

**Moteur Audi V6 TFSI de 3,0l
à compresseur Roots**

Programme autodidactique 437

Audi propose pour la première fois, avec le moteur V6 TFSI de 3,0l, un moteur à suralimentation mécanique. La base du moteur suralimenté par un compresseur Roots est le moteur V6 atmosphérique de 3,2l de l'actuelle gamme de moteurs en V Audi.

En faisant appel à des techniques inédites et en combinaison avec le procédé de combustion FSI, il a été possible de réaliser un concept de moteur plus que convaincant en termes de compacité, acoustique, comportement en réponse et consommation.

La caractéristique du moteur est très largement ventilée. Ainsi, l'éventail de mise en oeuvre va d'« axé sur le confort » à « très sportif ». La définition sportive du moteur cible notamment une clientèle spéciale aux USA. Ici, le comportement au démarrage (Take-Off) du véhicule joue un rôle important. L'objectif est d'atteindre en circulation urbaine une accélération aussi élevée que possible entre les différentes phases de feux tricolores.

Comme le moteur V6 TFSI de 3,0l, qui développe une énorme puissance, convient également très bien à une conduite axée sur le confort, il est prévu d'en équiper un grand nombre de véhicules de la gamme Audi. Il sera ainsi proposé pour la première fois en automne 2008 sur l'Audi A6 en Europe, en Chine et aux États-Unis.

L'utilisation d'une suralimentation mécanique constituée par un compresseur Roots n'est pas tout à fait nouvelle, si l'on considère le passé de la marque aux quatre anneaux. Des compresseurs Roots équipaient déjà les moteurs des légendaires voitures de course d'AUTO UNION (« flèches d'argent »). Les voitures de course étaient dotées de moteurs en V de gros volume, pouvant compter jusqu'à 16 cylindres, et suralimentés par un, voire deux compresseurs Roots. Entre 1934 et 1939, les pilotes AUTO UNION, tels qu'Hans Stuck et Bernd Rosemeyer, ont remporté de nombreux grands prix et ont battu des records de vitesse mondiaux.



Moteur V6 TFSI de 3,0l d'Audi



437_004

Objectifs pédagogiques du présent programme autodidactique

Ce programme autodidactique se propose de vous familiariser avec la conception et le fonctionnement du moteur V6 TFSI de 3,0l. Il doit vous permettre de décrire le moteur. Après avoir traité ce programme autodidactique, vous serez en mesure de répondre aux questions suivantes :

- Comment est conçue la mécanique moteur ?
- Comment fonctionne le système de refroidissement et de quoi faut-il tenir compte pour le Service ?
- Comment fonctionne la suralimentation mécanique faisant appel à un compresseur Roots ?
- Quelles sont les particularités du système d'alimentation perfectionné ?
- Comment est conçu le système d'échappement ?
- Quelles sont les nouveautés de la gestion du moteur ?
- Que devez vous savoir, pour le Service, sur le nouveau moteur ?

Sommaire

Introduction

Description technique succincte	6
---------------------------------------	---

Mécanique moteur

Bloc-cylindres	10
Équipage mobile	11
Dégazage du carter	12
Culasse	13
Entraînement des organes auxiliaires	14

Alimentation en huile

Circuit d'huile	15
-----------------------	----

Alimentation en air

Guidage d'air	16
Module de suralimentation	20
Régulation de la charge	31
Volets de tubulure d'admission	32
Insonorisation	34

Système de refroidissement

Circuit de refroidissement	36
Refroidissement de l'air de suralimentation	38

Dépollution des gaz d'échappement

Système d'air secondaire	42
--------------------------------	----

Système d'alimentation

Vue d'ensemble	46
Injecteurs	47

Gestion du moteur

Vue d'ensemble du système	48
Calculateur du moteur	50

Service

Opérations d'entretien	51
Outils spéciaux	52

Annexe

Glossaire	53
Contrôle des connaissances	54

Récapitulatif

Programmes autodidactiques	55
----------------------------------	----

Renvoi



Vous trouverez pour les termes en italique et repérés par un astérisque une explication dans le glossaire à la fin du présent programme autodidactique.

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 logicielle valable lors de la rédaction du programme autodidactique.**

Pour les travaux de maintenance et de réparation, prière de consulter les ouvrages techniques les plus récents. Vous trouverez pour les termes en italique et repérés par un astérisque une explication dans le glossaire à la fin du présent programme autodidactique.

Renvoi



Nota



Description technique succincte

La description du moteur V6 TFSI de 3,0l se réfère à l'Audi A6 millésime 2009. C'est sur ce véhicule qu'a lieu la première mise en service du moteur.

En voici les principales caractéristiques techniques :

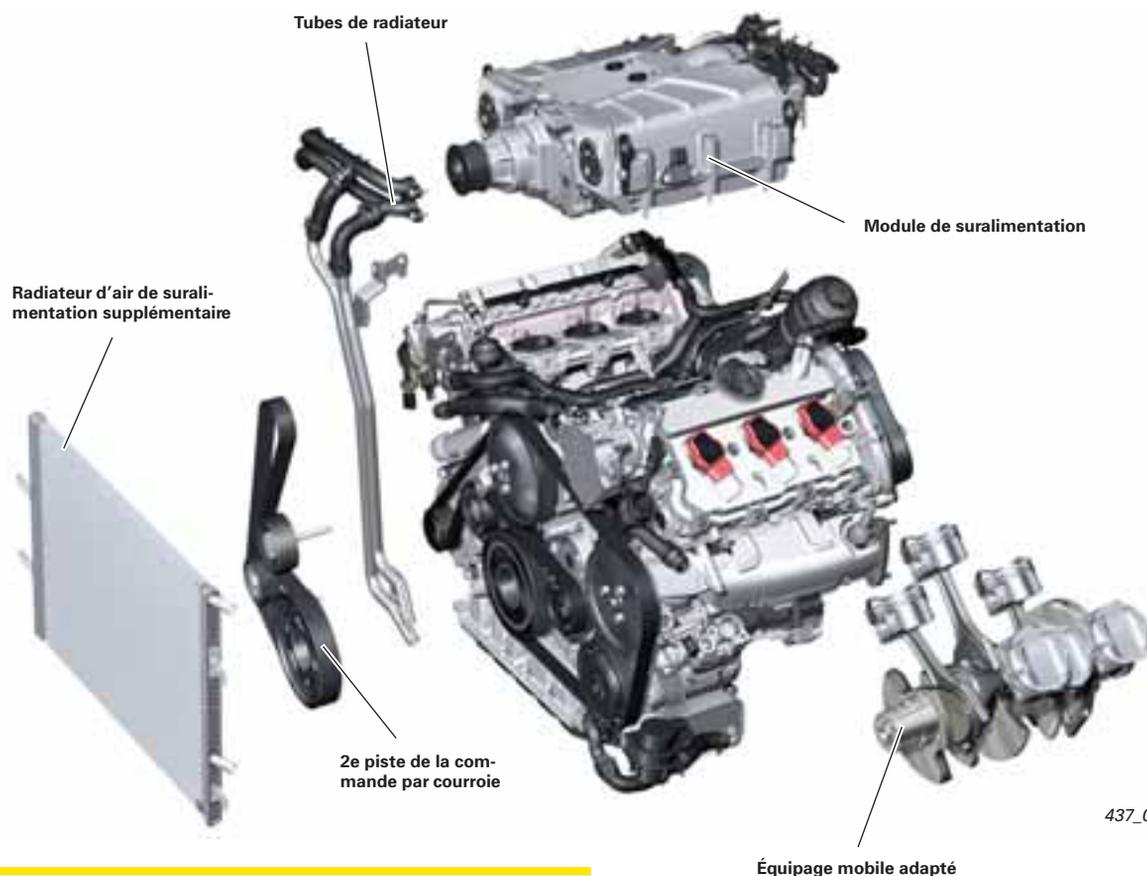
- Moteur six cylindres en V avec suralimentation mécanique (base technique : moteur V6 FSI de 3,2l)
- Alimentation en carburant, système de filtre à charbon actif, système d'échappement (collecteur pour régulation lambda sélective) présentent une géométrie et une implantation identiques à celles du moteur V6 FSI de 3,2l.
- Système à dépression avec pompe à vide mécanique (identique à celui du moteur V6 FSI de 3,2l)

Principales modifications par rapport au moteur V6 FSI de 3,2l :

- Traitement thermique du carter moteur
- Équipage mobile
- Module de suralimentation avec refroidissement de l'air de suralimentation intégré
- Tubes de radiateur vers le circuit basse température du véhicule
- Commande par courroie pour l'entraînement du module de suralimentation
- Gestion du moteur avec régulation p/n «Simos 8»
- Système d'air secondaire en vue de répondre aux normes antipollution EU V et ULEV II

Des adaptations ont été effectuées sur :

- Système d'admission
 - Arbres à cames
 - Soupapes et ressorts de soupape
 - Bride pour les volets de turbulence
-
- Le système valvelift Audi
 - et la distribution variable côté échappement ont été supprimés.



Renvoi

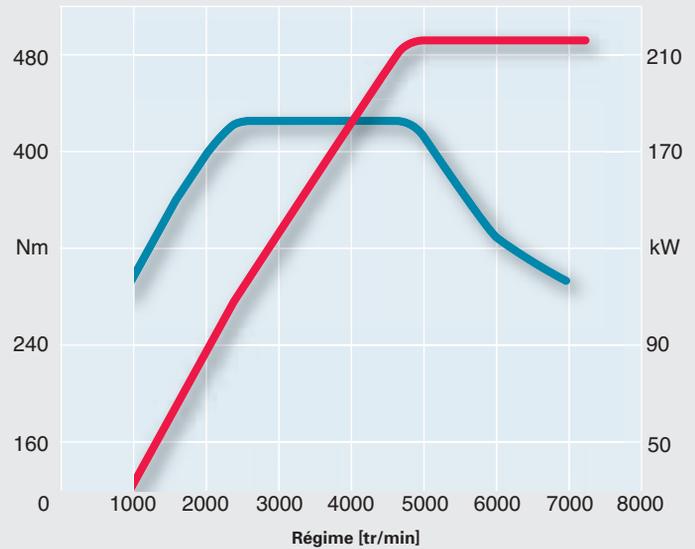
Vous trouverez une description détaillée du moteur de base (moteur V6 FSI de 3,2l) dans le programme autodidactique 411 « Moteurs FSI de 2,8l et de 3,2l Audi avec système valvelift Audi ».



Caractéristique couple-puissance

— Couple en Nm

— Puissance en kW



Caractéristiques techniques

Lettres-repères du moteur	CAJA
Type	Moteur six cylindres en V
Cylindrée en cm³	2995
Puissance en kW (ch)	213 (290) à 4850 – 7000 tr/min
Couple en Nm	420 à 2500 – 4850 tr/min
Nombre de soupapes par cylindre	4
Alésage en mm	84,5
Course en mm	89
Compression	10,5 : 1
Ordre d'allumage	1-4-3-6-2-5
Poids du moteur en kg	190
Gestion du moteur	Simos 8
Carburant	95 RON*
Conditionnement du mélange	Injection directe FSI (homogène) Pompe à carburant haute pression HDP 3
Norme antipollution	EU V, ULEV II
Post-traitement des gaz d'échappement	Régulation lambda sélective par cylindre avec une sonde à large bande en amont du catalyseur (par banc de cylindres), deux catalyseurs céramique avec sonde lambda en aval du catalyseur (sonde à sauts de tension)
Émissions de CO₂ en g/km	228

* L'essence sans plomb de RON 91 est également autorisée, mais entraîne une perte de puissance

Introduction

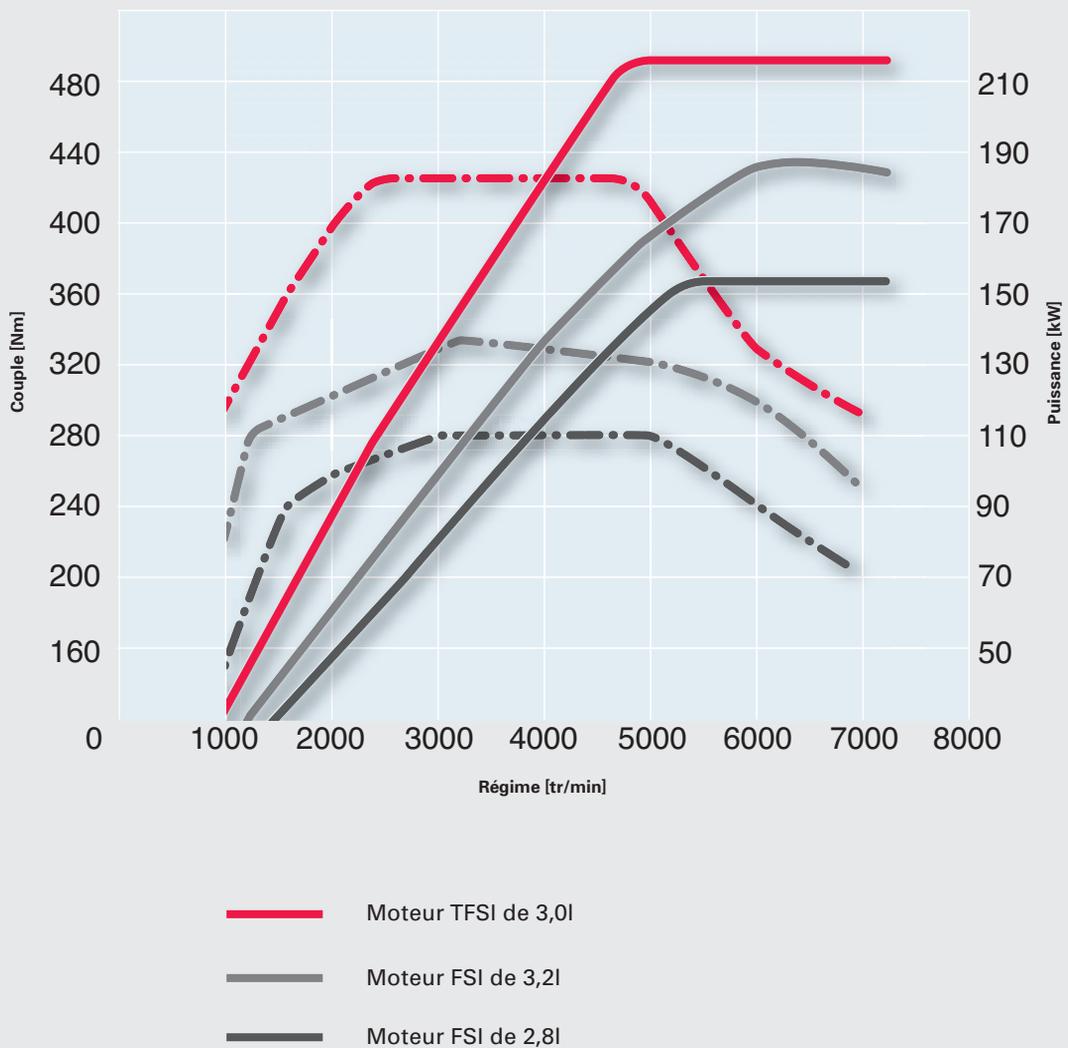
Caractérisation

Bien que le moteur V6 TFSI de 3,0l ne dispose pas de la plus grosse cylindrée de la gamme de moteurs V6 d'Audi, il en détient la puissance maximale absolue.

Cela se reflète également dans les performances routières car le moteur réalise dans ce domaine de meilleures valeurs que le moteur V6 FSI de 3,2l, sans suralimentation, comparable.

Il en va de même de la rentabilité, à savoir de la consommation de carburant et des émissions de polluants. Vous pouvez voir en comparaison sur la figure les caractéristiques de pleine charge des moteurs V6 FSI équipant l'Audi A6.

Caractéristiques couple-puissance des moteurs V6 FSI



Caractéristiques techniques des moteurs V6 équipant l'Audi A6

Caractéristique	MPI de 2,4l	FSI de 2,8l	FSI de 3,2l	TFSI de 3,0l
Cylindrée en cm ³	2393	2773	3123	2995
Course en mm	77,4	82,4	92,8	89
Alésage en mm	81	84,5	84,5	84,5
Course/alésage	0,96	0,98	1,10	1,05
Compression	10,3 : 1	12,0 : 1	12,5 : 1	10,5 : 1
Entraxe des cyl. en mm	90	90	90	90
Décalage des bancs en mm	18,5	18,5	18,5	18,5
Diamètre du palier principal en mm	58	58	65	65
Diamètre du palier de bielle en mm	50	54	56	56
Longueur de bielle en mm	159	159	154	153
Hauteur du bloc en mm	228	228	228	228
Puissance max. à régime en kW à tr/min	130 à 6000	154 à 5250	188 à 6500	213 à 4800 – 7000
Couple max. à régime en Nm à tr/min	230 à 3000	280 à 3000 – 5000	330 à 3250	420 à 2500 – 4850
Carburant en RON	95/91 ¹⁾	95/91 ¹⁾	95/91 ¹⁾	95/91 ¹⁾

1) avec puissance réduite

Comparaison des performances routières : moteurs V6 FSI de 3,2l et V6 TFSI de 3,0l équipant l'Audi A6

		Audi A6 FSI de 3,2l 188 kW/330 Nm tiptronic quattro millésime 2008	Audi A6 TFSI de 3,0l 213 kW/420 Nm tiptronic quattro millésime 2009
Caractéristique	Unité		
De 0 à 100 km/h	s	7,1	6,3
Élasticité dans le rapport D	km/h	80 à 120	80 à 120
	s	6,0	5,3
Vitesse maximale	km/h	250 ²⁾	250 ²⁾
	tr/min / rapport	6350 / 5	4500 / 6
Consommation moyenne totale	l/100 km	10,9	9,6
Émission de CO ₂	g/km	259	228

2) limité par régulation

Bloc-cylindres

Le bloc-cylindres est identique à celui du moteur V6 FSI de 3,2l. La sollicitation est toutefois supérieure en raison de l'augmentation de la pression de pointe moyenne (pression de combustion).

Pour garantir malgré tout une solidité et une stabilité élevées, les zones des demi-portées inférieures de palier de vilebrequin sont soumises durant le processus de fabrication à un traitement thermique spécial. En outre, les vis des paliers de vilebrequin présentent une classe de résistance différente, plus élevée.

Bloc-cylindres



Corps inférieur
du carter moteur
(carter semelle)



Partie supérieure
du carter d'huile



Partie inférieure
du carter d'huile



437_007

Équipage mobile

Vilebrequin

Le vilebrequin est adapté à une course de 89 mm. Il s'agit, comme dans le cas du moteur V6 FSI de 3,2l, d'un vilebrequin de type « *split-pin* »* (cf. glossaire).

Les *bielles fracturées** ont une longueur de 153 mm et leur résistance est optimisée. Tous les demi-coussinets sont en exécution trimatière exempte de plomb.

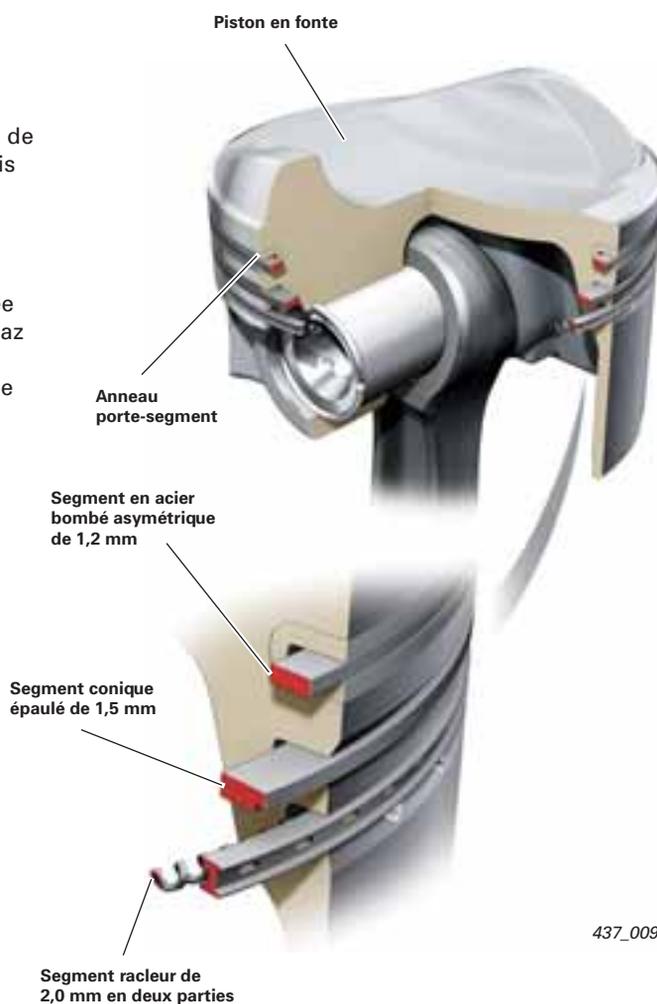


437_008

Pistons

Les pistons sont, à la différence du moteur V6 FSI de 3,2l, des pistons à anneau porte-segments définis pour une compression de 10,5 : 1.

C'est pourquoi les jupes de piston sont dotées d'une couche de Ferrostan résistant à l'usure. Une combinaison de segments de piston adaptée garantit, à puissance élevée, un faible débit de gaz de carter et une consommation d'huile minimale, allant de pair avec une faible friction et une usure réduite.

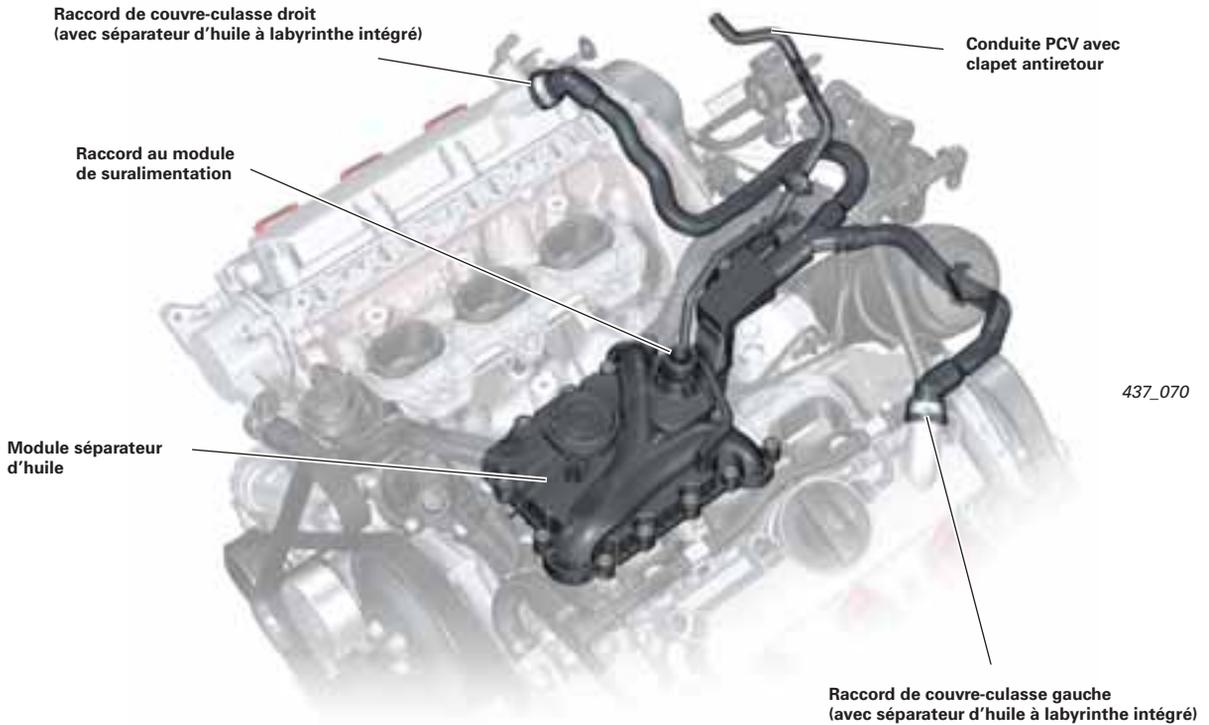


437_009

Dégazage du carter

Le dégazage du carter, comme sa ventilation, sont identiques à ceux du moteur V6 FSI de 3,2l.

La différence réside dans l'introduction de gaz réaspirés dépollués. Elle a lieu sur une course aussi courte que possible, directement depuis la chambre du V située en amont des rotors du compresseur Roots.



Raccord au module de suralimentation

Les gaz de carter (*gaz de blow-by*)* sont introduits par le bas dans le module de suralimentation. Un élément intermédiaire étanche la conduite d'arrivée par rapport au module de suralimentation. L'ouverture conique du module de suralimentation est d'exécution conique en vue de faciliter l'introduction de l'élément intermédiaire.

L'élément intermédiaire est doté d'un ergot. Cela permet de garantir au montage le positionnement précis en sortie du dégazage du carter.

Élément intermédiaire



Renvoi

Vous trouverez dans le Programme autodidactique 411 « Moteurs FSI de 2,8l et de 3,2l Audi avec système valvelift Audi » une description de l'architecture et du fonctionnement du dégazage du carter ainsi que du recyclage des gaz de carter.

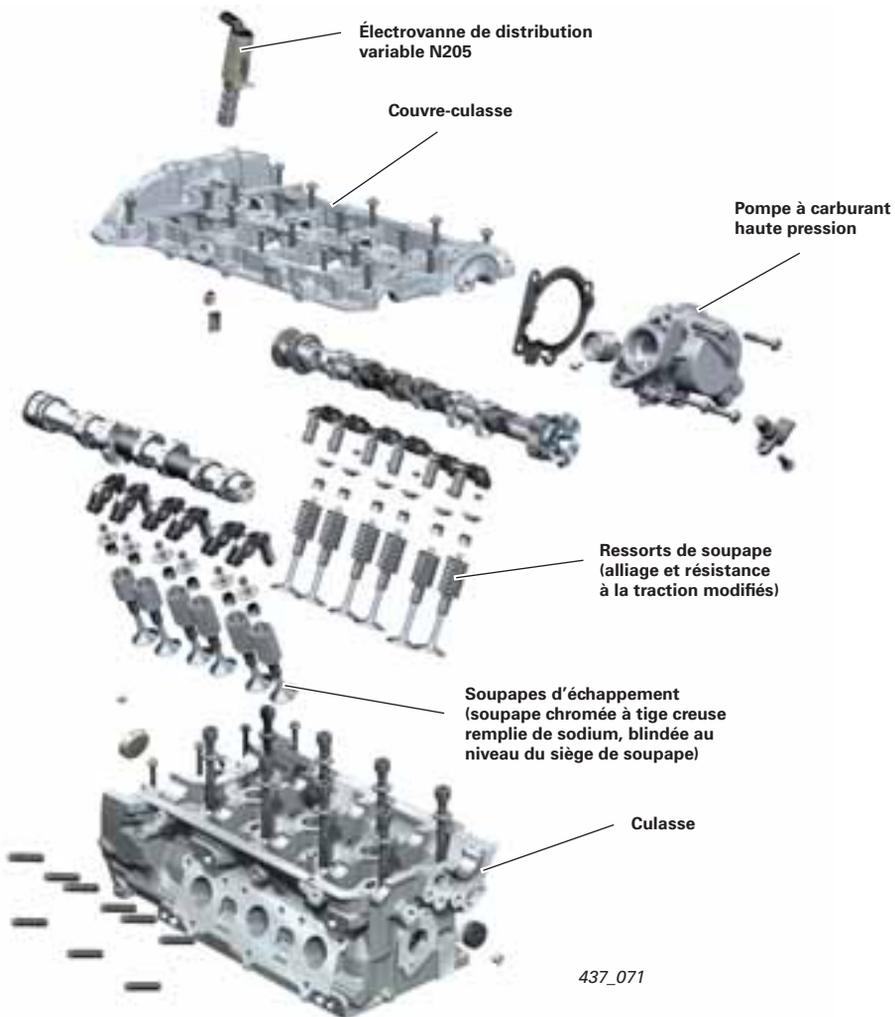


Culasse

Les culasses à quatre soupapes ont été, dans leurs grandes lignes, reprises du moteur V6 FSI de 3,2l. Le système valvelift Audi n'est pas utilisé sur ce groupe motopropulseur.

Il a également été possible de renoncer au variateur de calage de l'arbre à cames d'échappement. Un recyclage interne des gaz d'échappement est malgré tout réalisé.

Modifications par rapport au moteur V6 FSI de 3,2l



Commande par chaîne

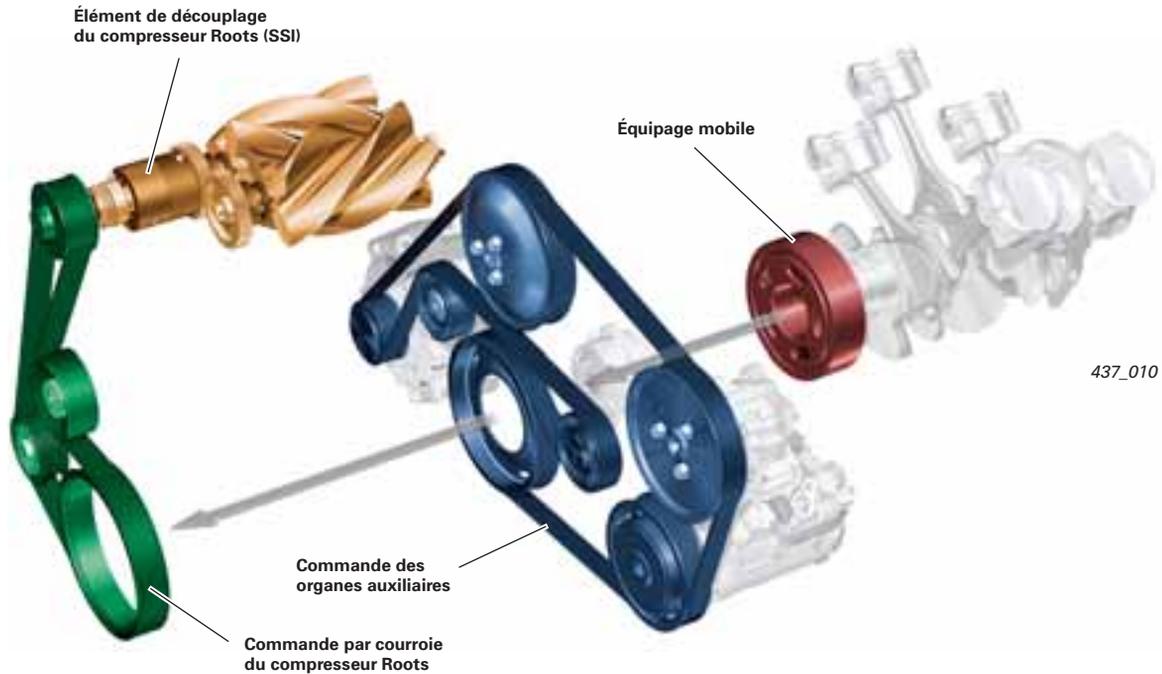
L'architecture de la commande par chaîne correspond à celle du moteur FSI de 3,2l. Les différences concernent le *calage de la distribution** modifié et l'absence de variateur de calage d'arbre à cames côté échappement.



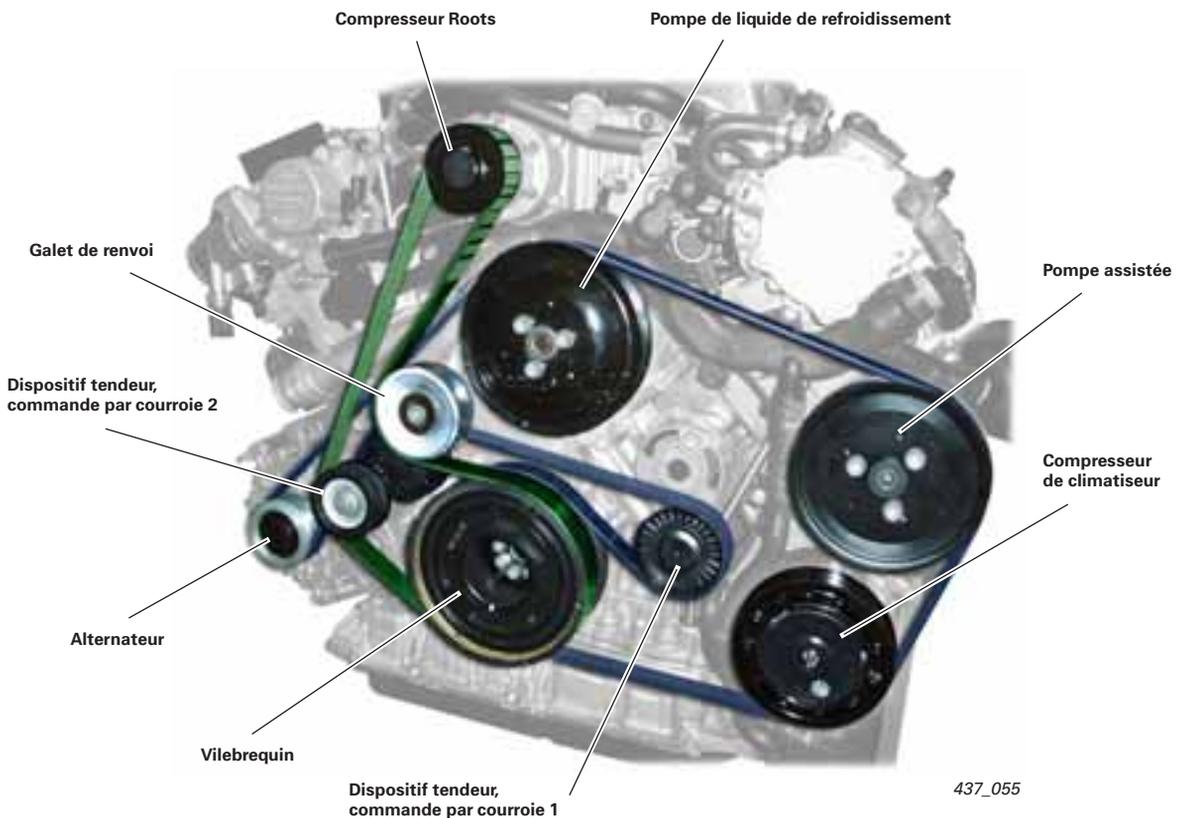
Entraînement des organes auxiliaires

Pour l'entraînement des organes auxiliaires, le moteur est équipé de deux commandes par courroie distinctes.

Le compresseur Roots est entraîné par une courroie distincte. L'entraînement des organes auxiliaires assure la commande de l'alternateur, du compresseur de climatiseur et de la pompe hydraulique de direction assistée.



Disposition des organes

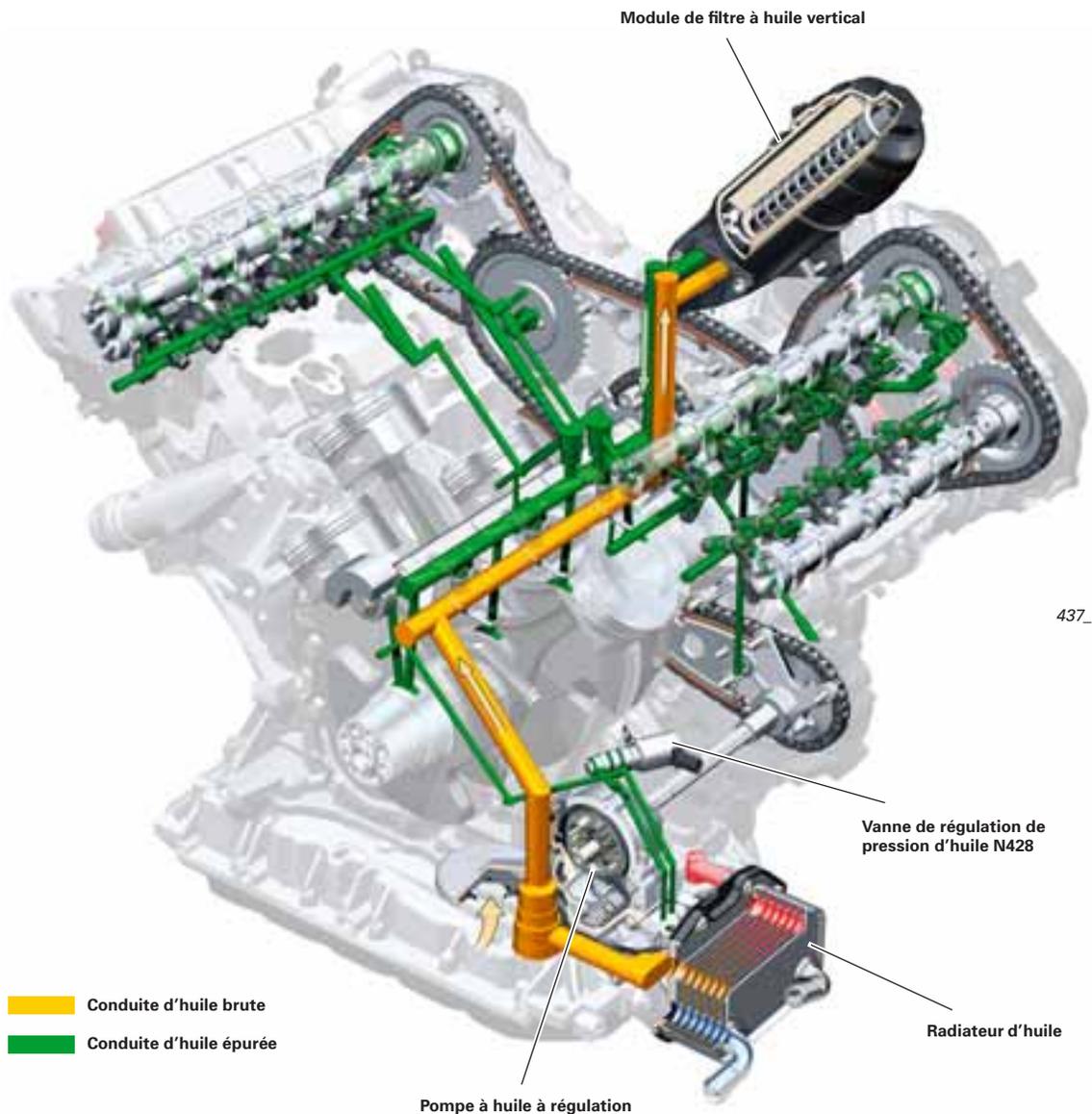


Circuit d'huile

Le circuit d'huile du moteur V6 TFSI de 3,0l a été repris du moteur V6 FSI de 3,2l.

Les différences sont toutefois les suivantes :

- Suppression des gicleurs des doigts culbuteurs de la commande de soupape, ces derniers n'étant nécessaires que dans le cas d'un moteur avec système valvelift Audi, où les galets plus étroits requièrent une meilleure lubrification.
- Suppression du pilotage des variateurs de calage d'arbre à cames d'échappement.



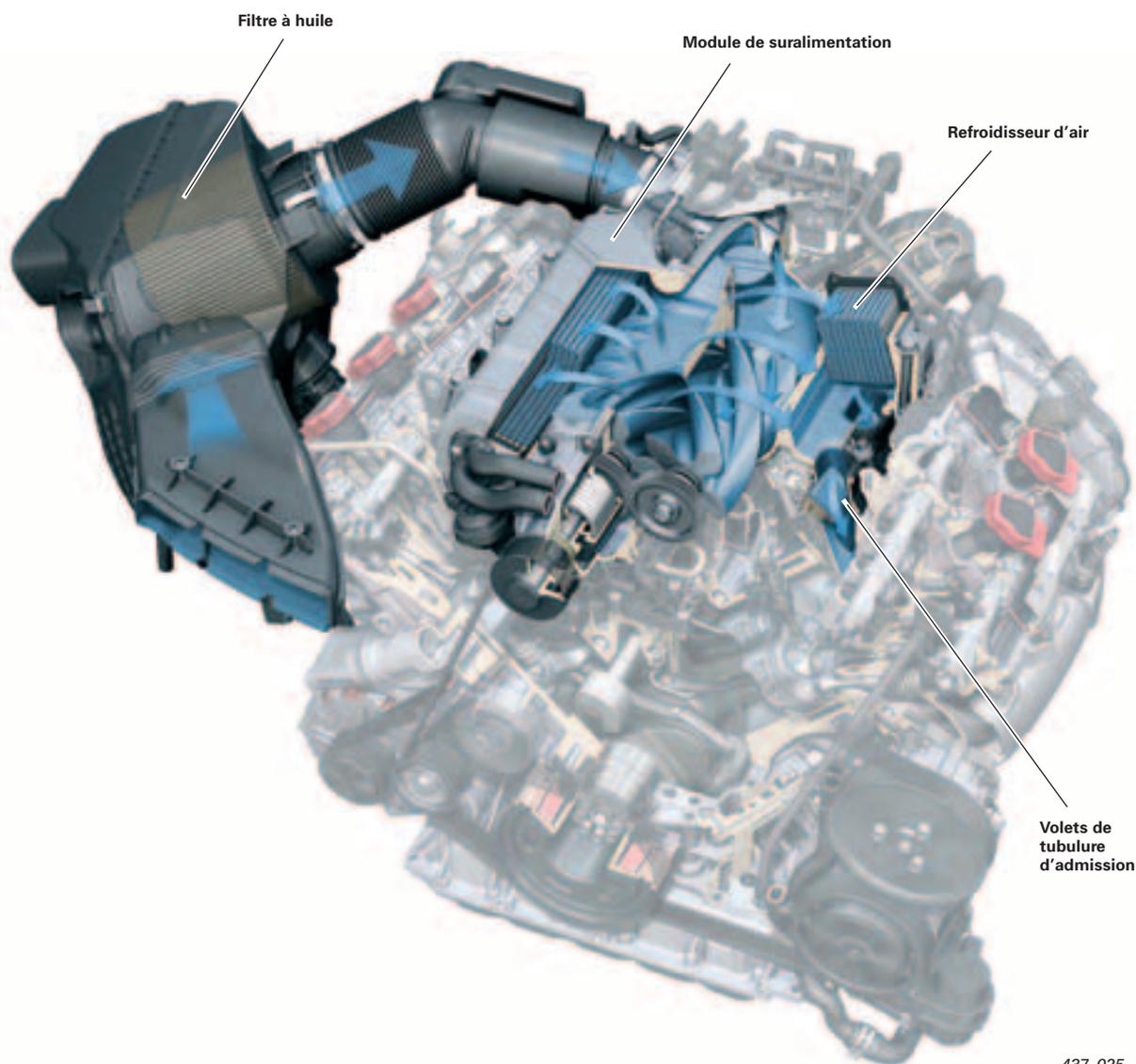
Renvoi



Vous trouverez une description de la conception et du fonctionnement du circuit d'huile et de la pompe à huile dans le programme autodidactique 411 « Moteurs FSI de 2,8l et de 3,2l Audi avec système valvelift Audi ».

Guidage d'air

L'élément central de l'alimentation en air est le module de suralimentation implanté à l'intérieur du V du moteur. Le compresseur Roots, la régulation de by-pass et le refroidissement de l'air de suralimentation y sont intégrés.



Vu la large expérience d'Audi dans la mise en oeuvre des turbocompresseurs, on s'interroge quant au choix d'une suralimentation mécanique pour le V6 TFSI de 3,0l.

Après avoir soigneusement pesé le pour et le contre et en raison de nombreux essais durant les phases d'étude et de développement, c'est la suralimentation mécanique qui a emporté la décision.

Les critères suivants ont été, notamment, déterminants :

- satisfaction d'exigences de confort élevées
- comportement puissant au démarrage, large éventail de mise en oeuvre entre « axé sur le confort » et « très sportif »
- Le moteur peut, en raison de sa caractéristique, être monté sur différents modèles de véhicules (de l'Audi A4 à l'A8).
- Satisfaction des normes antipollution valables actuellement et dans un avenir proche (EU V et ULEV II)

Avantages et inconvénients de la suralimentation mécanique par compresseur Roots par rapport à une suralimentation par turbocompresseur

Avantages :

- Pression de suralimentation disponible immédiatement si besoin est.
- La pression de suralimentation est fournie en continu et augmente avec le régime.
- Il n'est pas nécessaire de refroidir autant l'air de suralimentation.
- Longévité élevée, fonctionnement nécessitant un minimum de maintenance.
- Conception compacte (peut être intégré à l'intérieur du V à la place de la tubulure d'admission)
- Faible consommation de carburant.
- Établissement rapide, dynamique du couple ; couple de pointe atteint à un niveau précoce, d'où un excellent comportement au démarrage.
- Courses très courtes de l'air à comprimer jusque dans les cylindres ; il s'ensuit un très faible volume d'air et donc un comportement de réponse spontané.
- Meilleur comportement d'échappement. Raison : le catalyseur atteint plus rapidement sa température de service. Dans le cas d'un moteur suralimenté par turbocompresseur, une partie de l'énergie thermique, nécessaire à l'entraînement du turbocompresseur, est perdue.

Inconvénients :

- Coûts de production élevés en raison des tolérances de fabrication très serrées (rotors par rapport au carter et rotors entre eux)
- Sensibilité élevée en cas de pénétration de corps étrangers dans le circuit d'air épuré
- Poids relativement élevé
- Mesures d'insonorisation complexes
- Une partie de la puissance du moteur, nécessaire à l'entraînement du compresseur, est perdue.

Turbocompresseur



437_053

Compresseur Roots

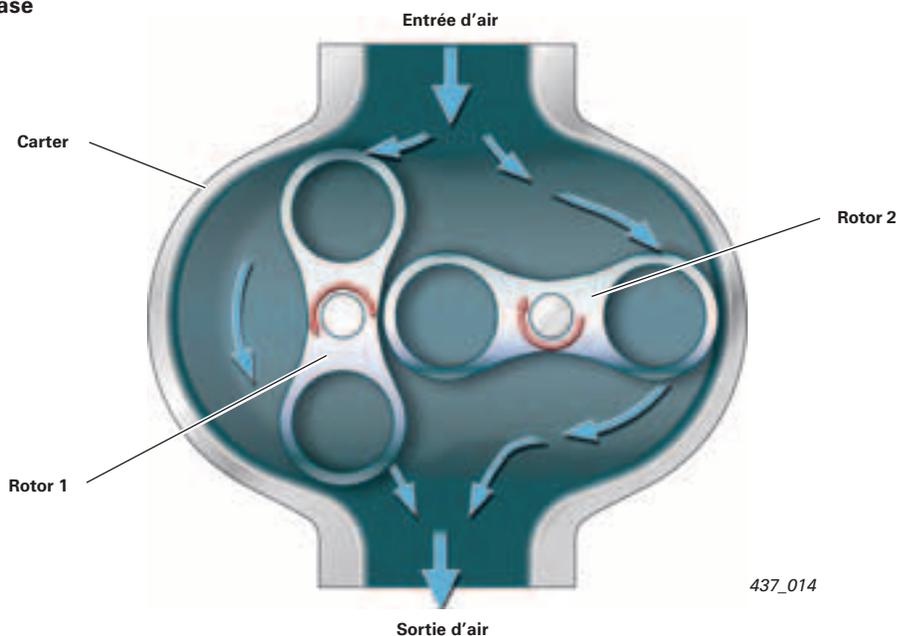


437_044

Informations de base relatives aux compresseurs Roots

Les compresseurs Roots et leur technique de suralimentation mécanique retrouvent une certaine actualité chez Audi. Nous nous proposons, dans ce chapitre, de vous fournir des informations de base sur la conception et le développement de cette technique.

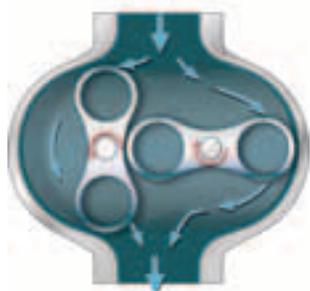
Principe de base



Qu'est-ce qu'un compresseur Roots ? De par son architecture, c'est une machine à rotors à lobes, qui fonctionne sans compression interne, selon le principe du compresseur volumétrique. Le compresseur se compose d'un carter, dans lequel tournent deux arbres (rotors). L'entraînement des deux rotors est mécanique, depuis le vilebrequin par exemple. Les deux rotors sont synchronisés par un engrenage situé à l'extérieur du carter et présentent un sens de rotation contraire. Ils s'engrènent conjointement.

Lors de la conception, une bonne étanchéité des rotors entre eux et par rapport au carter est importante. La difficulté est la suivante : dans la mesure du possible, aucun frottement ne doit être généré. En service (rotation des rotors), l'air est refoulé entre les lobes et la paroi extérieure, de l'entrée d'air (côté aspiration) vers le côté sortie d'air (côté pression). La pression de l'air refoulé est générée par reflux.

Différents types



437_015

Les compresseurs historiques étaient dotés de rotors à deux lobes.



437_016

Les versions modernes sont en général à trois lobes et hélicoïdales. Cela permet d'obtenir une pression de suralimentation plus élevée, et surtout, plus constante (amélioration du rendement).

Évolution historique

Le système doit son nom aux frères Philander et Francis Roots, qui en ont fait breveter le principe dès 1860.

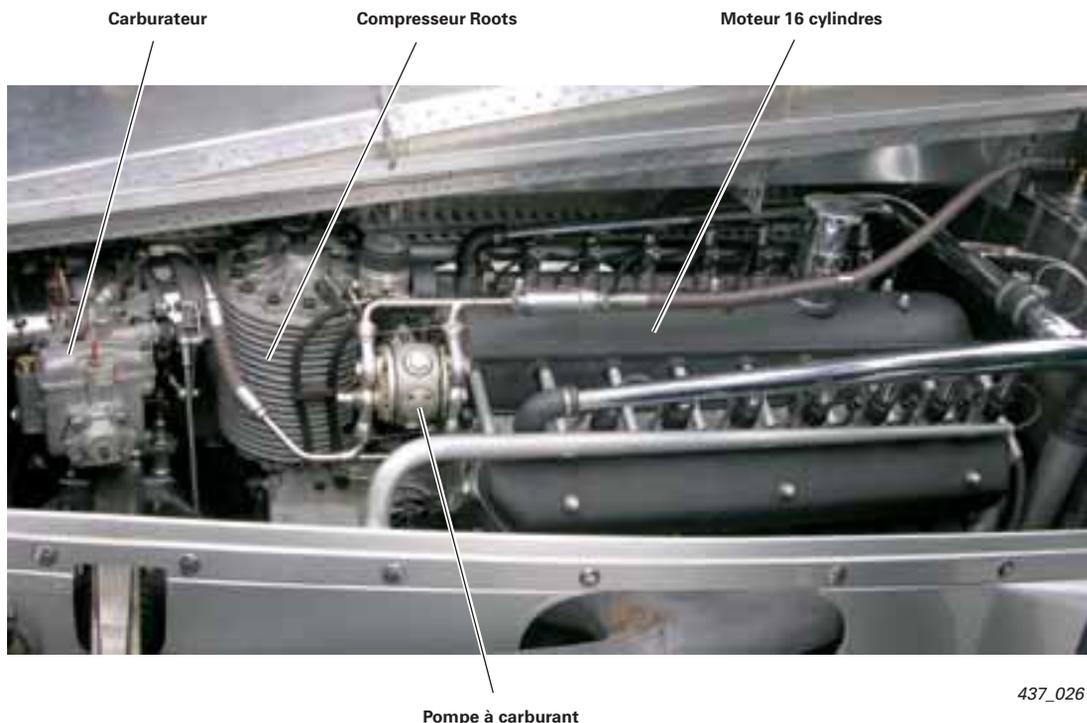
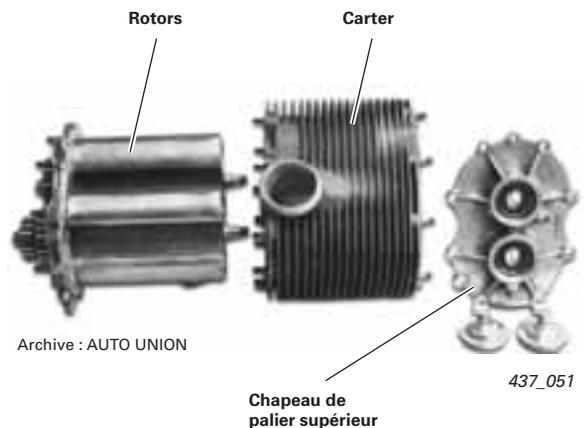
À l'époque, les compresseurs Roots étaient essentiellement utilisés comme souffleries dans les hauts-fourneaux, mais l'on notait également des applications dans d'autres secteurs industriels. Gottlieb Daimler a été le premier à monter, en 1900, un compresseur Roots sur une voiture. Dans les années vingt et trente, des compresseurs Roots ont été mis en oeuvre dans le sport automobile.

À la différence du moteur V6 TFSI de 3,0l, le conditionnement du mélange se trouvait encore, sur la voiture de course d'AUTO UNION, en amont du compresseur Roots.

Cette disposition avait été retenue pour des raisons de conception car l'on ne disposait d'une dépression suffisante pour aspirer le carburant dans le carburateur qu'en amont du compresseur Roots. Il y avait donc compression d'un mélange air-carburant dans le compresseur Roots.

Particularité : on reconnaissait aisément ces moteurs au « sifflement » de leur compresseur. La figure ci-dessous présente un compresseur Roots qui équipait la voiture de course Grand Prix type C d'AUTO UNION en 1936.

Avec le développement de matériaux résistant mieux aux hautes températures, les compresseurs Roots ont perdu de leur importance au profit du turbocompresseur. De nos jours, les compresseurs Roots sont toujours utilisés, dans les véhicules de sport notamment.



Alimentation en air

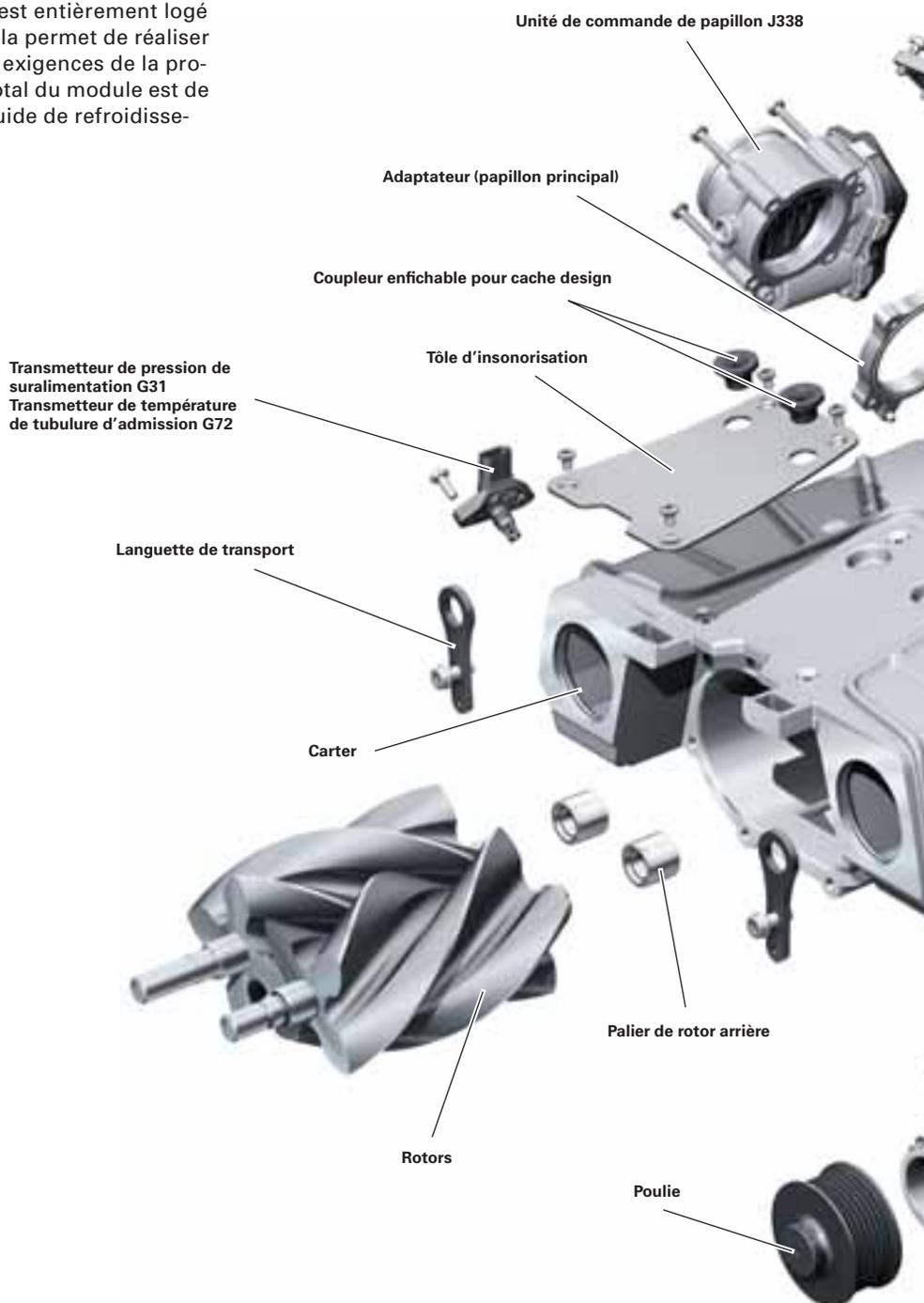
Module de suralimentation

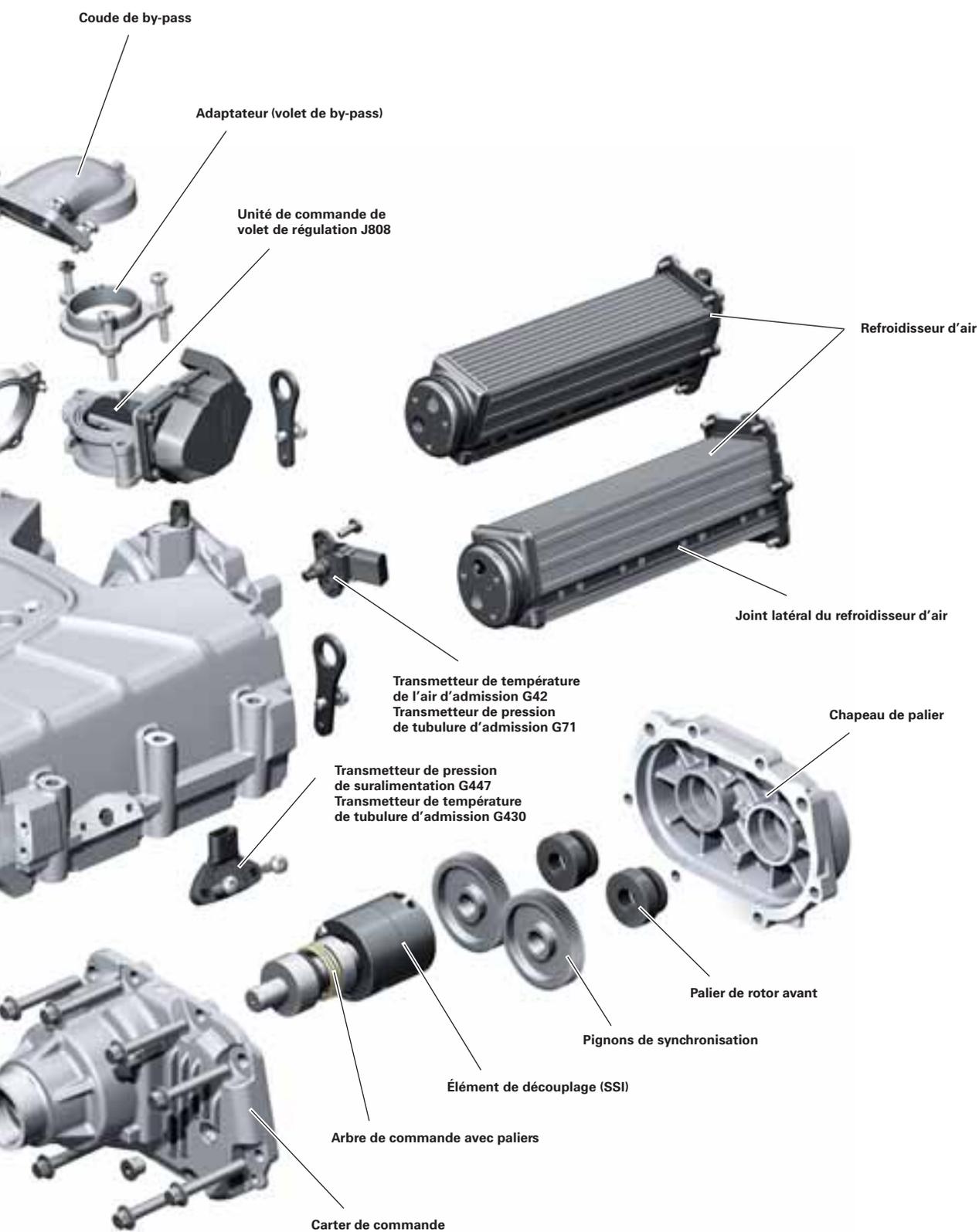
Les compresseurs Roots modernes, comme celui mis en oeuvre chez Audi, sont des compresseurs hélicoïdaux. Contrairement à la génération antérieure à rotors à trois lobes, le compresseur Roots d'Audi se caractérise par des rotors à quatre lobes. Chaque lobe des deux rotors est orienté de 160° par rapport à l'axe longitudinal. Cela exerce une influence positive sur la continuité et les effets pulsatoires du refoulement de l'air.

Le fabricant du compresseur Roots équipant le moteur V6 TFSI de 3,0l est la société EATON. Cette société a une expérience de longue date dans la fabrication des compresseurs Roots.

Architecture

Le module de suralimentation est entièrement logé à l'intérieur du V du moteur. Cela permet de réaliser un moteur plat, répondant aux exigences de la protection des piétons. Le poids total du module est de 18 kg (sans remplissage de liquide de refroidissement).





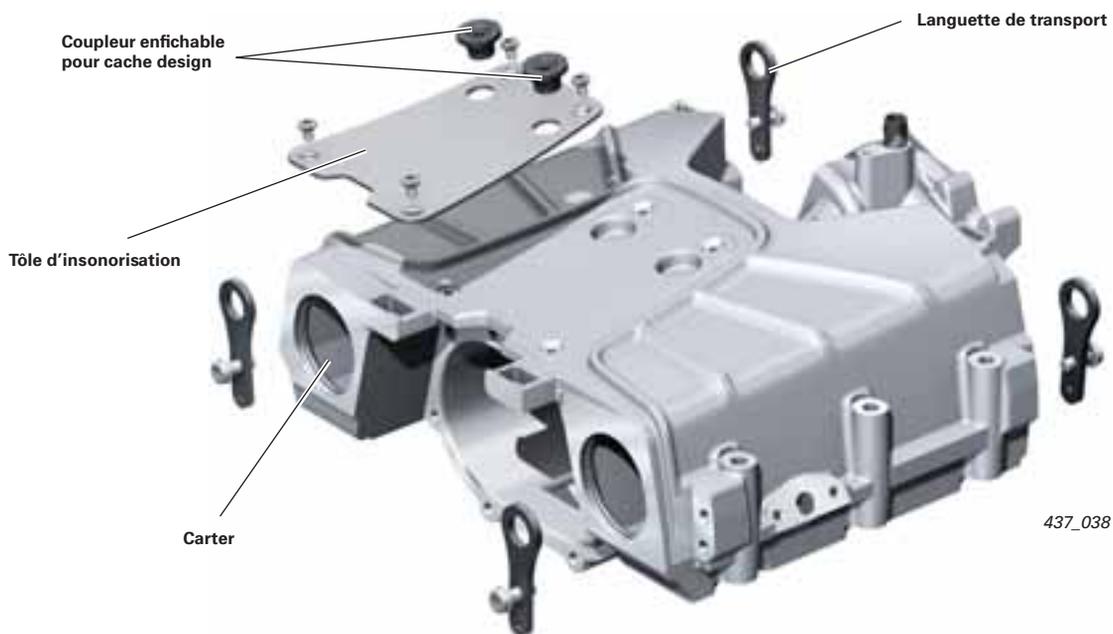
437_037

Alimentation en air

Carter

Le carter en fonte en une partie renferme le compresseur Roots, un volet by-pass à commande électrique et, pour chaque banc de cylindres, un refroidisseur d'air.

Les ouvertures de sortie d'air en direction des différents cylindres se trouvent sur la face inférieure. Les languettes de transport vissées sur le module de suralimentation servent à la suspension du moteur lors de la dépose et de la repose.

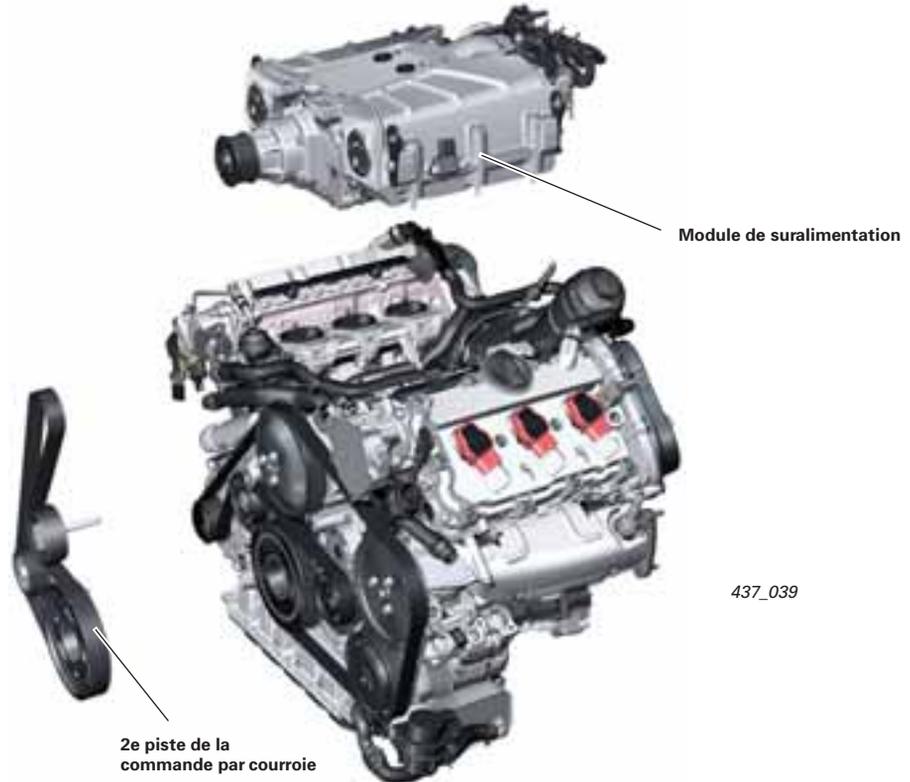


Entraînement

Le compresseur Roots est entraîné via la seconde piste de la poulie par le vilebrequin. L'entraînement est permanent et n'est pas activé ni désactivé par un embrayage électromagnétique. Les deux commandes sont découplées des vibrations du vilebrequin par une couche caoutchouc, dans l'amortisseur de vibrations commun.

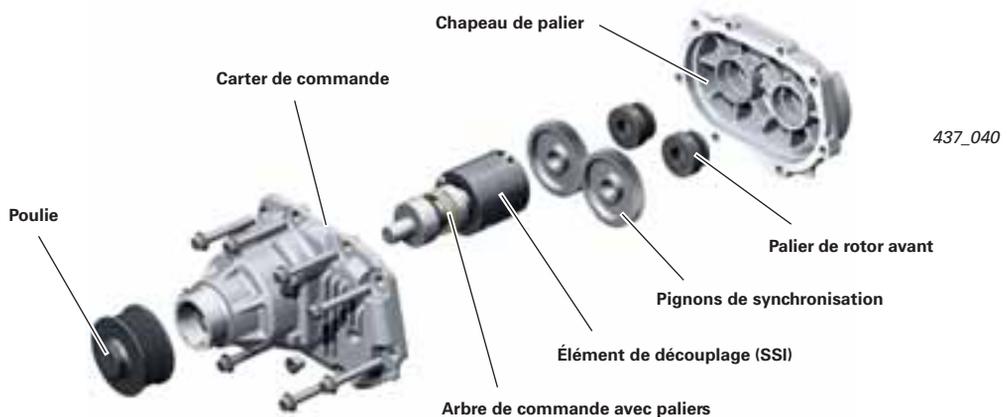
Cela a permis d'améliorer le comportement de résonance à faibles régimes et à pleine charge. Effet secondaire : la sollicitation de la courroie a été nettement réduite.

La démultiplication entre vilebrequin et module de suralimentation est de 1:2,5. Cela autorise un régime maximal de 18 000 tr/min.



Le couplage du compresseur Roots est assuré par l'élément de découplage (SSI = Single Spring Isolator). Cet élément de découplage est intégré dans le carter de commande du module de suralimentation. Son rôle est d'optimiser les allures de la puissance en fonction des alternances de charge.

Cela se traduit par un excellent silence de fonctionnement (amélioration de l'acoustique) et une augmentation de la longévité de la courroie d'entraînement. La périodicité de remplacement de la courroie multipistes est, dans le cas du compresseur Roots, de 120 000 km.



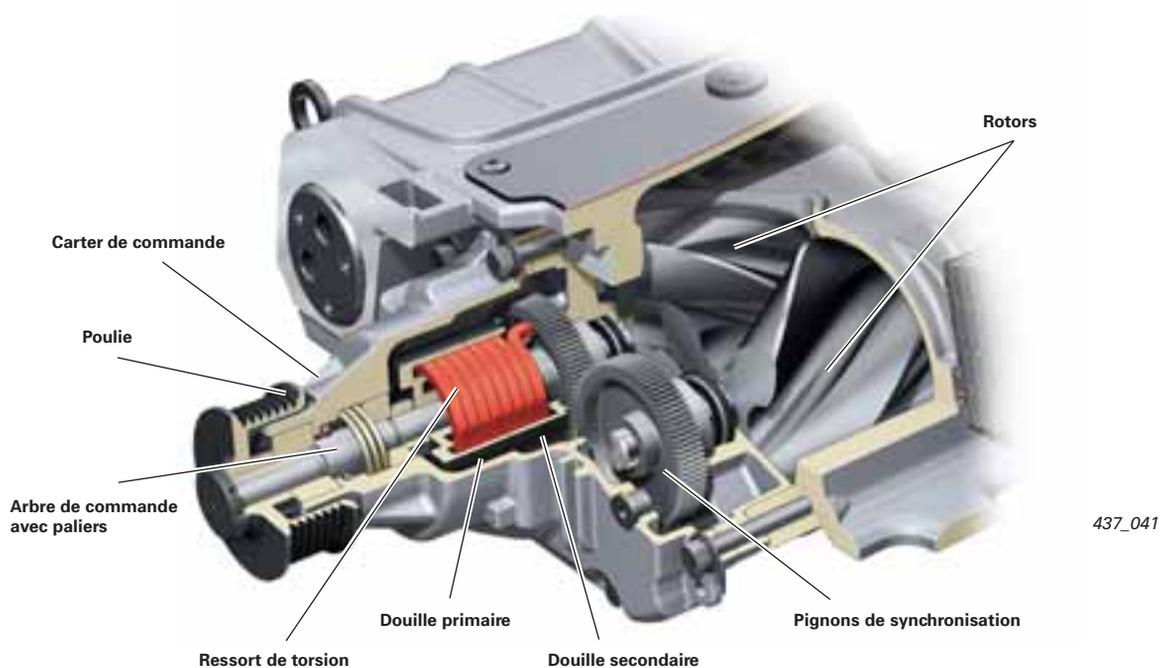
Alimentation en air

Fonctionnement

Un élément élastique est monté dans le carter de commande du compresseur Roots. Un ressort de torsion y est guidé par une douille primaire et une douille secondaire. Le ressort transmet le couple d'entraînement de la poulie à l'étage de pignon. Les douilles primaire et secondaire se chargent de limiter la course des oscillations dans le sens de rotation et dans le sens opposé à la rotation du compresseur Roots.

L'élément élastique a été défini de sorte à être suffisamment « souple » pour assurer un découplage efficace. Mais il doit aussi, en mode dynamique (c'est-à-dire en cas d'alternances de charge), éviter un positionnement brutal en butée, pouvant provoquer des bruits parasites.

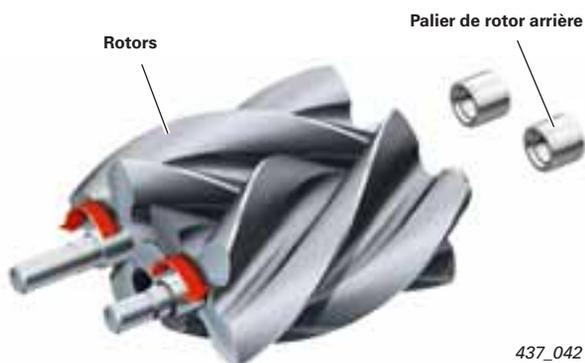
Durant la poursuite de l'entraînement, le second rotor est commandé par une paire de pignons. Les deux rotors fonctionnent donc en parfaite synchronicité tout en présentant un sens de rotation contraire. Un très grand nombre de dents limite la transmission de vibrations. Les pignons sont emmanchés à la presse sur les arbres des rotors. Cet emmanchement à la presse est réalisé chez le fabricant à l'aide de gabarits spéciaux. L'adaptation doit être très rigoureuse car sinon, les lobes des rotors risquent de se toucher. C'est pourquoi il n'est pas autorisé, lors des opérations effectuées par le Service, de dissocier les pignons des arbres. La tête menante est remplie d'une huile spéciale.



Rotors

Les rotors présentent une torsion en vrille de 160°. Les deux rotors tournent dans des roulements exempts d'entretien. Pour que l'usure soit aussi faible que possible durant la phase de rodage, les rotors sont revêtus d'une couche à teneur en graphite.

Le revêtement garantit un étanchement optimal contre les fuites d'air (rotor/rotor et rotor/alésage du rotor) – d'où un gain de puissance.



Régulation du flux d'air et de la pression de suralimentation

Le compresseur Roots est entraîné en permanence. En l'absence de régulation de la pression de suralimentation, le compresseur Roots générerait toujours le flux d'air maximal pour le régime considéré et donc la pression de suralimentation maximale.

Comme on n'a pas besoin d'air de suralimentation à tous les états de service, une accumulation d'air trop élevée se produirait côté pression du compresseur, entraînant une perte de puissance inutile du moteur. Une possibilité de réglage de la pression de suralimentation est donc indispensable.

Sur d'autres systèmes, l'entraînement par courroie est coupé via un embrayage électromagnétique en vue de limiter la pression de suralimentation.

Sur le moteur V6 TFSI de 3,0l, il est fait appel, pour la régulation de la pression de suralimentation, à l'unité de commande de volet de régulation J808. Elle est vissée dans le module de suralimentation et relie le côté pression et le côté admission. L'ouverture d'un volet de by-pass provoque le réacheminement d'une partie du volume d'air refoulé via le by-pass ouvert au côté admission du compresseur Roots.

Le fonctionnement du volet de by-pass s'apparente à celui d'une soupape de décharge sur un moteur à essence équipé d'un turbocompresseur.

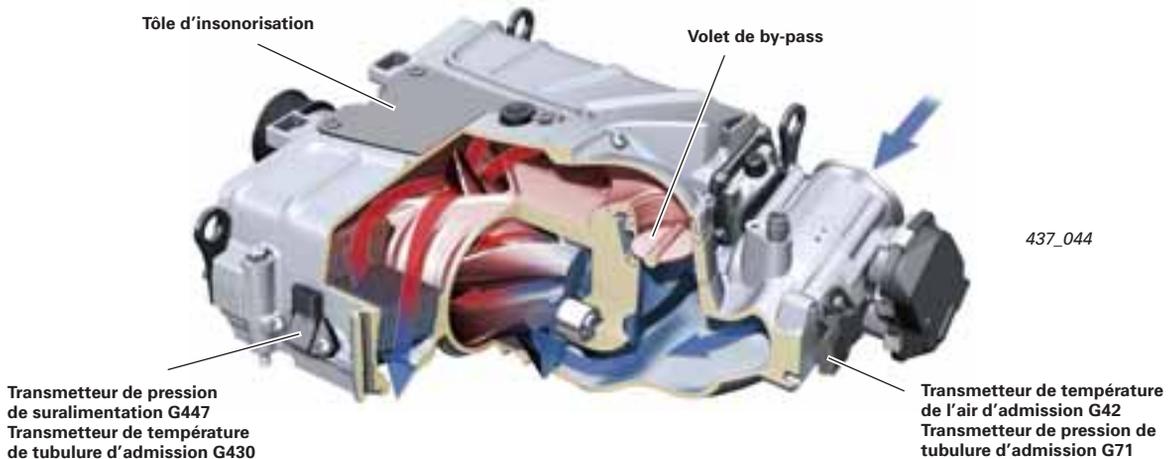
Fonctions de l'unité de commande de volet de régulation J808 :

- régulation de la pression de suralimentation définie par le calculateur du moteur
- limitation de la pression de suralimentation maximale à 1,9 bar (pression absolue)

Fonctionnement

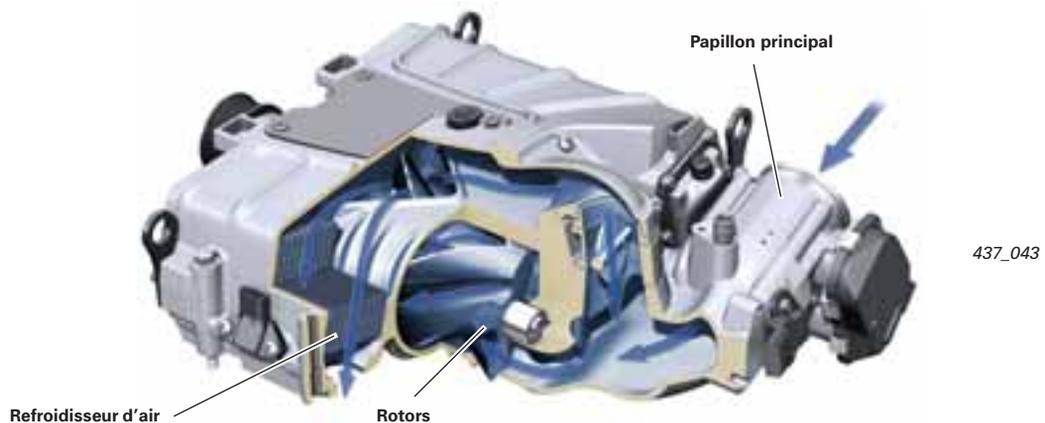
Pleine charge (volet de by-pass fermé)

À pleine charge, l'air est refoulé en direction du moteur via le papillon, le compresseur Roots et le refroidisseur d'air.



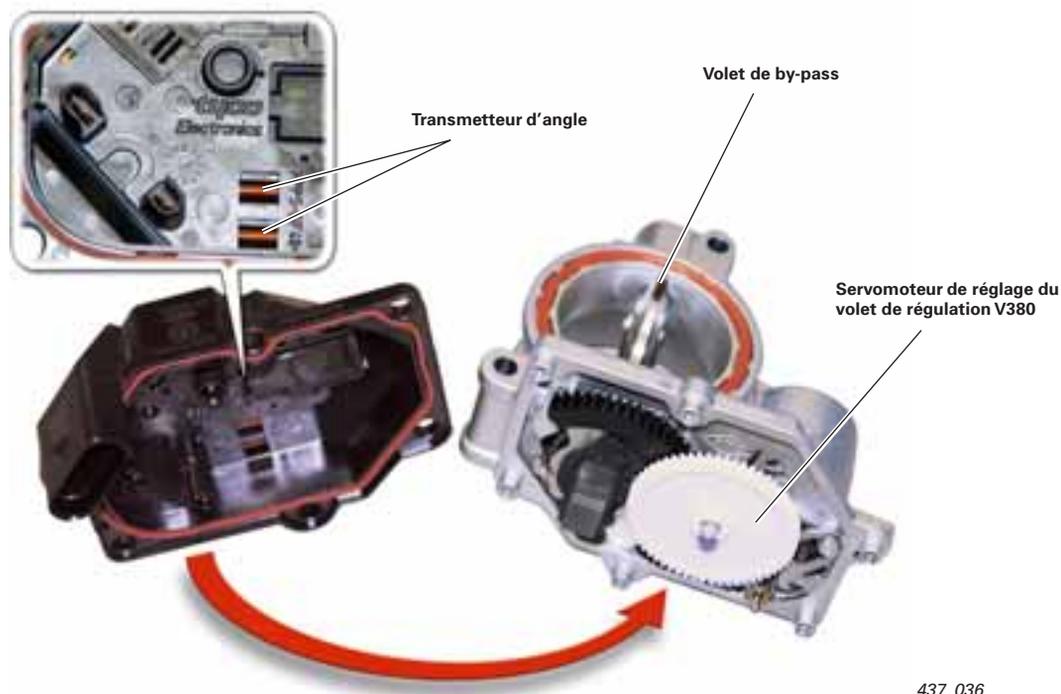
Charge partielle (volet de by-pass ouvert)

À charge partielle, au ralenti et en décélération, une partie du volume d'air refoulé est réacheminé au côté admission via le by-pass ouvert.



Unité de commande de volet de régulation J808

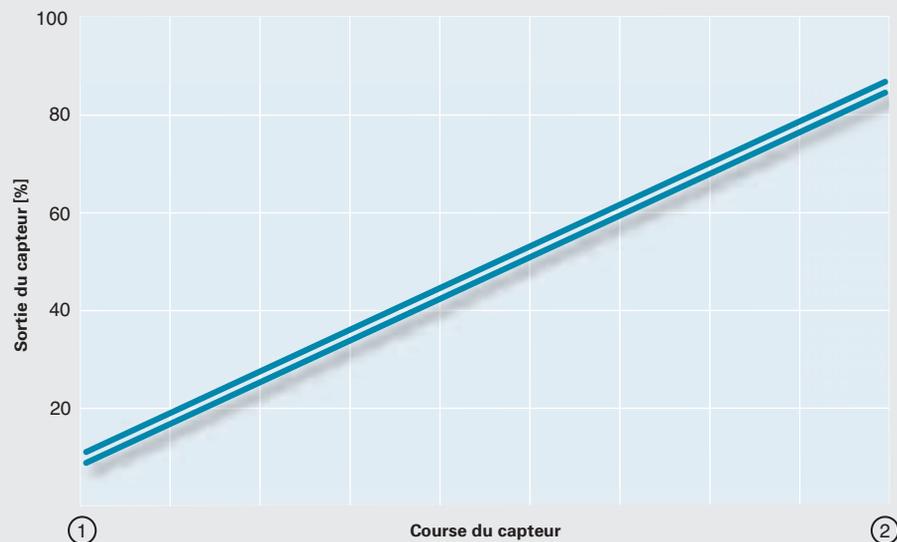
La mise en oeuvre de l'unité de commande de volet de régulation J808 permet de renoncer à une coupure complexe et coûteuse de l'entraînement par courroie via un embrayage électromagnétique. La puissance absorbée du module de suralimentation s'inscrit, en fonction du régime-moteur, entre 1,5 et 38 kW.



437_036

Courbe de signaux du potentiomètre de volet de régulation G584

- ① Butée mécanique inférieure
- ② Butée mécanique supérieure



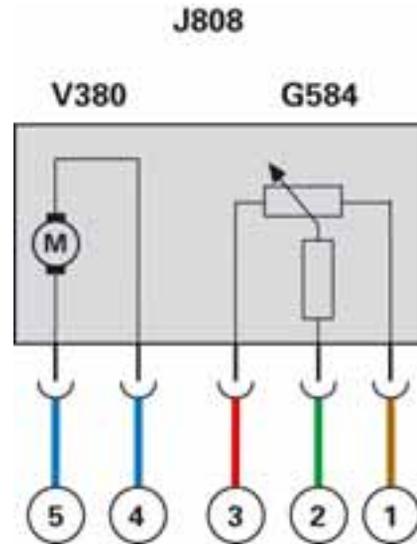
Légende :

G584 Potentiomètre de volet de régulation

J808 Unité de commande de volet de régulation

V380 Servomoteur de réglage du volet de régulation (type : moteur DC (moteur à courant continu))

- ① Tension du capteur, masse
- ② Signal de commande
- ③ Tension du capteur, positif
- ④ } Tension d'alimentation du moteur
- ⑤ }



437_052

Potentiomètre de volet de régulation G584

Le composant détecte la position momentanée du volet de régulation. Il est monté dans le couvercle du boîtier de l'actionneur.

Sa plage de tension de sortie se situe entre 0,5 et 4,5 V. Le potentiomètre fonctionne suivant le principe de mesure magnétorésistif. Il est par conséquent insensible au rayonnement électromagnétique (CEM*).

Exploitation du signal

Le signal de rétrosignalisation de position du volet sert à la définition de la valeur d'entrée du régulateur. Elle sert également à la détermination des valeurs d'adaptation.

Répercussions en cas de défaillance du signal

Le volet est privé d'alimentation électrique et se déplace sous la charge du ressort en butée d'ouverture. Le défaut est irréversible pour un cycle de conduite.

Dans ce cas, aucune pression de suralimentation n'est établie. Ni la puissance totale, ni le couple total ne sont disponibles.

Le composant est assujéti à l'OBD et en cas de défaillance, le témoin de dépollution K83 (MIL) est piloté.

Renvoi

Vous trouverez des informations sur les capteurs magnétorésistifs dans le programme autodidactique 411 « Moteurs FSI de 2,8l et de 3,2l Audi avec système valvelift Audi ».



Alimentation en air

Capteurs d'enregistrement de la masse d'air et de la pression de suralimentation

Les principales grandeurs de pilotage de la régulation de la charge du moteur utilisées sont la masse d'air et la pression de suralimentation.

Il existe pour cela trois capteurs de fonctionnalité absolument identique. Ils mesurent la température de l'air d'admission et la pression de la tubulure d'admission.

Le premier capteur est implanté en amont de l'unité de commande de papillon J338. Il renferme les capteurs suivants :

- transmetteur de température de l'air d'admission G42
- transmetteur de pression de tubulure d'admission G71

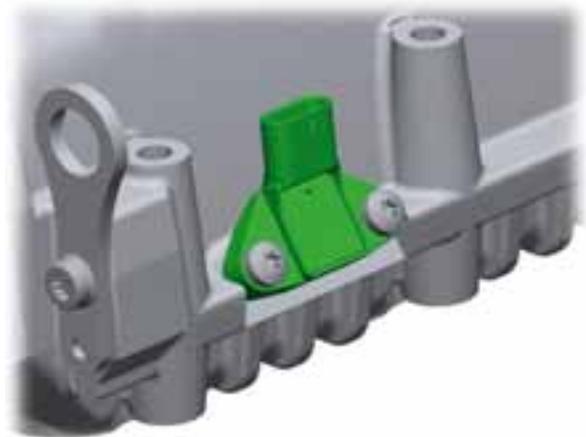


437_028

Les deux autres capteurs, de type identique, sont montés dans le module de suralimentation. Ils mesurent individuellement la pression et la température de l'air pour chaque banc de cylindres. Il est important ici que le point de mesure soit situé en aval du refroidisseur d'air. Les valeurs de mesure qui y sont calculées correspondent alors à la masse d'air réelle des bancs de cylindres.

Il s'agit des transmetteurs suivants :

- transmetteur de pression de suralimentation G31 (banc de cylindres 1)
- transmetteur de température de tubulure d'admission G72 (banc de cylindres 1)
- transmetteur de pression de suralimentation G447 (banc de cylindres 2)
- transmetteur de température de tubulure d'admission G430 (banc de cylindres 2)



437_029

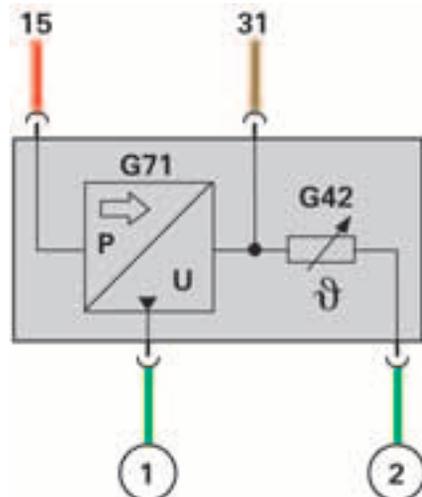
Commutation

Le transmetteur de température de l'air d'admission G42 est un capteur de température à coefficient de température négatif (CTN). Il délivre un signal de tension à l'attention du calculateur du moteur.

Légende :

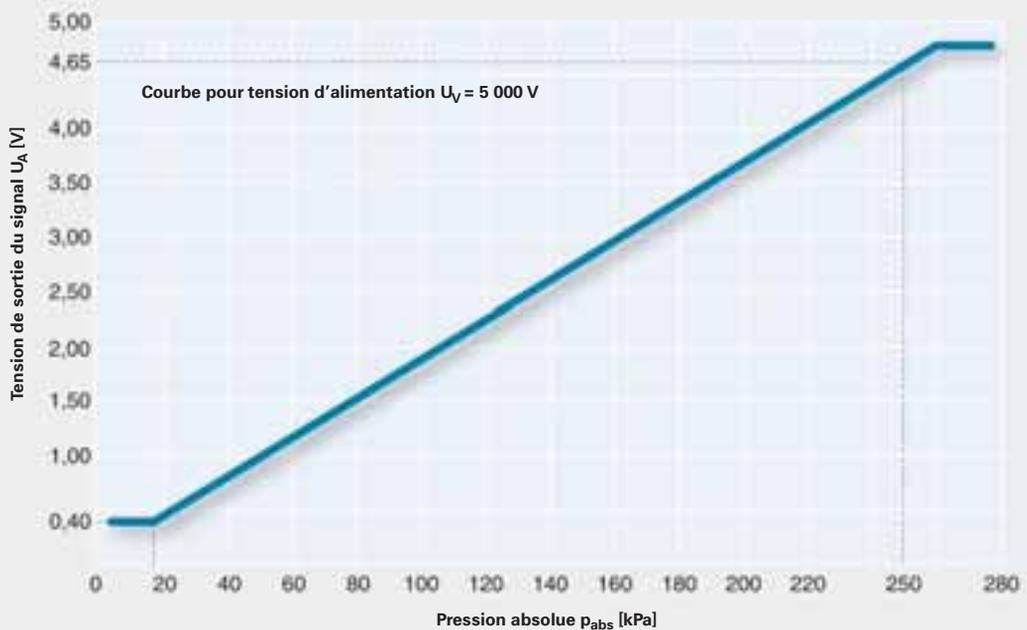
- G42 Transmetteur de température de l'air d'admission
- G71 Transmetteur de pression de tubulure d'admission
- 15 Borne 15
- 31 Borne 31

- ① Signal de tension, pression de la tubulure d'admission
- ② Signal de résistance, température de l'air d'admission



437_018

Courbe de signaux du transmetteur de pression de tubulure d'admission



Exploitation du signal

Le signal du transmetteur de pression de tubulure d'admission G71 implanté en amont de l'unité de commande de papillon sert au calcul anticipé de la position de consigne du volet de by-pass. Cela est nécessaire à la régulation de la pression de suralimentation souhaitée. Cette position de consigne requise du volet de by-pass dépend largement du niveau de pression en amont du module de suralimentation.

Les deux transmetteurs de pression de suralimentation G31 et G447 servent d'une part à réguler la pression de suralimentation à la valeur de consigne souhaitée. De l'autre, la masse d'air est calculée à partir de leur signal de sortie à chaque cycle de fonctionnement. Cette masse d'air est une grandeur d'entrée essentielle pour la commande du moteur basée sur le couple, le débit d'injection, le point d'injection et l'angle d'allumage.

Répercussions en cas de défaillance du signal

En cas de défaillance, le témoin de dépollution K83 (MIL) est piloté. Une défaillance du transmetteur de pression de tubulure d'admission G71 a pour conséquence que la pression de suralimentation est moins bien régulée, ce qui peut se traduire pour le conducteur par une accélération irrégulière. Des défaillances des transmetteurs de pression de suralimentation G31 et G447 entraînent dans toute la plage de charge-régime une composition erronée du mélange car une masse d'air erronée est calculée.

Cela se traduit à son tour par un débit d'injection erroné. Le résultat en est une détérioration du degré de pollution du moteur, mais aussi du déploiement de puissance (pouvant aller jusqu'à des ratés d'allumage). En mode suralimentation, un défaut de ces transmetteurs peut conduire à des pressions de suralimentation erronées, pouvant entraîner la détérioration du moteur.

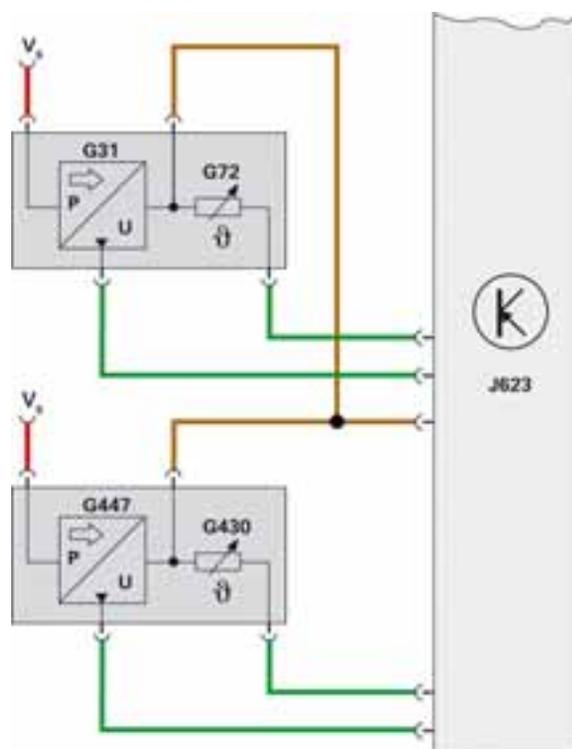
C'est pourquoi tous les transmetteurs font l'objet d'une plausibilisation dès la mise du contact d'allumage. En cas de constatation d'irrégularités, un défaut est mémorisé dans la mémoire de défauts et il y a commutation, soit sur un capteur « équivalent », soit sur un mode dégradé. Le système se comporte alors dans l'ensemble pour le conducteur comme s'il était en état correct et des défauts consécutifs sont évités.

Schéma de circuit

Légende :

- G31 Transmetteur de pression de suralimentation (banc de cylindres 1)
- G72 Transmetteur de température de tubulure d'admission (banc de cylindres 1)
- G430 Transmetteur de température de tubulure d'admission (banc de cylindres 2)
- G447 Transmetteur de pression de suralimentation (banc de cylindres 2)
- J623 Calculateur du moteur
- V_s Tension d'alimentation (5 volts)

- Positif
- Masse
- Signal du capteur



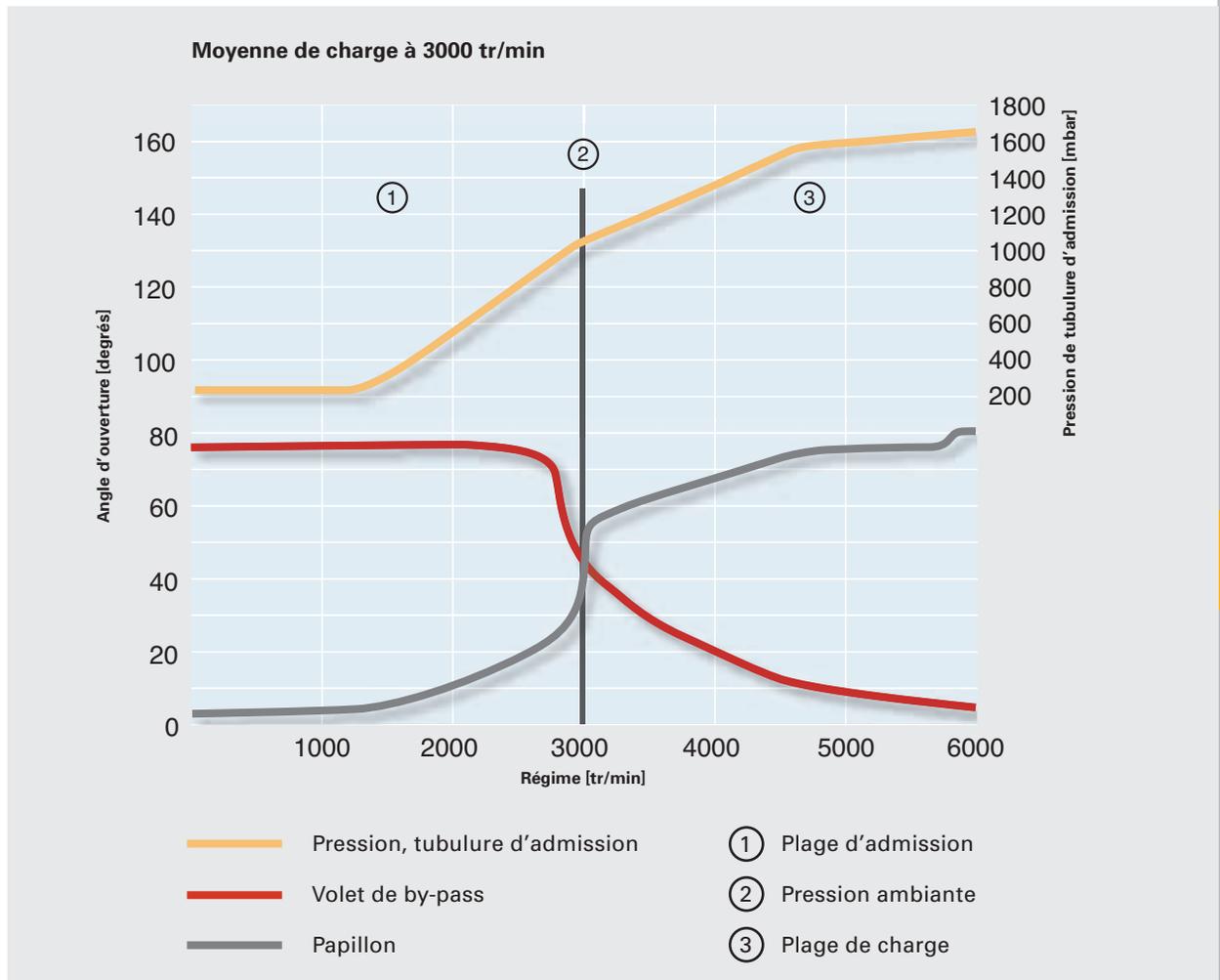
437_020

Régulation de la charge

L'unité de commande de volet de régulation J808 fonctionne en interaction avec l'unité de commande de papillon J338.

Lors du développement de cette régulation, on a particulièrement veillé à un fonctionnement exempt dans la mesure du possible de restriction et à un déploiement de puissance musclé simultané.

Le graphique ci-dessous illustre la division du travail des deux volets. Dans la plage de charge partielle/d'admission, le volet de by-pass est ouvert sans restriction et le papillon du moteur assure la commande de la charge. Dans la plage de pression de suralimentation, le volet de by-pass est responsable de la régulation de la charge, le papillon est entièrement ouvert.



Volets de tubulure d'admission

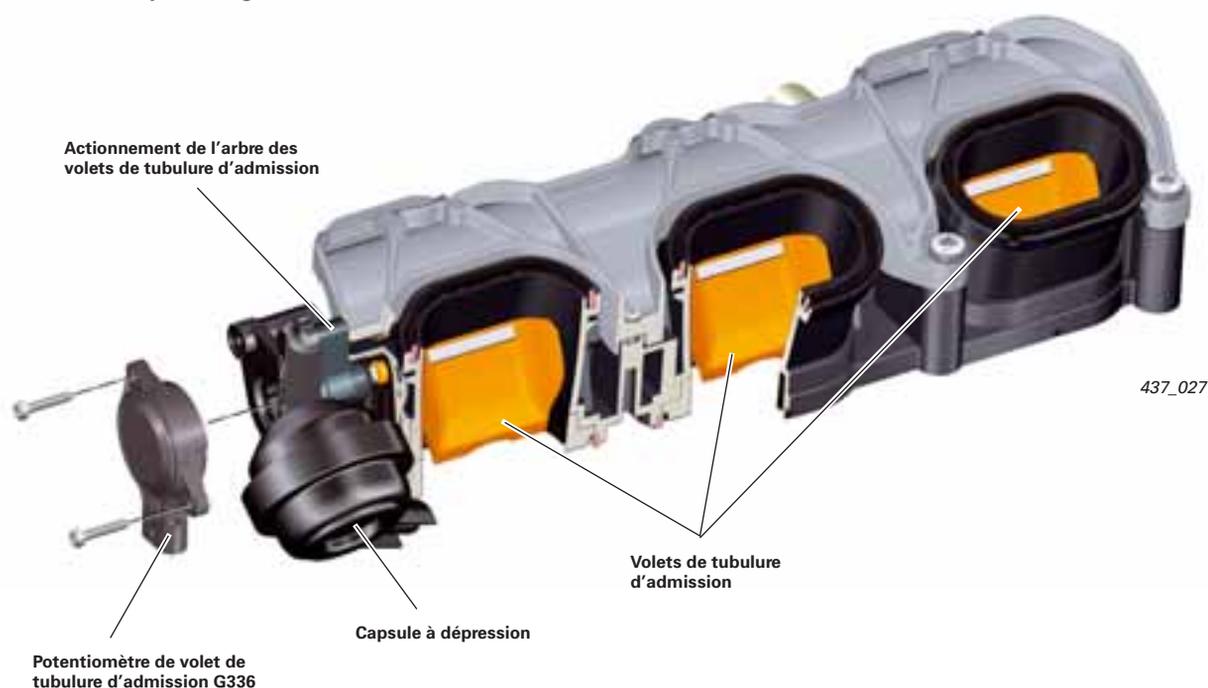
En vue d'améliorer le conditionnement interne du mélange sur le moteur V6 TFSI de 3,0l, il a été fait appel à des volets de tubulure d'admission. Ils sont fixés dans une bride intermédiaire entre le module de suralimentation et la culasse.

Nota



Lors du montage de la bride intermédiaire, les volets de tubulure d'admission doivent être amenés en position puissance (conduit d'admission ouvert).

Module de volets de tubulure d'admission du banc de cylindres gauche



Vanne de volet de tubulure d'admission N316

L'actionnement des volets de tubulure d'admission, fixés sur un arbre commun, est assuré par une capsule à dépression.

La dépression nécessaire est fournie par la vanne de volet de tubulure d'admission N316. Le calculateur du moteur pilote alors la vanne de volet de tubulure d'admission N316 en fonction d'une cartographie.

Répercussions en cas de défaillance

Si la vanne N316 n'est pas pilotée ou est défectueuse, aucune dépression n'est fournie. Les volets de tubulure d'admission ferment alors le canal de puissance dans la culasse sous l'effet de la force de ressort de la capsule à dépression. Il s'ensuit une réduction de la puissance du moteur.



437_049

Potentiomètre de volets de tubulure d'admission

Deux capteurs surveillent la position des volets de tubulure d'admission :

- Banc de cylindres 1 : potentiomètre de volet de tubulure d'admission G336
- Banc de cylindres 2 : potentiomètre de volet de tubulure d'admission 2 G512

Les capteurs sont directement intégrés dans la bride de la capsule à dépression. Il s'agit de transmetteurs d'angle de rotation sans contact, fonctionnant selon le principe du *transmetteur de Hall**. Il y a dans l'électronique du capteur génération d'un signal, qui est évalué par le calculateur du moteur.



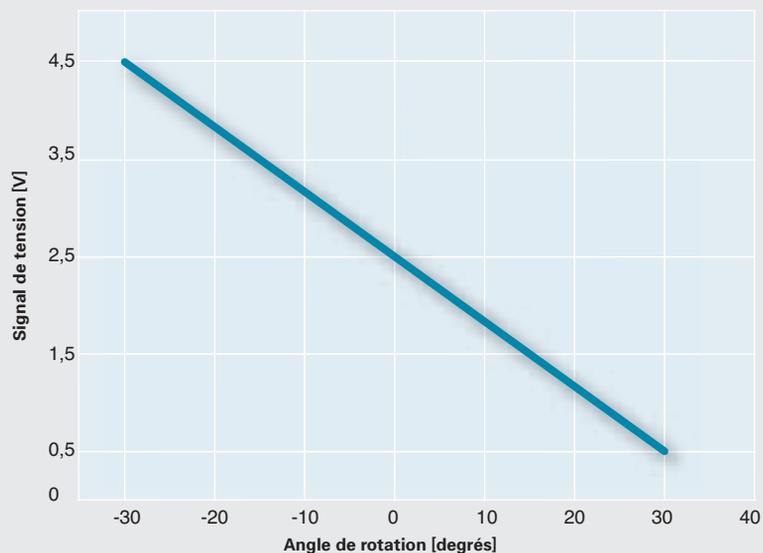
Exploitation du signal

Le signal sert à la surveillance de la position et est utilisé à des fins de diagnostic (usure, par ex.).

Répercussions en cas de défaillance du signal

La position n'est plus détectée correctement. Il n'est pas possible de procéder au diagnostic. Le composant est assujéti à l'OBD, ce qui revient à dire que le témoin de dépollution K83 (MIL) est piloté en cas de défaillance. Une perte de puissance est éventuellement possible.

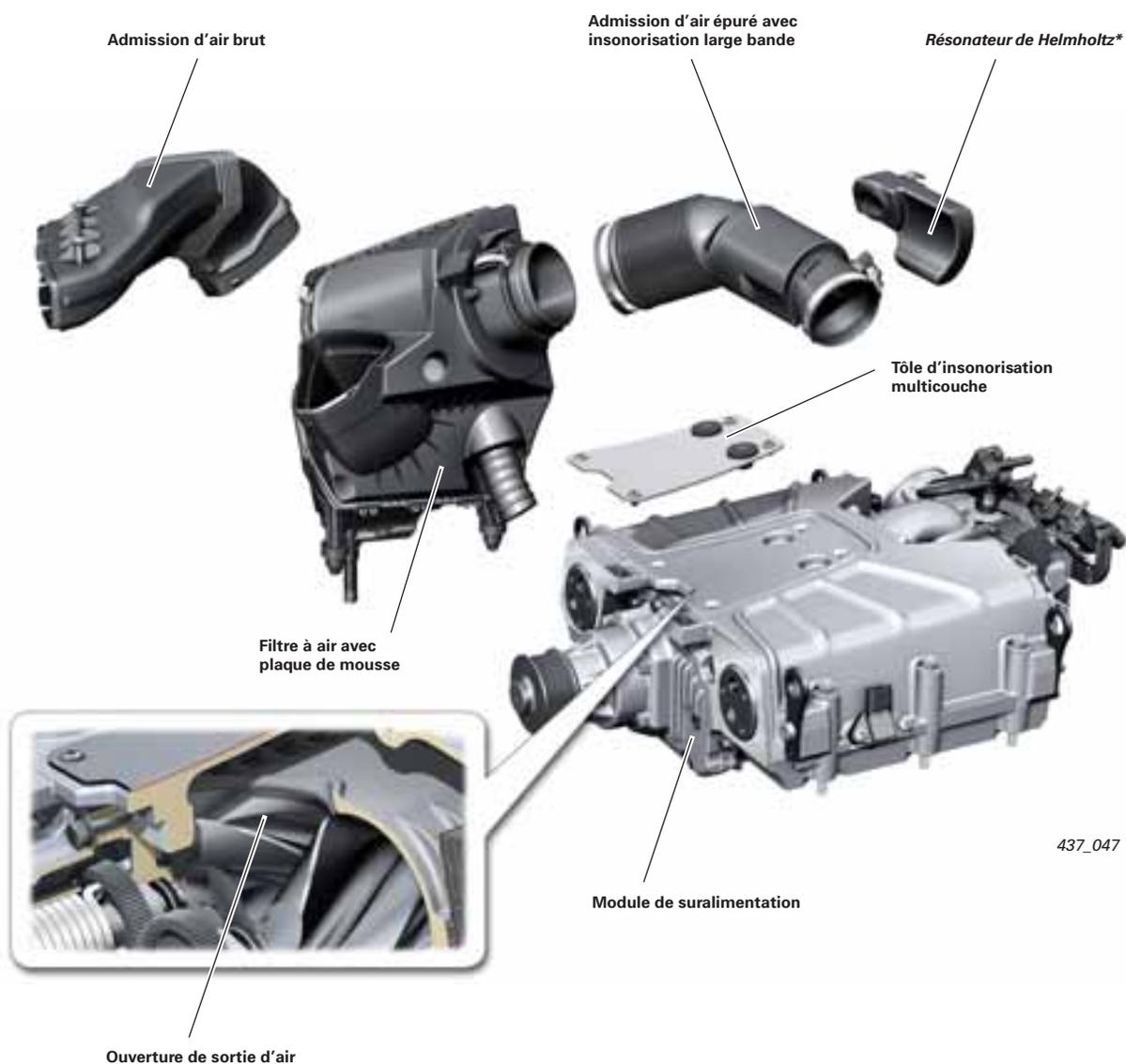
Courbe de signaux du potentiomètre de volet de tubulure d'admission



Insonorisation

Un autre objectif du développement était de réduire la génération de bruit du compresseur Roots. Cela est réalisé par des mesures de conception sur le carter. Une tôle d'insonorisation multicouche agit au niveau de la sortie des gaz du compresseur Roots.

En outre, des mesures prises au niveau de l'admission ont permis une nouvelle réduction du bruit (cf. figure). Des plaques d'insonorisation, entourant le module de suralimentation et placées sous ce dernier, constituent des mesures supplémentaires.



437_047

Plaques d'insonorisation

Plusieurs plaques d'insonorisation sont insérées entre le module de suralimentation et la culasse/le bloc cylindres.

Elles amortissent les bruits du compresseur Roots vers le bas. Deux petits éléments d'insonorisation sont installés en face arrière du module de suralimentation (cf. figure ci-contre).



437_031

D'autres plaques d'insonorisation se trouvent sous le module de suralimentation, à l'intérieur du V du moteur.

Tandis qu'une assez grande plaque est positionnée entre les deux tubulures d'admission, deux plaques d'insonorisation plus minces sont intercalées latéralement entre les tubulures d'admission et les culasses.



437_032

La figure ci-contre présente l'ensemble complet de plaques d'insonorisation entre le module de suralimentation et la culasse/le bloc-cylindres.



437_033

Systeme de refroidissement

Circuit de refroidissement

En fonction du marché, il existe plusieurs exécutions de circuit de refroidissement pour l'Audi A6 équipée du moteur V6 TFSI de 3,0l.

La figure ci-contre présente une variante avec chauffage stationnaire et pompe de recirculation du circuit de refroidissement V51 (pour pays très chauds n° PR : 8z9).

La pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188 constitue une autre pompe de liquide de refroidissement à commande électrique. Elle est utilisée pour le circuit basse température du refroidissement de l'air de suralimentation.

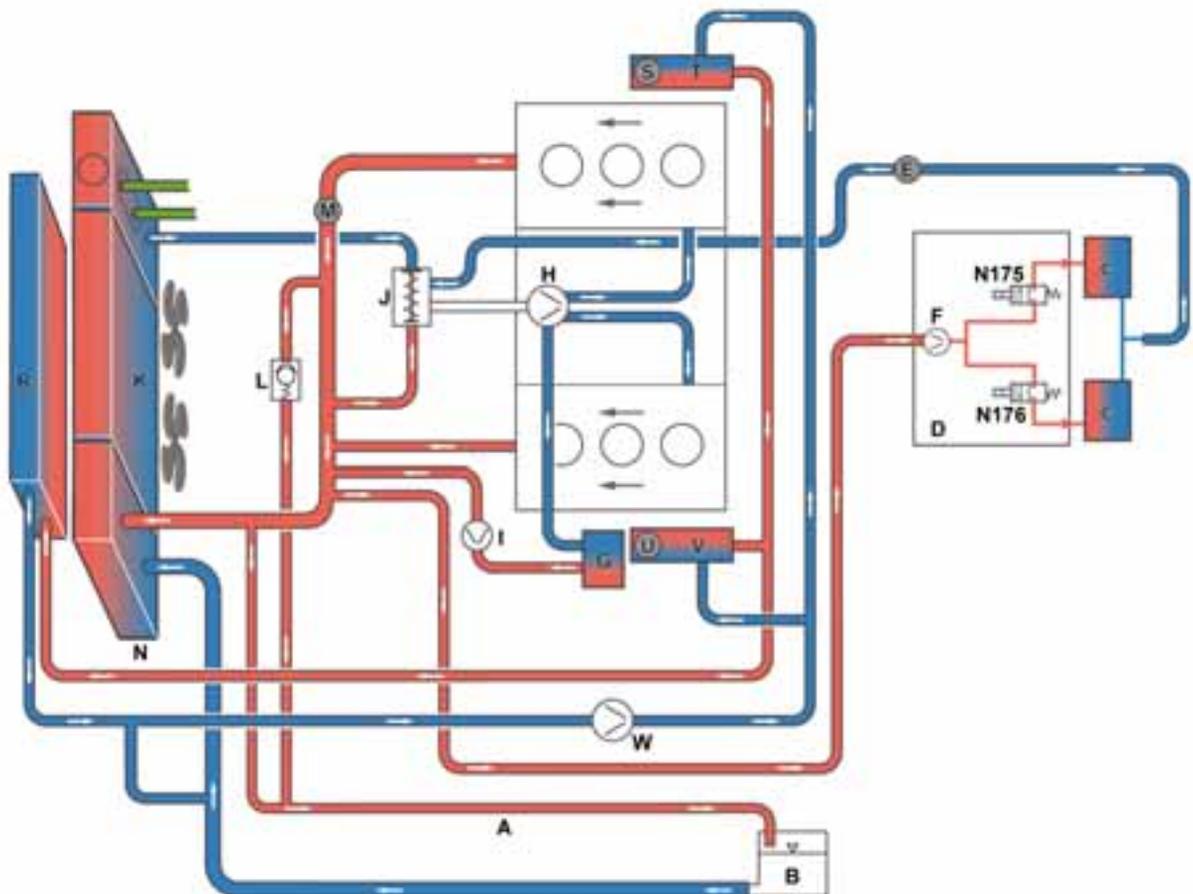
Les deux circuits sont toutefois reliés et utilisent conjointement le vase d'expansion du liquide de refroidissement.

Nota



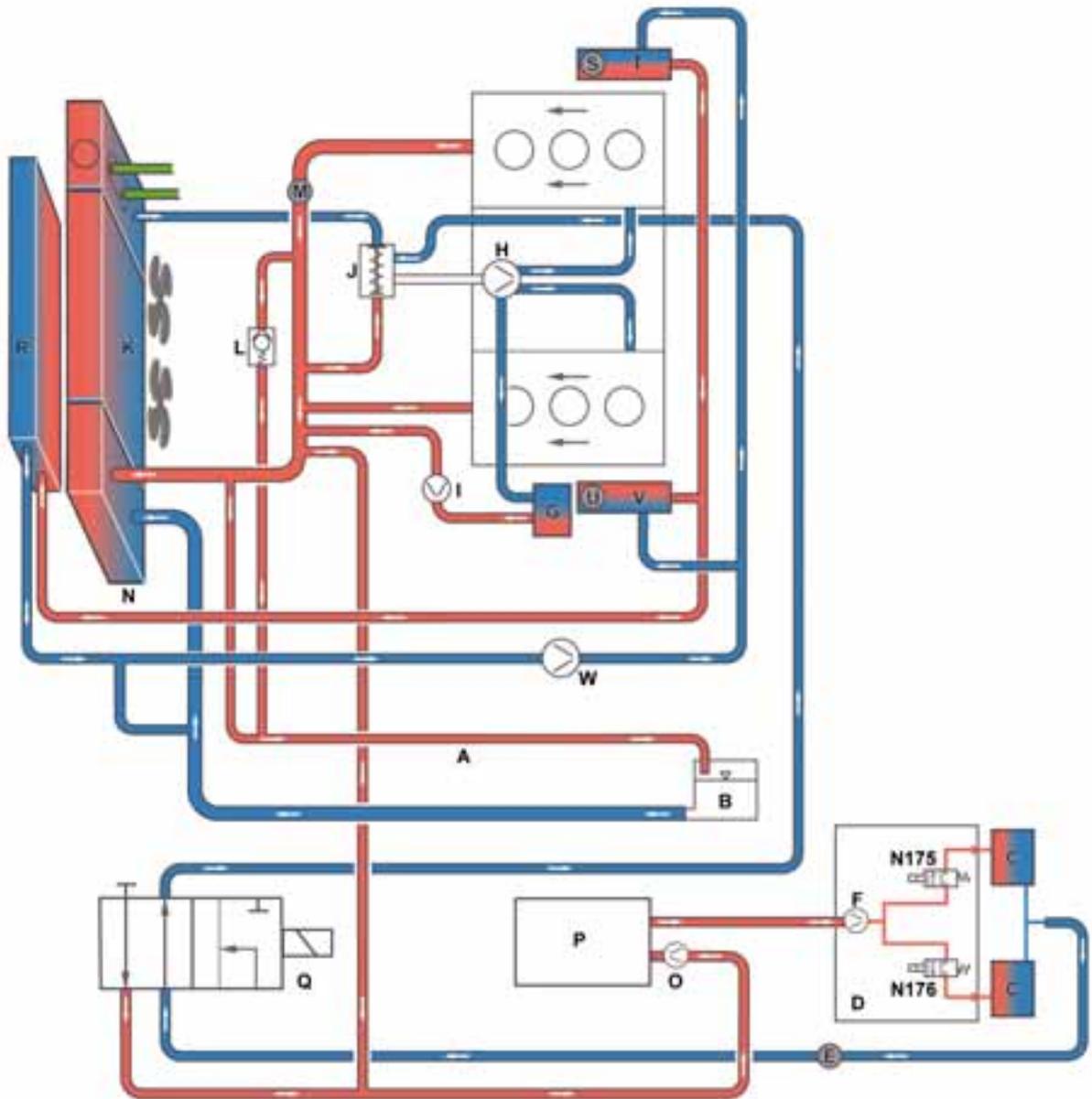
Veillez tenir compte des directives de travail données dans les ouvrages SAV pour le remplissage et la purge du liquide de refroidissement.

Circuit de refroidissement sans chauffage stationnaire



437_013

Circuit de refroidissement avec chauffage stationnaire



437_012

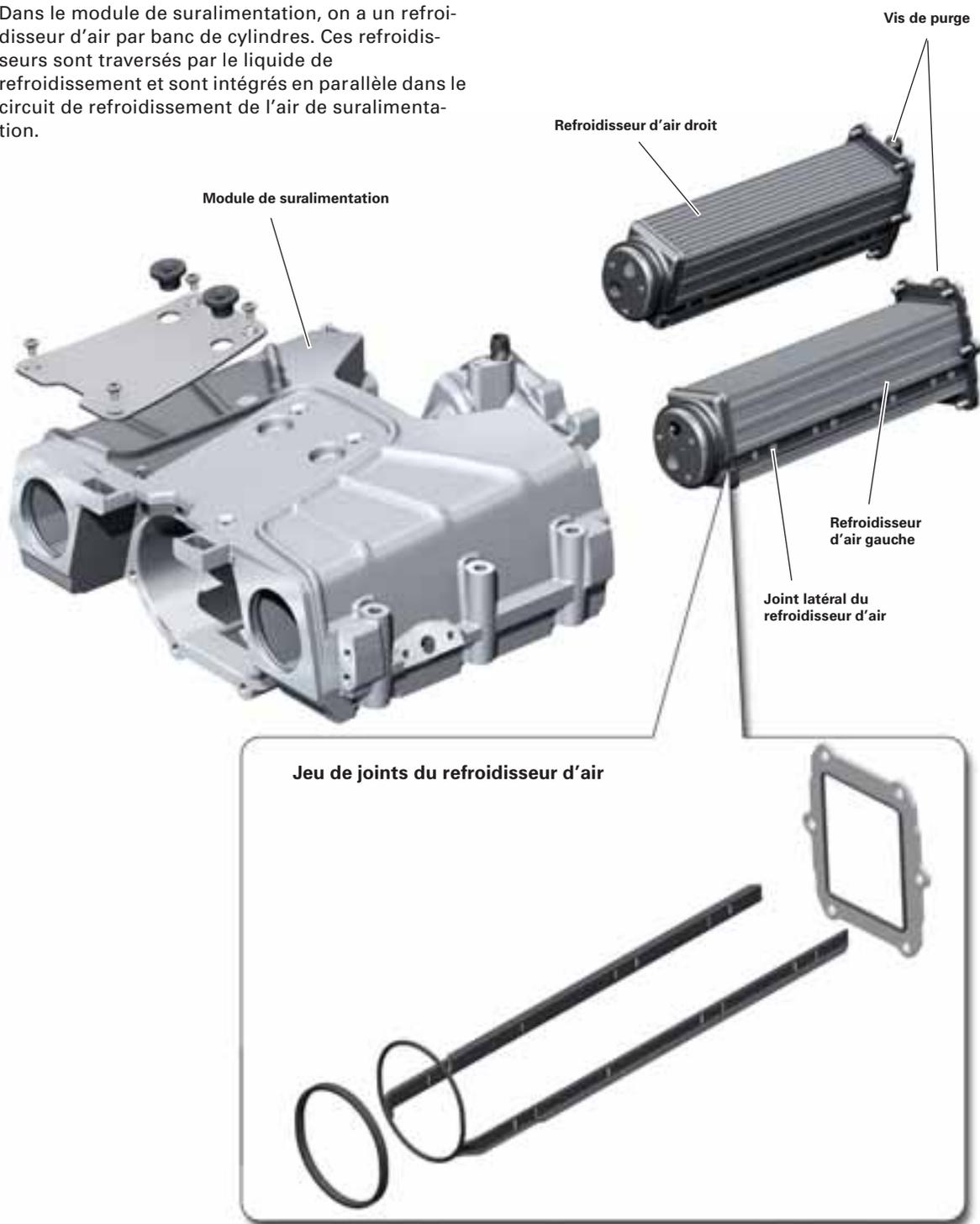
Légende :

A	Conduite d'aération	N	Radiateur d'ATF
B	Vase d'expansion	N175	Clapet de régulation de chauffage gauche
C	Échangeur de chaleur	N176	Clapet de régulation de chauffage droit
D	Bloc de clapets de pompe (N175/N176 et V50)	O	Pompe de recirculation
E	Vis de purge	P	Chauffage stationnaire
F	Pompe de circulation du liquide de refroidissement V50	Q	Vanne de coupure du liquide de refroidissement du chauffage N279
G	Radiateur d'huile moteur	R	Radiateur supplémentaire avant
H	Pompe de liquide de refroidissement	S	Vis de purge
I	Pompe de recirculation du liquide de refroidissement (pays chauds uniquement)	T	Refroidisseur d'air droit
J	Régulateur de liquide de refroidissement	U	Vis de purge
K	Radiateur d'eau	V	Refroidisseur d'air gauche
L	Clapet antiretour	W	Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188
M	Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62		

Systeme de refroidissement

Refroidissement de l'air de suralimentation

Dans le module de suralimentation, on a un refroidisseur d'air par banc de cylindres. Ces refroidisseurs sont traversés par le liquide de refroidissement et sont intégrés en parallèle dans le circuit de refroidissement de l'air de suralimentation.



437_045

Nota

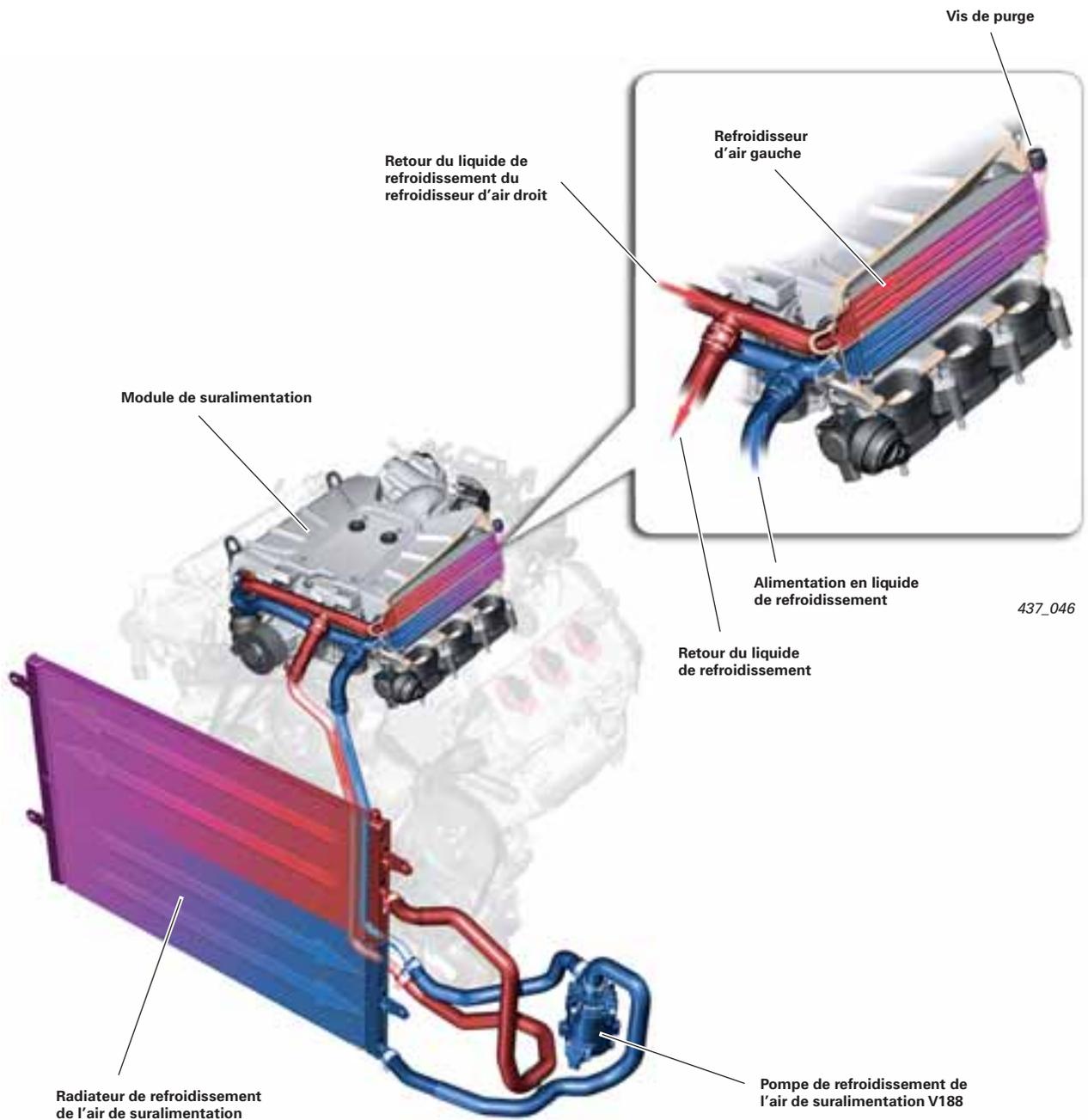


La dépose et la réponse du refroidisseur d'air requiert un soin particulier. Prière de tenir compte des remarques du Manuel de réparation.

Circuit de refroidissement de l'air de suralimentation

Le circuit de refroidissement de l'air de suralimentation constitue un circuit de refroidissement autonome par rapport au circuit de refroidissement principal. Les deux circuits sont toutefois reliés et utilisent conjointement le vase d'expansion du liquide de refroidissement.

Il règne généralement dans le circuit de refroidissement de l'air de suralimentation un niveau de température plus faible que dans le circuit principal.



Système de refroidissement

Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188

La pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188 est une pompe à eau électrique. C'est sa première utilisation dans un système de refroidissement chez Audi.

Elle refoule le liquide de refroidissement réchauffé des refroidisseurs d'air du module de suralimentation au radiateur basse température. Ce dernier est intégré dans l'ensemble de radiateurs à l'avant du véhicule (dans le sens de la marche, devant le radiateur principal). La pompe est montée à proximité du radiateur d'huile, à l'avant à gauche dans le compartiment moteur.

L'architecture de la pompe est assimilable à celle d'une pompe centrifuge. Une pompe centrifuge n'est pas autoaspirante. Elle ne doit donc pas fonctionner à vide. Le palier de pompe risquerait de surchauffer.

Les sous-ensembles suivants sont intégrés dans le module de pompe :

- pompe centrifuge
- moteur électrique
- commande électronique

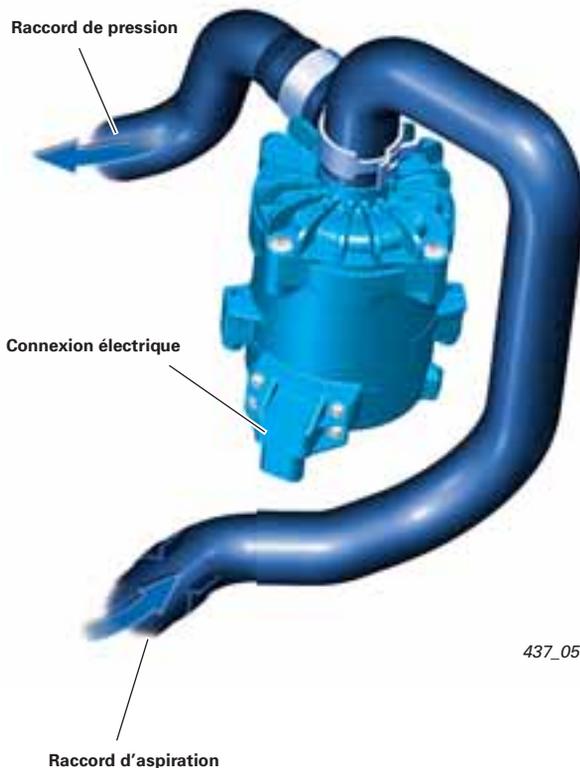
La connexion électrique de la pompe est équipée de trois broches :

- tension de la batterie du calculateur de boîte automatique J271
- *signal MLI**
- borne 31

Fonctionnement de la commande de pompe

Le pilotage de la pompe a lieu en fonction de la température en aval du refroidisseur d'air, issue d'une cartographie mémorisée dans le calculateur du moteur, et de la pression en aval du refroidisseur d'air. La pompe fonctionne systématiquement à partir d'une pression de 1300 mbar ou d'une température du liquide de refroidissement de 50 °C.

La pompe est pilotée par le calculateur du moteur via un signal MLI. L'électronique de pompe calcule à partir de ce signal la vitesse de rotation requise de la pompe et pilote le moteur électrique. Si la pompe est en état correct, l'électronique de pompe procède à la rétrosignalisation de la vitesse de pompe momentanée au calculateur du moteur. Ce processus se répète cycliquement durant toute la durée de fonctionnement de la pompe.



437_057

Répercussions en cas de défauts

Si l'électronique de pompe détecte un défaut, le signal MLI est modifié. Le signal modifié est évalué par le calculateur du moteur. La réaction dépend alors du type de défaut.

En cas de détection d'un défaut, ce dernier est mémorisé dans le calculateur du moteur. Comme en cas de défaillance, la réduction de puissance n'est perceptible qu'en dessous de la pleine charge et qu'il n'y a pas de détérioration du degré de pollution du moteur, aucun témoin n'est piloté.

Aucune réaction de remplacement directe n'est déclenchée dans le calculateur du moteur en cas de défaillance de la pompe. La température de l'air de suralimentation fait toutefois l'objet d'une surveillance. Si une température trop élevée est détectée, il y a réduction de la puissance du moteur.

En cas de coupure du câble de signalisation en direction de la pompe ou de court-circuit au positif sur le câble de signalisation, la pompe passe en mode dégradé et délivre alors une puissance de 100 %. En cas de court-circuit à la masse sur le câble de signalisation, la pompe s'arrête.

Détection de défauts

En cas de détection de défauts, il y a tentative de protection de la pompe. Pour cela, la vitesse de la pompe est réduite ou bien la pompe est coupée.

Le tableau suivant présente les défauts possibles et leurs répercussions.

Défauts détectés par la pompe	Répercussions
Marche à vide due à un remplissage insuffisant de liquide de refroidissement (vitesse de rotation plus importante que prévue)	Réduction de la vitesse de la pompe à 80 % (15 minutes max.)
Remplissage de liquide de refroidissement insuffisant >15 min	La pompe est coupée
Surtempérature	Réduction de la vitesse en deux étapes à 80 % puis 50 %
Sous-température (liquide de refroidissement trop froid, une <i>viscosité*</i> élevée augmente la consommation de courant)	Réduction de la vitesse en deux étapes à 80 % puis 50 %
Surtension	En cas de tension > 20 V, la pompe est coupée tant que la surtension persiste.
Blocage de la roue à ailettes	La pompe est coupée. Elle effectue une tentative de « déblocage ».
Température de l'électronique de pompe > 160 °C	La pompe est coupée tant que la température est trop élevée.

Possibilités de diagnostic dans le Service

Les possibilités de diagnostic sont les suivantes :

- lecture de la mémoire de défauts dans le calculateur du moteur
- plan de contrôle de l'assistant de dépannage
- lecture du bloc de valeurs de mesure 109 (Audi A6)
- test des actionneurs

Lors de l'exécution du test des actionneurs, diverses vitesses de rotation de la pompe sont réalisées et font l'objet d'une évaluation par le calculateur du moteur. Le test des actionneurs ne doit pas être interrompu pour cette raison.

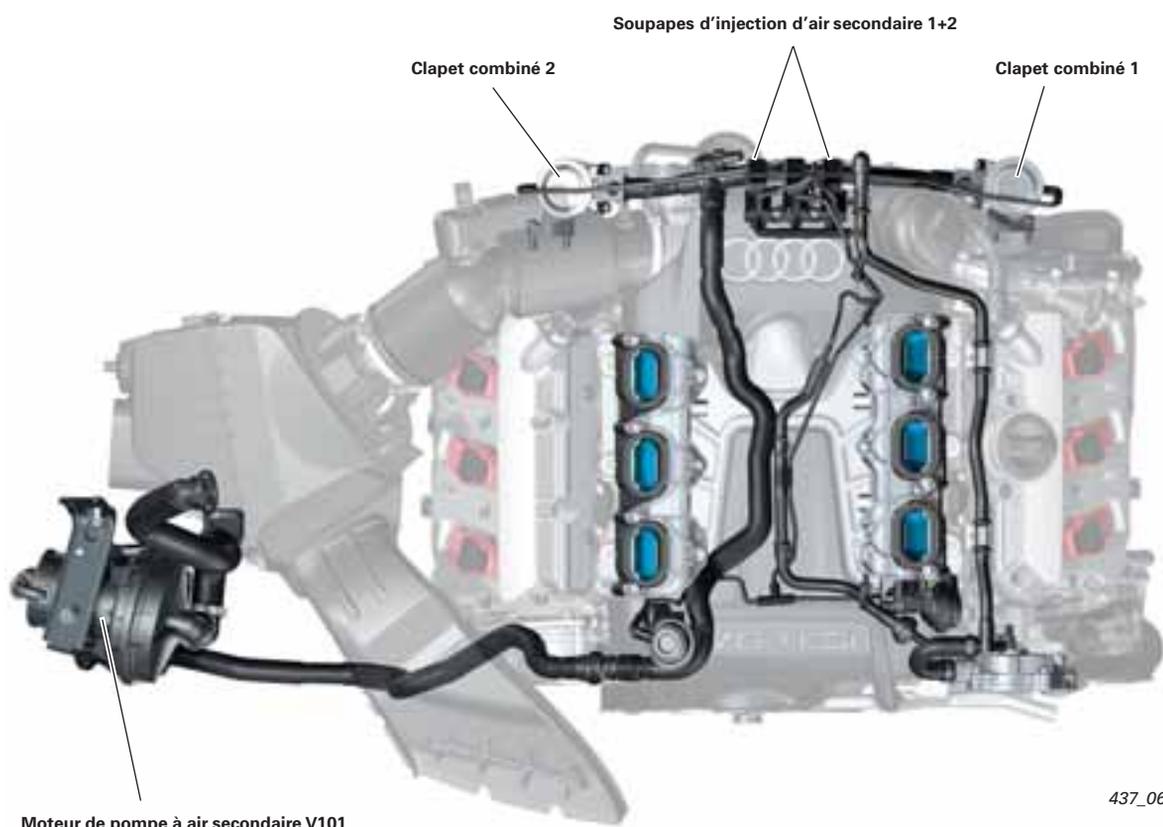
Dépollution des gaz d'échappement

Système d'air secondaire

Une autre mesure destinée à satisfaire aux normes antipollution EU V et ULEV II est l'utilisation d'un système d'air secondaire.

Ce système assure un réchauffement plus rapide des catalyseurs et la réduction des émissions polluantes. Pour ce faire, de l'air est injecté dans la ligne d'échappement, en aval des soupapes d'échappement, pendant un temps défini après le démarrage à froid du moteur.

Les hydrocarbures et le monoxyde de carbone imbrûlés contenus dans les gaz d'échappement ou stockés dans le catalyseur réagissent alors avec l'oxygène de l'air. La chaleur dégagée permet d'atteindre plus rapidement la *température d'amorçage* (ou *température light-off*)* du catalyseur.



437_069

Différences par rapport aux systèmes utilisés jusqu'à présent :

- Deux électrovannes de commutation sont mises en oeuvre dans le système en vue de satisfaire à la norme antipollution EU V. Jusqu'à présent, les deux clapets combinés étaient pilotés par une soupape d'injection d'air secondaire N112.
- Le système permettant de satisfaire à la norme antipollution ULEV-II possède en supplément un capteur de pression, le transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609. Il est monté directement dans l'embranchement de la conduite d'air secondaire en direction des bancs de cylindres.

Renvoi



Vous trouverez une description précise du fonctionnement du système dans les programmes autodidactiques 207 et 217.

Souppes d'injection d'air secondaire

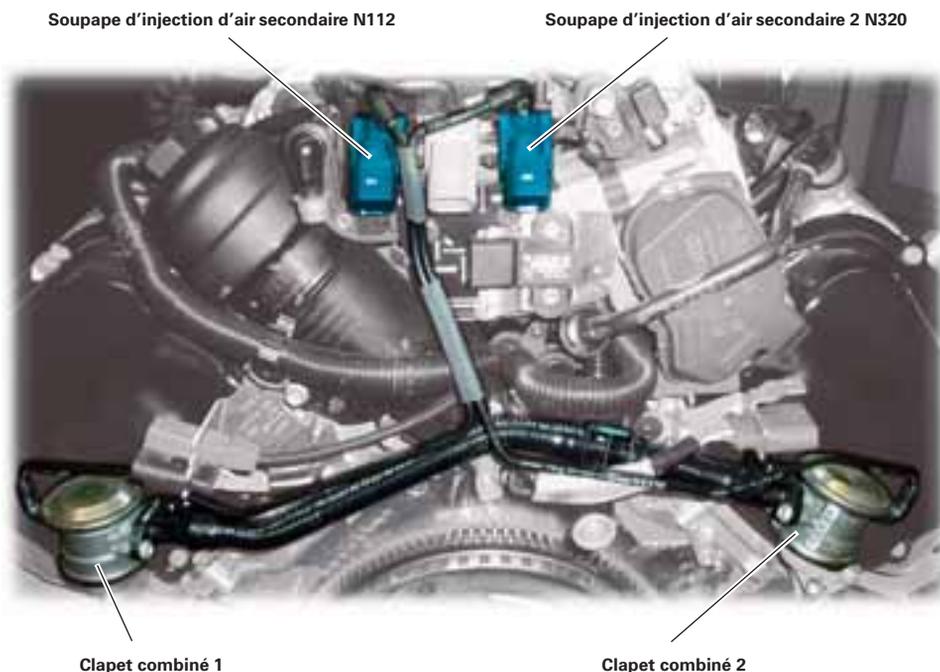
Les deux soupapes d'injection d'air secondaire destinées au pilotage des deux clapets combinés sont implantées en face arrière du moteur.

Elles commutent la dépression et sont à cet effet pilotées électriquement par le calculateur du moteur. L'alimentation en dépression est assurée par la pompe à dépression à commande mécanique.

Diagnostic

Dans le cas d'un système défectueux, les seuils d'émission prescrits peuvent être rapidement dépassés. Il n'est pas autorisé de dépasser une valeur équivalente à 1,5 fois celle préconisée par la norme antipollution.

C'est pourquoi la législation exige le contrôle du système.



Nota



Une interversion des connecteurs et des flexibles des soupapes d'injection d'air secondaire doit être exclue car sinon des défauts peuvent se produire dans le système !

Contrôle du système sur les moteurs répondant à la norme antipollution EU V

Le « diagnostic de l'air secondaire basé sur les sondes lambda » s'applique dans le cas des moteurs de la catégorie EU V.

La masse d'air secondaire est calculée par le calculateur du moteur via la variation de la teneur en oxygène durant l'injection d'air secondaire.

Le diagnostic n'a cependant pas lieu durant le temps de fonctionnement normal de l'air secondaire car les sondes lambda atteignent trop tard leur température de service.

Le système est piloté distinctement à des fins de diagnostic. La vérification s'effectue en plusieurs phases.

Phase de mesure :

La pompe à air secondaire et pilotée et les soupapes d'air secondaire (clapets combinés) sont ouverts. Le calculateur du moteur évalue les signaux des sondes lambda et les compare avec les seuils. Si les seuils ne sont pas atteints, il y a signalisation d'un défaut.

Phase décalée :

Après coupure de la pompe à air secondaire, la qualité du mélange fait l'objet d'une évaluation. Si la valeur déterminée présente une différence excessive, le résultat du diagnostic du système d'air secondaire est réfuté. On suppose alors que l'on est en présence d'un défaut au niveau du conditionnement du mélange.

Dépollution des gaz d'échappement

Contrôle du système sur les moteurs répondant à la norme antipollution ULEV (Amérique du Nord et Corée du Sud)

Le CARB (California Air Resources Board), Office californien responsable de la qualité de l'air, exige la surveillance du système d'air secondaire dès la phase de réchauffage du catalyseur.

Les sondes lambda n'atteignent pas, dans cet objectif, assez rapidement leur température de service. C'est pourquoi il est fait appel, pour le diagnostic, à un capteur de pression (transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609). Il procède à un « **diagnostic de l'air secondaire basé sur la pression** ».

Sur ce système, le signal du transmetteur G609 est évalué dans le calculateur du moteur. Le débit d'air insufflé est déterminé sur la base du niveau de pression. Une restriction, par exemple une impureté dans le système en aval du transmetteur de pression, provoque une augmentation du niveau de pression. Une restriction en amont du transmetteur de pression ou une fuite dans le système se traduisent par une réduction du niveau de pression.

Déroulement du diagnostic de l'air secondaire basé sur la pression (cf. figure)

Phase 0

La « mise du contact d'allumage » provoque l'initialisation du calculateur. Le signal du transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609 est mémorisé et comparé aux signaux du transmetteur de pression ambiante et du transmetteur de pression dans la tubulure d'admission.

Phase 1

Lors de l'insufflation de la masse d'air secondaire, la pression augmente également dans le système d'air secondaire (à env. 90 mbar). Cette augmentation de pression est déterminée par le transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609. Le signal analogique généré est évalué par le calculateur du moteur. S'il dépasse le seuil défini, par exemple en raison d'une accumulation dans le système ou d'une fuite, un défaut est mémorisé. Si un défaut se reproduit, le témoin d'électronique moteur est piloté. Si aucun défaut ne se produit durant la phase 1, il y a poursuite du diagnostic.

Phases 2.1 et 2.2

Durant ces deux phases, il y a pendant une brève période alternance entre l'ouverture d'une soupape d'air secondaire (clapet combiné) et la fermeture de l'autre. Les valeurs obtenues sont comparées à la valeur mémorisée durant la phase 0. Il est ainsi possible de déterminer des colmatages ou fuites pour chaque banc de cylindres. L'importance des amplitudes de pression permet même de déterminer des fuites en aval des clapets combinés.

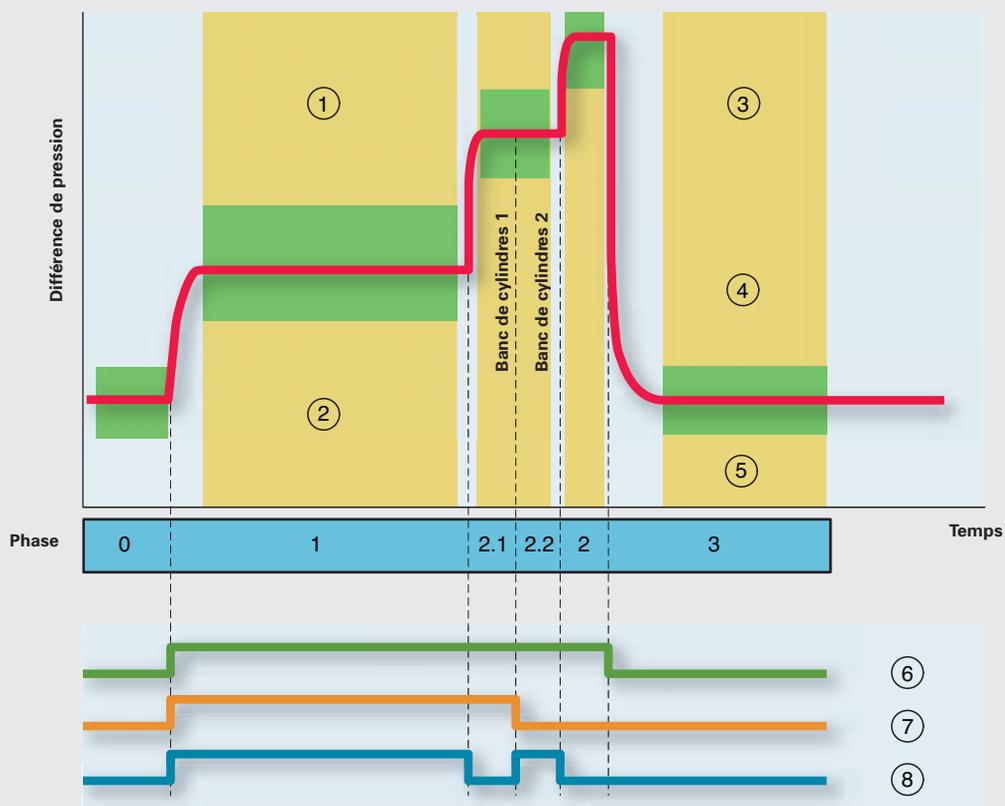
Phase 2

Ici, les deux clapets combinés sont fermés et font l'objet d'un contrôle d'étanchéité. Pour cela, il y a évaluation de la valeur déterminée par le transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609.

Phase 3

La pompe à air secondaire est coupée, les deux clapets combinés sont fermés. La différence entre la pression momentanément mesurée et la valeur mémorisée en phase 0 fait l'objet d'une évaluation. Une pompe à air secondaire défectueuse (n'est pas coupée) ou un transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609 défectueux peuvent ainsi être détectés.

Phases de diagnostic du système d'air secondaire

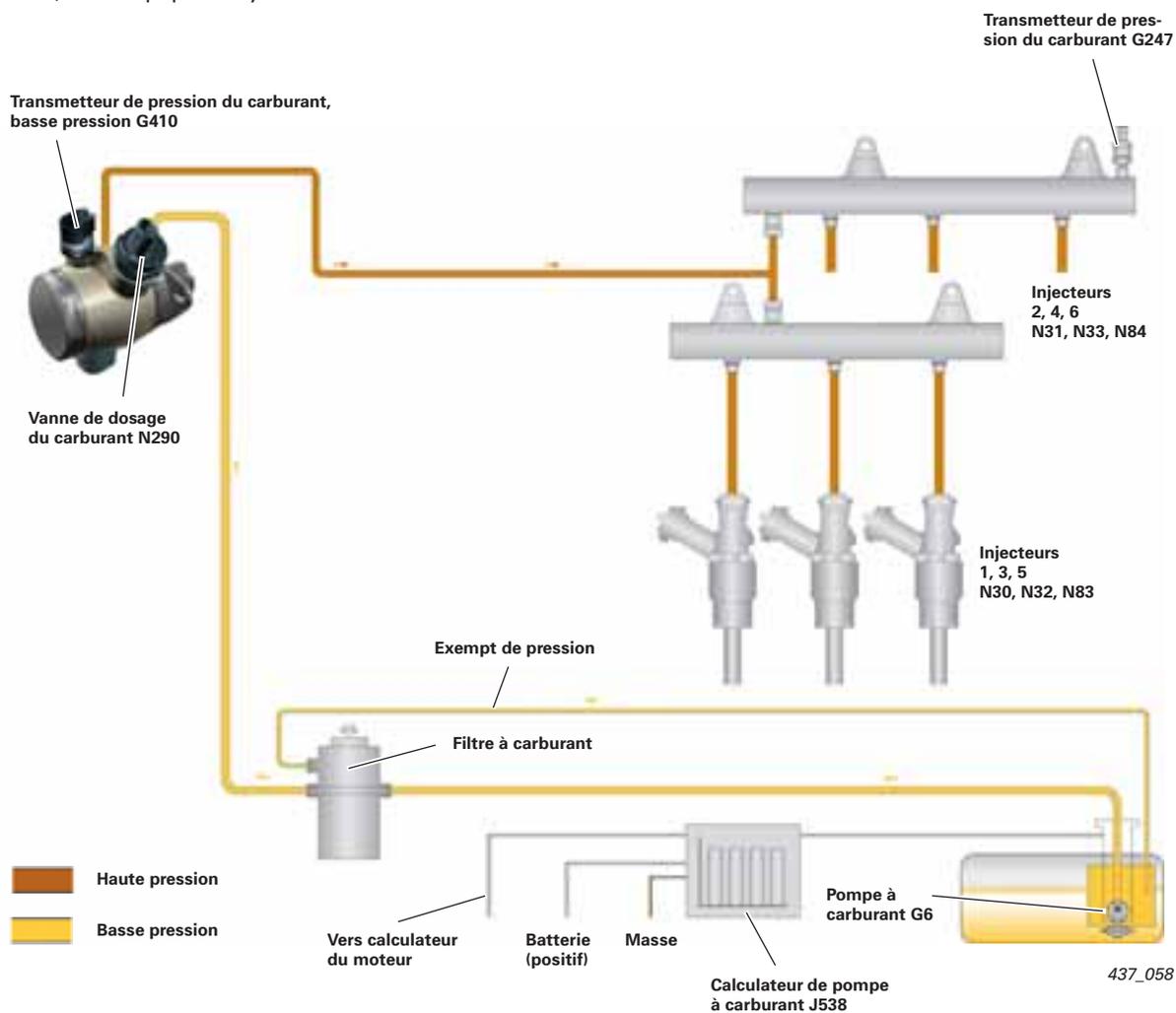


- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ① Colmatage (restriction) | ⑤ Capteur de pression défectueux |
| ② Puissance de la pompe réduite ou colmatage en amont du transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609 | ⑥ La pompe d'air secondaire fonctionne |
| ③ La pompe d'air secondaire fonctionne (n'est pas coupée) | ⑦ Clapet combiné 1 ouvert |
| ④ Capteur de pression défectueux | ⑧ Clapet combiné 2 ouvert |

Système d'alimentation

Vue d'ensemble

Comme le moteur V6 FSI de 3,2l avec système valvelift Audi, le moteur V6 TFSI de 3,0l est équipé du système d'alimentation asservi aux besoins.



Pompe à carburant haute pression

La pompe à carburant mise en oeuvre est une pompe de la 3e génération.

Le fabricant de la pompe à carburant haute pression est la société Hitachi.



Renvoi

Vous trouverez des informations sur le fonctionnement et le concept de commande dans le programme autodidactique 432 « Moteur TFSI de 1,4l Audi ».



437_059

Injecteurs

Les injecteurs mis au point en coopération avec la société Continental (ex Siemens VDO) constituent un perfectionnement du système.

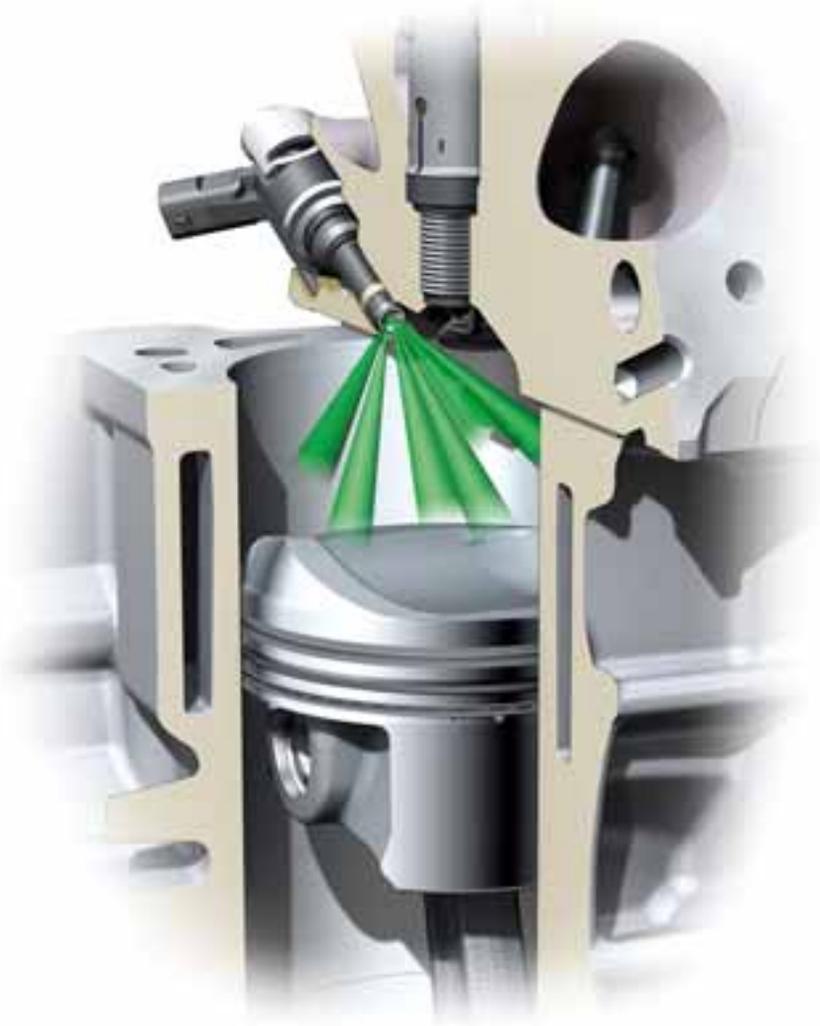
Les injecteurs à six trous ont été conçus de sorte à garantir à chaque état de marche du moteur une homogénéisation optimale du mélange air-carburant.

En outre, le débit a été considérablement augmenté. Il s'ensuit une réduction de la durée d'injection (inférieure à 4 millisecondes à pleine charge).

La lucarne temporelle de l'injection peut par conséquent être déterminée de façon à n'avoir à choisir ni un point d'injection très précoce (accumulation de carburant au niveau du piston) ni un point d'injection très tardif (courte durée de conditionnement du mélange jusqu'au point d'allumage).

Les nouveaux injecteurs contribuent essentiellement à :

- la réduction des émissions d'hydrocarbures
- l'augmentation de la vitesse de combustion
- une tendance au cliquetis réduite



437_024

Gestion du moteur

Vue d'ensemble du système (Audi A6 millésime 2009)

Capteurs

Transmetteur de pression de suralimentation G31, G447
 Transmetteur de pression de tubulure d'admission G72, G430

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

Transmetteur 1 de pression d'air secondaire G609
 (véhicule ULEV uniquement)

Transmetteur de régime moteur G28

Unité de commande de papillon J338
 Transmetteur d'angle G188, G187

Unité de commande de volet de régulation J808
 Potentiomètre de volet de régulation G584

Transmetteur de Hall G40 (admission banc 1)
 Transmetteur de Hall 2 G163 (admission banc 2)
 Transmetteur de Hall 3 G300 (échappement banc 1)
 Transmetteur de Hall 4 G301 (échappement banc 2)

Transmetteur de position de l'accélérateur G79
 Transmetteur de position de l'accélérateur 2 G185
 Transmetteur de position de l'embrayage G476

Contacteur de feux stop F

Transmetteur de pression du carburant G247
 Transmetteur de pression du carburant,
 basse pression G410

Détecteur de cliquetis G61 (banc 1)
 Détecteur de cliquetis G66 (banc 2)

Transmetteur d'indicateur de niveau de carburant G
 Transmetteur 2 de niveau de carburant G169

Contacteur de pression d'huile F22

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

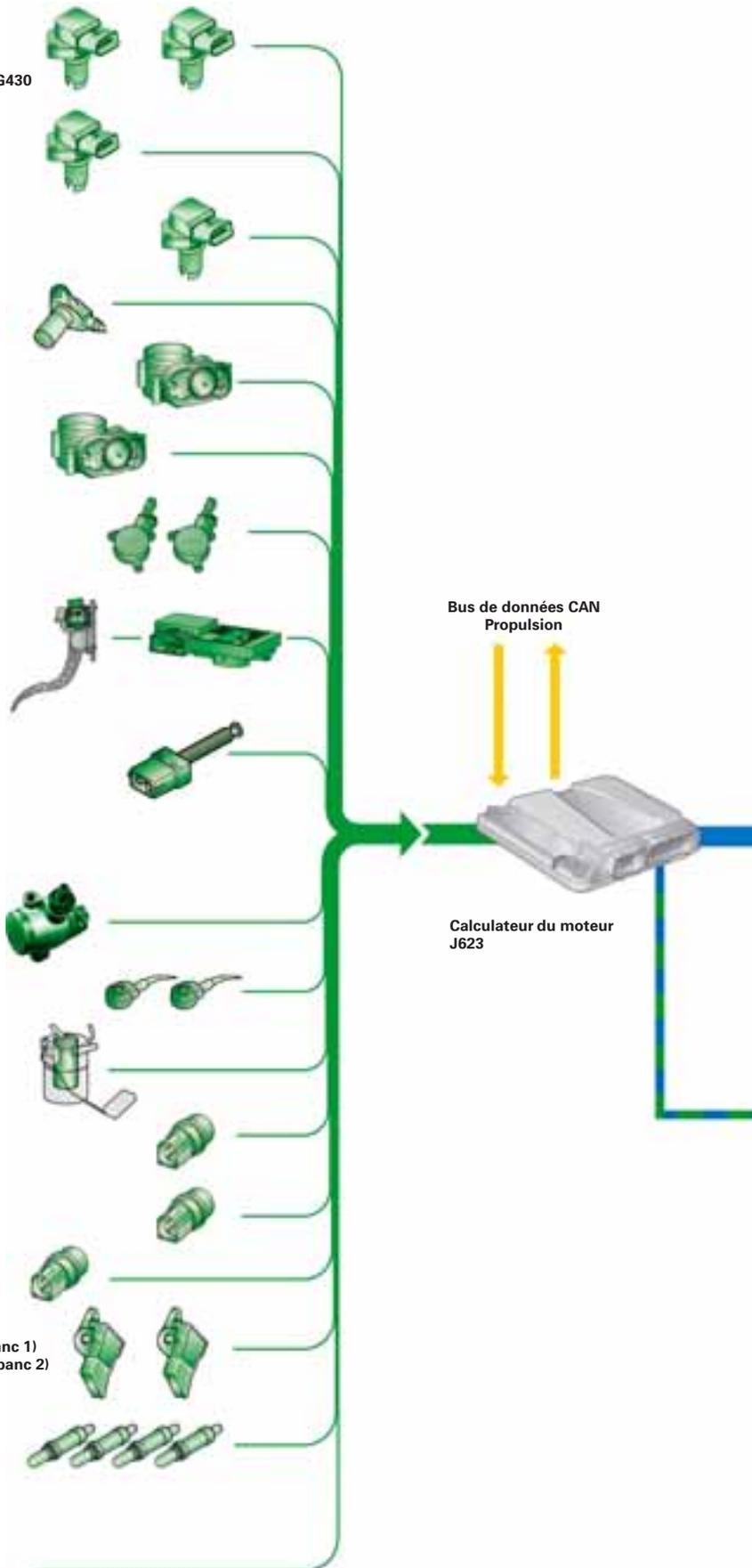
Transmetteur de température de liquide de
 refroidissement G62

Potentiomètre de volet de tubulure d'admission G336 (banc 1)
 Potentiomètre de volet de tubulure d'admission 2 G512 (banc 2)

Sonde lambda en amont du catalyseur G39 (banc 1),
 G108 (banc 2)
 Sonde lambda en aval du catalyseur G130 (banc 1),
 G131 (banc 2)

Signaux supplémentaires :

J393 Signal de contact de porte
 E45 Régulateur de vitesse (activé/désactivé)
 J364 Chauffage stationnaire (87b)
 J695 Sortie relais de démarrage borne 50 étage 2
 J53 Sortie relais de démarrage borne 50 étage 1
 J518 Demande de démarrage
 J518 Borne 50 sur démarreur



Actionneurs

Calculateur de pompe à carburant J538
Pompe à carburant (pompe de réalimentation) G6

Injecteurs de cylindre 1 à 6
N30 à 33 et N83, N84

Bobines d'allumage pour cylindres 1 à 6
N70, N127, N291, N292, N323, N324

Unité de commande de papillon J338
Entraînement du papillon G186

Unité de commande de volet de régulation J808
Servomoteur de réglage du volet de régulation V380

Relais d'alimentation en courant pour composants
du moteur J757

Relais d'alimentation en courant pour Motronic J271

Électrovanne 1 de réservoir à charbon actif N80

Vanne de régulation de pression d'huile N428

Vanne de dosage du carburant N290

Vanne de volet de tubulure d'admission N316

Électrovannes de distribution variable 1+2 N205
(admission banc 1), N208 (admission banc 2)

Pompe de refroidissement de l'air de suralimentation V188

Relais de pompe à air secondaire J299
Moteur de pompe à air secondaire V101
Soupapes d'injection d'air secondaire 1+2 N112, N320

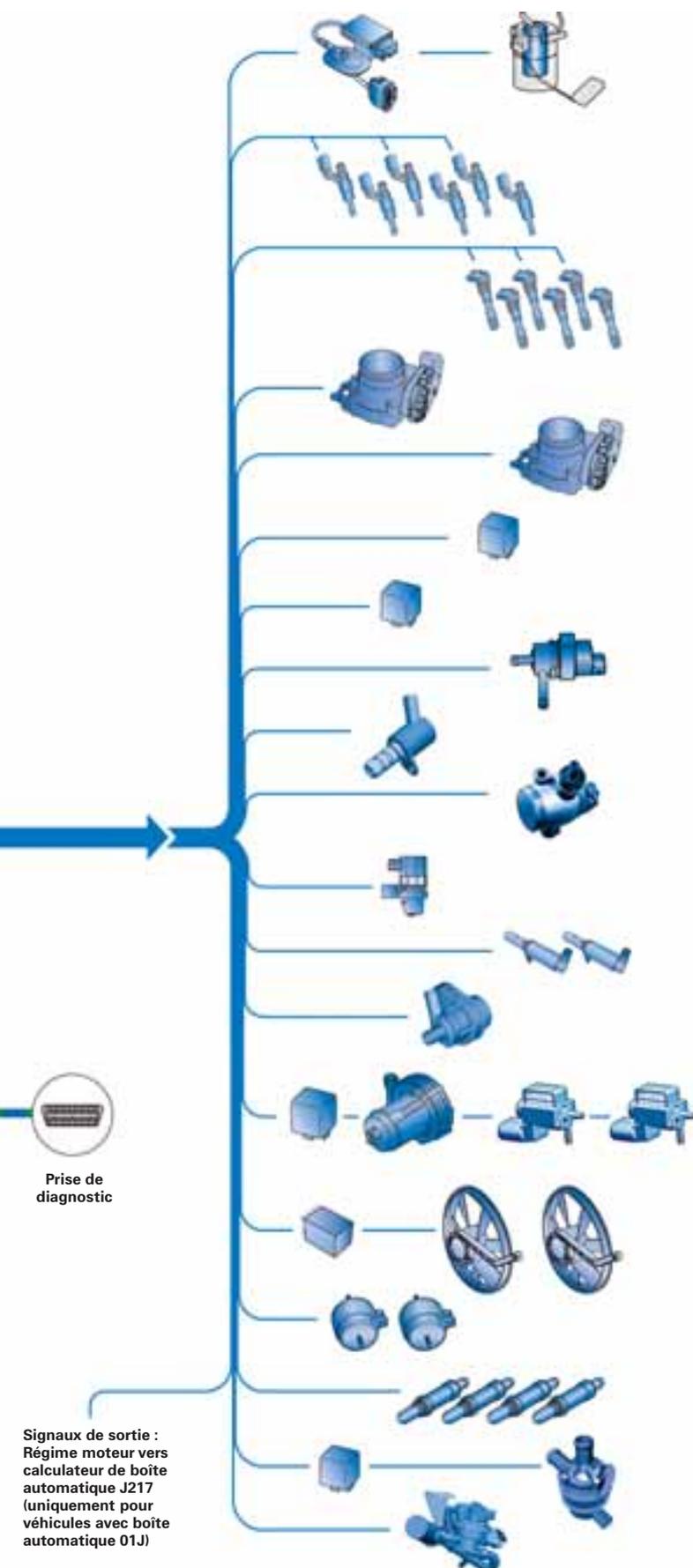
Calculateur de ventilateur de radiateur J293
Ventilateur de radiateur V7
Ventilateur de radiateur 2 V177

Électrovannes de palier hydraulique du moteur N144, N145

Chauffages de sonde lambda Z19, Z28, Z29, Z30

Relais de pompe supplémentaire de liquide de
refroidissement J496
Pompe de recirculation du liquide de refroidissement V51

Pompe de diagnostic pour système d'alimentation V144
(sur véhicules avec pompe de diagnostic pour système
d'alimentation)



437_035

Calculateur du moteur

Ce groupe motopropulseur est équipé de la toute dernière génération de calculateurs du moteur. Le calculateur du moteur Simos 8 a été développé en coopération par Audi et Continental (ex Siemens VDO).

Lors du développement, l'on a particulièrement veillé à une régulation de la charge exempte de restriction (cf. chapitre Régulation de la charge).



437_056

Modes opératoires

Le procédé d'injection FSI est conçu en vue d'un fonctionnement avec un mélange homogène. La quantité totale de carburant est injectée dans la chambre de combustion durant l'admission. Seuls le lancement du moteur et la phase de réchauffage en constituent des exceptions. Les modes opératoires décrits ci-après s'appliquent alors.

1. Lancement du moteur

En phase de démarrage, un **démarrage stratifié haute pression** est réalisé. Pour ce faire, la pression du carburant est augmentée à 45 – 100 bar. La valeur de la pression du carburant dépend de la température du moteur. La pression du carburant est plus élevée à basses températures.

La plage de fonctionnement lors du démarrage stratifié haute pression se situe à des températures du liquide de refroidissement comprises entre -24 °C et la température de service (90 °C). Dans le cas de températures du liquide de refroidissement inférieures à -24 °C, le démarrage s'effectue à « basse pression » en vue de la protection des composants. La pression correspond à la pression de la pompe électrique à carburant dans le réservoir de carburant.

2. Démarrage à froid/phase de réchauffage

Durant cette phase, c'est le mode double injection, encore appelé mode homogène-split (HOSP), qui s'applique.

Le carburant, subdivisé en deux volumes, est injecté à différents points dans la chambre de combustion. Les lucarnes temporelles de l'injection se situent respectivement avant et après le point mort bas du piston. Lors de la seconde injection, les soupapes d'admission sont déjà fermées.

Le mode HOSP est utilisé pour deux applications :

- La première est le « démarrage à froid » ; elle est toujours réalisée. Elle sert au réchauffage des catalyseurs et a lieu dans la plage de température du liquide de refroidissement comprise entre -7 °C et 45 °C.
- La seconde application est la « phase de réchauffage », qui n'a lieu que lors d'une demande de charge plus élevée. Elle sert à l'optimisation de la charge et du régime, mais aussi à la réduction des émissions de suie. La plage de température pour cette application se situe entre -20 °C et 45 °C. La seconde injection a ici lieu plus tard que lors du démarrage à froid.

Opérations d'entretien

Opérations d'entretien	Périodicité
Périodicité de vidange d'huile moteur avec Longue Durée (LongLife) :	Max. 30 000 km/24 mois, selon indicateur de maintenance (périodicité dépendant du style de conduite)
Spécifications d'huile moteur :	Huile moteur selon norme 50 400
Périodicité de vidange d'huile moteur sans Longue Durée (LongLife) :	Périodicité de 15 000 km ou 12 mois (selon la première occurrence)
Spécifications d'huile moteur :	Huile moteur selon norme 50 400 ou 50 200
Périodicité de remplacement du filtre à huile moteur :	à chaque vidange d'huile
Capacité d'huile moteur pour SAV (filtre inclus) :	6,5 litres
Aspiration/vidange de l'huile moteur :	les deux sont possibles
Périodicité de remplacement du filtre à air :	90 000 km
Périodicité de remplacement du filtre à carburant :	à vie
Périodicité de remplacement des bougies :	90 000 km ou 6 ans (selon la première occurrence)

Entraînement des organes de commande/auxiliaires	
Périodicité de remplacement de la courroie multipistes pour l'entraînement des organes auxiliaires, excepté le compresseur Roots :	à vie
Périodicité de remplacement de la courroie multipistes du compresseur Roots :	120 000 km
Systèmes tendeurs des deux courroies multipistes :	à vie
Périodicité de remplacement de la chaîne de la commande de distribution :	à vie
Système tendeur de la chaîne de la commande de distribution :	à vie

Outils spéciaux

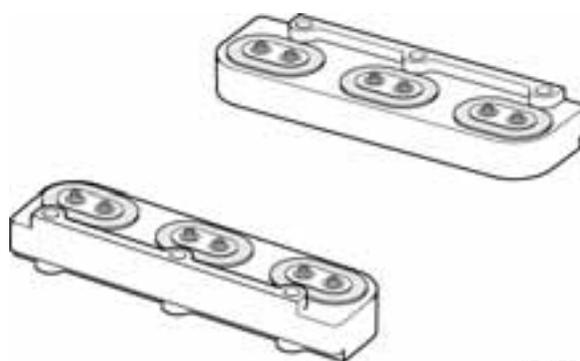


Vous pouvez voir ici les outils spéciaux destinés au moteur V6 TFSI de 3,0l avec compresseur Roots.



437_063

T40206/1 Plaque de retenue pour boîte



437_075

T40206/2 Support pour module de suralimentation

Glossaire

Vous trouverez ici une explication relative à tous les termes en italique et repérés par un astérisque dans le présent programme autodidactique.

Bielles fracturées

Cette désignation des bielles relève de leur fabrication. Le corps et le chapeau de bielle sont alors dissociés par une fracture ciblée. L'avantage de ce procédé est l'adaptation parfaite des deux éléments obtenus.

Calage de la distribution

Il s'agit des temps d'ouverture et de fermeture des soupapes d'un moteur. Leurs angles, reportés dans un diagramme circulaire, constituent l'épure de distribution d'un moteur.

CEM

Cette abréviation signifie « compatibilité électromagnétique ». Il s'agit ici d'éviter les influences néfastes réciproques d'équipements électriques en raison d'effets électriques ou électromagnétiques involontaires.

Conception « split-pin »

L'angle des cylindres, ou angle d'ouverture des bancs de cylindres, exige suivant le moteur un cou dage des manetons, ou « split-pin ». Il est nécessaire pour obtenir un intervalle d'allumage régulier.

Gaz de carter ou de blow-by

On parle également de gaz de fuite. Durant la marche du moteur, ils s'échappent de la chambre de combustion et parviennent, en longeant le piston, dans le carter moteur. Ils sont dus aux pressions élevées dans la chambre de combustion et à des défauts d'étanchéité totalement normaux au niveau des segments de piston.

Les gaz de carter sont aspirés hors du carter moteur par le dégazage du carter et réacheminés à la combustion.

Résonateur de Helmholtz

Un résonateur de Helmholtz est un résonateur acoustique destiné à réduire les bruits d'aspiration. Il se compose d'un volume d'air comportant une ouverture étroite vers le haut. Le résonateur de Helmholtz a été baptisé d'après le physicien allemand Hermann von Helmholtz.

Signal MLI

L'abréviation MLI désigne un signal à « modulation de largeur d'impulsion ». Il s'agit ici d'un signal numérique pour lequel une grandeur (courant électrique par exemple) varie entre deux valeurs. Les écarts de cette alternance varient en fonction du pilotage. Cela permet la transmission de signaux numériques.

Température d'amorçage ou « Light-off »

Il s'agit de la température à laquelle le taux de conversion du catalyseur est de 50 %. Il revêt une grande importance pour les futures normes antipollution, qui exigent également à moteur froid une nette réduction des émissions polluantes.

Transmetteur de Hall

Encore appelé capteur de Hall ou sonde de Hall, il exploite l'effet Hall en vue de la mesure de champs magnétiques et de courants ou de la détection de la position. Lorsqu'un transmetteur de Hall traversé par un courant est placé dans un champ magnétique perpendiculaire, il délivre une tension de sortie proportionnelle au produit de l'intensité du champ magnétique et du courant.

Viscosité

La viscosité est une propriété physique importante des liquides. Elle dépend de la température et renseigne sur la consistance d'un liquide en fonction de la température. Dans le cas des huiles, elle est indiquée par l'indice de viscosité. Cet indice renseigne sur la fluidité d'une huile à différentes températures.

Contrôle des connaissances

Quelles sont les réponses correctes ? Il n'y en a parfois qu'une seule.
Mais dans certains cas, plusieurs réponses, voire toutes, peuvent être correctes !

1. Pourquoi a-t-on choisi, sur le moteur V6 TFSI de 3,0l, une suralimentation par compresseur Roots ?

- A Le moteur offre à la fois un comportement puissant au démarrage et une vaste plage d'utilisation, allant d' « axé confort » à « très sportif ».
- B En raison de la caractéristique résultant de la suralimentation, le moteur peut équiper différents modèles de véhicule (de l'Audi A4 à l'A8).
- C Les futures normes antipollution ne peuvent pas être respectées avec un turbocompresseur.

2. Quels sont les avantages d'un compresseur Roots par rapport à un turbocompresseur ?

- A Production économique et faible poids.
- B Très courtes courses de l'air à comprimer jusqu'aux cylindres. Il en résulte un comportement en réponse très spontané.
- C Comportement d'échappement amélioré car le catalyseur atteint rapidement sa température de service.

3. Pourquoi un volet de by-pass est-il intégré dans le module de suralimentation ?

- A Pour pouvoir augmenter la pression de suralimentation en cas de demande de puissance accrue.
- B Il remplace la coupure complexe de la commande de courroie d'entraînement du compresseur Roots.
- C En vue de la régulation de la pression de suralimentation.

4. Veuillez renseigner le schéma en indiquant les composants du compresseur Roots !



437_064

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

1. A, B ;
2. B, C ;
3. B, C ;
4. 1 = Tôle d'amortissement, 2 = Papillon principal,
3 = Volet de by-pass, 4 = Rotors, 5 = Refroidisseur d'air

Solutions :

Le compresseur Roots, issu de la tradition du sport automobile des années 30 sous le signe des quatre anneaux, fête son retour. Le nouveau moteur TFSI de 3,0l n'est pas seulement puissant, spontané et hautement efficace. Il se présente en tant que nouvelle version haut de gamme de la série de moteurs V6. Il pose également des jalons en termes de consommation et d'émissions polluantes. La réponse à l'accélération du moteur est sportive et il fait preuve d'une agilité et d'une attaque étonnantes. Il atteint avec désinvolture son régime maximum de 6 500 tours et développe sa puissance nominale de 213 kW (290 ch) juste en dessous des 5 000 tr/min.

Des solutions high-tech élaborées ont présidé à la réalisation de ce moteur.

Le carter moteur a été adapté aux rapports de pression plus élevés. Les frottements ont été, pour tous les composants, réduits à un minimum. La variation des deux arbres à cames d'admission est de 42° de vilebrequin. Dans les conduits d'admission, des volets de turbulence impriment un mouvement à l'air d'admission et contribuent ainsi au conditionnement optimal du mélange.

Le système d'alimentation perfectionné autorisera à l'avenir, avec ses nouveaux injecteurs à six trous, jusqu'à trois injections par temps moteur. La compression élevée du moteur, à savoir 10,5:1, contribue à son tour à l'efficacité du moteur. Cette dernière est également à mettre à l'actif de l'injection directe, qui permet un refroidissement de la chambre de combustion sous l'effet du tourbillonnement intense du carburant et réduit ainsi la tendance au cliquetis. À l'intérieur du compresseur Roots se trouvent deux rotors à sens de rotation contraire, dont la vitesse de rotation peut atteindre 23 000 tr/min et capables de refouler jusqu'à 1000 kg d'air par heure à 0,8 bar. L'efficacité est encore accrue par les deux refroidisseurs d'air air-eau intégrés dans le module de suralimentation. Toute une série de mesures ont également été prises pour réduire à un minimum les bruits engendrés par le compresseur Roots.

La consommation moyenne du nouveau moteur TFSI de 3,0l va rester nettement en dessous des 10 litres/100 km, sur tous les modèles Audi à moteur longitudinal qu'il est prévu d'équiper. Le slogan « L'avance par la technologie » est ici, comme pour toutes les innovations d'Audi, entièrement justifié.

Programmes autodidactiques

Ce programme autodidactique regroupe les principales informations relatives à ce moteur. Vous trouverez de plus amples informations sur les sous-systèmes mentionnés dans d'autres programmes autodidactiques.



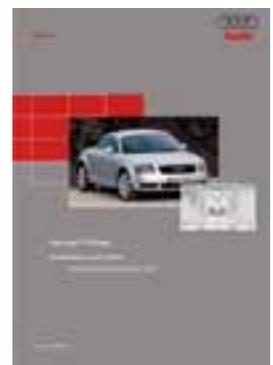
437_060



437_061



437_062



437_065

Programme autodidactique 411 Moteurs FSI de 2,8l et de 3,2l Audi avec système valvelift Audi

Programme autodidactique 432 Moteur TFSI de 1,4l Audi

Programme autodidactique 325 Audi A6 05 - Groupes motopropulseurs

Programme autodidactique 207 Audi TT Coupé

Sous réserve de tous
droits et modifications
techniques.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
Service.training@audi.de
Fax +49-841/89-36367

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Définition technique 10/08

Printed in Germany
A08.5S00.53.40