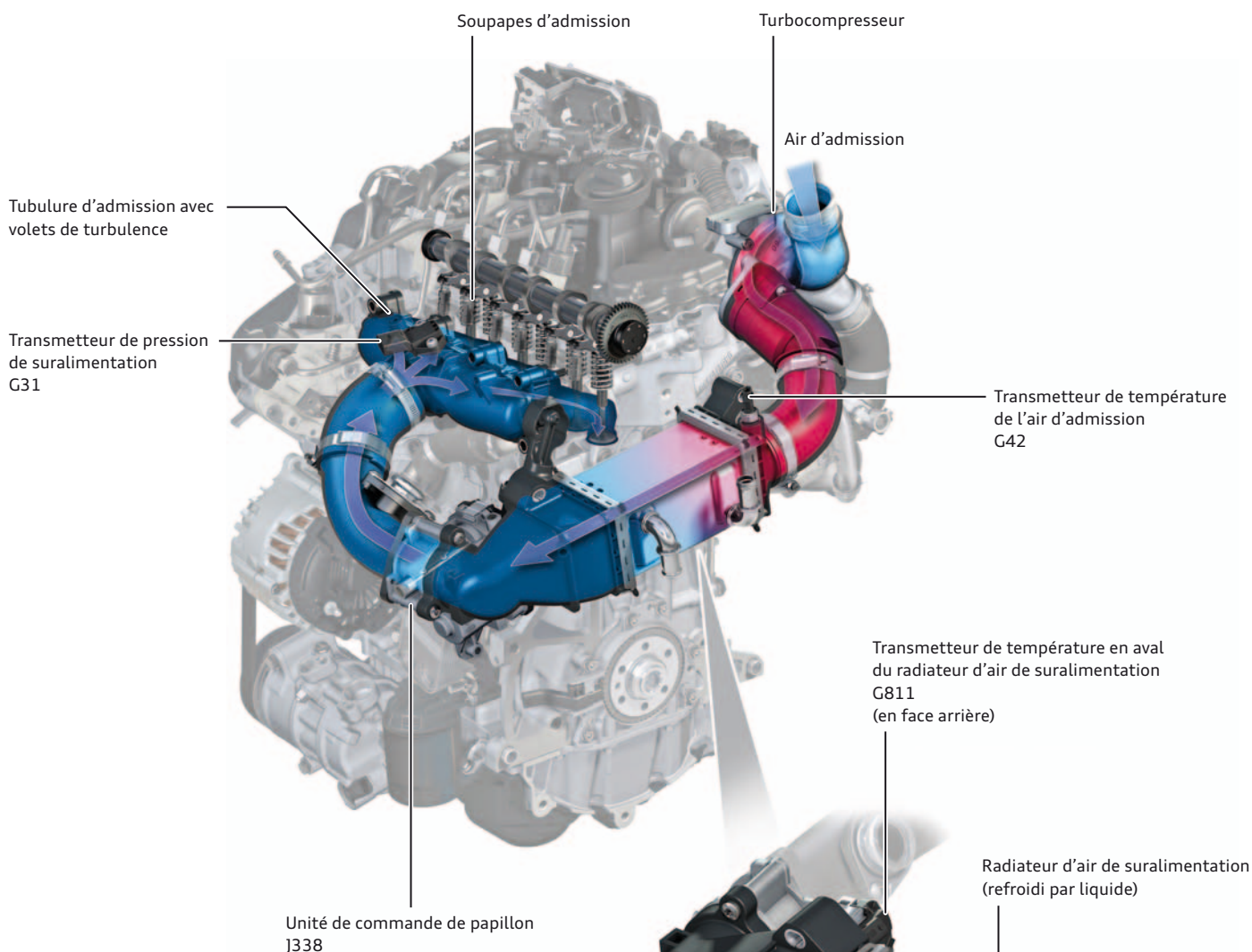
Ensuite, les tubes d'arbres à cames déjà dotés des embouts et refroidis sont guidés à travers les paliers du cadre. Après compensation de température des composants, les deux arbres à cames sont montés, indissociables, dans le module de distribution intégré. Ce procédé autorise une exécution très rigide des paliers d'arbres à cames, allant de pair avec un poids très faible. En vue d'une optimisation de la friction, un roulement à aiguilles est monté côté entraînement de l'arbre à cames.



Alimentation en air et suralimentation

Guidage d'air

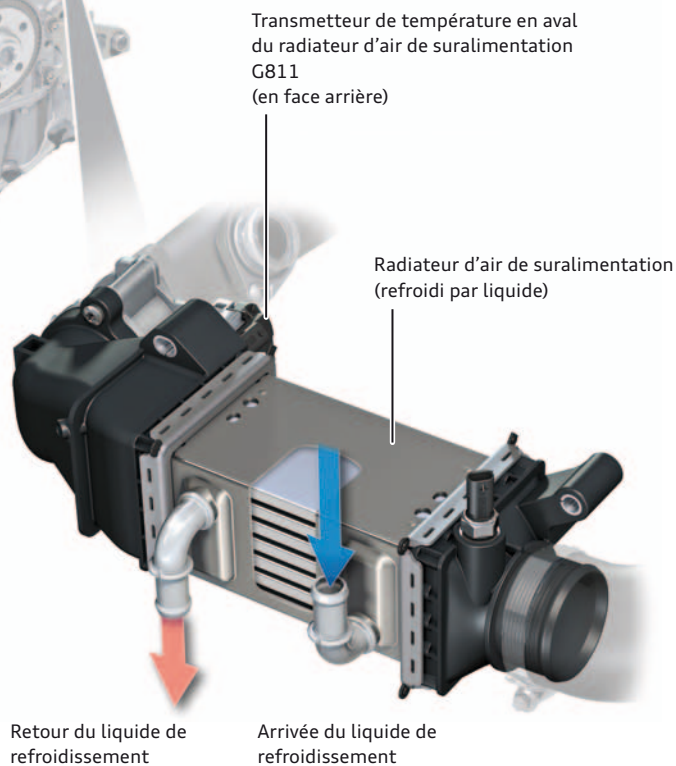
L'air d'admission chemine depuis le filtre à air côté suralimentation du compresseur, du radiateur d'air de suralimentation, de l'unité de commande de papillon et arrive via la tubulure d'admission avec volets de turbulence dans les canaux d'admission avec soupapes d'admission dans la chambre de combustion.



Refroidissement de l'air de suralimentation

Le moteur 3 cylindres possède, comme le moteur TDI de 1,6 l/2,0 l (EA288) un radiateur d'air de suralimentation refroidi par liquide. Pour des raisons techniques de construction, il a dû être monté côté boîte sur la culasse.

Le radiateur d'air de suralimentation se compose de 7 tubes plats en aluminium disposés horizontalement. Pour réaliser une dissipation optimale de la chaleur dans le liquide de refroidissement, des tôles de turbulence et estampages équipent les tubes plats. Les deux transmetteurs, le transmetteur de température de l'air d'admission G42 et le transmetteur de température d'air de suralimentation en aval du radiateur d'air de suralimentation G811, comparent les valeurs de consigne/valeurs réelles de l'air de suralimentation. Si la température réelle en aval du radiateur d'air de suralimentation est supérieure à la température de consigne, la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188 est pilotée en fonction des besoins par le calculateur du moteur.



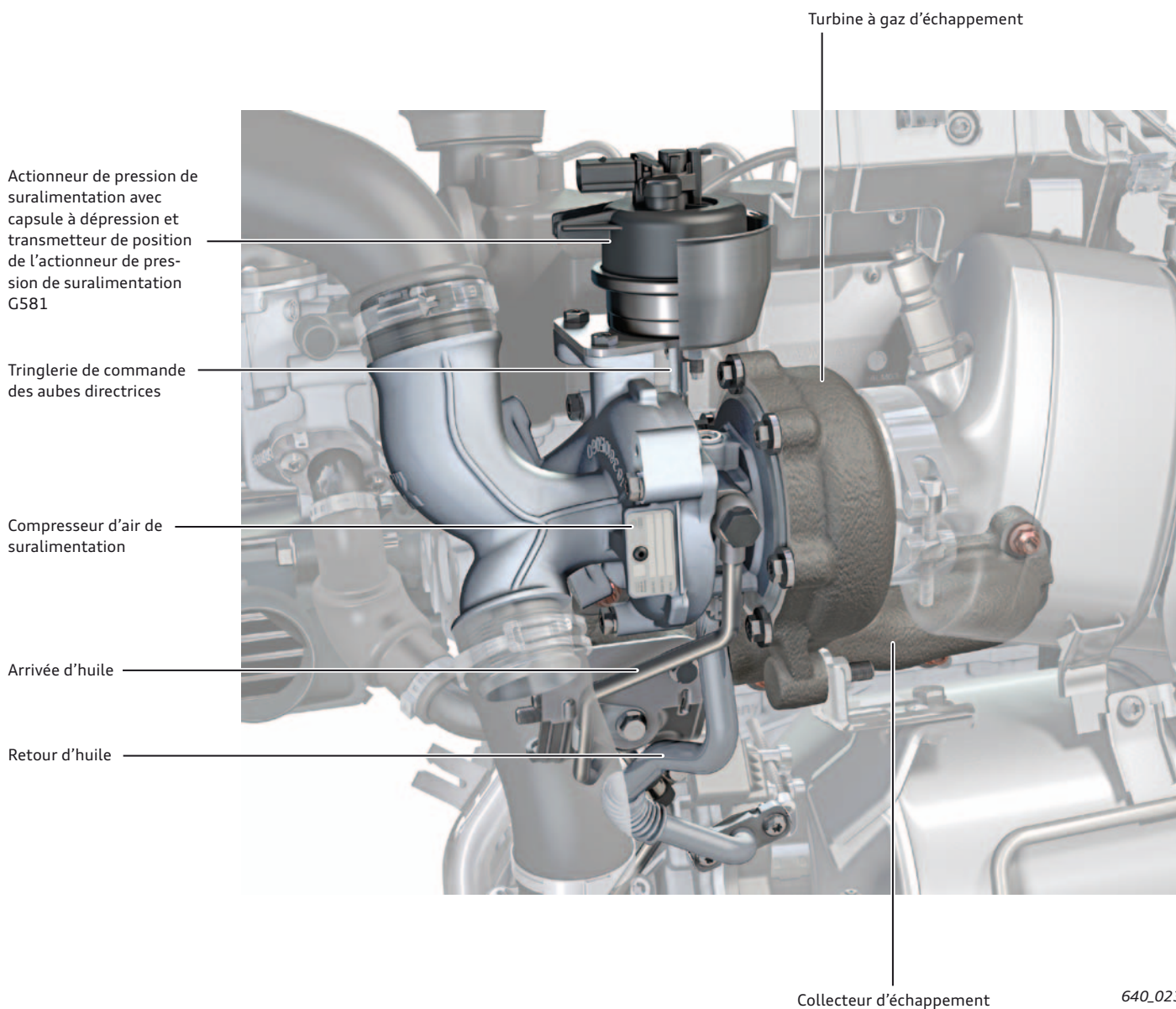
640_022

Suralimentation

Le module de collecteur d'échappement se compose du collecteur d'échappement, du turbocompresseur intégré dans le collecteur d'échappement ainsi que du point d'introduction du recyclage des gaz d'échappement basse pression.

Il est fait appel à un turbocompresseur à géométrie variable de la turbine (VTG) à commande pneumatique avec capteur de position. Le calculateur du moteur reçoit du transmetteur de position de l'actionneur de pression de suralimentation G581 implanté dans l'actionneur de pression de suralimentation une rétrosignalisation sur la position des aubes directrices.

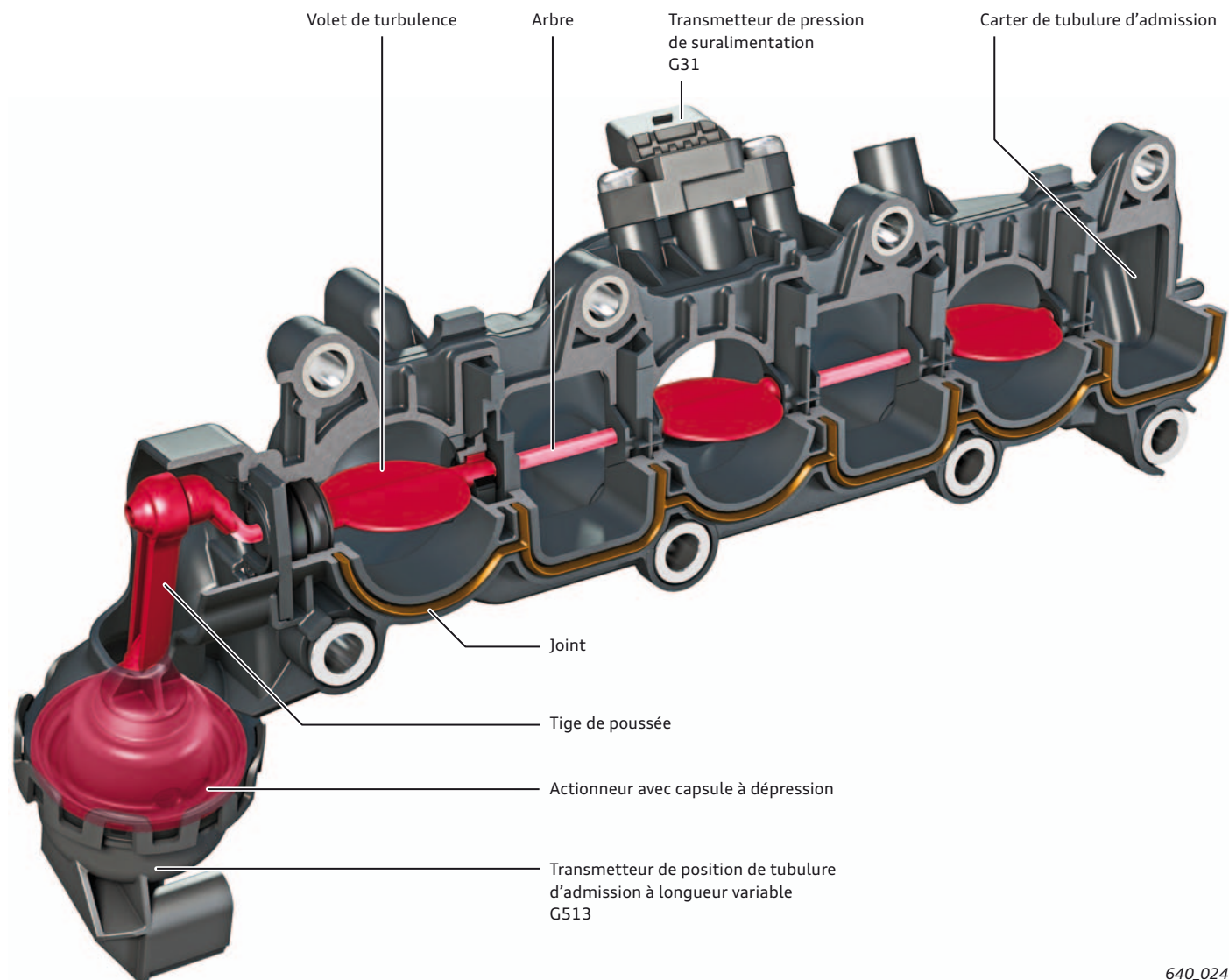
Le prélèvement du recyclage des gaz d'échappement n'a pas lieu au niveau du carter de turbine, mais de la sortie du filtre à particules. Le turbocompresseur peut ainsi être exploité dans des plages à rendement élevé. Durant la charge partielle, notamment, des pressions de suralimentation élevées et donc des remplissages des cylindres importants sont possibles. Un avantage en est la puissance frigorifique plus élevée du système de recyclage des gaz d'échappement, qui entraîne une réduction de la température du mélange d'air frais et de recyclage des gaz. La lubrification et le refroidissement des paliers sont assurés par l'huile moteur.



640_023

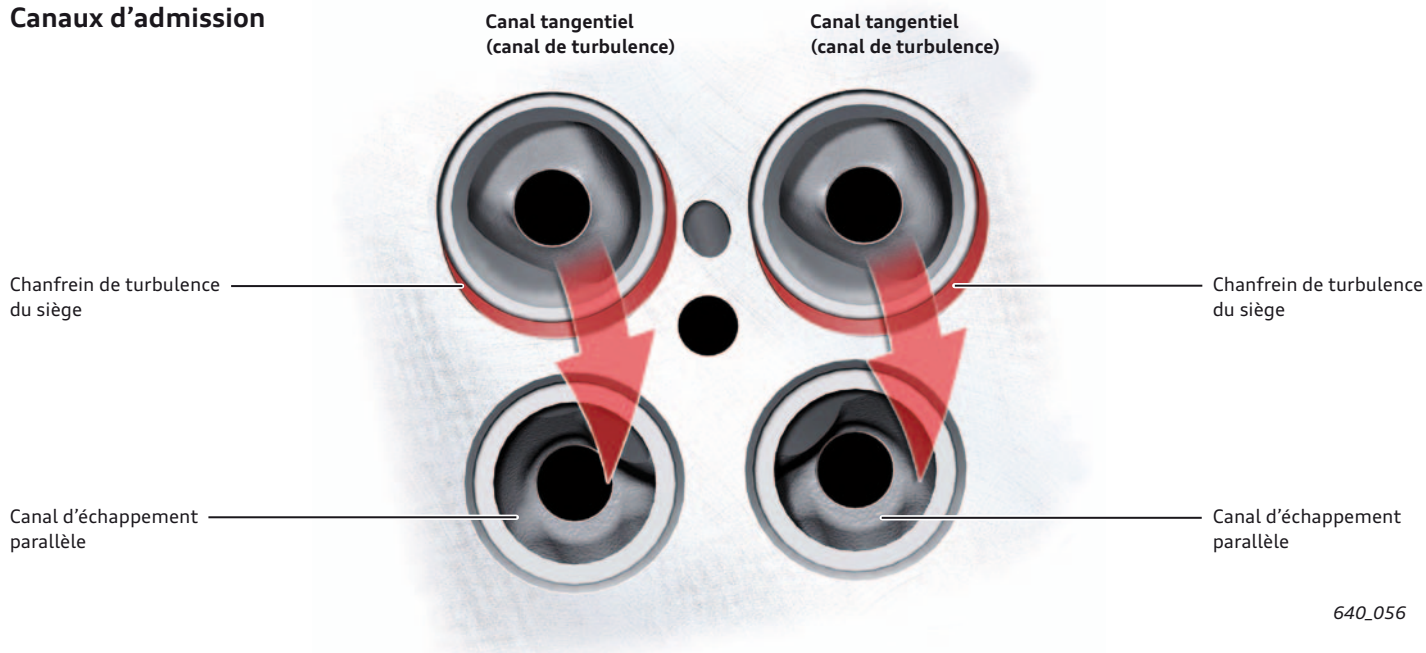
Tubulure d'admission avec volets de turbulence

Un effet de mouvement tourbillonnaire optimal dans la chambre de combustion a pu être obtenu à l'aide de la tubulure d'admission à géométrie variable, d'une géométrie adaptée de l'admission ainsi que du chanfrein de turbulence du siège à l'extrémité inférieure de la soupape d'admission.



640_024

Canaux d'admission



640_056

Recyclage des gaz d'échappement

Recyclage des gaz d'échappement à double circuit

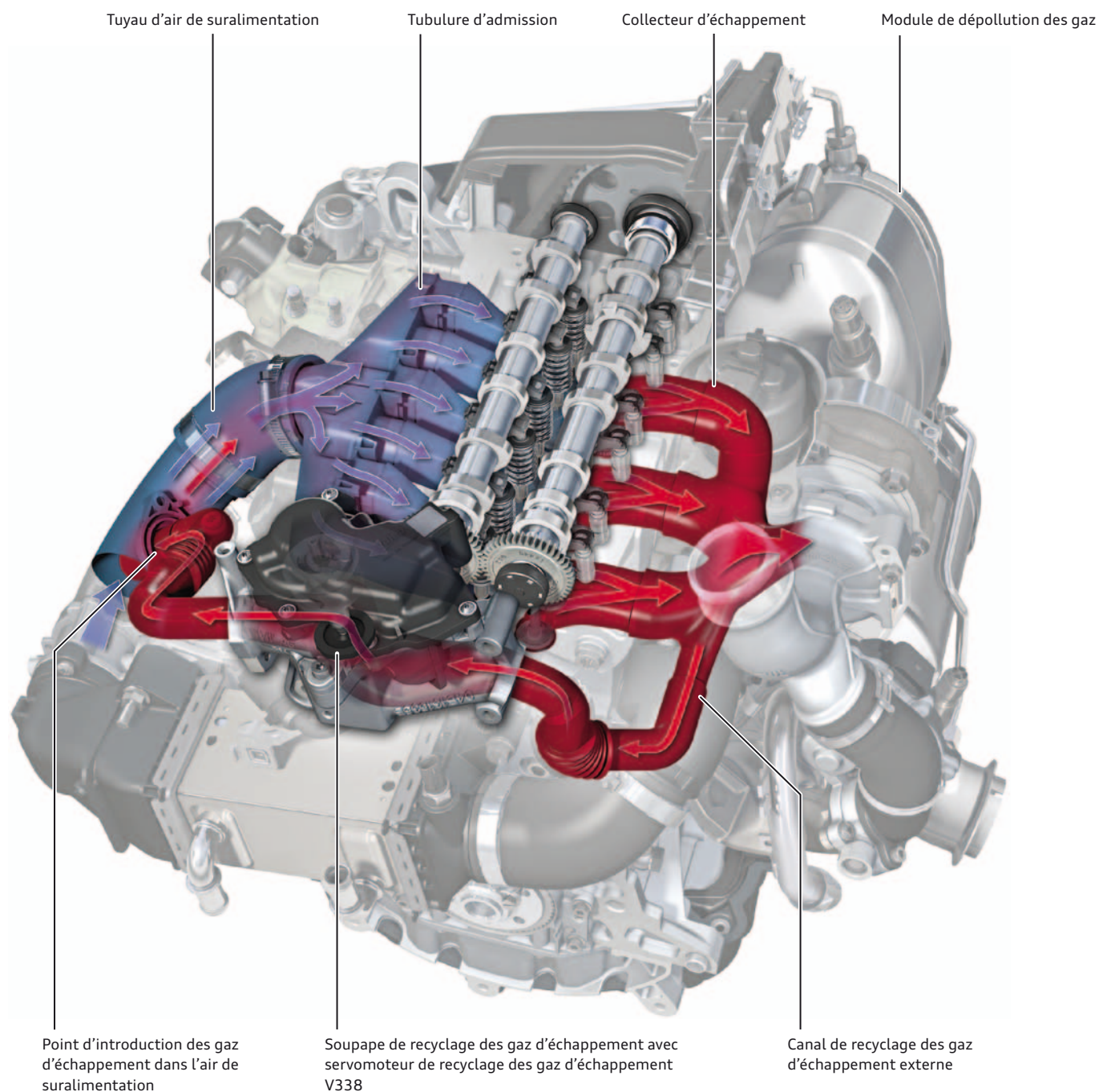
Le moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l possède un système de recyclage des gaz d'échappement à double circuit, composé d'un recyclage des gaz d'échappement haute pression et d'un recyclage des gaz d'échappement basse pression.

Recyclage des gaz d'échappement haute pression

Les gaz d'échappement sont prélevés directement sur le collecteur d'échappement via un canal externe et acheminés, non refroidis, via le servomoteur de recyclage des gaz d'échappement V338 jusque dans le tuyau d'air de suralimentation.

Les gaz d'échappement chauds réchauffent l'air de suralimentation et sont acheminés avec lui dans les cylindres via la tubulure d'admission.

Les gaz d'échappement brûlants acheminés provoquent un réchauffage rapide du module de dépollution des gaz d'échappement et le rendent plus rapidement prêt à fonctionner. Le recyclage haute pression des gaz d'échappement est essentiellement actif durant la phase de réchauffage du moteur. Le taux de recyclage des gaz d'échappement haute pression est régulé par le calculateur du moteur via le servomoteur de recyclage des gaz d'échappement V338.



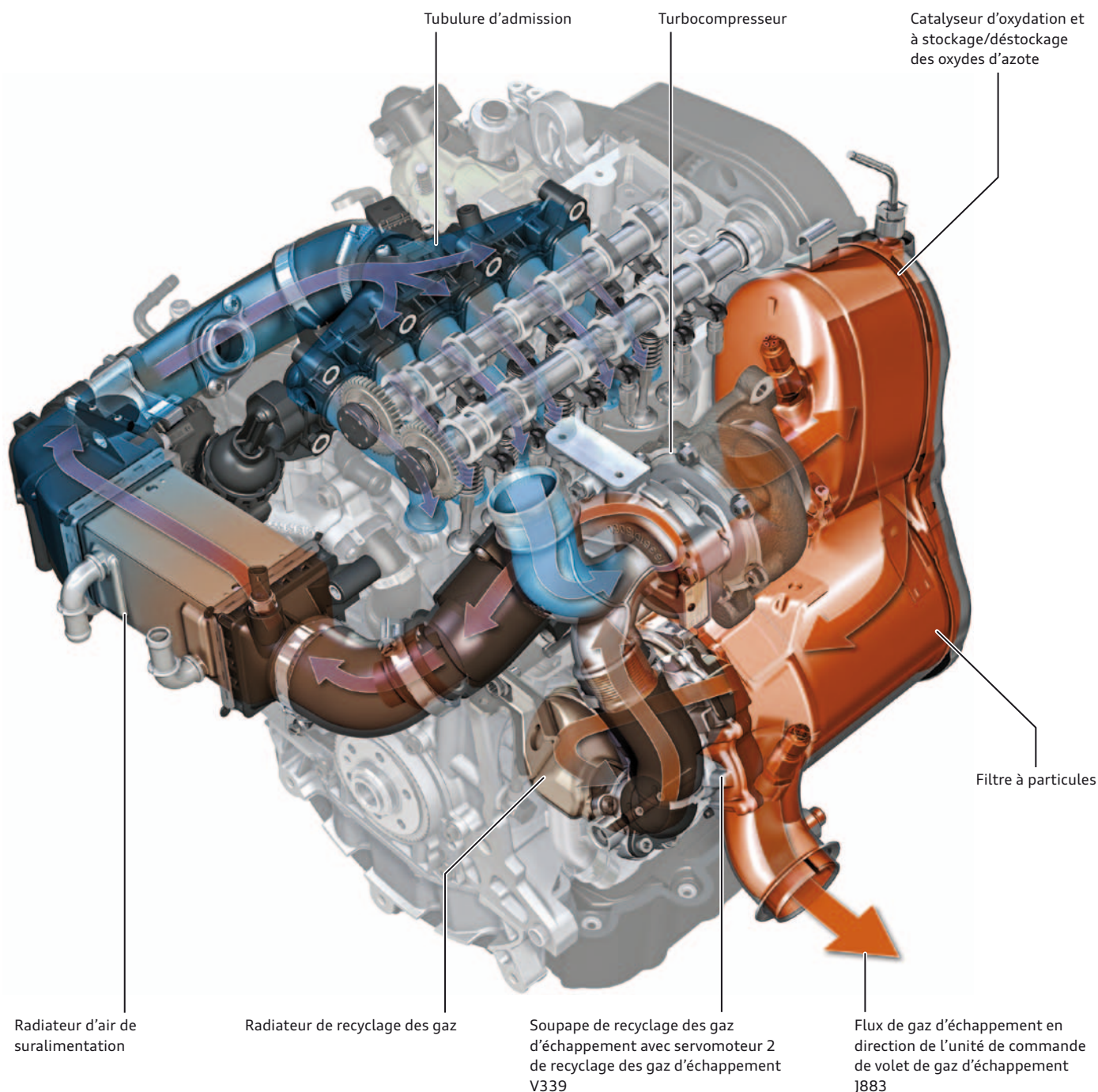
Recyclage des gaz d'échappement basse pression

Les gaz d'échappement recyclés arrivent en aval du filtre à particules via un tamis (les particules de suie sont retenues), en passant par le radiateur de recyclage des gaz d'échappement refroidi par liquide, à la soupape de recyclage des gaz d'échappement. De là, les gaz d'échappement refroidis sont amenés en amont du compresseur du turbocompresseur, mélangés optimalement à l'air de suralimentation et acheminés dans le radiateur d'air de suralimentation, où l'air de suralimentation comprimé arrive dans la ligne de la tubulure d'admission.

Pour pouvoir exploiter le recyclage des gaz d'échappement basse pression sur toute la plage cartographique, le flux de gaz d'échappement total venant du filtre à particules est retenu de façon définie par un volet de gaz d'échappement à moteur électrique. Le taux de recyclage des gaz d'échappement dépend de la différence de pression entre les côtés d'échappement et d'admission.

Comme cette différence de pression varie en fonction de l'état de charge du moteur, il faut la réguler. Cela s'effectue par l'interaction de la soupape de recyclage des gaz d'échappement côté admission V339 et de l'unité de commande des gaz d'échappement côté échappement J883. La différence de pression peut alors augmenter ou diminuer :

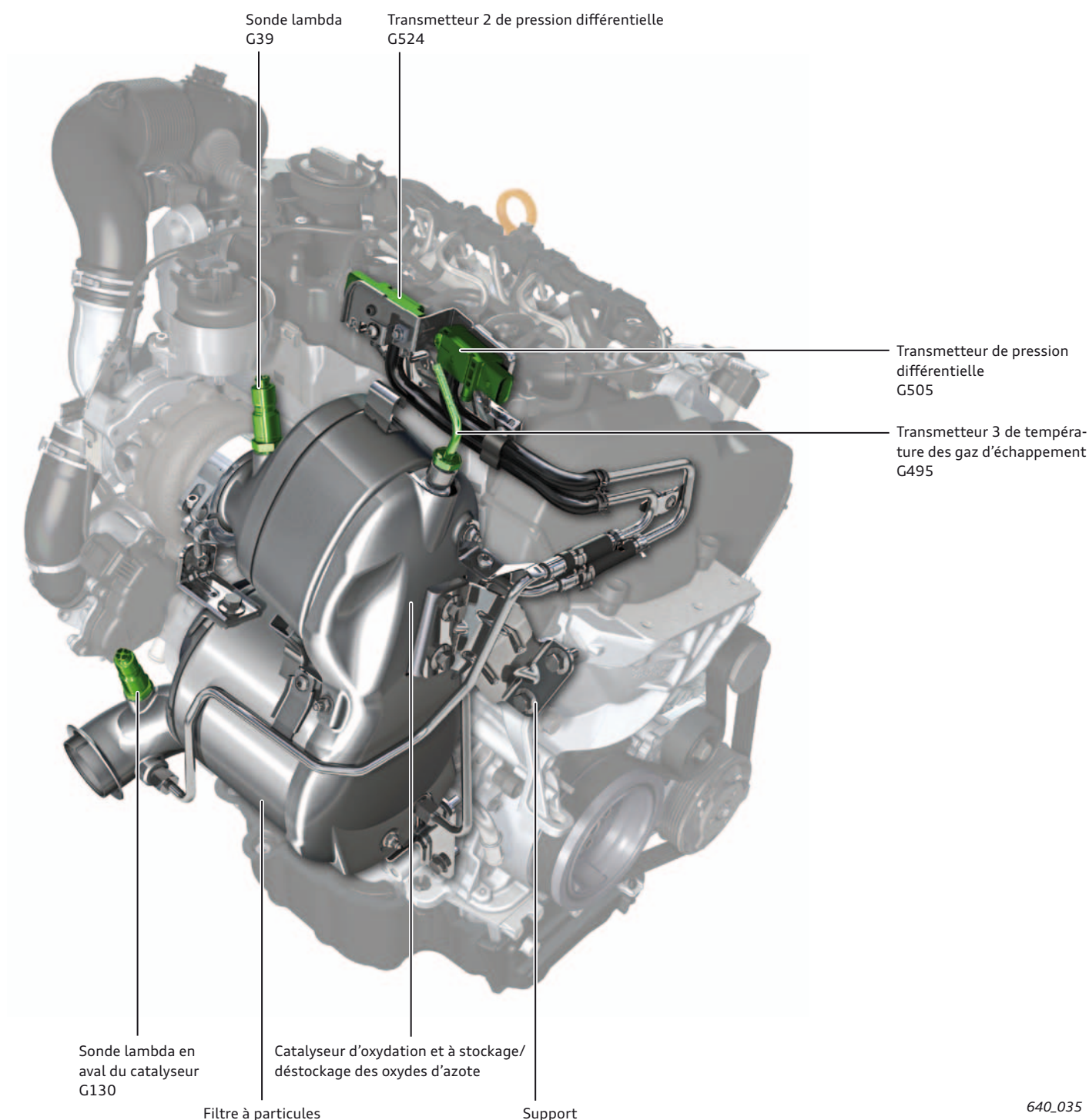
- ▶ La différence de pression augmente lorsque le papillon de la soupape de recyclage des gaz d'échappement reste ouverte et que le papillon de l'unité de commande de volet de gaz d'échappement reste fermé.
- ▶ La différence de pression diminue lorsque le papillon de la soupape de recyclage des gaz d'échappement reste fermée et que le papillon de l'unité de commande de volet de gaz d'échappement reste ouvert.



Module de dépollution des gaz

Afin de réduire les émissions d'oxydes d'azote et de pouvoir réaliser les seuils exigés par la norme antipollution Euro 6, le moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l est équipé d'un catalyseur à stockage/déstockage des oxydes d'azote (catalyseur à accumulation de NO_x). Pour le stockage des oxydes d'azote contenus dans les gaz d'échappement, le catalyseur à oxydation est non seulement revêtu de platine, palladium et rhodium, mais aussi d'oxyde de baryum et joue ainsi simultanément le rôle de catalyseur à stockage/déstockage des NO_x .

Un modèle de calcul gérant le stockage des oxydes d'azote et la régénération du catalyseur à stockage/déstockage des NO_x est mémorisé dans le calculateur du moteur. Le modèle de calcul utilise pour cela les informations des capteurs de température des gaz d'échappement et des sondes lambda. Le filtre à particules sert également de catalyseur barrière pour l'hydrogène sulfuré généré lors du fonctionnement de la désulfuration du catalyseur à stockage/déstockage des NO_x . Le filtre à particules est, dans ce but, revêtu d'un oxyde métallique.



640_035



Nota

Le module de dépollution des gaz d'échappement est vissé sur le bloc-cylindres et sur la culasse. Afin de permettre un montage sans contraintes du module de dépollution des gaz d'échappement, les supports sont dotés de trous oblongs.

Déstockage des oxydes d'azote (régénération)

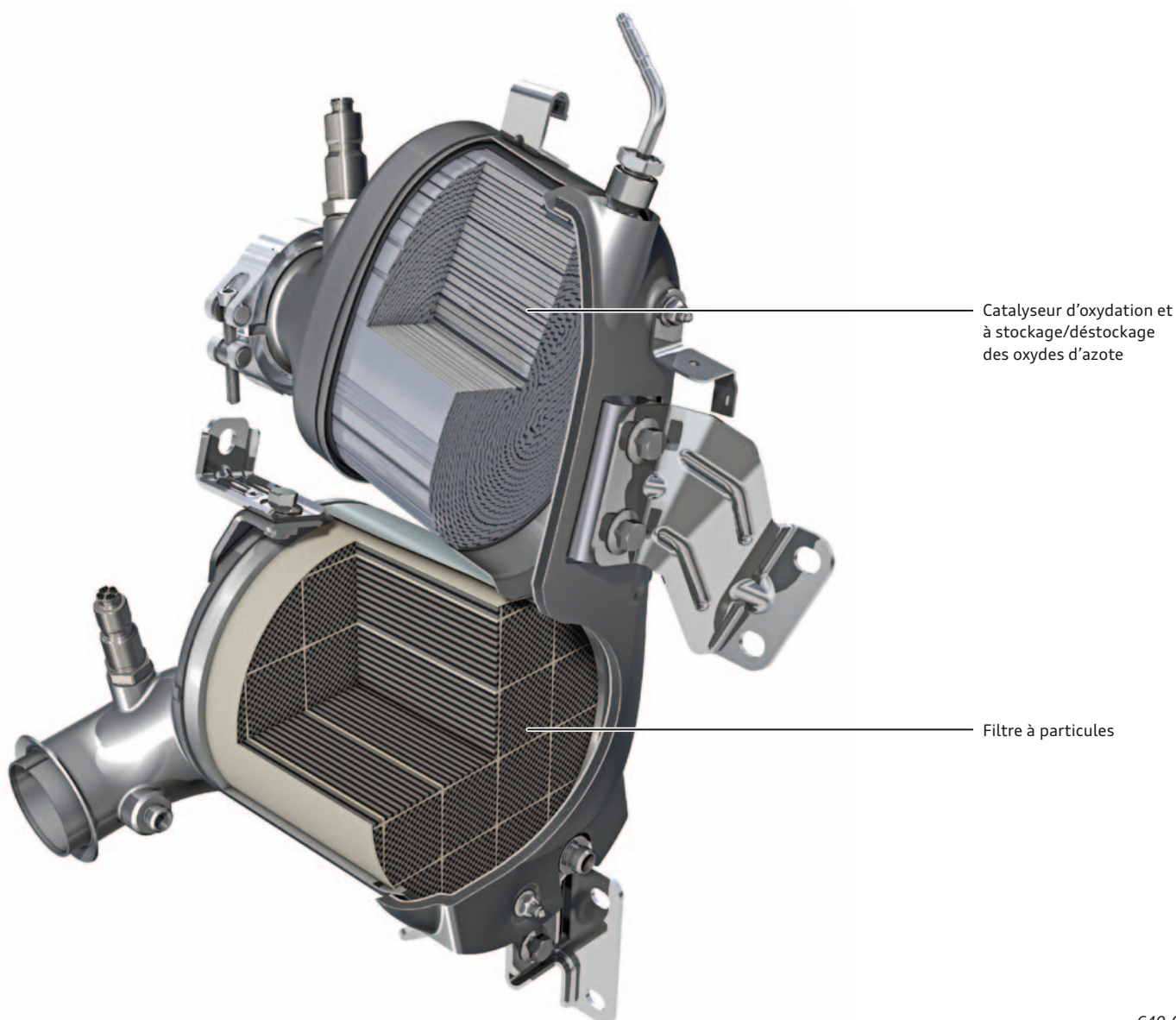
Lorsque la capacité de stockage du catalyseur à stockage/déstockage des NO_x est épuisée, un processus de régénération est amorcé par la gestion du moteur. La condition de la régénération du catalyseur à stockage/déstockage des NO_x est un fonctionnement du moteur avec un mélange riche ($\lambda < 1$) ; les oxydes d'azote sont alors déstockés par les molécules de monoxyde de carbone présentes en grand nombre dans les gaz d'échappement riches.

Le baryum de nitrate est tout d'abord réduit en oxyde de baryum par le monoxyde de carbone, ce qui entraîne la libération de dioxyde de carbone et de monoxyde d'azote. Comme le catalyseur à stockage/déstockage des NO_x est revêtu de rhodium et de platine, les oxydes d'azote sont réduits en azote. Le monoxyde de carbone est oxydé pour obtenir du dioxyde de carbone.

Désulfuration

La désulfuration du catalyseur à stockage/déstockage des NO_x requiert des températures des gaz d'échappement supérieures à 620 °C. Une désulfuration est généralement consécutive à une régénération du filtre à particules. La température élevée des gaz d'échappement générée lors de la régénération du filtre à particules est exploitée pour raccourcir le temps de chauffage du catalyseur à stockage/déstockage des NO_x . Dès que la température des gaz d'échappement nécessaire à la désulfuration est atteinte, le moteur fonctionne alternativement avec un mélange riche et un mélange pauvre.

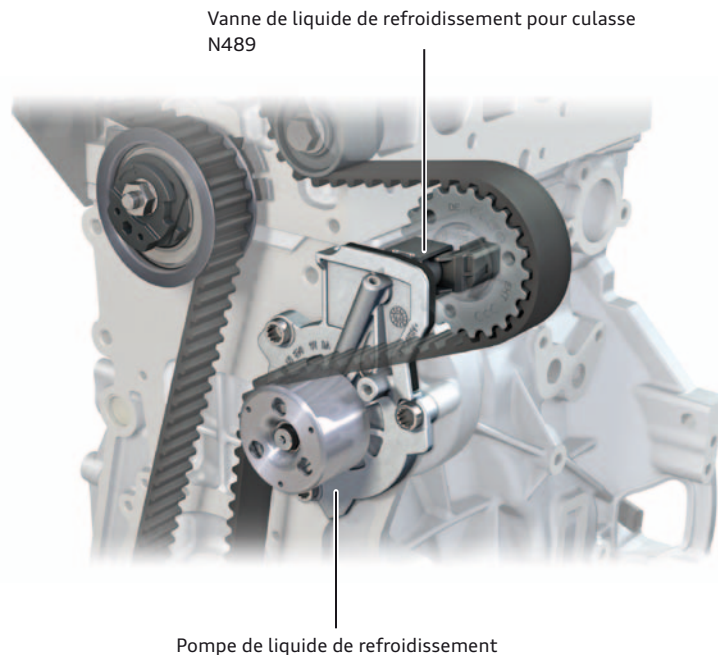
Durant le fonctionnement avec excédent de carburant, le soufre (S) est déstocké sous forme de dioxyde de soufre (SO_2) et d'hydrogène sulfuré (H_2S). Durant les phases de fonctionnement en mode pauvre, la température des gaz d'échappement dans le catalyseur à stockage/déstockage des NO_x est régulée pour éviter une sollicitation des composants par les températures excessives des gaz d'échappement. Les faibles quantités d'hydrogène sulfuré générées lors de la désulfuration sont transformées par le revêtement barrière du filtre à particules en dioxyde de soufre (SO_2).



Système de refroidissement

Gestion thermique

Le moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l possède une gestion thermique, dont les objectifs sont de raccourcir la phase de réchauffage après démarrage à froid et d'envoyer la chaleur générée là où elle peut être utilisée judicieusement pour l'augmentation de l'efficacité du véhicule. La réduction des frictions internes du moteur est ici primordiale. En outre, il convient de mettre rapidement à disposition des mesures de réduction des émissions et de réduire les mesures de chauffage augmentant la consommation.

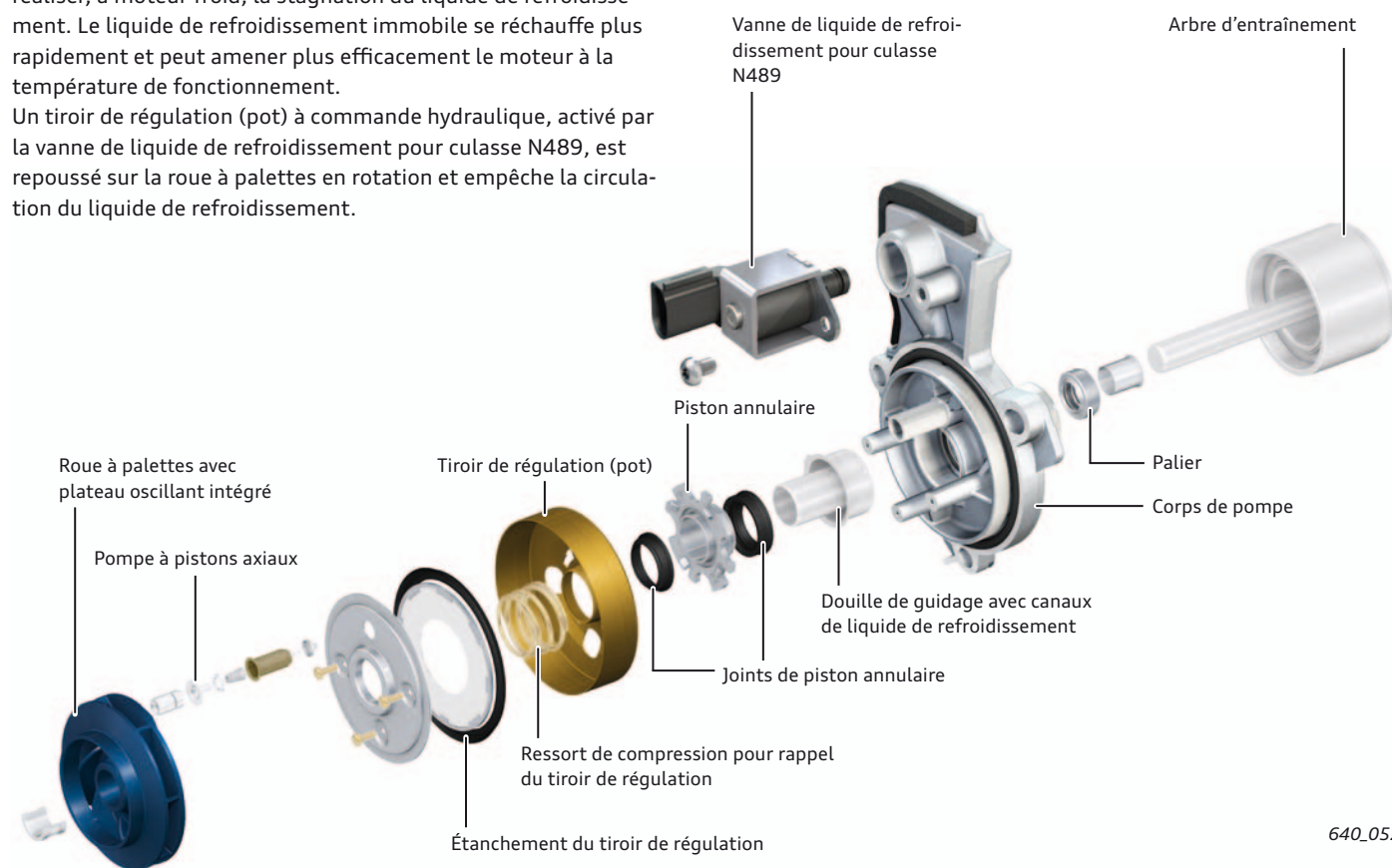


640_049

Pompe de liquide de refroidissement interruptible

Sur le moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l, une pompe de liquide de refroidissement interruptible est mise en œuvre dans la gestion thermique. Cette pompe interruptible et commutable permet de réaliser, à moteur froid, la stagnation du liquide de refroidissement. Le liquide de refroidissement immobile se réchauffe plus rapidement et peut amener plus efficacement le moteur à la température de fonctionnement.

Un tiroir de régulation (pot) à commande hydraulique, activé par la vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489, est repoussé sur la roue à palettes en rotation et empêche la circulation du liquide de refroidissement.



640_052



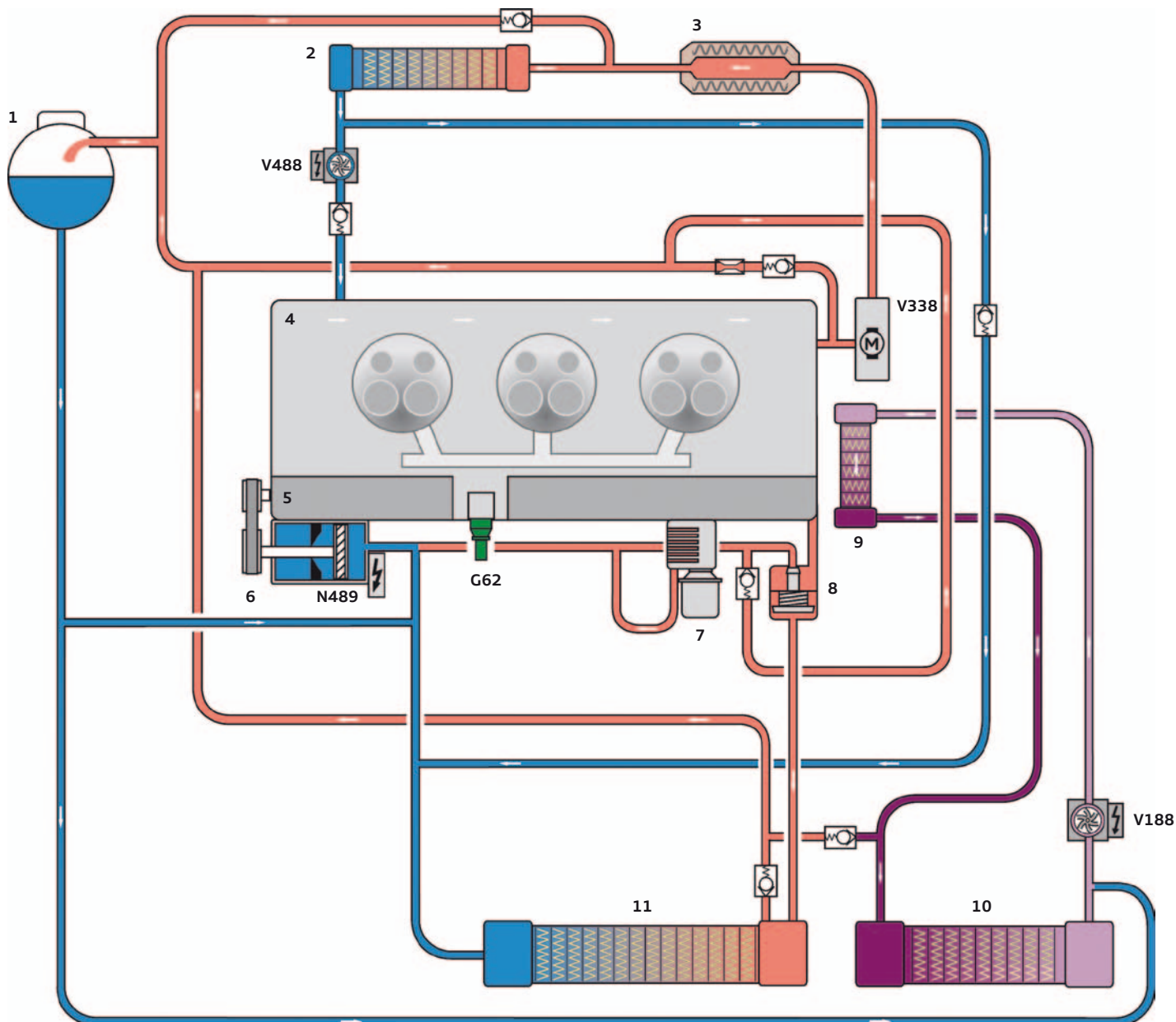
Renvoi

Vous trouverez de plus amples informations sur la pompe de liquide de refroidissement interruptible dans le programme autodidactique 608 « Moteurs TDI de 1,6l/2,0l à 4 cylindres Audi ».

Aperçu du système

Le circuit de refroidissement global se compose de trois sous-circuits :

- ▶ Petit circuit de refroidissement (micro-circuit)
- ▶ Grand circuit de refroidissement (circuit haute température)
- ▶ Circuit de refroidissement pour refroidissement de l'air de suralimentation (circuit basse température)



640_005

Légende :

- 1 Vase d'expansion du liquide de refroidissement
- 2 Échangeur de chaleur du chauffage
- 3 Radiateur de recyclage des gaz d'échappement basse pression
- 4 Culasse
- 5 Bloc-cylindres
- 6 Pompe de liquide de refroidissement interruptible
- 7 Radiateur d'huile moteur
- 8 Régulateur de liquide de refroidissement
- 9 Radiateur d'air de suralimentation
- 10 Radiateur pour circuit de refroidissement basse température
- 11 Radiateur de liquide de refroidissement

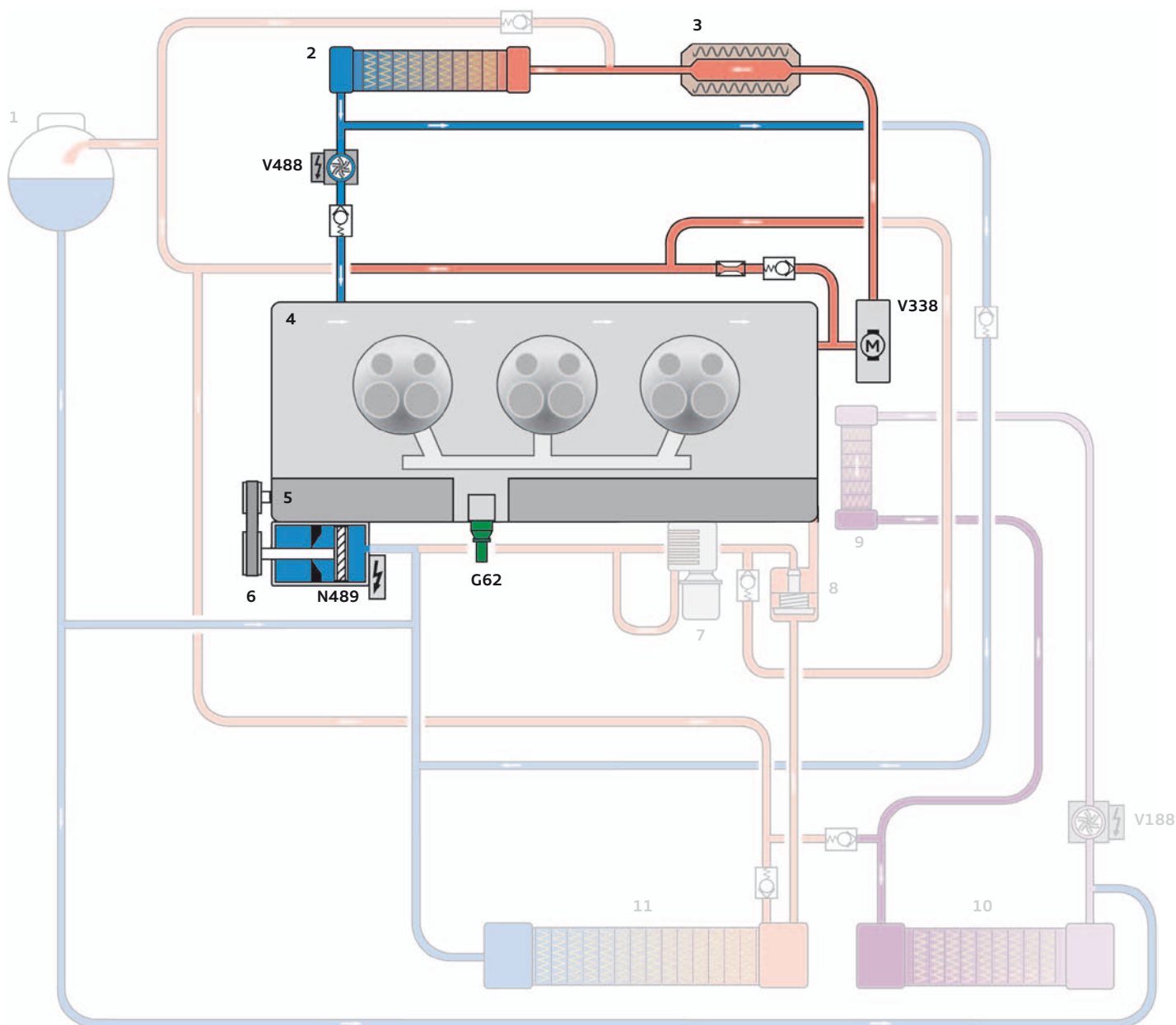
- G62** Transmetteur de température de liquide de refroidissement
N489 Vanne de liquide de refroidissement pour culasse
V188 Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation
V338 Servomoteur de recyclage des gaz
V488 Pompe d'assistance de chauffage

- Liquide de refroidissement refroidi
- Liquide de refroidissement chaud
- Refroidissement de l'air de suralimentation

Petit circuit de refroidissement (micro-circuit, circuit de chauffage)

Lorsque le moteur est froid, la gestion thermique démarre avec le petit circuit de refroidissement. Cela garantit un réchauffage rapide du moteur et de l'habitacle. La pompe de refroidissement interruptible est activée par la vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489. Il y a alors réalisation d'une stagnation du liquide de refroidissement dans le bloc-cylindres.

La pompe d'assistance de chauffage électrique V488 met le petit circuit de refroidissement en mouvement, en fonction de la température du liquide de refroidissement dans la culasse, avec un pilotage adapté aux besoins. Le souhait de température du conducteur est enregistré par le calculateur du climatiseur et pris en compte lors du pilotage de la pompe de liquide de refroidissement.



640_006

Légende :

- 1 Vase d'expansion du liquide de refroidissement
- 2 Échangeur de chaleur du chauffage
- 3 Radiateur de recyclage des gaz d'échappement basse pression
- 4 Culasse
- 5 Bloc-cylindres
- 6 Pompe de liquide de refroidissement interruptible
- 7 Radiateur d'huile moteur
- 8 Régulateur de liquide de refroidissement
- 9 Radiateur d'air de suralimentation
- 10 Radiateur pour circuit de refroidissement basse température
- 11 Radiateur de liquide de refroidissement

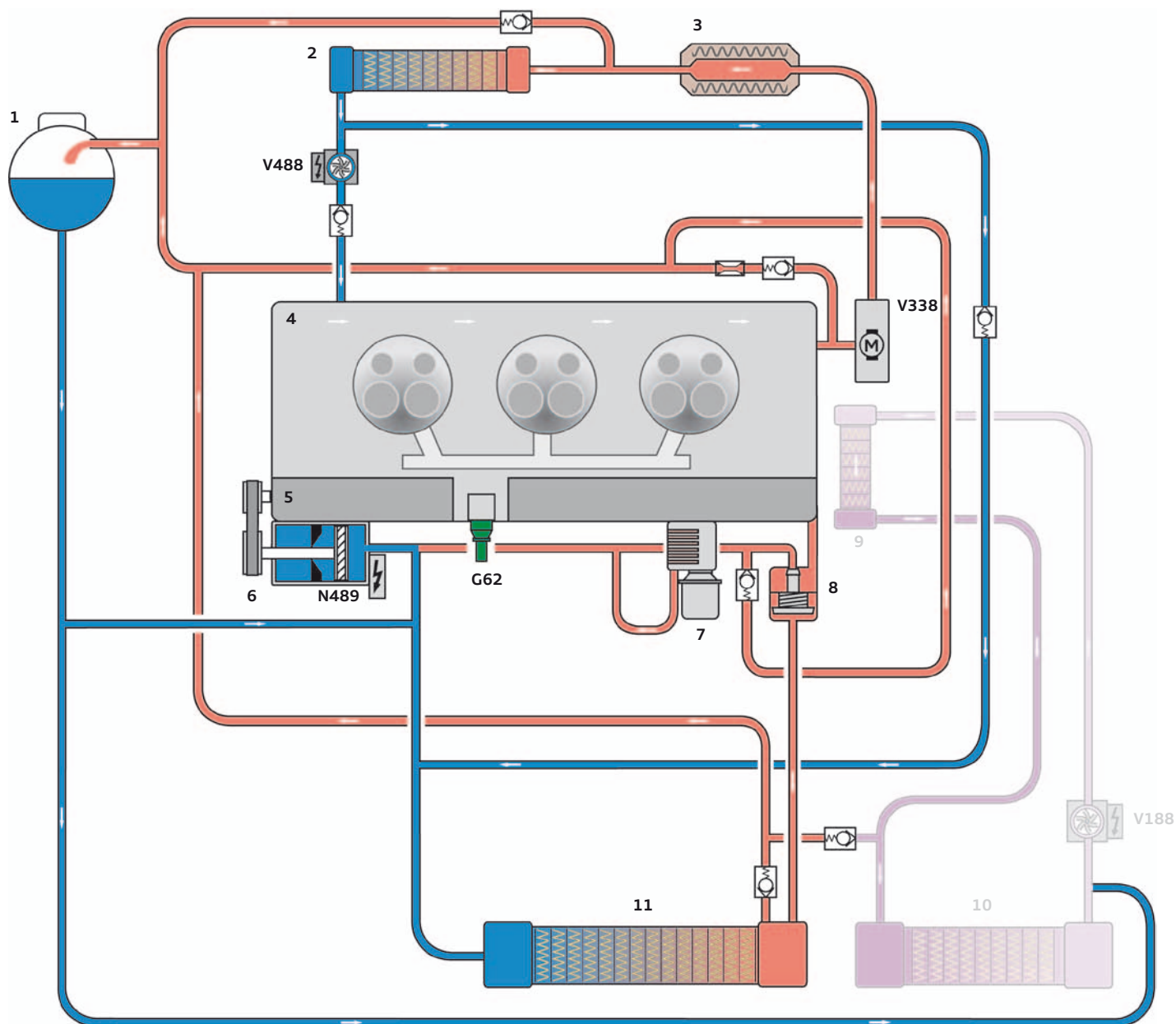
- G62 Transmetteur de température de liquide de refroidissement
- N489 Vanne de liquide de refroidissement pour culasse
- V188 Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation
- V338 Servomoteur de recyclage des gaz
- V488 Pompe d'assistance de chauffage

- Liquide de refroidissement refroidi
- Liquide de refroidissement chaud
- Refroidissement de l'air de suralimentation

Grand circuit de refroidissement (haute température) – liquide de refroidissement à la température de service

Lorsque le liquide de refroidissement a atteint la température de service, le régulateur de liquide de refroidissement s'ouvre et passe dans la plage de régulation. Il s'ensuit l'incorporation du radiateur de liquide de refroidissement (radiateur d'eau principal) dans le circuit de refroidissement.

Le régulateur de liquide de refroidissement régule la température en sortie du moteur et est implanté sur l'alimentation du radiateur d'eau principal.



640_007

Légende :

- 1 Vase d'expansion du liquide de refroidissement
- 2 Échangeur de chaleur du chauffage
- 3 Radiateur de recyclage des gaz d'échappement basse pression
- 4 Culasse
- 5 Bloc-cylindres
- 6 Pompe de liquide de refroidissement interruptible
- 7 Radiateur d'huile moteur
- 8 Régulateur de liquide de refroidissement
- 9 Radiateur d'air de suralimentation
- 10 Radiateur pour circuit de refroidissement basse température
- 11 Radiateur de liquide de refroidissement

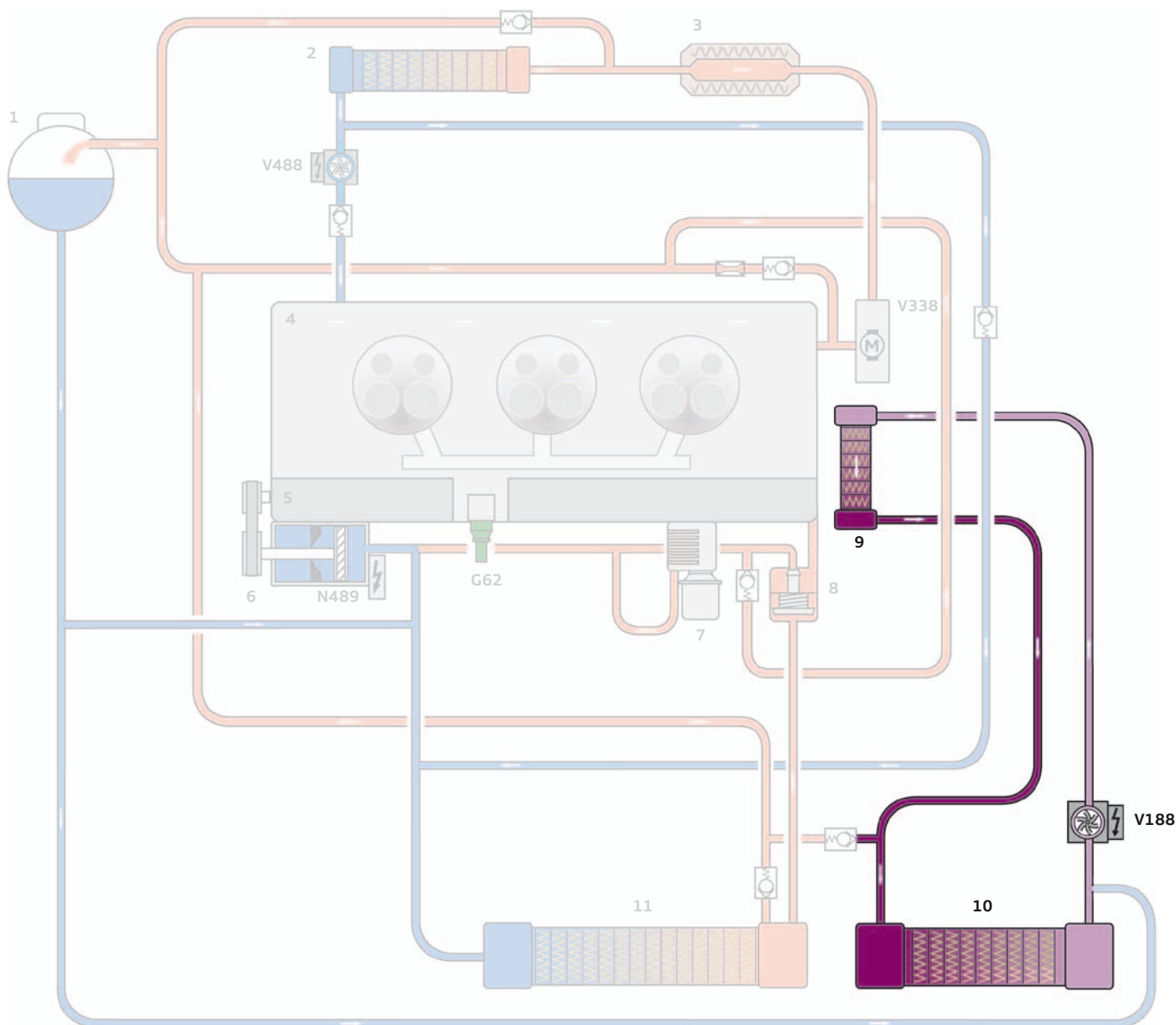
- G62 Transmetteur de température de liquide de refroidissement
- N489 Vanne de liquide de refroidissement pour culasse
- V188 Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation
- V338 Servomoteur de recyclage des gaz
- V488 Pompe d'assistance de chauffage

- Liquide de refroidissement refroidi
- Liquide de refroidissement chaud
- Refroidissement de l'air de suralimentation

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

Pour la commande du circuit de liquide de refroidissement de l'air de suralimentation (circuit de refroidissement basse température), la température de la tubulure d'admission sert de valeur de référence.

Une fois la température cible atteinte, la régulation de la température de la tubulure d'admission a lieu via le pilotage de la pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188.



640_008

Légende :

- 1 Vase d'expansion du liquide de refroidissement
- 2 Échangeur de chaleur du chauffage
- 3 Radiateur de recyclage des gaz d'échappement basse pression
- 4 Culasse
- 5 Bloc-cylindres
- 6 Pompe de liquide de refroidissement interruptible
- 7 Radiateur d'huile moteur
- 8 Régulateur de liquide de refroidissement
- 9 Radiateur d'air de suralimentation
- 10 Radiateur pour circuit de refroidissement basse température
- 11 Radiateur de liquide de refroidissement

- G62 Transmetteur de température de liquide de refroidissement
- N489 Vanne de liquide de refroidissement pour culasse
- V188 Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation
- V338 Servomoteur de recyclage des gaz
- V488 Pompe d'assistance de chauffage

- Liquide de refroidissement refroidi
- Liquide de refroidissement chaud
- Refroidissement de l'air de suralimentation

Système d'alimentation

Le moteur TDI à 3 cylindres de 1,4 l est équipé d'un système d'injection à rampe commune de la société Delphi. Le système d'injection génère, avec une pompe haute pression monopiston, une pression d'injection maximale de 2000 bars et alimente ainsi les injecteurs avec la pression de carburant requise.

La commande est assurée comme jusqu'à présent via le calculateur du moteur avec les grandeurs d'influence :

- Charge
- Régime
- Température

Injecteurs
N30 - N32

Transmetteur de
pression du carburant
G247

Accumulateur haute
pression
(rampe commune)

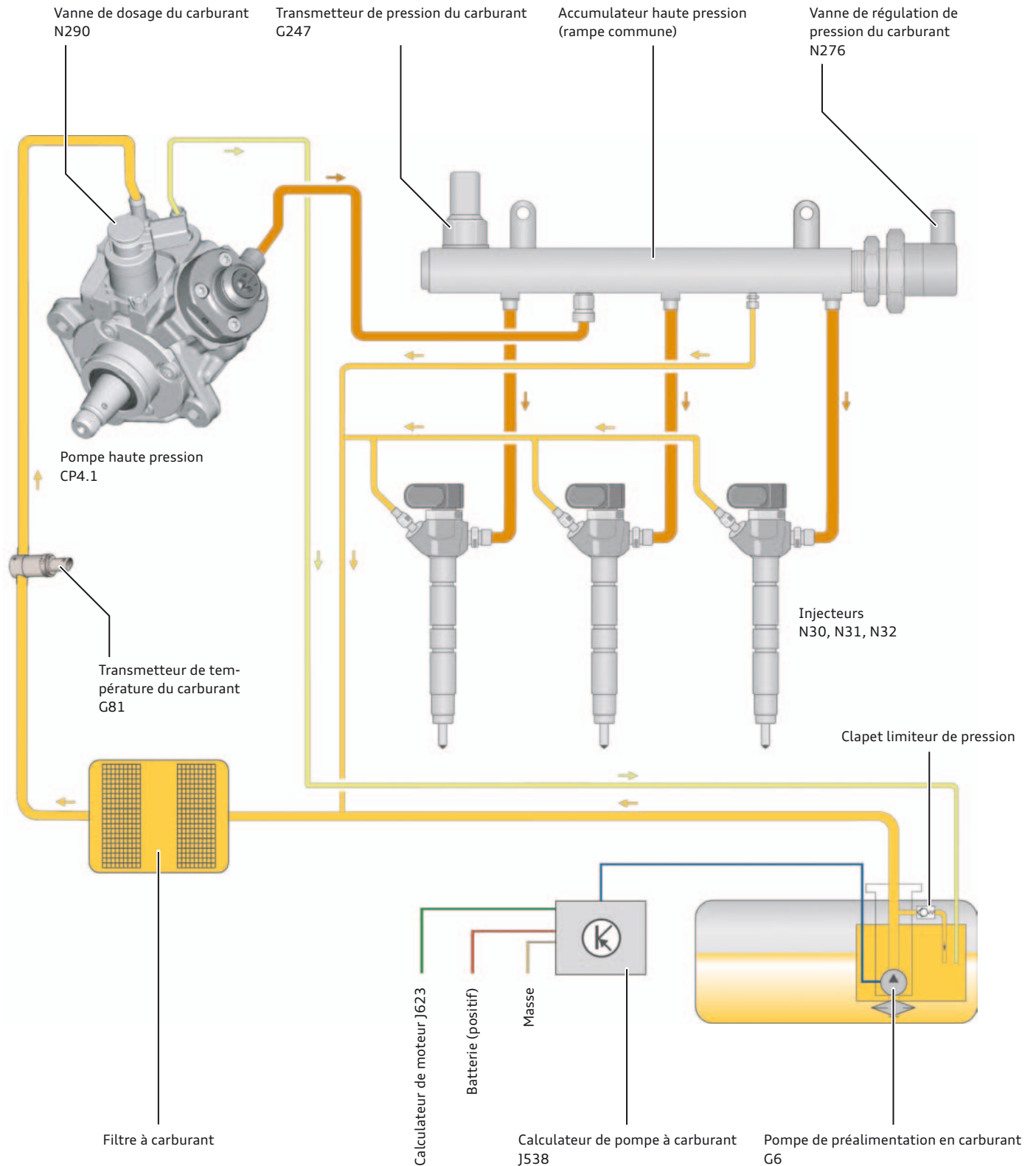
Vanne de régulation de
pression du carburant
N276

Pompe haute pression

Vanne de dosage
du carburant
N290

640_025

Aperçu du système



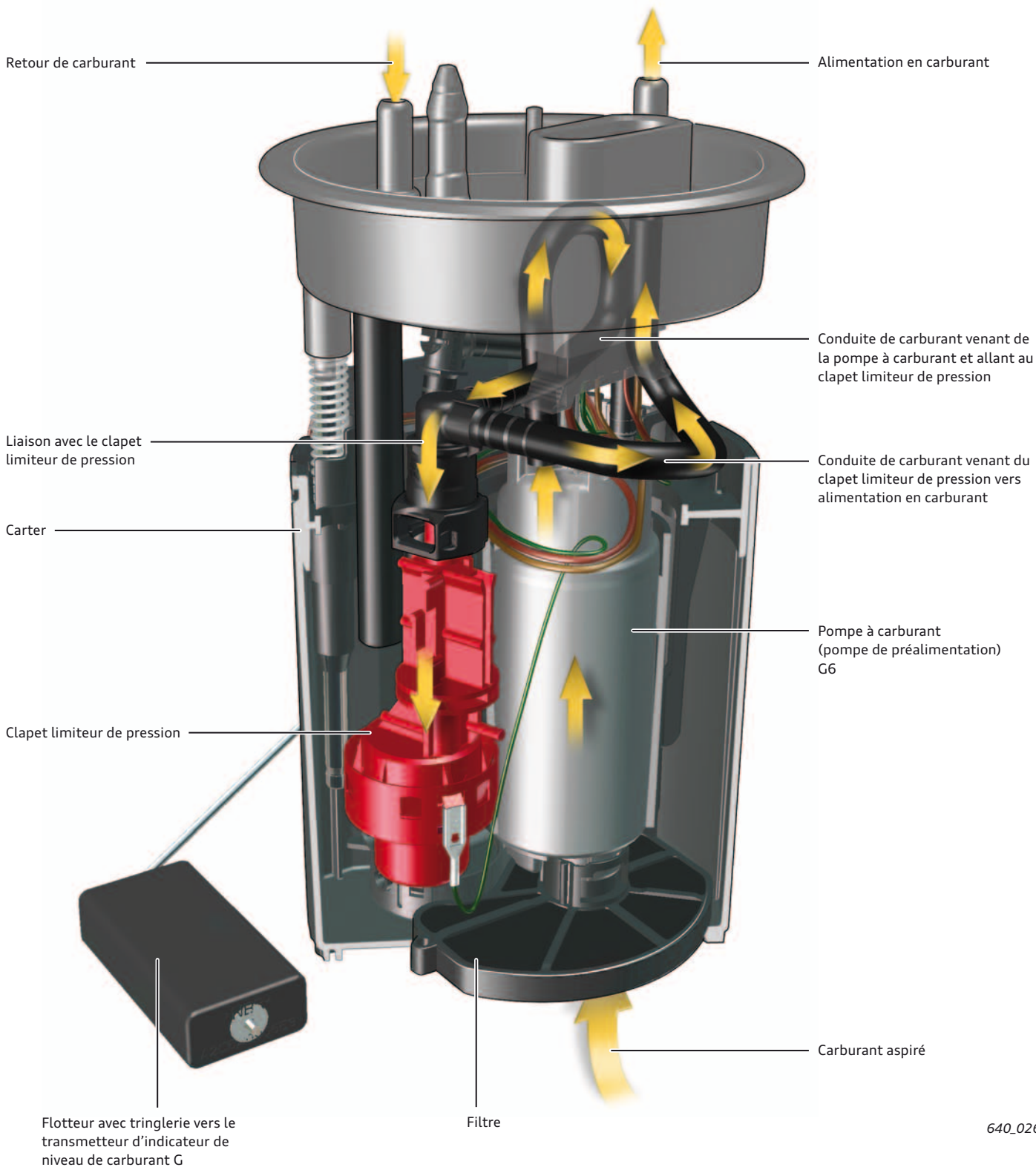
640_009

- Pression de préalimentation du carburant et pression de retour des injecteurs d'environ 5 à 6 bars
- Haute pression du carburant environ 230 à 2000 bars
- Retour du carburant de la pompe haute pression environ 0 à 1 bar

Unité de refoulement du carburant

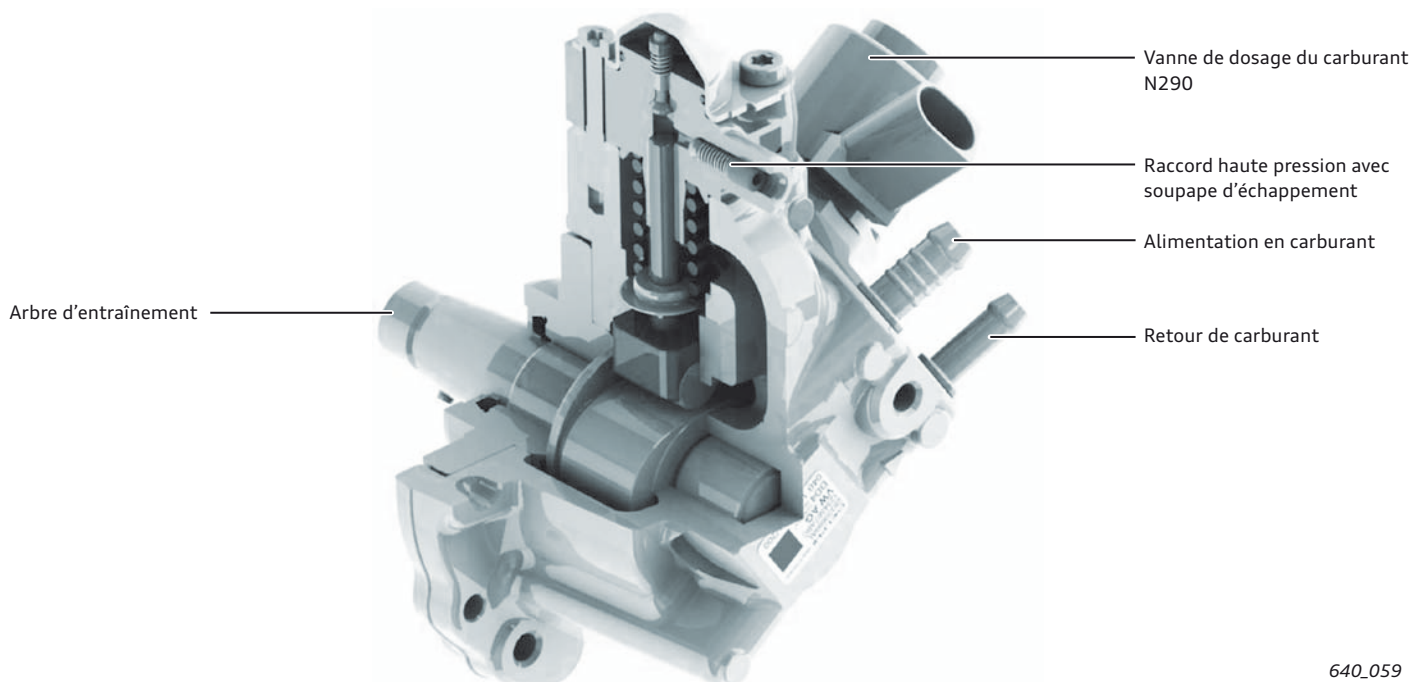
L'unité de refoulement du carburant est montée directement dans le réservoir à carburant. La pompe à carburant (pompe de préalimentation) G6, le clapet limiteur de pression pour alimentation en carburant ainsi que le transmetteur d'indicateur de niveau de carburant sont intégrés dans l'unité de refoulement du carburant.

La pompe à carburant (de préalimentation) achemine le carburant vers la pompe haute pression. Il s'agit d'une pompe électrique à engrenage intérieur non régulée. La pression de préalimentation du carburant est réglée à environ 5,8 bars par un clapet limiteur de pression mécanique.



Pompe haute pression

La pompe haute pression monopiston de la société Delphi porte la désignation DFP 6.1E. Elle génère, en vue de l'injection, une pression maximale de 2000 bars et est entraînée par la commande à courroie crantée.

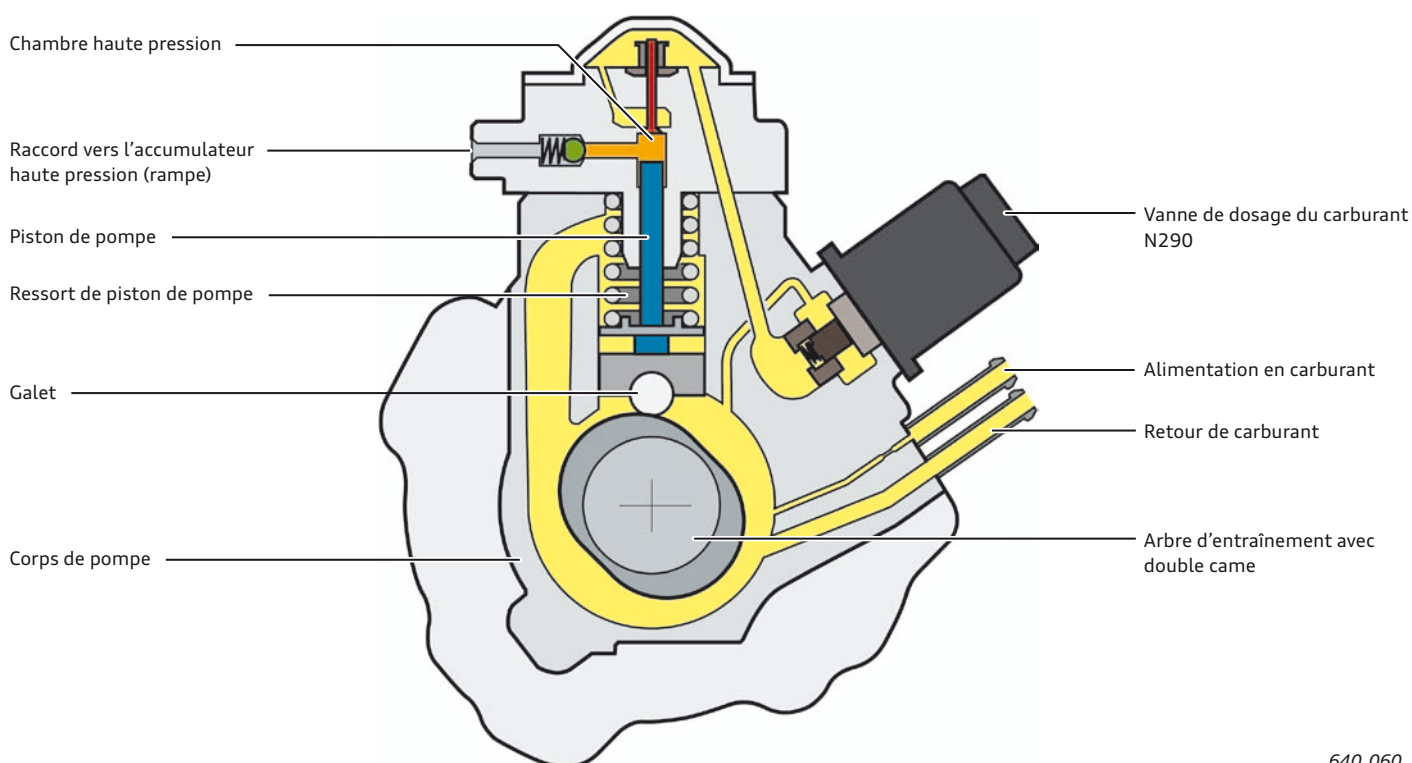


640_059

Architecture

La pompe de préalimentation en carburant G6 refoule le carburant du réservoir à carburant jusque dans le carter de la pompe haute pression. La vanne de dosage du carburant N290 montée dans la pompe haute pression régule le débit de carburant requis en fonction de la charge et du régime pour la plage haute pression.

Le piston de pompe est actionné via un arbre d'entraînement à double came et un galet. Le galet assure une transmission pratiquement exempte de frottements.



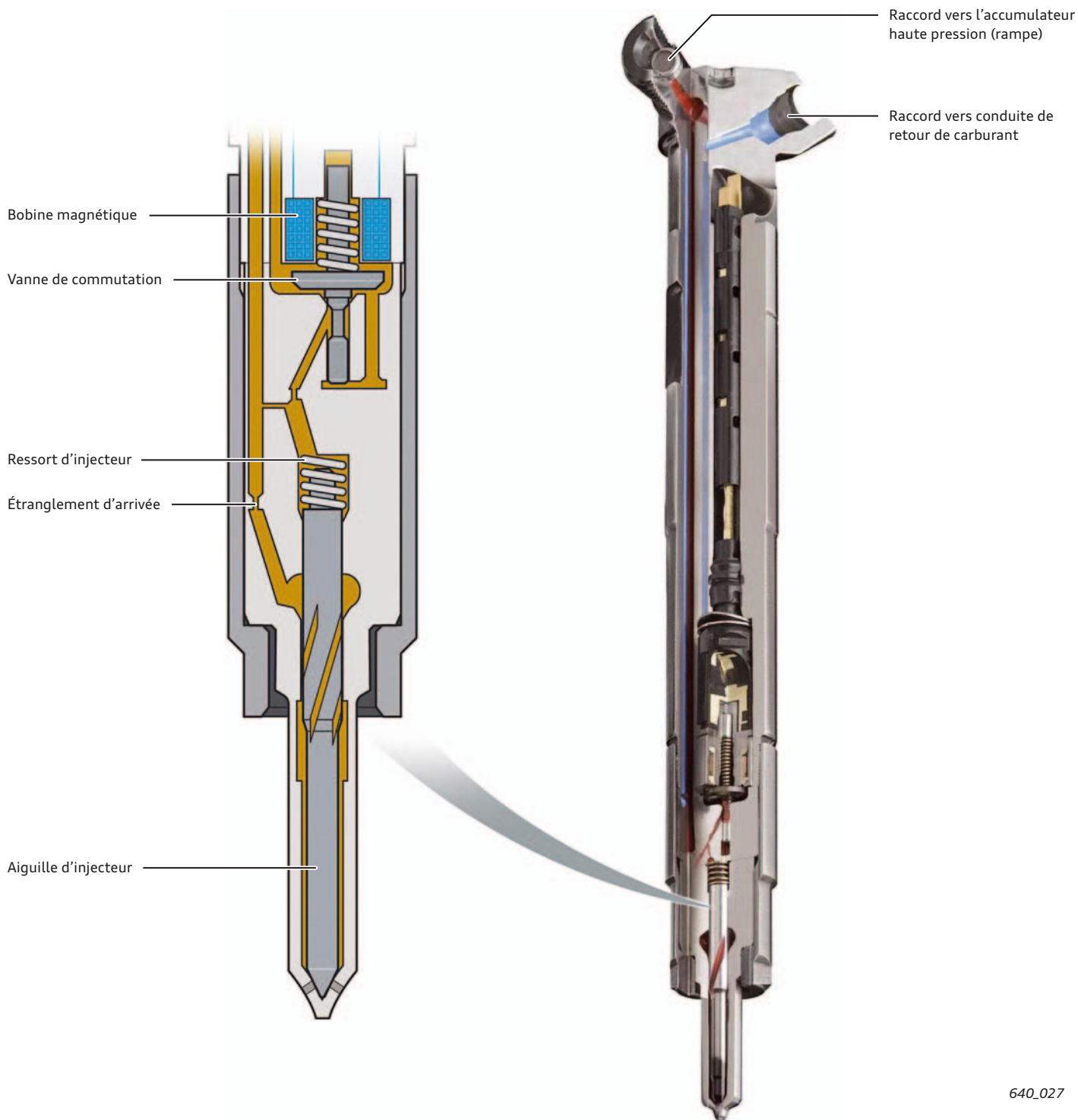
640_060

Injecteurs

Les injecteurs à 7 trous de la société Delphi portent la désignation DFI 1.20 et se caractérisent par une pression d'injection de max. 2000 bars. Pour réaliser un temps de commutation plus rapide de l'injecteur, il a été fait appel à une bobine magnétique plus puissante. La bobine magnétique permet d'assurer une régulation précise de la durée d'injection, du début d'injection et du débit des cycles d'injection.

La commande est assurée par le calculateur du moteur. Les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- Clapet de commutation optimisé avec bobine magnétique plus puissante
- Diamètre réduit de l'aiguille d'injecteur
- Optimisation du siège de l'aiguille

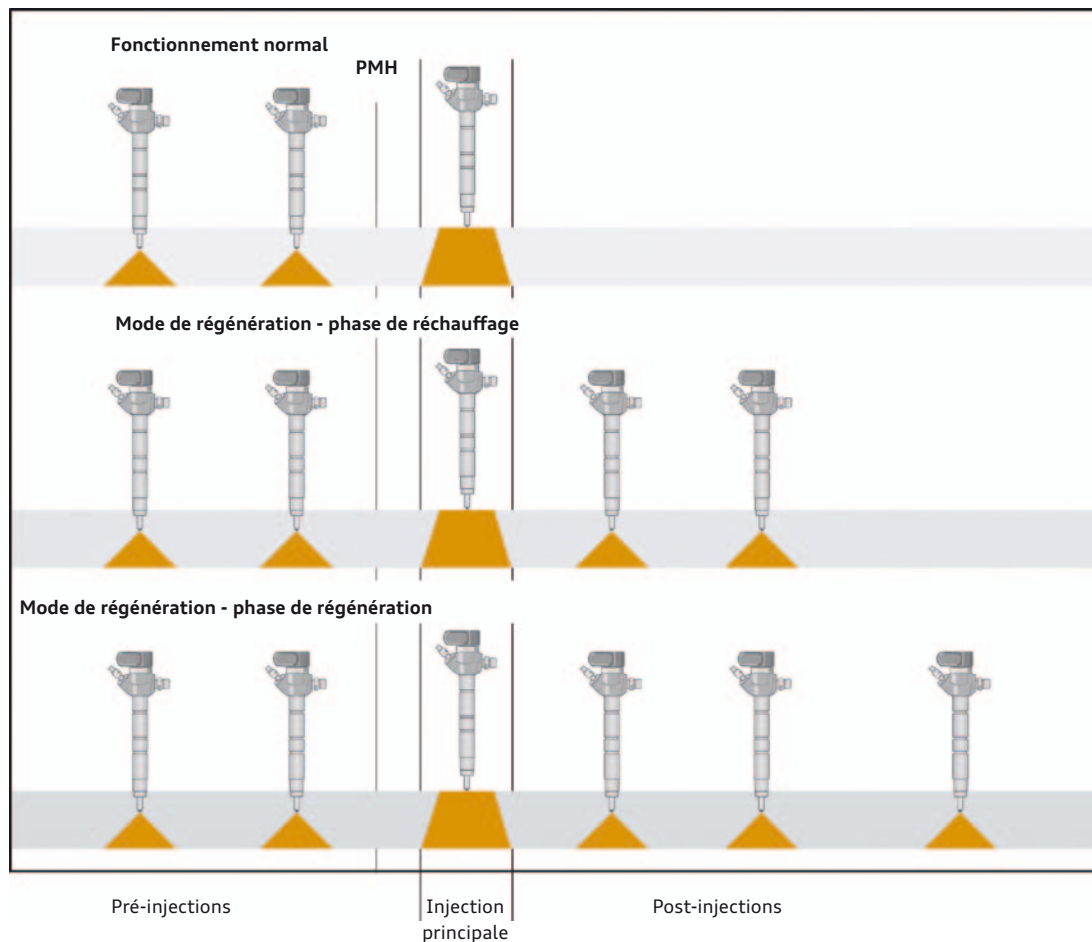


640_027

Pilotage des phases d'injection

Il y a une différence entre les phases d'injection dans le cas de l'injection en mode de fonctionnement normal du moteur et l'injection en mode de régénération du filtre à particules et du catalyseur de stockage/déstockage des oxydes d'azote.

Phases de l'injection en mode normal et de régénération



640_029

Fonctionnement normal

En mode normal, les injecteurs fonctionnent avec 3 injections maximum :

- ▶ 1 à 2 pré-injections et une injection principale.

Mode de régénération

En mode de régénération, jusqu'à 6 injections sont effectuées :

- ▶ Durant la phase de réchauffage, l'injection se compose de 2 pré-injections, d'une injection principale et de 2 post-injections consécutives à l'injection principale.
- ▶ Durant la phase de régénération, l'injection se compose de 2 pré-injections, d'une injection principale, de 2 post-injections consécutives à l'injection principale et d'une post-injection plus tardive.



Nota

Ces post-injections génèrent une exothermie¹⁾, qui est libérée via le catalyseur d'oxydation.

Ainsi, durant la régénération du filtre à particules, jusqu'à 6 injections partielles par cycle de combustion sont réalisées dans de larges plages cartographiques.

¹⁾ Exothermie :

il se produit ici une réaction chimique sur la surface du catalyseur d'oxydation, qui apporte une chaleur supplémentaire dans les gaz d'échappement.

Gestion moteur

Aperçu du système (Audi A1 millésime 2015)

Capteurs

Débitmètre d'air massique G70

Transmetteur de régime moteur G28

Transmetteur de Hall G40

Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62

Transmetteur de température de l'air d'admission G42

Transmetteur de température du carburant G81

Transmetteur de niveau et de température d'huile G266

Transmetteur de pression du carburant G247

Potentiomètre de recyclage des gaz d'échappement G212

Potentiomètre 2 de recyclage des gaz d'échappement G466

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

Détecteur de cliquetis G61

Contacteur de feux stop F

Contacteur de pédale de frein F63

Transmetteur de pression de chambre de combustion pour cylindre 2 G678

Sonde lambda G39

Sonde lambda en aval du catalyseur G130

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

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

Unité de commande de papillon J338

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

Transmetteur de position de tubulure d'admission à longueur variable G513

Contacteur de pression d'huile F1

Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883

Transmetteur de pression de suralimentation G31

Transmetteur de position de l'embrayage G476

Transmetteur 1 de température des gaz d'échappement G235

Transmetteur 3 de température des gaz d'échappement G495

Transmetteur de pression différentielle G505

Détecteur de pression 1 des gaz d'échappement G450

Signaux supplémentaires :

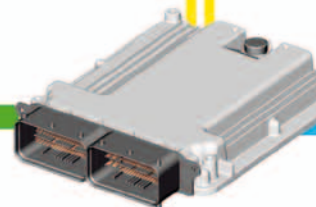
- Calculateur central de système confort
- Régulateur de vitesse
- Calculateur de réchauffeur additionnel
- Relais 1+2 de démarreur
- Calculateur d'accès et d'autorisation de démarrage

Calculateur dans le combiné d'instruments J285 avec :

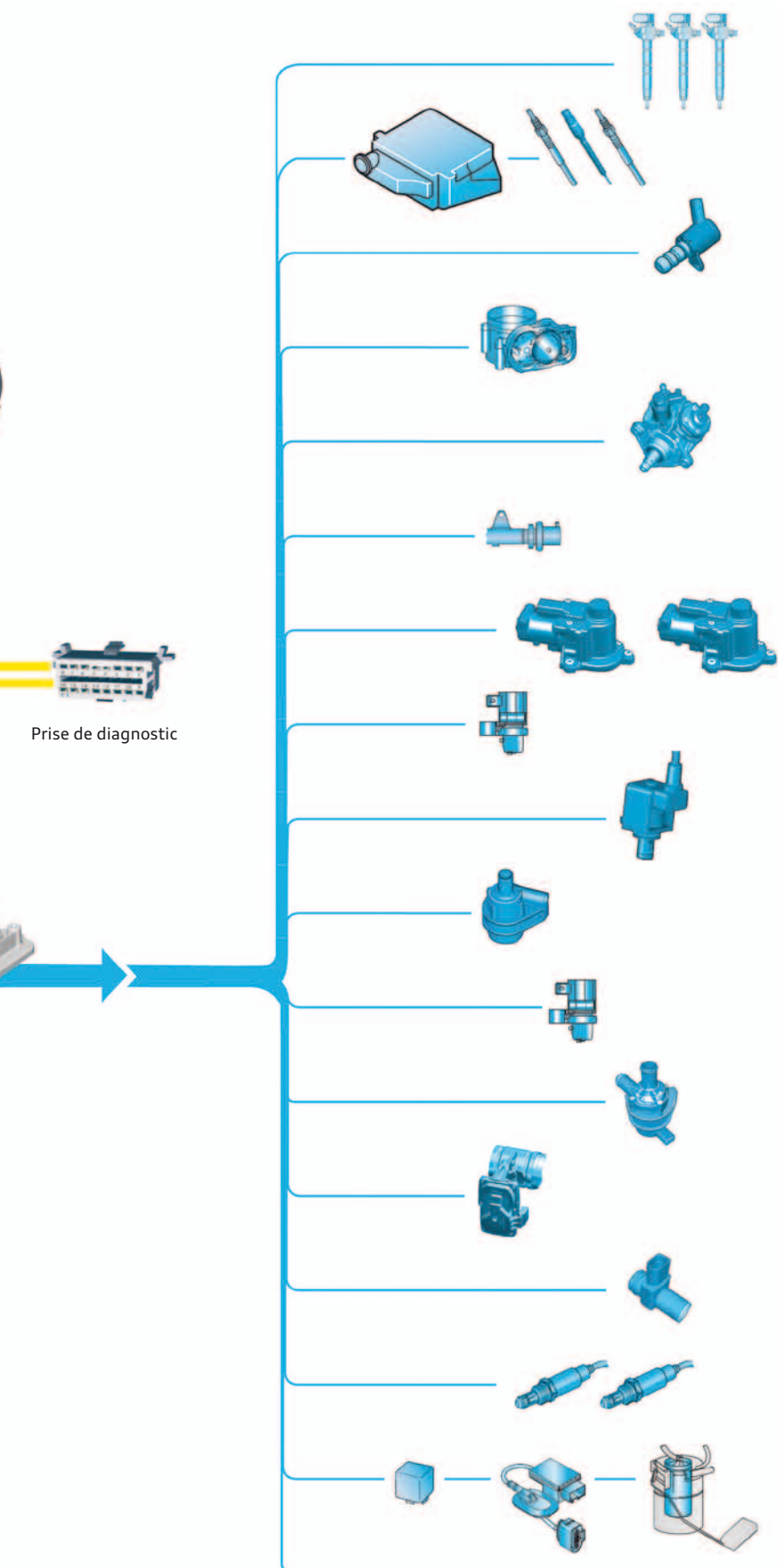
- Témoin de temps de préchauffage K29
- Témoin de dépollution K83
- Témoin de filtre à particules K231



Interface de diagnostic du bus de données J533



Calculateur du moteur J623



Actionneurs

Injecteurs des cylindres 1 à 3 N30-N32

Calculateur d'automatisme de temps de préchauffage J179
Bougies de préchauffage 1 - 3 Q10 - Q12

Vanne de régulation de pression d'huile N428

Unité de commande de papillon J338
Entraînement du papillon (commande d'accélérateur électrique) G186

Vanne de dosage du carburant N290

Vanne de régulation de pression du carburant N276

Servomoteur de recyclage des gaz V338
Servomoteur 2 de recyclage des gaz d'échappement V339

Vanne de commutation de volet de tubulure d'admission N239

Vanne de liquide de refroidissement pour culasse N489

Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188

Électrovanne de limitation de pression de suralimentation N75

Pompe d'assistance de chauffage V488

Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883

Résistance chauffante d'aération du carter moteur N79

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

Relais de pompe à carburant J17
Calculateur de pompe à carburant J538
Pompe à carburant (préalimentation) G6

Signaux supplémentaires :

- ▶ Compresseur de climatiseur
- ▶ Réchauffeur additionnel du liquide de refroidissement
- ▶ Vitesses 1 + 2 du ventilateur
- ▶ Résistance chauffante de chauffage d'appoint à air Z35

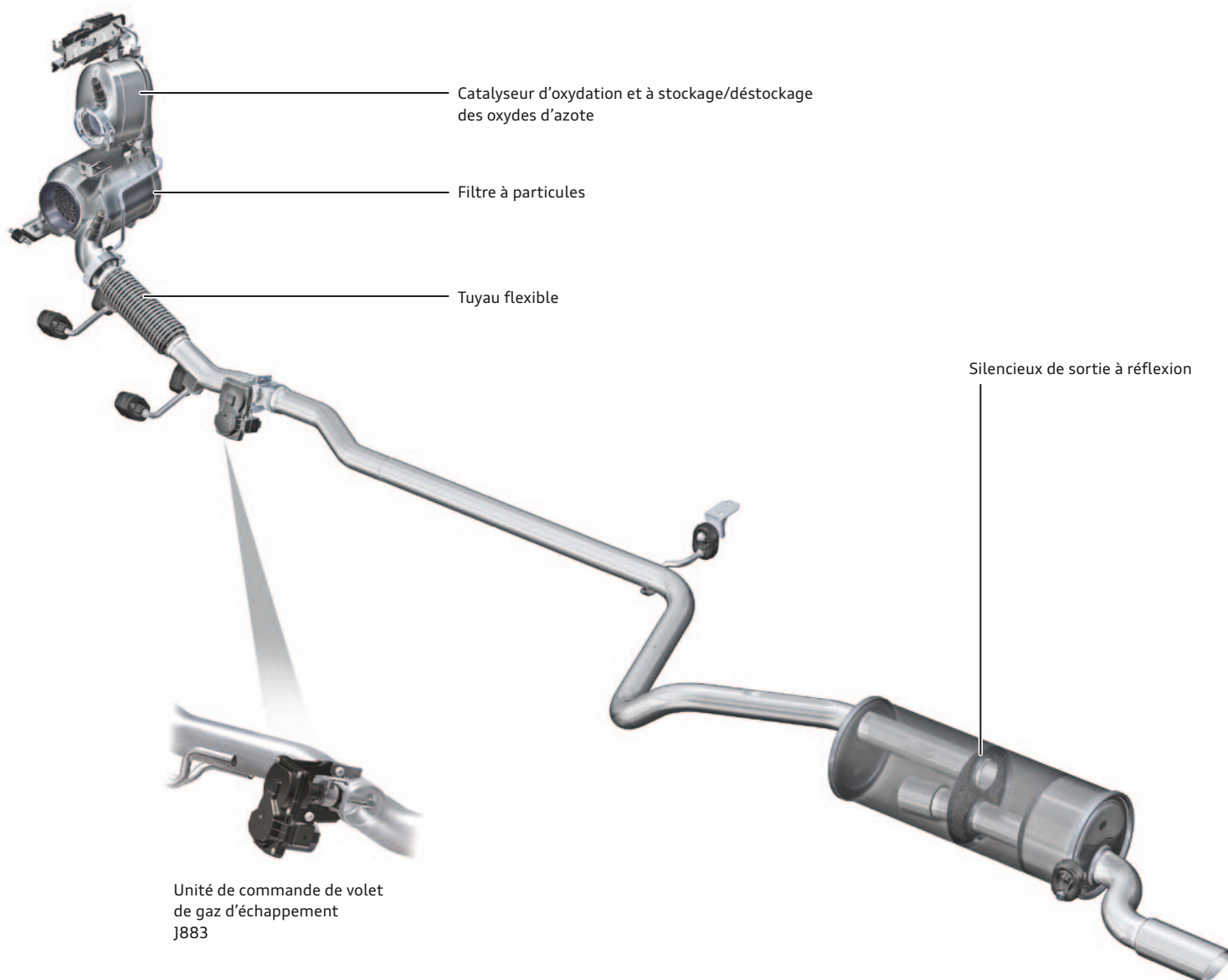
Système d'échappement

Le système d'échappement satisfaisant à la norme antipollution Euro 6 (W) comprend les composants suivants :

- ▶ Collecteur d'échappement avec turbocompresseur à gaz d'échappement intégré
- ▶ Module de dépollution des gaz d'échappement avec catalyseurs d'oxydation et à stockage/déstockage des oxydes d'azote ainsi que filtre à particules revêtu
- ▶ Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883
- ▶ Silencieux à réflexion

Aperçu

(Audi A1 millésime 2015)



Unité de commande de volet de gaz d'échappement J883

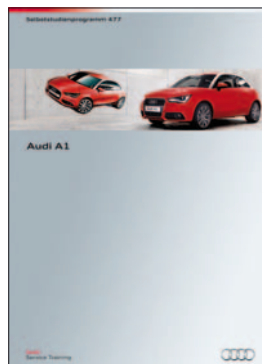
Pour pouvoir exploiter le recyclage des gaz d'échappement basse pression sur toute la plage cartographique, le flux de gaz d'échappement total venant du filtre à particules est retenu de façon définie par un volet de gaz d'échappement à moteur électrique. Le taux de recyclage des gaz d'échappement dépend de la différence de pression entre le côté échappement et le côté admission.

640_054

Annexe

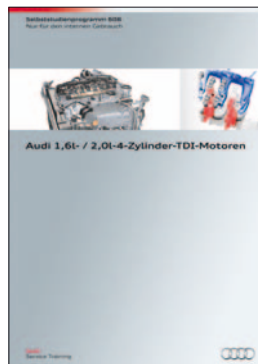
Programmes autodidactiques (SSP)

Vous trouverez de plus amples informations sur la technique du moteur TDI de 1,4 l dans les programmes autodidactiques suivants.



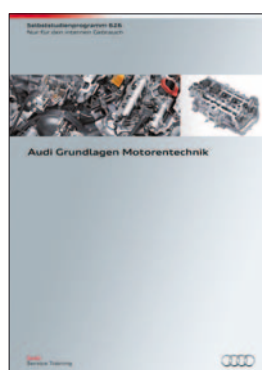
Progr. autodidactique 477 Audi A1

Référence : A10.5S00.70.40



Progr. autodidactique 608 Moteurs Audi TDI 4 cylindres de 1,6 l / 2,0 l

Référence : A12.5S00.92.40



Progr. 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 03/15

Printed in Germany
A15.5S01.23.40