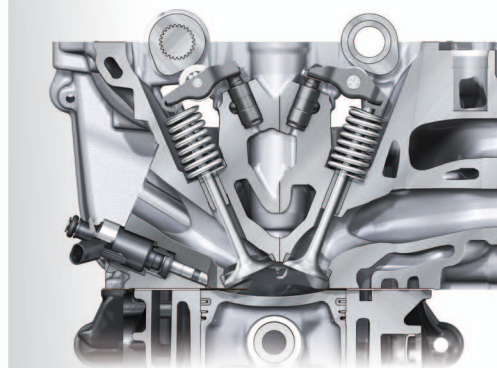
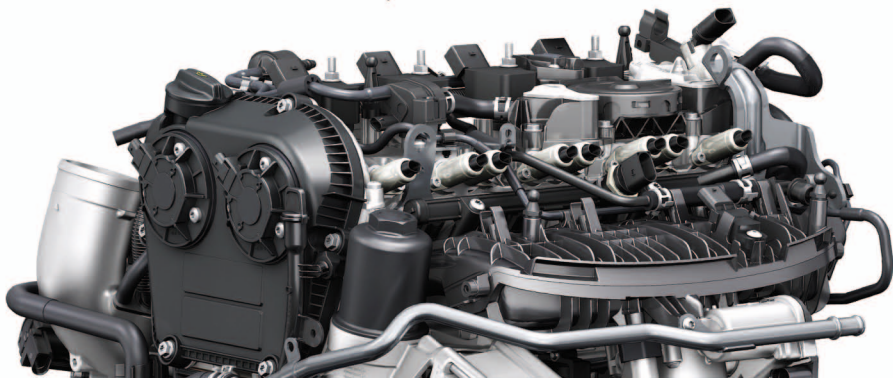




Moteurs Audi TFSI de 2,0l de la gamme EA888

Audi passe, avec le moteur TFSI de 4 cylindres, à l'étape de développement suivante, dont la base est constituée par le moteur de 3^e génération. Le nouveau moteur est proposé avec une cylindrée de 2 litres et se décline en 2 catégories de puissance. L'une d'entre elles remplace l'ancien moteur de 1,8l-Gén.3 de catégorie de puissance 1 (125 kW à 147 kW).

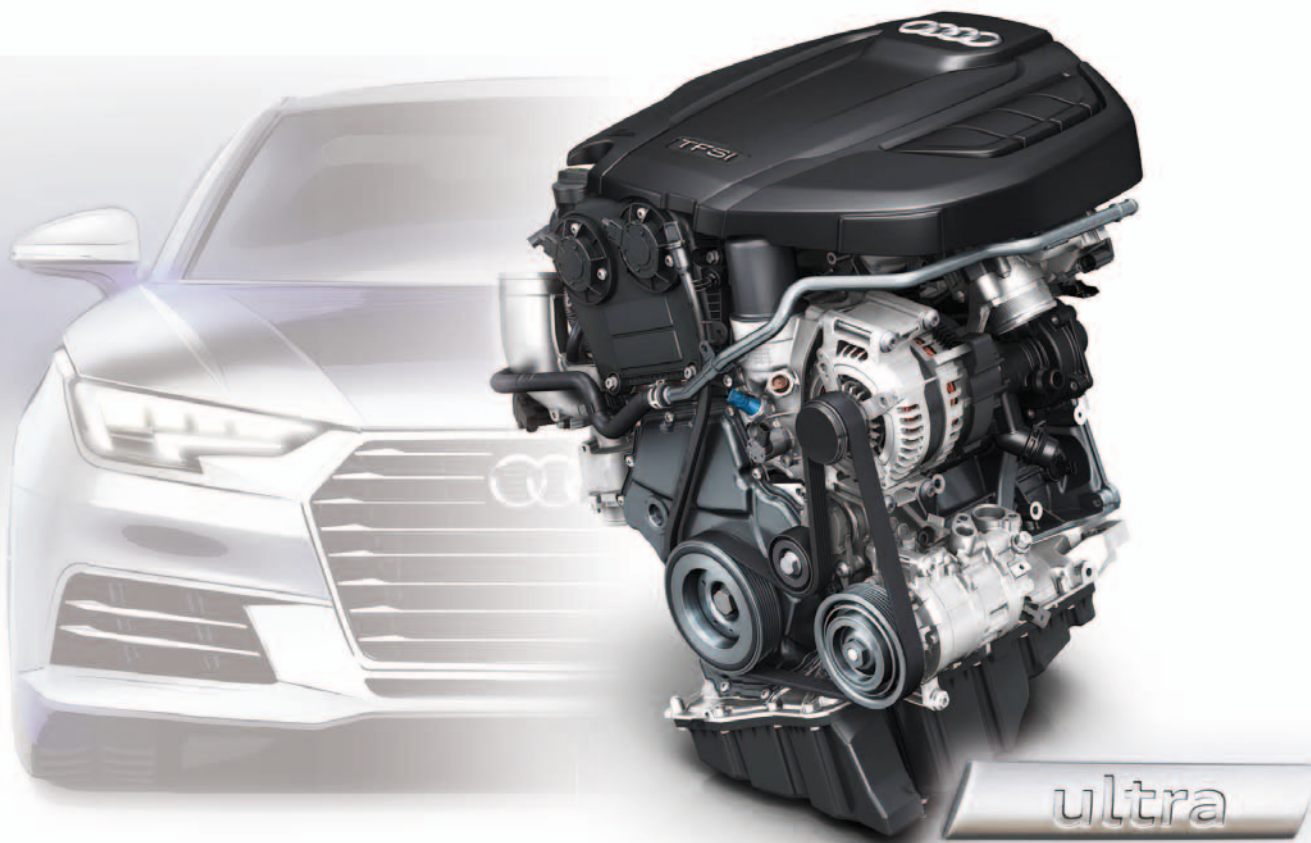
Les objectifs du développement étaient la baisse des émissions de CO₂ ainsi que, du fait des exigences de la législation, la réduction des émissions de particules. Le moteur de 2,0l-Gén.3-BZ démontre qu'une réduction de la consommation est également compatible avec une augmentation de la cylindrée. « BZ » est l'abréviation allemande de « Cycle B », un procédé de combustion Miller perfectionné par Audi.

Les modifications des moteurs des deux catégories de puissance sont identiques au plan de la mécanique moteur. Une série de mesures de réduction du frottement ont été concrétisées ici. Les différences résident dans le remplacement de la charge gazeuse et le procédé de combustion. Le moteur de catégorie de puissance 1 reprend le principe du cycle Miller, un brevet datant de 1947. Il a été présenté en mai 2015 lors du « Wiener Motorensymposium » comme moteur à essence le plus efficace de sa catégorie.

Plus de 10 ans auparavant, Audi lançait en série le premier moteur TFSI avec suralimentation et injection directe et posait ainsi, à l'aide du « downsizing » et du « downspeeding », un jalon en matière d'« **avance par la technologie** »



Ce programme autodidactique renferme un code QR vous permettant d'accéder à des médias interactifs supplémentaires, voir « Informations sur les codes QR » à la page 30.



645_002

Objectifs pédagogiques du présent programme autodidactique :

Le présent programme autodidactique décrit la conception et le fonctionnement du moteur TFSI à 4 cylindres de 2,0l de la gamme de moteurs EA888 Gén.3 MLBevo développant 140 kW ainsi que 185 kW.

Après avoir traité ce programme autodidactique, vous serez en mesure de répondre aux questions suivantes :

- ▶ Quelles différences existe-t-il au plan de la mécanique moteur par rapport aux moteurs de la 3^e génération ?
- ▶ Quelles sont les nouveautés au niveau de la lubrification, de la suralimentation, du système d'alimentation en carburant et de l'injection ?
- ▶ En quoi le moteur de catégorie de puissance 1 se différencie-t-il du moteur de catégorie de puissance 2 ?
- ▶ Comment fonctionne le procédé Miller ?

Sommaire

Introduction

Objectifs	4
Développement de la gamme de moteurs	5

Présentation

Caractéristiques techniques	6
Moteur TFSI de 2,0l Gén.3-MLBevo	8
Moteur TFSI de 2,0l Gén.3-MLBevo BZ (Audi ultra)	10

Mécanique moteur

Équipage mobile	12
Bloc-cylindres	14
Huile-moteur 0W-20	15
Culasse	16
Entraînement par chaîne	18

Gestion moteur

Débitmètre d'air massique	20
Procédé de combustion	20
Cycle Miller	21
Nouveau procédé de combustion TFSI chez Audi (cycle B)	22

Service

Segments racleurs en 3 parties	27
Opérations de maintenance	27

Annexe

Glossaire	28
Contrôlez vos connaissances	29
Programmes autodidactiques (SSP)	30
Informations sur les codes QR	30
Notes	31

Le programme autodidactique donne des notions de base sur la conception et le fonctionnement de nouveaux modèles automobiles, de nouveaux composants des véhicules ou de nouvelles techniques.

Le programme autodidactique n'est pas un manuel de réparation ! Les valeurs indiquées le sont uniquement à titre indicatif et se réfèrent à la version valable lors de la rédaction du programme autodidactique. Son contenu n'est pas mis à jour.

Pour les travaux de maintenance et de réparation, prière de consulter la documentation technique d'actualité. Vous trouverez dans le glossaire, à la fin du présent programme autodidactique, une explication relative à tous les termes en *italique* et repérés par une flèche ↗.



Nota



Renvoi

Introduction

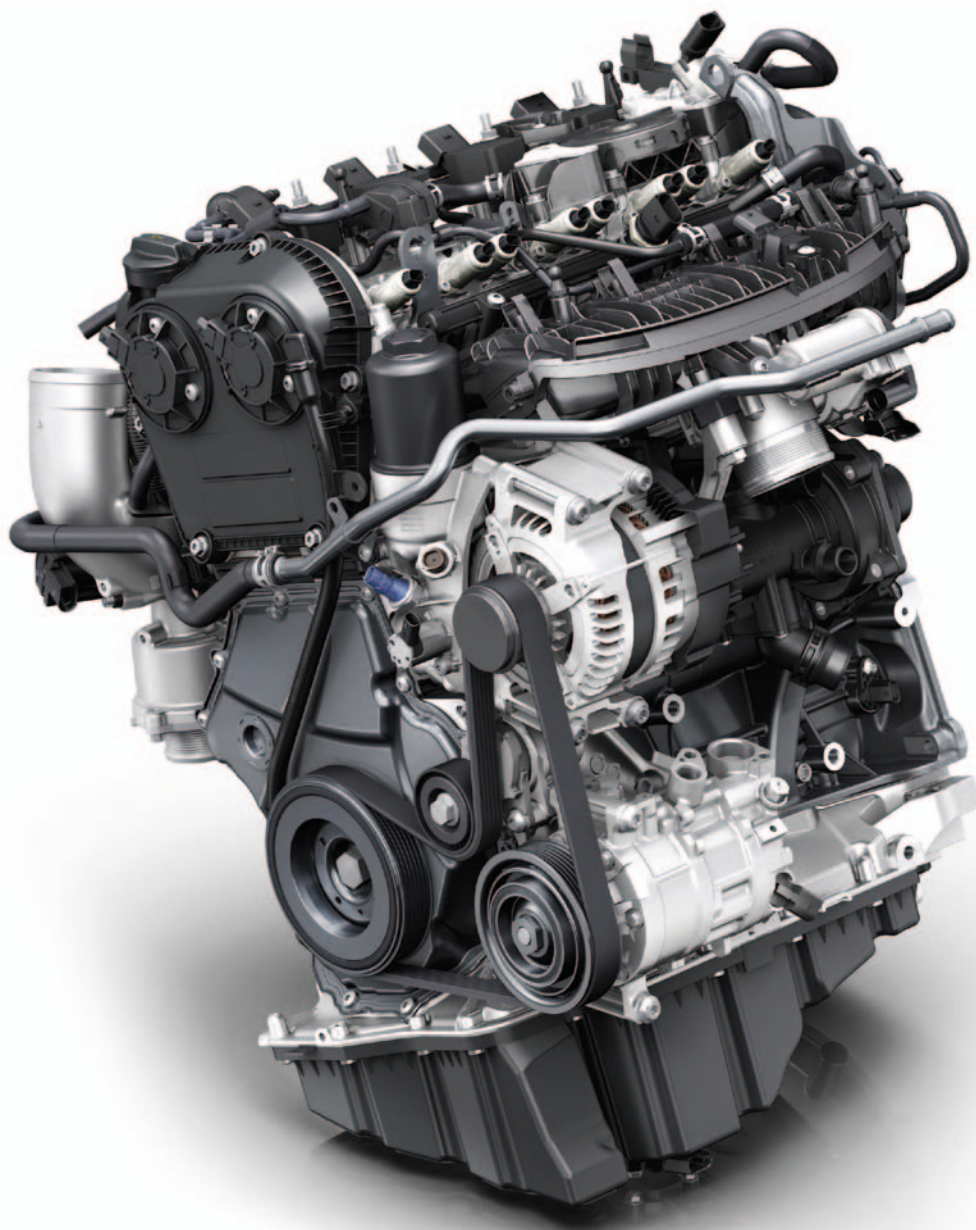
Objectifs

Avec le « rightsizing », Audi franchit, après le « downsizing » une nouvelle étape décisive. Pour cela, des technologies innovantes sont associées de manière ciblée et définies de sorte que la cylindrée, la puissance et le couple, ainsi que la consommation de carburant, soient parfaitement harmonisés.

Les nouveaux moteurs réalisent, lors d'un fonctionnement en charge partielle, les avantages de consommation d'un groupe motopropulseur en « downsizing ». À des charges plus élevées, ils exploitent les avantages d'un moteur de forte cylindrée. Il en résulte un comportement efficacité/puissance optimal sur toute la plage de régimes.

Les moteurs de la dernière génération ont fait leur première apparition sur l'Audi A4 (type 8W). Il est en outre prévu de les mettre en œuvre dans de nombreux véhicules du Groupe, en disposition longitudinale comme transversale.

Les descriptions de ce programme autodidactique se réfèrent aux moteurs de l'Audi A4 (type 8W), en disposition longitudinale lors du démarrage de la production.



645_003



Renvoi

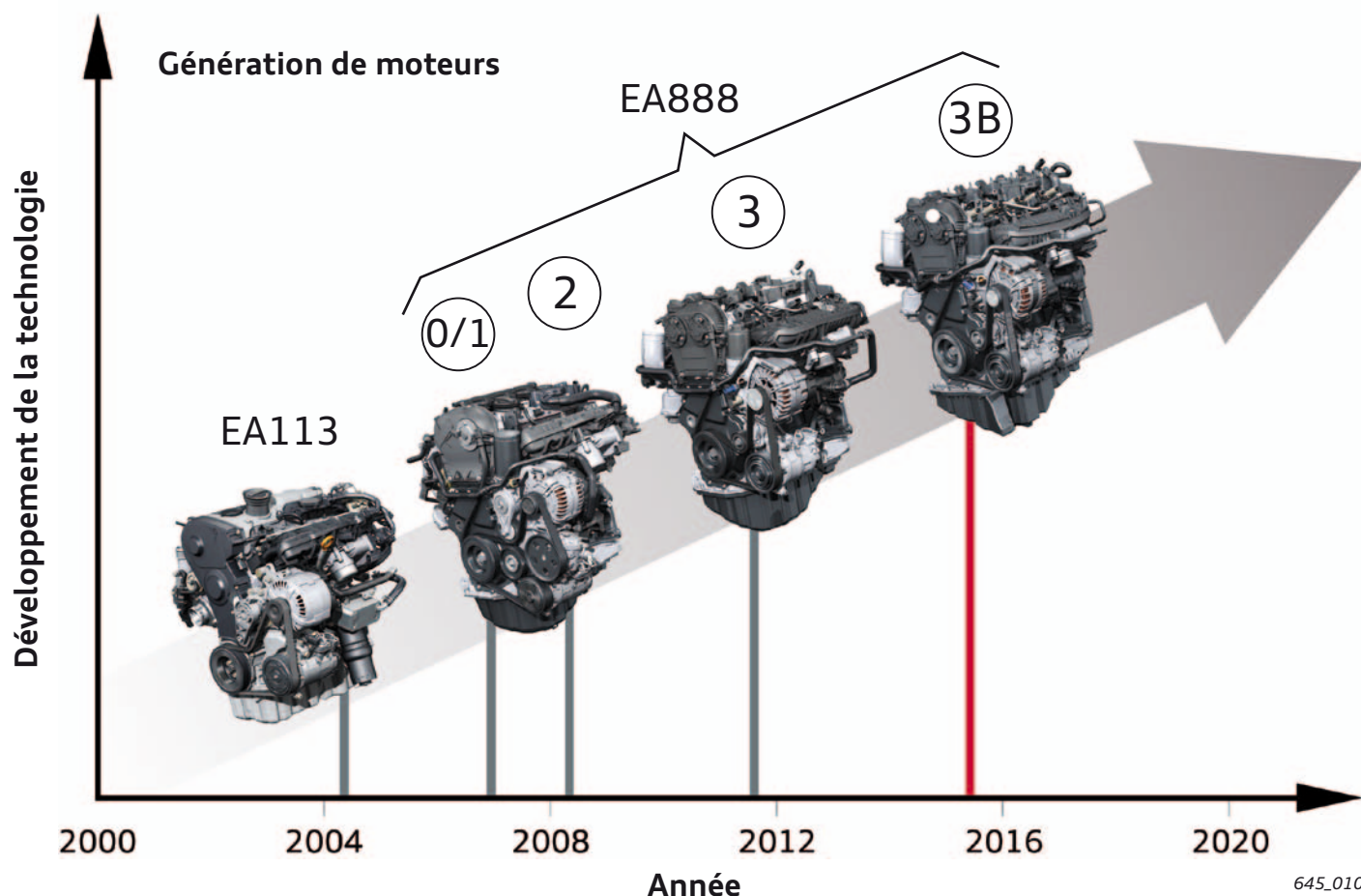
Vous trouverez de plus amples informations sur la première mise en service des moteurs ainsi que sur le système d'alimentation en carburant dans le programme autodidactique 644 « Audi A4 (type 8W) ».

Développement de la gamme de moteurs

La gamme de moteurs EA113 ou EA888 équipe depuis des années de nombreux modèles Audi, où elle constitue une large base pour les motorisations essence. Lors du développement de la gamme de moteurs, la baisse de la consommation et la réduction des émissions de CO₂ ont constitué des critères primordiaux.

À noter toutefois qu'un moteur de cette gamme équipe également des modèles sportifs, tels que l'Audi S3.

Vous trouverez ci-après un récapitulatif succinct des différentes générations de moteurs et de leurs caractéristiques.



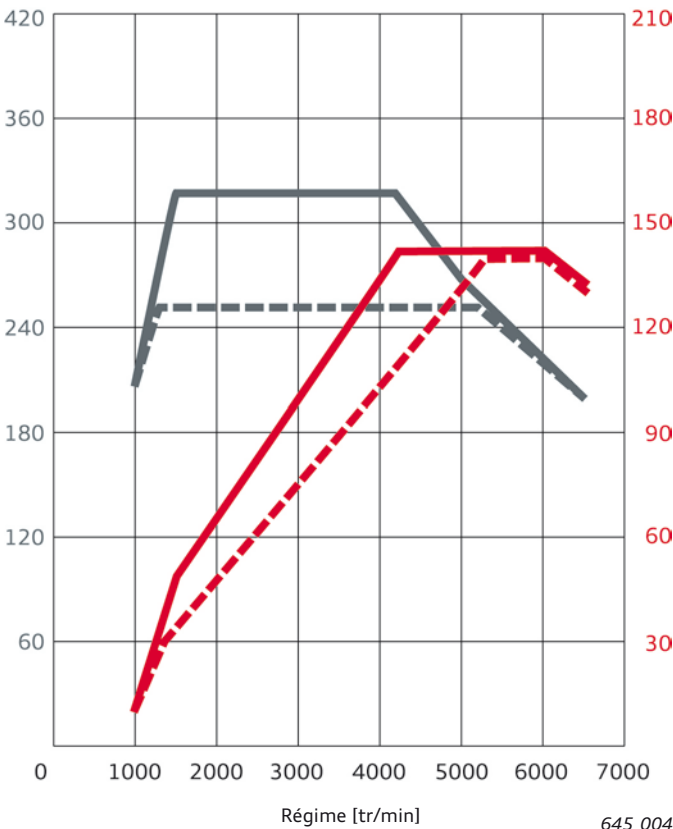
Génération de moteurs EA888	Principales caractéristiques et nouveautés	Informations complémentaires
0/1	► Premier moteur TFSI EA888 chez Audi ► Version 1,8l et 2,0l ► Système d'alimentation en carburant à régulation asservie aux besoins ► Entraînement des arbres à cames par une chaîne de distribution ► Distribution variable du côté admission	Programme autodidactique 384 « Moteur Audi TFSI de 1,8l à 4 soupapes par cylindre, à commande par chaîne »
2	► Refoulement d'huile asservi aux besoins ► Audi valvelift system (AVS) côté échappement ► Système d'air secondaire pour moteurs SULEV	Programme autodidactique 436 « Modifications apportées au moteur TFSI 4 cylindres à commande par chaîne »
3	► Collecteur d'échappement intégré dans la culasse (IAGK) ► Thermogestion innovante (ITM) avec un actionneur pour la régulation de la température du moteur ► Suralimentation par turbocompresseur avec soupape de décharge (waste-gate) électrique ► Double système d'injection (MPI ↗ et FSI ↗)	Programme autodidactique 606 « Moteurs TFSI 1,8l et 2,0l Audi de la ligne EA888 (3 ^e génération) »
3B	► Nouveau procédé de combustion TFSI ► Audi valvelift system (AVS) côté admission ► Remplace la version 1,8l	

Présentation

Caractéristiques techniques

Moteur de *catégorie de puissance 1* ↗ équipant l'Audi A4 (type 8W)

- Puissance en kW
- Couple en Nm
- - - Puissance en kW en mode **efficiency**¹⁾
- - - Couple en Nm en mode **efficiency**¹⁾



Caractéristiques	Caractéristiques techniques
Lettres-repères moteur	CVKB
Type	Moteur 4 cylindres en ligne
Cylindrée en cm ³	1984
Course en mm	92,8
Alésage en mm	82,5
Nombre de soupapes par cylindre	4
Ordre d'allumage	1-3-4-2
Compression	11,65 : 1
Puissance en kW à tr/min	140 à 4200 – 6000 En mode efficiency : 140 à 5300 – 6000 ¹⁾
Couple en Nm à tr/min	320 à 1450 – 4200 En mode efficiency : 250 à 1200 – 5300 ¹⁾
Carburant	Super sans plomb, RON 95
Gestion moteur	Bosch MED 17.1.10
Régulation lambda/du cliquetis	Régulation lambda adaptative, régulation du cliquetis adaptative
Conditionnement du mélange	Injection séquentielle (double) directe (FSI) et multipoint (MPI) avec régulation adaptative du remplissage au ralenti
Dépollution des gaz d'échappement	Catalyseur céramique proche du moteur, sonde lambda en amont du turbocompresseur et en aval du catalyseur
Norme antipollution	Euro 6 (W)
Émissions de CO ₂ en g/km	114 ²⁾

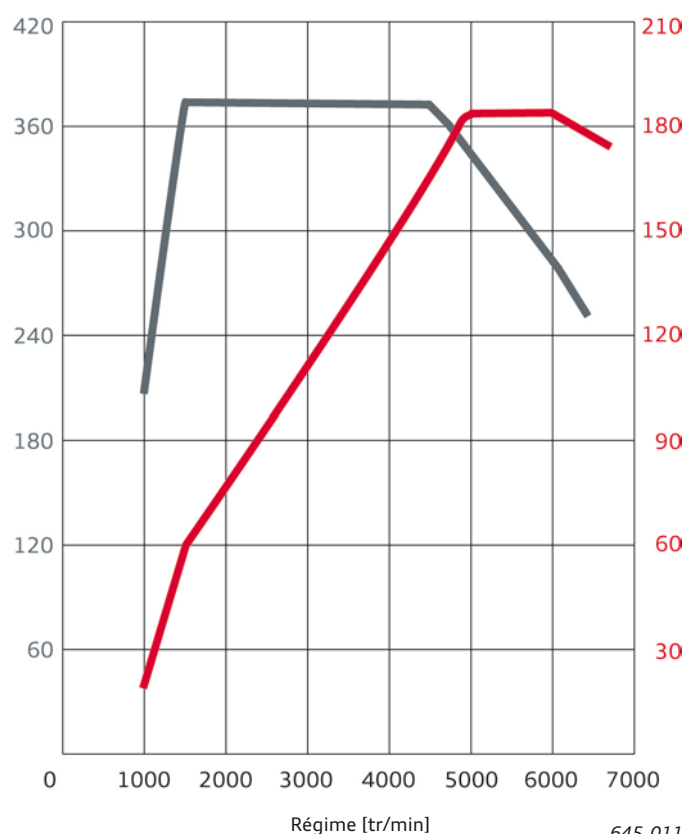
¹⁾ Vous trouverez de plus amples informations sur la commutation en mode **efficiency** et la modification de la courbe de puissance et de couple associée à la page 24.

²⁾ Audi A4 Avant avec traction avant et S tronic

↗ Voir « Glossaire » à la page 28.

Moteur de catégorie de puissance 2 $\nearrow$ équipant l'Audi A4 (type 8W)

— Puissance en kW
— Couple en Nm



Caractéristiques	Caractéristiques techniques
Lettres-repères moteur	CYRB
Type	Moteur 4 cylindres en ligne
Cylindrée en cm ³	1984
Course en mm	92,8
Alésage en mm	82,5
Nombre de soupapes par cylindre	4
Ordre d'allumage	1-3-4-2
Compression	9,6 : 1
Puissance en kW à tr/min	185 à 5000 – 6000
Couple en Nm à tr/min	370 à 1600 – 4500
Carburant	Super sans plomb, RON 95
Gestion moteur	SIMOS 18.4
Régulation lambda/du cliquetis	Régulation lambda adaptative, régulation du cliquetis adaptative
Conditionnement du mélange	Injection séquentielle (double) directe (FSI) et multipoint (MPI) avec régulation adaptative du remplissage au ralenti
Dépollution des gaz d'échappement	Catalyseur céramique proche du moteur, sonde lambda en amont du turbocompresseur et en aval du catalyseur
Norme antipollution	Euro 6 (W)
Émissions de CO ₂ en g/km	129 ¹⁾ / 139 ²⁾

¹⁾ Audi A4 Berline avec traction avant et S tronic

²⁾ Audi A4 Avant avec transmission quattro et S tronic

$\nearrow$ Voir « Glossaire » à la page 28.

Moteur TFSI de 2,0l Gén.3-MLBevo

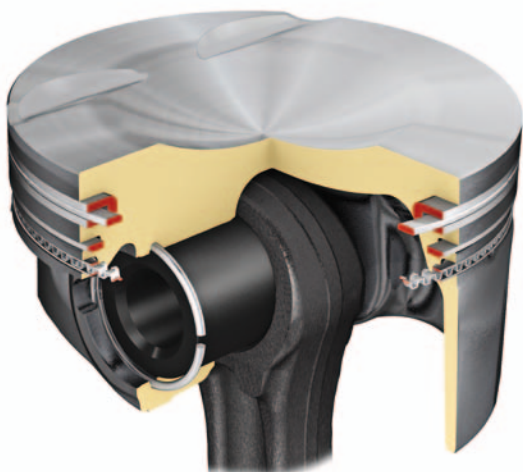
(Catégorie de puissance 2)

Vous trouverez ci-après un aperçu des principales différences par rapport au moteur TFSI de 2,0l Gén.3. Si le véhicule est équipé d'un dispositif start/stop de mise en veille, il est toujours fait appel à un système de version 2.0. Vous trouverez de plus amples informations sur les versions de dispositif start/stop de mise en veille dans le programme autodidactique 630 « Audi TT (type FV) ».

La base du moteur TFSI de 2,0l Gén.3-MLBevo est le moteur TFSI de 2,0l équipant l'Audi A4 (type 8K), développant 165 kW (lettres-repères du moteur CNCB).

Pistons

- Géométrie des pistons identique à celle du moteur de base de 165 kW
- Matériau des pistons identique à celui du moteur de l'Audi S3 (type 8V)
- Segment racleur en 3 parties



645_016

Système de filtre à charbon actif

- Augmentation du débit d'air
- Mesures de réduction du bruit



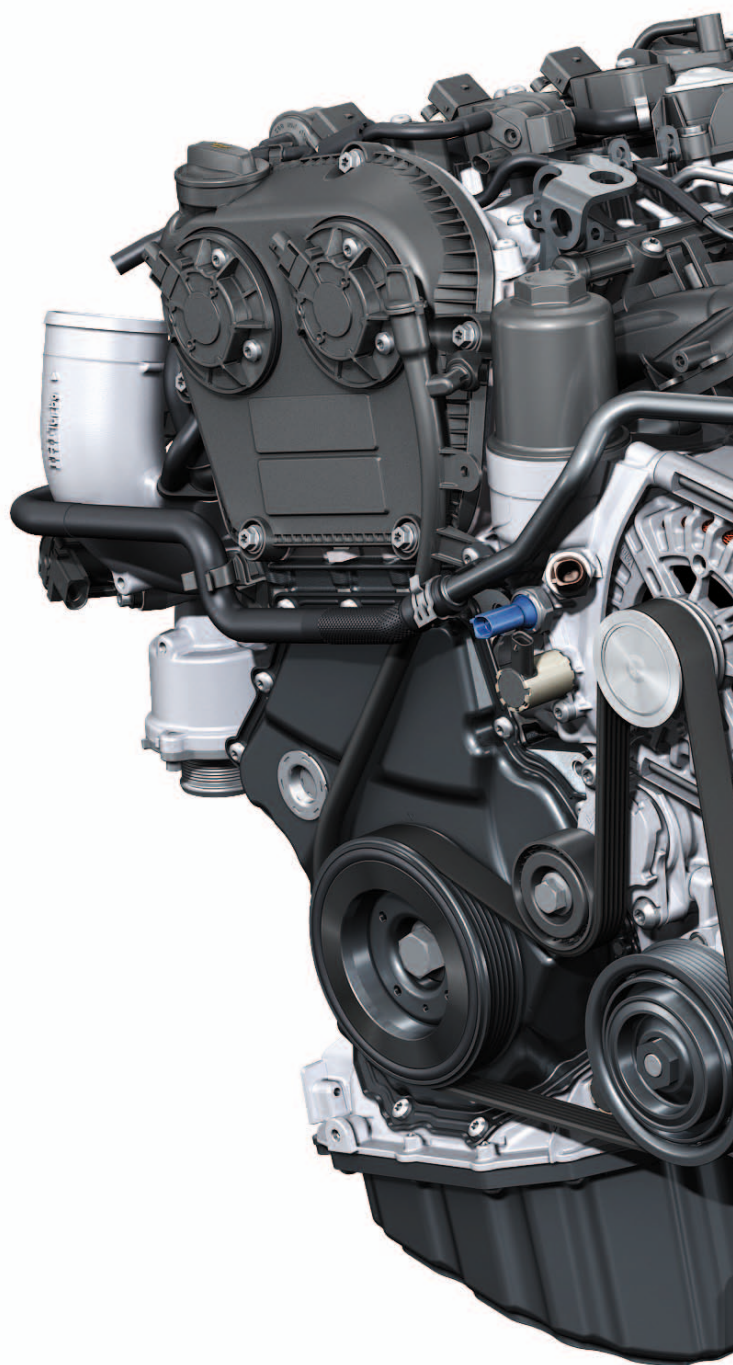
645_015

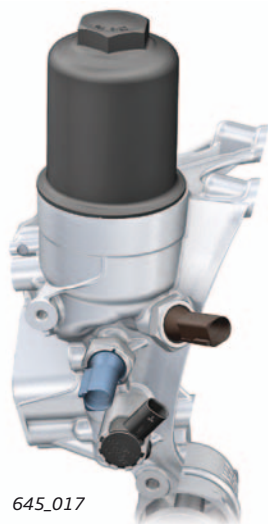
Gestion moteur

- Système Simos 18.4
- Papillon avec air de fuite réduit
- Le fournisseur du papillon et de la pompe à carburant haute pression est la société Bosch
- Connexion du calculateur de moteur au système de bus FlexRay



645_014





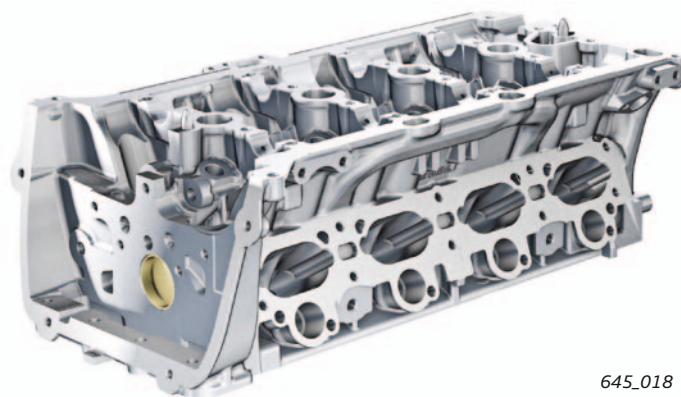
645_017

Alimentation en huile

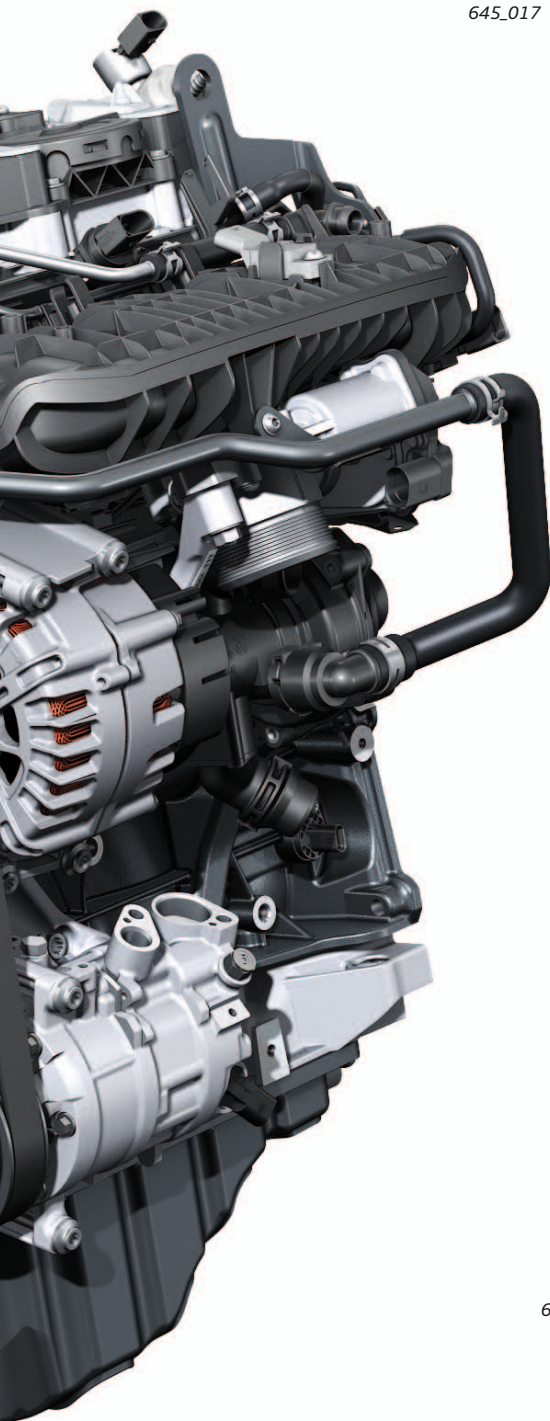
- Adaptation afin de créer l'espace nécessaire à la mise en œuvre de la direction assistée électromécanique (EPS) et du système prévu pour la stabilisation antiroulis.
- Un clapet antiretour dans le module de filtre à huile permet d'établir plus rapidement la pression d'huile maximale au niveau de tous les points de lubrification, en particulier à moteur froid. Il n'y a pas de clapet antiretour dans le bloc-cylindres ni dans la culasse.
- Augmentation du volume d'huile entre niveau minimal et maximal de l'huile pour assurer qu'un volume d'huile suffisant se trouve toujours dans la zone d'aspiration de la pompe à huile dans le cas d'un style de conduite particulièrement dynamique.

Culasse

- Utilisation d'un autre matériau en raison de la puissance plus élevée et donc de la sollicitation thermique accrue
- Épaississement de l'enveloppe de refroidissement par liquide
- Adaptation au niveau de la commande des soupapes en raison de la puissance plus élevée et donc de la sollicitation thermique plus élevée, par ex. soupapes d'échappement remplies de sodium
- Définition du turbocompresseur pour une résistance à la température de l'ordre de 950 °C



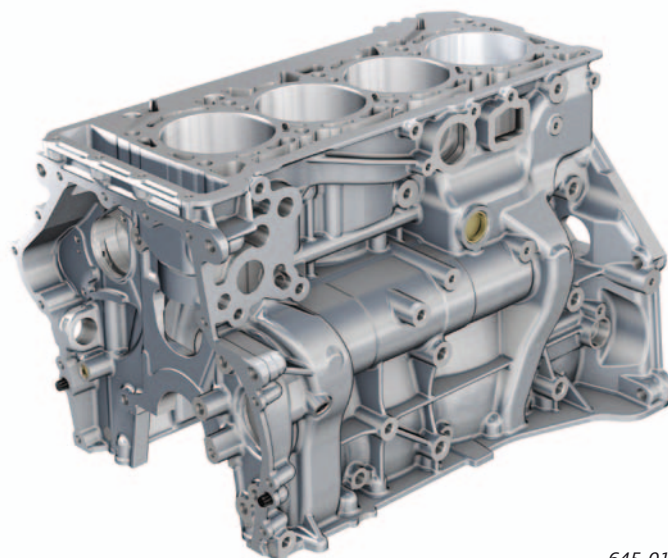
645_018



645_012

Bloc-cylindres

- Circuit d'aération via les arbres d'équilibrage.
- Dans le cas des gicleurs de refroidissement des pistons, un montage orienté est nécessaire en raison des modifications de l'aération de carter-moteur, voir Manuel de réparation.



645_019

Modifications concernant ULEV 125 (USA)

- Suppression de l'injection dans la tubulure d'admission (MPI)
- Possibilité de diagnostic du flexible d'aération du dégazage du carter-moteur (exigée par la législation)

Moteur TFSI de 2,0l Gén.3-MLBevo BZ (Audi ultra)

(Catégorie de puissance 1)

Vous trouverez ci-après un aperçu des principales différences par rapport au moteur TFSI de 2,0l Gén.3. MLBevo, développant 185 kW.

Système d'alimentation

- Augmentation de la pression à 250 bars
- Adaptation des composants du système haute pression



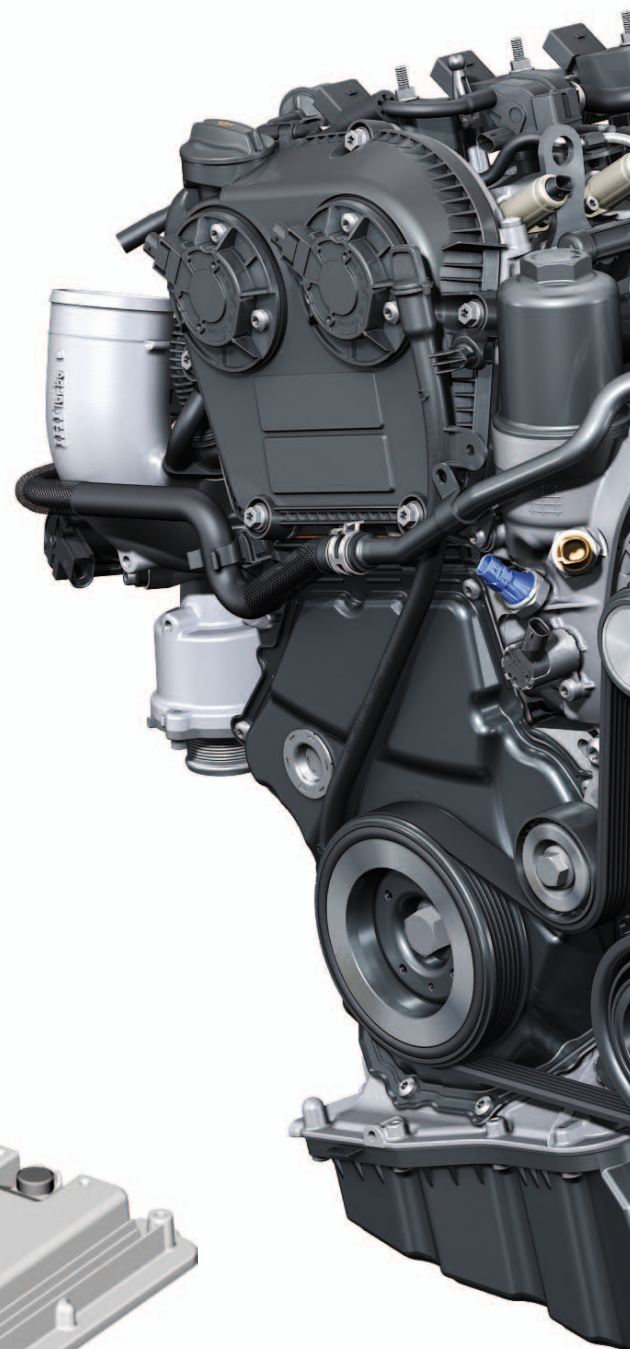
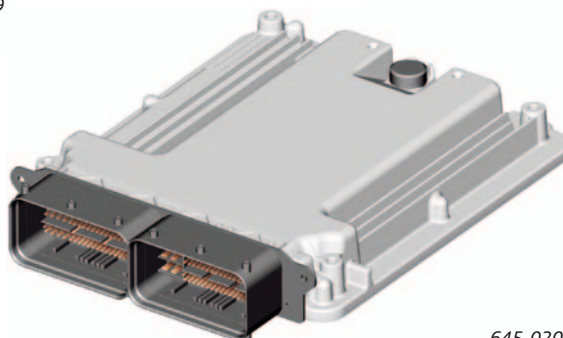
Entraînement par chaîne

- Guides plus longs
- Pignon de chaîne d'entraînement non circulaire pour la commande de distribution
- Tendeur de chaîne à faible force de serrage
- Démultiplication plus rapide de la pompe à huile, pignon de chaîne d'entraînement à 22 dents (auparavant, 24 dents)



Gestion moteur

- Système Bosch MED 17.1.10
- Nouveau procédé de combustion (BZ = cycle B)
- Mise en œuvre d'un débitmètre d'air massique, conditionnée par le nouveau procédé de combustion

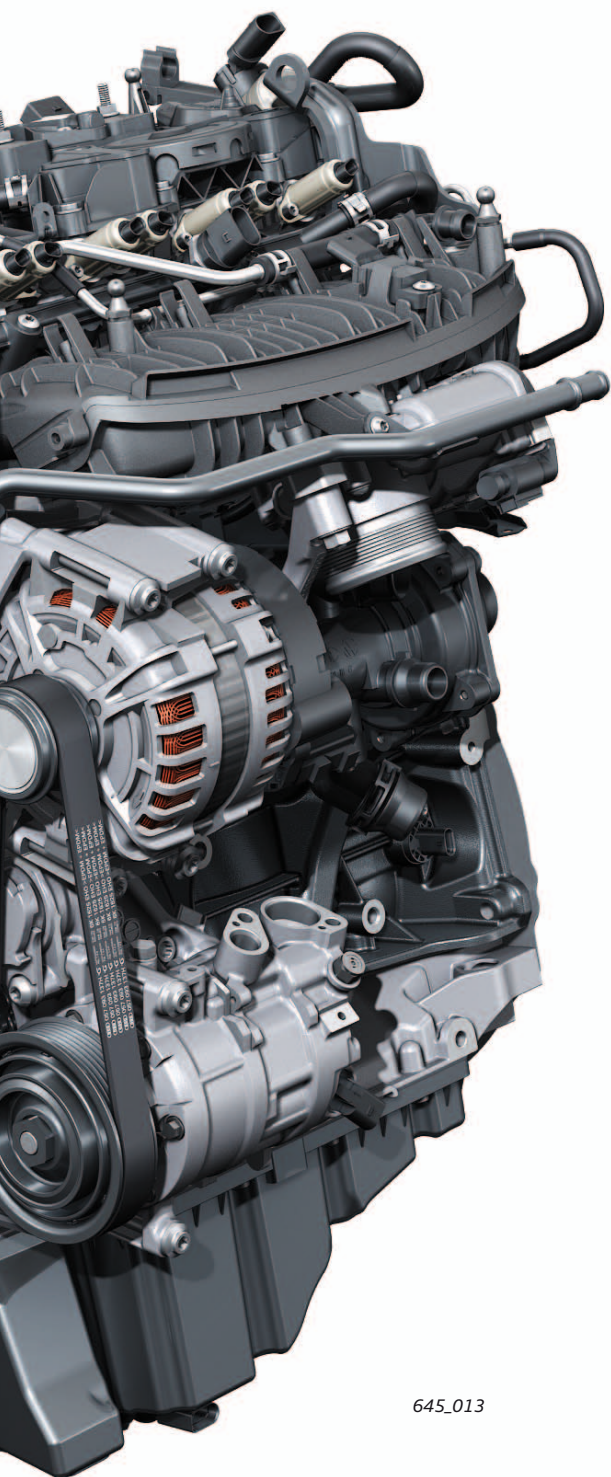


Autres modifications

- Pompe à vide de la société Bosch
- Turbocompresseur de plus petite taille, thermodynamique adaptée
- Nouvelle huile-moteur 0W-20 (selon normes VW 50800 et VW 50900)



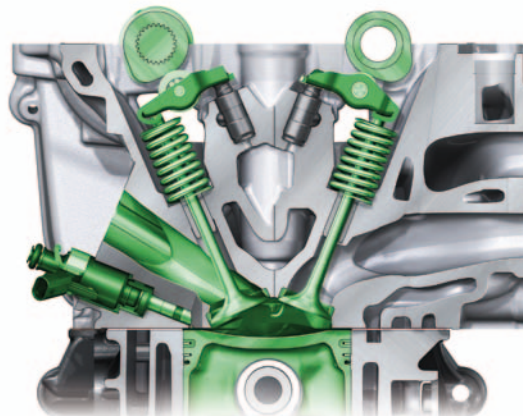
645_044



645_013

Culasse

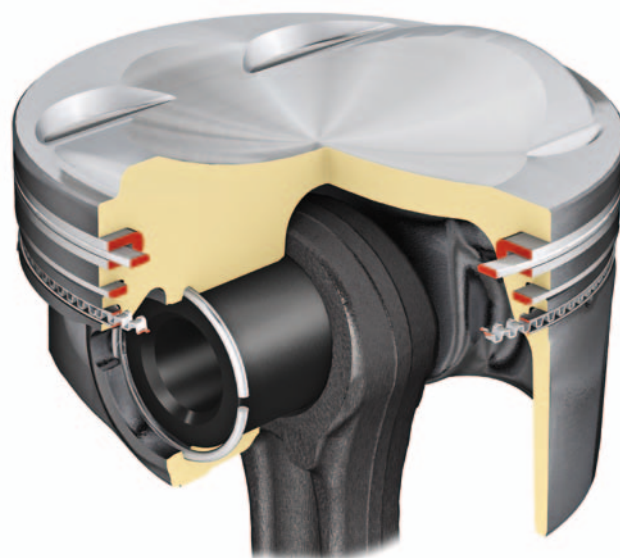
- Audi valvelift system (AVS) côté admission
- Redéfinition des canaux d'admission
- Masquage des chambres de combustion
- Habillage des guides de soupape en vue d'une meilleure évacuation de la chaleur
- Étanchement de la tige de la soupape d'échappement avec double lèvres



645_024

Pistons

- Mesures de réduction du frottement
- Pistons avec tête de piston modifiée



645_022

Vilebrequin

- Réduction du diamètre du palier de vilebrequin



645_025

Mécanique moteur

Équipage mobile

En ce qui concerne l'équipage mobile, les principaux objectifs du perfectionnement étaient la réduction du poids et celle du frottement.

Il existe toutefois des différences et des particularités spécifiques suivant qu'il s'agit de moteurs de la catégorie 1 ou 2. Elles sont expliquées par la suite.

Aperçu



Vilebrequin

Par rapport au moteur de 3^e génération, les diamètres de palier de vilebrequin sont identiques dans le cas du moteur de catégorie de puissance 2. Dans le cas du moteur de catégorie de puissance 1, les diamètres de palier de vilebrequin ont été réduits à la même

cote que sur l'ancien moteur TFSI de 1,8l. Cela a permis une nouvelle économie de poids. Les deux vilebrequins possèdent chacun 4 contrepoids.

Catégorie de puissance 1



645_025

Catégorie de puissance 2



645_023

Pistons et soupapes

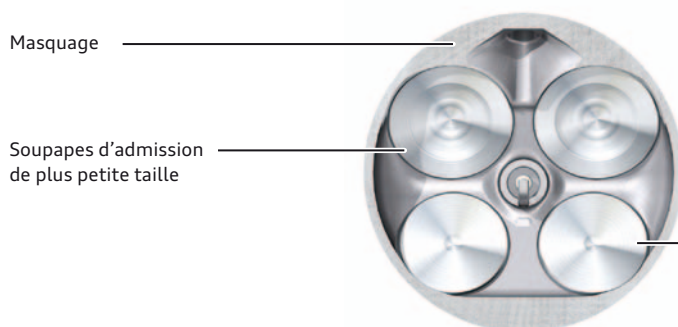
Pour le moteur de catégorie de puissance 2, ces composants ont été en majorité repris du moteur précédent. Seuls les segments de piston sont modifiés ; il est maintenant fait appel à un segment racleur en 3 parties, voir « Segments racleurs en 3 parties » à la page 27.

Des modifications supplémentaires ont été apportées au moteur de catégorie de puissance 1, en raison de l'augmentation de la compression et du nouveau procédé de combustion TFSI. Les chambres de combustion y sont réalisées avec des zones d'écrasement du mélange plus importantes (masquage), ce qui a nécessité la mise en œuvre de soupapes d'admission de plus petite taille.

Les zones d'écrasement du mélange agrandies assurent essentiellement un meilleur tourbillonnement du carburant et de l'air dans le cylindre. En conséquence, les cavités pour soupape sur les têtes de piston ont été reconfigurées et complétées par une augmentation de la « zone epsilon ».

Les soupapes d'admission et d'échappement sont en outre dotées d'une tige de soupape un peu plus longue. Le diamètre des soupapes d'échappement est par contre resté identique.

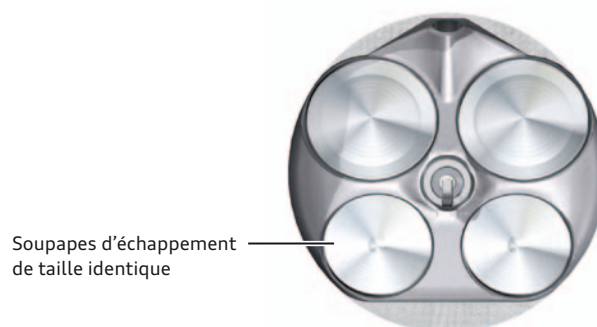
Catégorie de puissance 1



Cavités pour soupape adaptées

Zone epsilon plus haute

Catégorie de puissance 2



Soupapes d'échappement de taille identique

Cavité d'écoulement

645_028

645_027

Bloc-cylindres

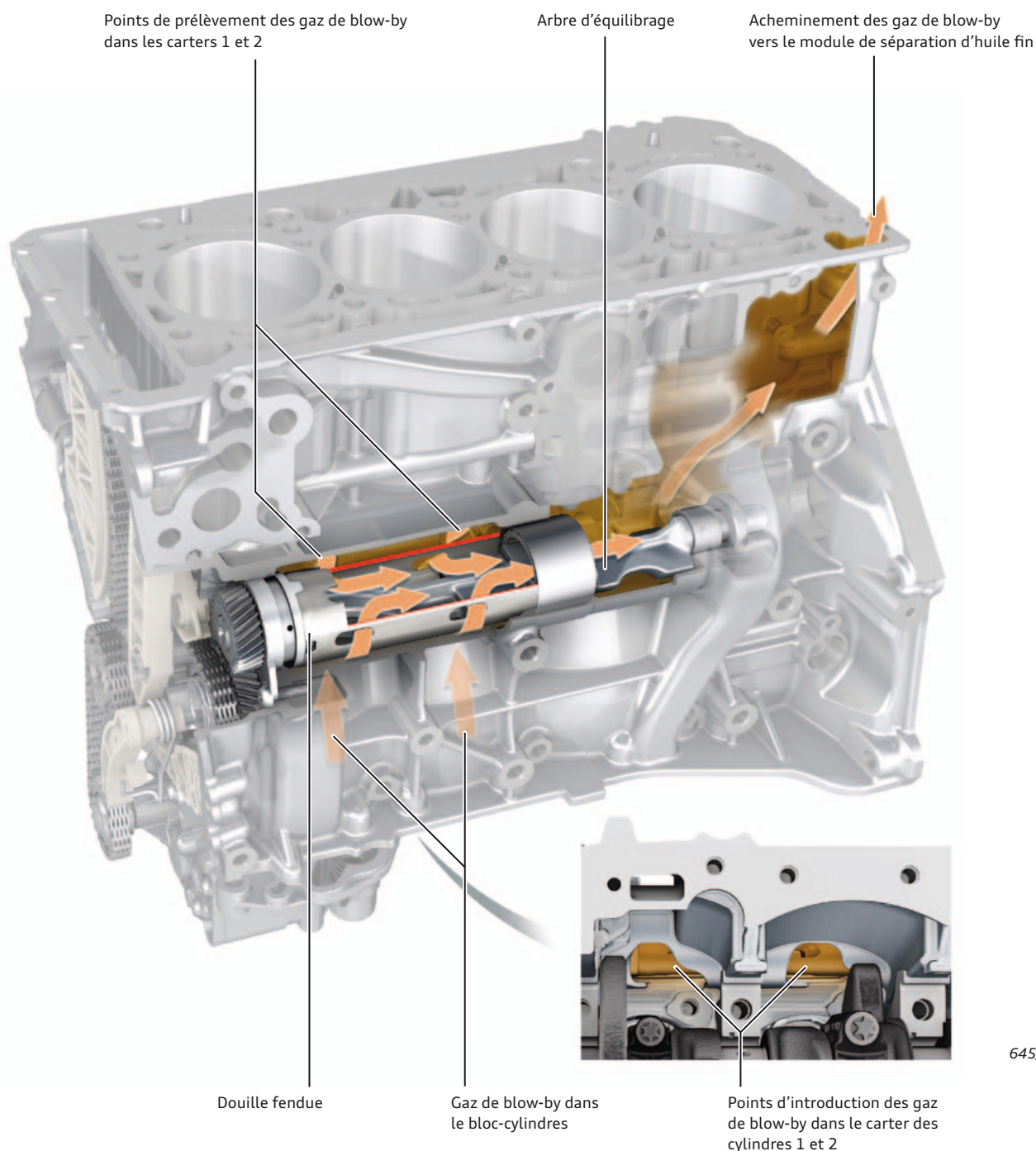
Aération de carter-moteur

Le transfert de l'Audi valvelift system (AVS) sur le côté admission du moteur de la catégorie de puissance 1 a également nécessité une adaptation de l'aération de carter-moteur. Au lieu des anciens points de prélèvement dans les carters des cylindres 3 et 4, les *gaz de blow-by* 7 sont maintenant prélevés dans les carters situés dans la zone des cylindres 1 et 2.

De là, les gaz de blow-by arrivent dans le carter d'un arbre d'équilibrage.

Une douille fendue est insérée dans le carter de l'arbre d'équilibrage, en vue de permettre la traversée des gaz de blow-by.

La rotation de l'arbre d'équilibrage (effet centrifuge) élimine déjà une grande partie de l'huile des gaz de blow-by (séparateur d'huile grossier), qui retourne dans le carter d'huile. L'acheminement suivant des gaz de blow-by en direction du module de séparation d'huile fin correspond ensuite à celui du moteur TFSI de 2,0l Gén.3.



645_032

7 Voir « Glossaire » à la page 28.



Renvoi

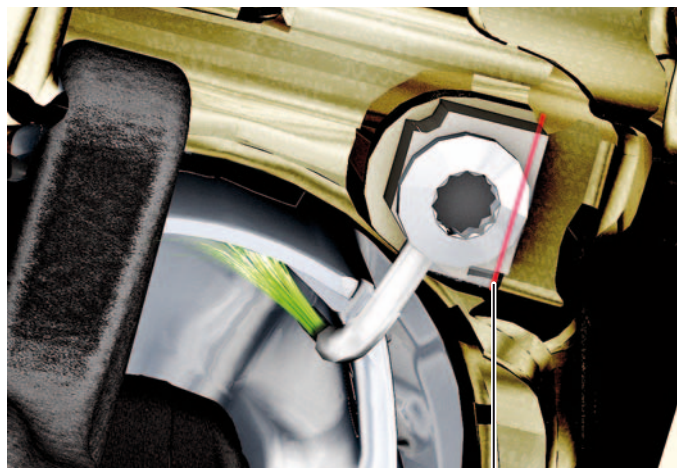
Vous trouverez de plus amples informations sur le fonctionnement du module de séparation d'huile fin dans le programme autodidactique 606 « Moteurs TFSI de 1,8l et 2,0l de la gamme EA888 (3^e génération) d'Audi ».

Gicleurs de refroidissement de piston

En raison de l'adaptation de l'aération de carter-moteur sur le moteur de catégorie de puissance 1, avec refoulement des gaz de blow-by autour de l'un des arbres d'équilibrage, des modifications ont également dû être effectuées lors de la fabrication du bloc-cylindres. Cela a aussi des répercussions sur la position de montage des gicleurs de refroidissement du piston, qui ne viennent plus en

appui sur la chambre de vilebrequin. Jusqu'à présent, une arête de butée était prévue pour cela. C'est pourquoi il faut, lors du montage des gicleurs de refroidissement des pistons sur le nouveau moteur, veiller à un montage orienté avec précision. Sinon, le fonctionnement sûr du refroidissement des pistons ne peut pas être assuré.

Ancienne version



645_048

Arête de butée pour le gicleur de refroidissement de piston sur la chambre de vilebrequin

Nouvelle version



645_026

Gicleur de refroidissement de piston, pour lequel il faut veiller à un montage orienté



Renvoi

Vous trouverez des informations complémentaires sur le montage des gicleurs de refroidissement des pistons dans le Manuel de réparation !



Nota

Toutes les modifications et innovations décrites ci-après se réfèrent exclusivement au moteur de catégorie de puissance 1.

Huile-moteur 0W-20

En vue d'une nouvelle réduction des pertes par frottement et donc de la baisse de la consommation de carburant, une huile-moteur de la spécification 0W-20, conforme aux normes VW 50800 et VW 50900, est mise en œuvre dans le moteur de catégorie de puissance 1.

La nouvelle huile-moteur présente les caractéristiques suivantes :

- Elle garantit un établissement plus rapide de la pression, car elle est plus fluide (faible viscosité). Elle parvient donc plus rapidement aux points de lubrification. Elle convient également mieux aux conducteurs ayant un profil « courts trajets », car les pertes par frottement dans le moteur sont réduites (résistance plus faible de l'huile).
- Un marqueur chimique est mélangé dans la nouvelle huile (coloration verte), ce qui permet de l'identifier de manière univoque dans un laboratoire.
- L'huile n'est pas non plus « rétrocompatible », ce qui revient à dire qu'elle n'est utilisable que pour les moteurs autorisés.
- En raison de la viscosité plus faible, l'établissement de la pression d'huile est légèrement plus lent. C'est pourquoi la pompe à huile tourne un peu plus vite sur le moteur TFSI de 2,0l Gén.3-MLBevo de catégorie de puissance 1. En outre, un nouveau clapet antiretour est intégré dans le corps de filtre à huile.



Nota

Pour la nouvelle huile-moteur, il faut tenir compte des consignes du constructeur, par ex. la Notice d'utilisation actuelle du véhicule. La viscosité de l'huile ainsi que les normes d'huile correspondantes doivent toujours être respectées en conformité avec la Check-list Entretien d'actualité.

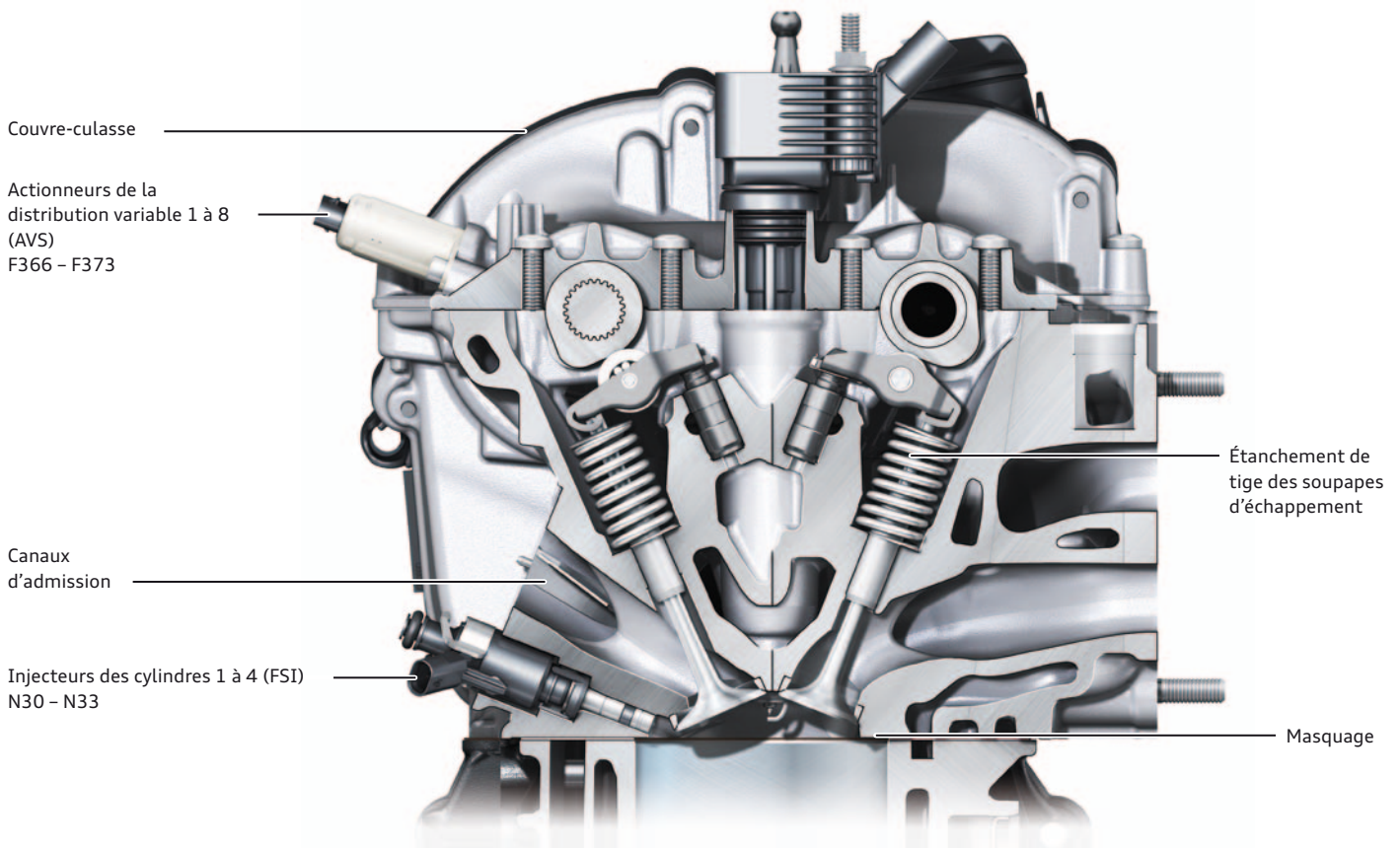
Culasse

Tandis que la culasse du moteur de catégorie de puissance 2 a été, dans ses grandes lignes, reprise du moteur TFSI de 2,0l Gén.3, de nombreuses modifications ont été apportées à la culasse du moteur de catégorie de puissance 1.

La culasse du moteur de catégorie de puissance 1 présente les modifications suivantes :

- ▶ Transfert de l'Audi valvelift system (AVS) côté admission
- ▶ Adaptation du couvre-culasse à la position de montage modifiée de l'Audi valvelift system (AVS)
- ▶ Augmentation du rapport de compression de 9,6:1 à 11,7:1 par réduction du volume de la chambre de compression
 - ▶ Masquage de soupape modifié
 - ▶ Abaissement du toit de la chambre de combustion d'env. 9 mm
 - ▶ Modification de la forme du piston
- ▶ Les injecteurs FSI ont été positionnés plus près des chambres de combustion.
- ▶ Redéfinition des canaux d'admission, d'exécution plus rectiligne pour optimiser la mise en tourbillon du mélange.
- ▶ Positions de la bougie d'allumage et de l'injecteur haute pression ainsi que forme du piston adaptées en fonction de la nouvelle forme de chambre de combustion.
- ▶ Habillage des guides de soupape en vue d'une meilleure évacuation de la chaleur.
- ▶ Étanchement de la tige des soupapes d'échappement avec double lèvres.

Catégorie de puissance 1



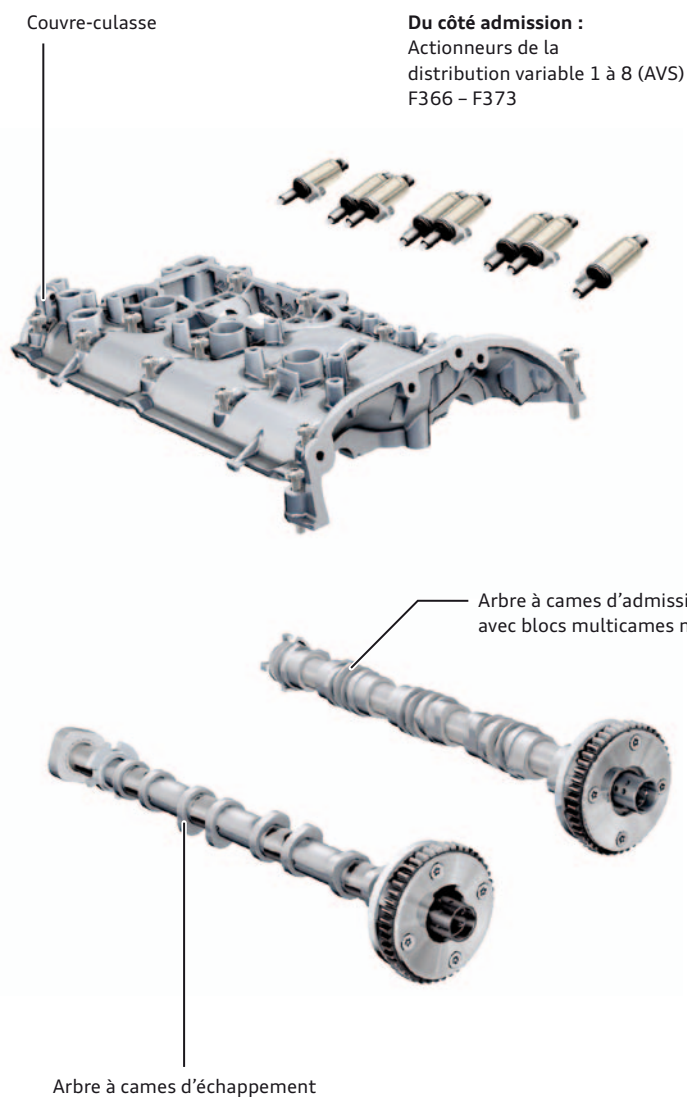
645_031

Couvre-culasse et arbres à cames

En raison du déplacement de l'Audi valvelift system (AVS) sur le moteur de catégorie de puissance 1, ce moteur est doté d'un couvre-culasse adapté. Les ajutages de raccordement des actionneurs de la distribution variable de l'Audi valvelift system (AVS) se

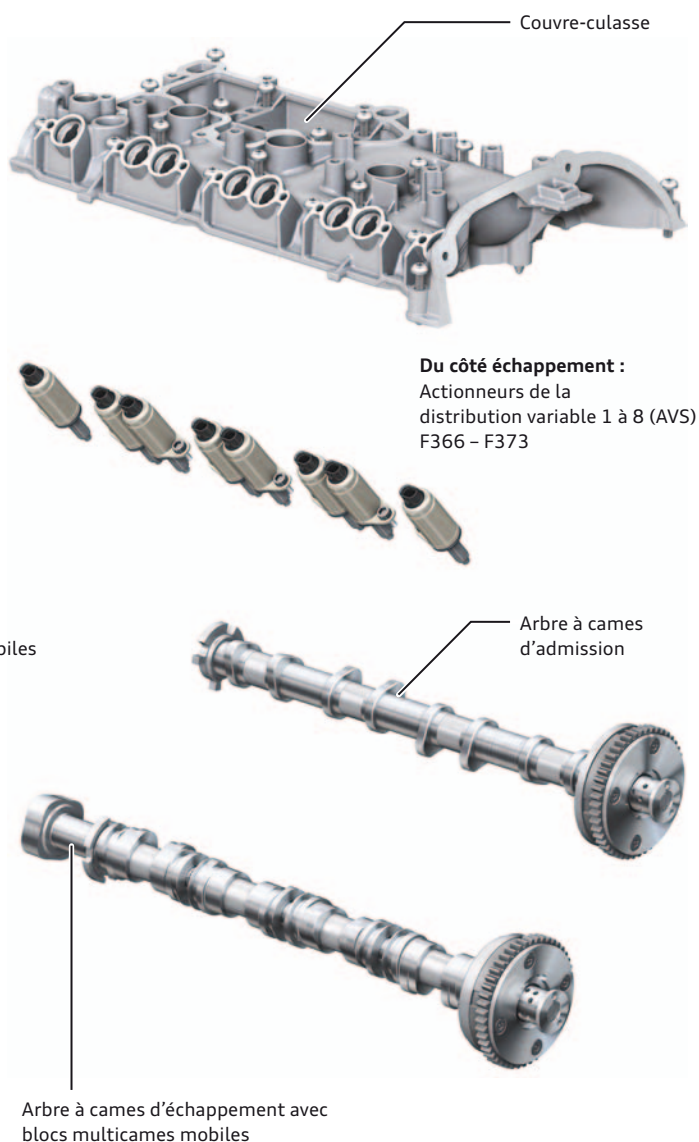
trouvent par conséquent côté admission. L'arbre à cames d'admission possède une denture extérieure, sur laquelle sont disposés les blocs multicames mobiles de l'Audi valvelift system (AVS).

Catégorie de puissance 1



645_047

Catégorie de puissance 2



645_046



Renvoi

Vous trouverez des informations complémentaires sur le principe de fonctionnement de l'Audi valvelift system dans le programme autodidactique 411 « Moteurs FSI de 2,8 l et de 3,2 l Audi avec système valvelift Audi ».

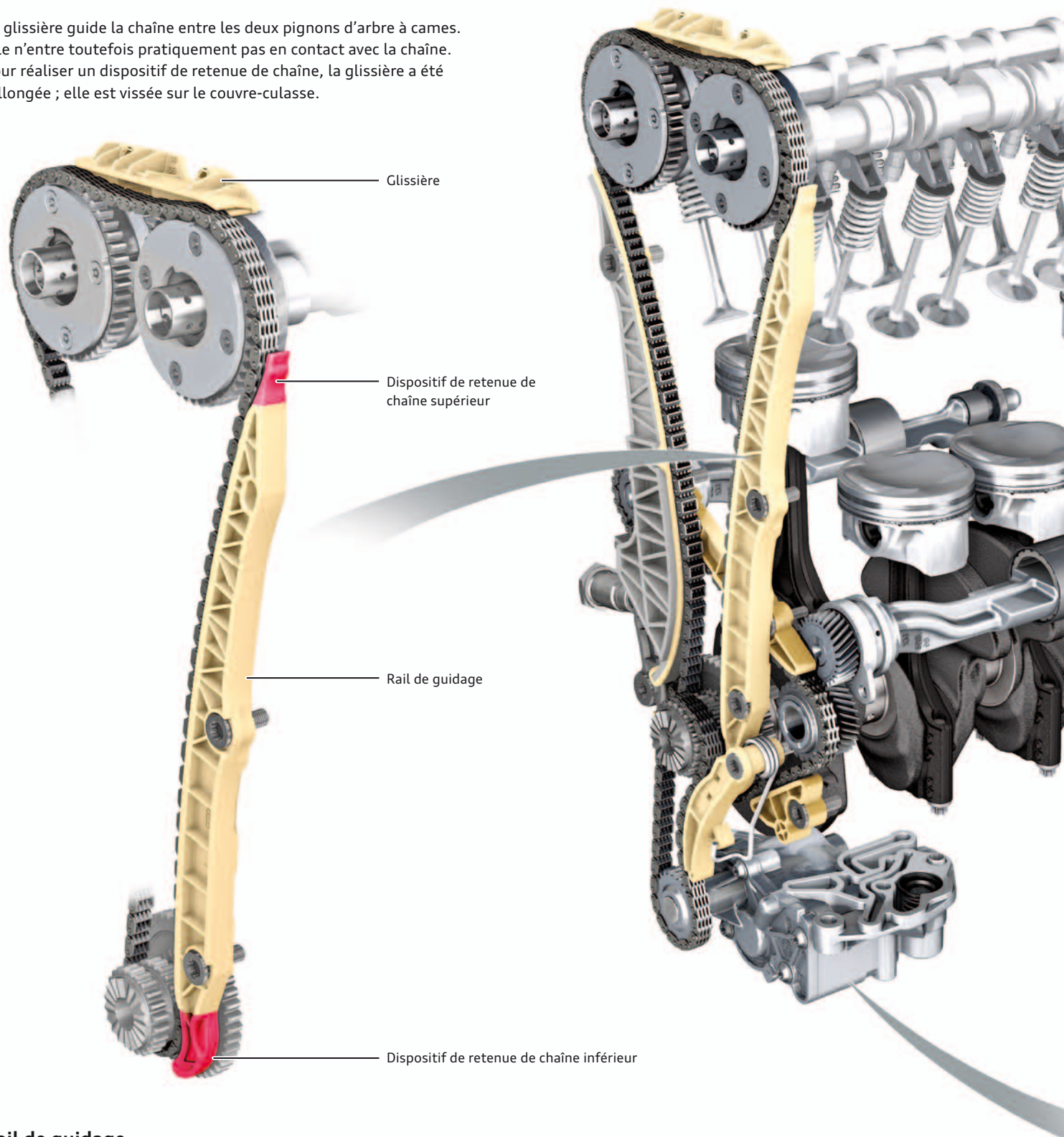
Entraînement par chaîne

L'architecture de base de la commande par chaîne est reprise dans ses grandes lignes du moteur de 3^e génération. Mais elle a également été systématiquement perfectionnée. La nouvelle réduction des pertes par frottement a également permis de réduire la puissance d'entraînement requise dans l'entraînement par chaîne.

Sur le moteur de catégorie de puissance 1, des modifications encore plus étendues ont été concrétisées. Vous trouverez ci-après un aperçu des différentes mesures.

Guidage par chaîne

La glissière guide la chaîne entre les deux pignons d'arbre à cames. Elle n'entre toutefois pratiquement pas en contact avec la chaîne. Pour réaliser un dispositif de retenue de chaîne, la glissière a été rallongée ; elle est vissée sur le couvre-culasse.



Rail de guidage

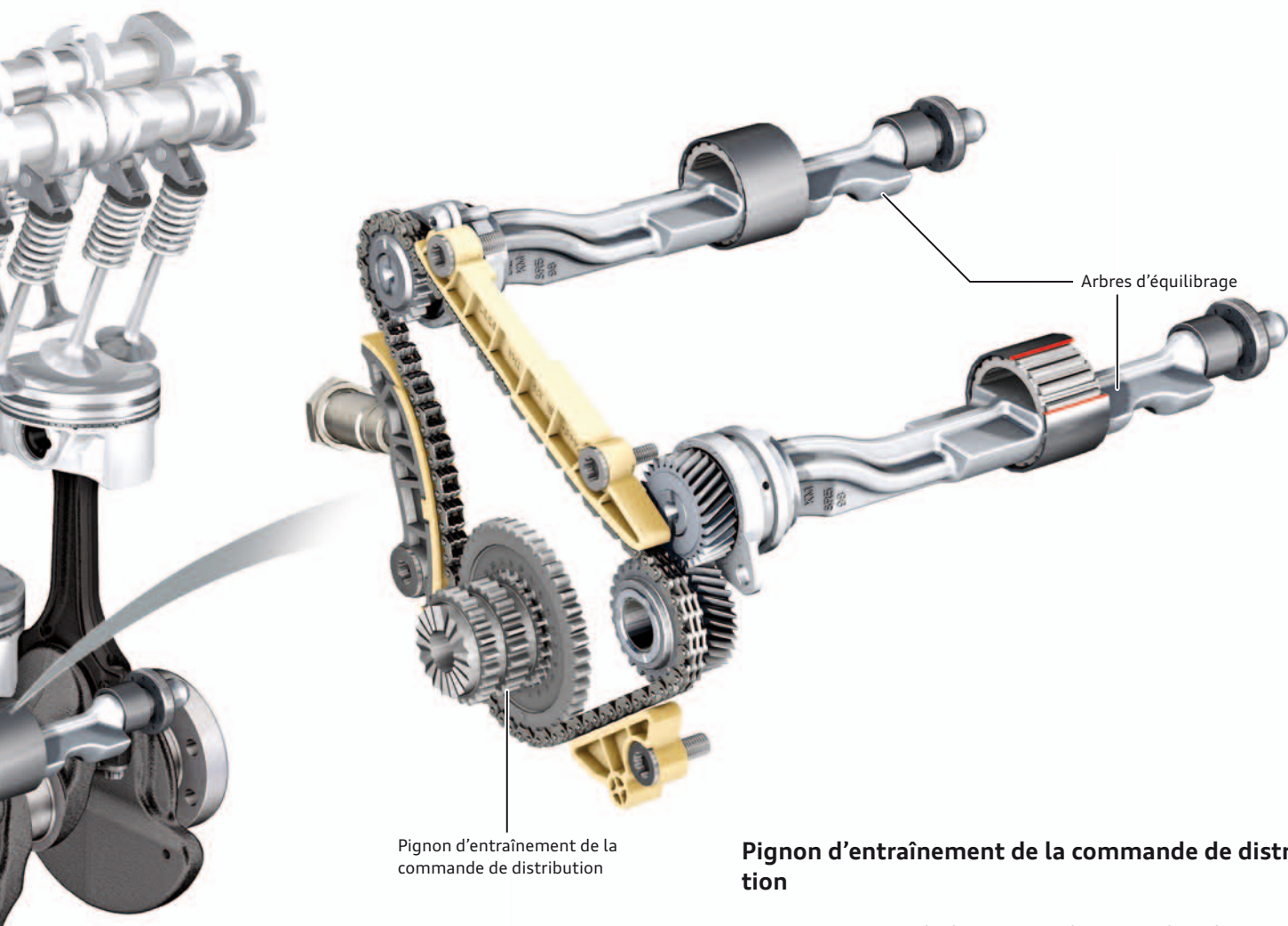
Un dispositif de retenue de chaîne a été monté aux deux extrémités du rail de guidage. Cette mesure a déjà été intégrée dans la fabrication en série en cours du moteur TFSI de 2,0l Gén.3.

645_033

Entraînement des arbres d'équilibrage

Pour l'entraînement des arbres d'équilibrage, les mesures suivantes ont été réalisées en vue de la réduction du frottement :

- Exécution plus mince de la chaîne et réduction du nombre de maillons de 96 à 94
- Disposition de la chaîne avec renvois réduits
- Nouveaux patin tendeur et glissières
- Nouveaux pignons de chaîne d'entraînement
- Amortisseurs de chaîne avec amortissement plus souple

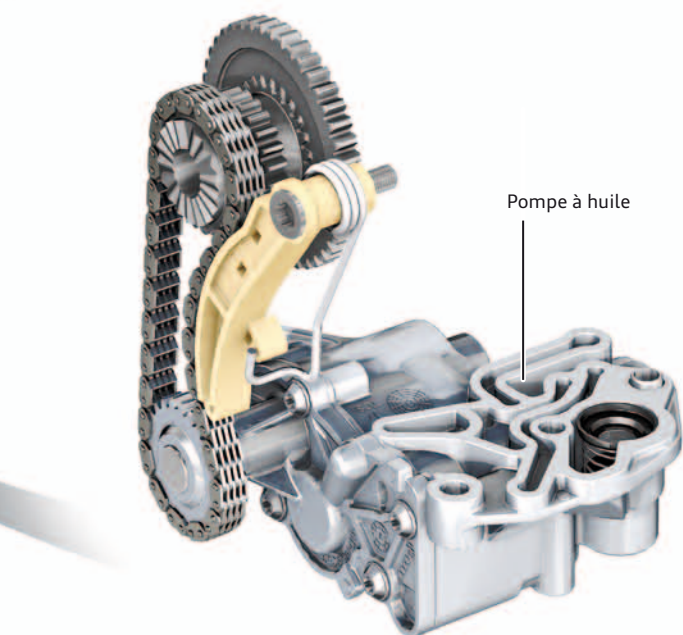


Pignon d'entraînement de la commande de distribution

Arbres d'équilibrage

Pignon d'entraînement de la commande de distribution

La conception spéciale des contours des cames des arbres à cames génère des forces dans la commande de distribution. Le pignon d'entraînement des chaînes de distribution se caractérise par conséquent par une forme non circulaire, s'apparentant à un trèfle. Cela a permis de réduire les forces de la chaîne ainsi que les mouvements dans le tendeur de chaîne. Il a par conséquent été possible de simplifier les tendeurs de chaîne (sans vanne de limitation de pression).



Pompe à huile

Entraînement de la pompe à huile

La démultiplication a été modifiée, si bien que la pompe à huile tourne maintenant plus vite. Le pignon de chaîne d'entraînement possède 22 dents et non plus, comme auparavant, 24 dents. Cette mesure s'est avérée nécessaire pour assurer avec la nouvelle huile-moteur de spécification 0W-20 l'alimentation sûre de tous les points de lubrification.

Gestion moteur

Débitmètre d'air massique

Dans le cas du moteur de catégorie de puissance 1, il est fait appel au système de gestion moteur MED 17.1.10 de la société Bosch. Pour ce système, l'air d'admission entrant est enregistré par un débitmètre d'air massique supplémentaire.

Ce débitmètre est indispensable, car durant le cycle B actif, le papillon est ouvert au maximum. La détection du flux de retour n'est, pour cette raison, possible qu'avec un débitmètre d'air massique.



645_034

Procédé de combustion

Dans le cas du moteur de catégorie de puissance 1, Audi fait pour la première fois appel à un nouveau procédé de combustion. L'objectif primordial est ici aussi une réduction de la consommation de carburant. Celle-ci est essentiellement réalisée en écourtant la phase de compression.

Dans l'histoire du développement des moteurs à combustion, on enregistre à un stade très précoce des activités allant dans ce sens, destinées à améliorer le rendement des moteurs à essence, comme les cycles Atkinson et Miller.

Cycle Atkinson

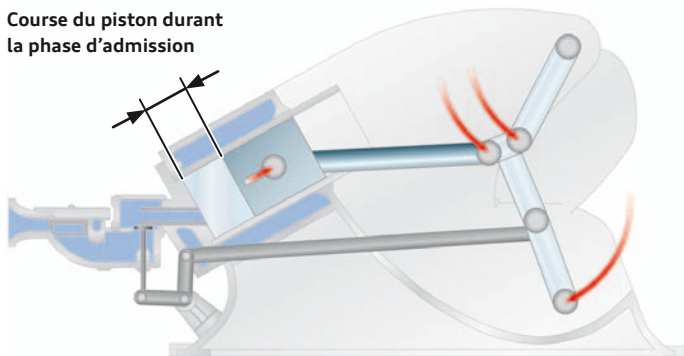
Dès 1882, James Atkinson avait présenté un moteur avec lequel il voulait considérablement augmenter le rendement thermique du moteur à combustion interne. Simultanément, son objectif était de contourner les brevets relatifs au moteur à quatre temps développé par Nicolaus August Otto.

Sur le moteur de type Atkinson, les 4 temps ont tous été réalisés en une rotation de vilebrequin par un équipage mobile adapté en conséquence. Comme le vilebrequin doit pour cela provoquer 2 déplacements montants des pistons, Atkinson a pu les réaliser avec une longueur différente. Cela lui a permis d'obtenir une course de compression la plus courte possible et une course de détente (temps moteur) la plus longue possible. Du fait de la conception particulière de l'équipage mobile, le rapport de compression est inférieur au rapport de détente.

Le piston décrit, lors de la détente et de l'échappement, une course plus longue que lors de l'admission et de la compression. La soupape d'admission se ferme très tardivement, après le PMB (point mort bas) durant le temps de compression. L'avantage tient au fait que le rapport de détente plus élevé augmente le rendement. Le temps moteur dure plus longtemps, ce qui entraîne une réduction de la chaleur gaspillée dans les gaz d'échappement. L'inconvénient en est par contre que l'on ne dispose dans la plage des bas régimes que d'un couple relativement faible. Le moteur Atkinson a besoin d'un régime relativement élevé pour pouvoir délivrer de la puissance sans risquer de caler. La réalisation du cycle Atkinson est très difficile du fait de la géométrie complexe de l'équipage mobile.

Piston au point mort bas (PMB) entre admission et compression

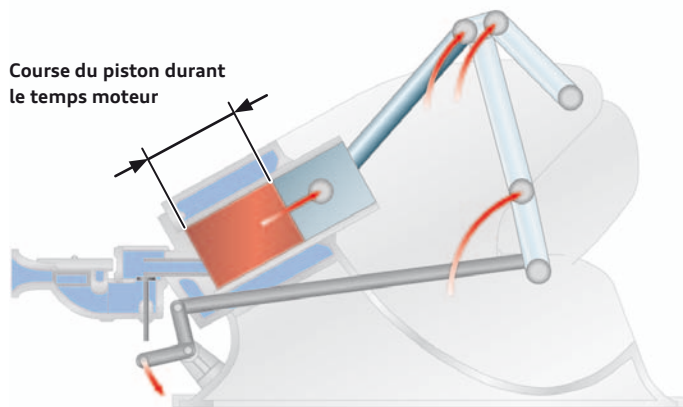
Course du piston durant la phase d'admission



645_035

Piston au point mort bas (PMB) entre détente et échappement

Course du piston durant le temps moteur



645_036



Scannez le code QR pour en savoir plus sur le fonctionnement du procédé Atkinson.

Cycle Miller

Le cycle Miller constitue une autre possibilité pour modifier le rapport de compression et de détente. L'inventeur Ralph Miller a fait breveter ce principe en 1947.

Son objectif était de transposer le cycle Atkinson aux moteurs à vilebrequin « normaux » et d'exploiter ses effets positifs. L'équipage mobile complexe du cycle Atkinson a été délibérément supprimé.

Jusqu'à présent, le procédé Miller a été principalement mis en œuvre dans les moteurs de quelques constructeurs automobiles asiatiques.

Principe de base

Les moteurs fonctionnant selon le procédé Miller possèdent une commande des soupapes spéciale.

Son but est essentiellement de fermer les soupapes d'admission plus tôt que dans le cas d'un moteur à allumage commandé « normal ».

Les répercussions en sont les suivantes, durant le temps d'admission notamment :

- ▶ Volume d'air d'admission réduit
- ▶ La pression de compression reste pratiquement identique
- ▶ Réduction du rapport de compression
- ▶ Augmentation du rapport de détente

Avantages

- ▶ En faisant varier les temps d'ouverture des soupapes, et donc en augmentant le rapport de détente, il est possible de réaliser une régulation de la charge sans étranglement et donc d'augmenter considérablement le rendement.
- ▶ La baisse du rapport de compression provoque une réduction des oxydes d'azote dans les gaz d'échappement.
- ▶ La température de suralimentation est plus faible.
- ▶ La combustion est améliorée.

Inconvénients

- ▶ Couple plus faible à bas régime. Cela peut par exemple être compensé par suralimentation.
- ▶ Inconvénient en termes de rendement en raison de la réduction du rapport de compression effectif. Cela peut être compensé par une suralimentation et un refroidissement de l'air de suralimentation.
- ▶ Au moins un déphasage de l'arbre à cames est requis.

Nouveau procédé de combustion TFSI chez Audi (cycle B)

Le nouveau procédé de combustion TFSI du moteur TFSI de 2,0l de catégorie de puissance 1 est en principe un procédé de combustion Miller modifié. Il permet de réaliser des valeurs de consommation inférieures à celles d'un moteur TFSI de 1,8l de génération 3 comparable, bien que le frottement à l'intérieur du moteur, dû à l'augmentation de la cylindrée, soit plus important.

La variation des temps d'ouverture des soupapes côté admission est réalisée par l'Audi valvelift system (AVS). L'AVS commute pour cela sur une came qui, d'une part, réalise d'autres temps d'ouverture des soupapes (fermeture précoce des soupapes d'admission) et qui, de l'autre, provoque une moins grande ouverture des soupapes d'admission.

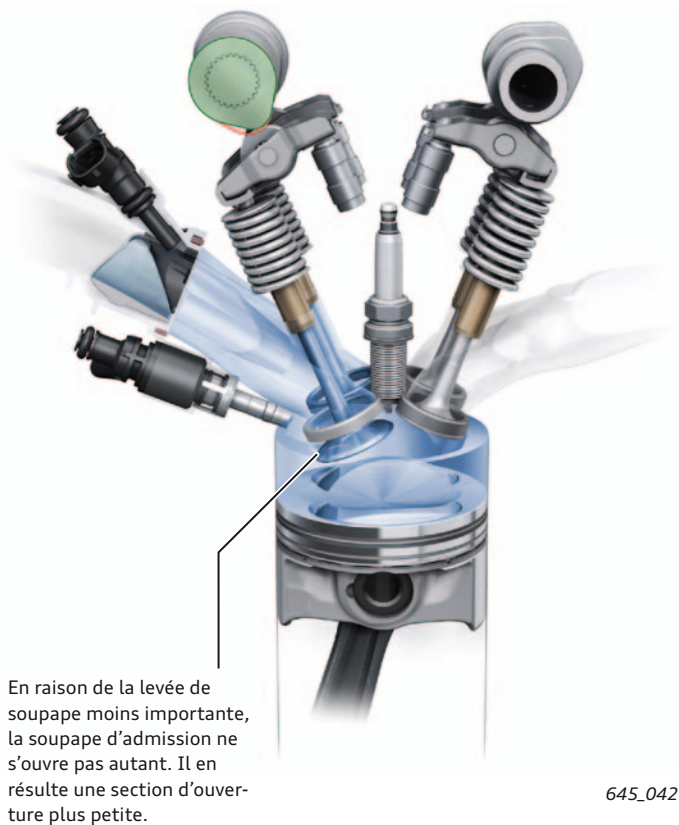
Ce procédé de combustion porte les désignations de « procédé de combustion à détente prolongée » ou de « cycle B ». Si l'on veut être correct au plan de la physique, ce n'est toutefois pas la phase de détente qui est prolongée, mais la phase de compression qui est écourtée.

La désignation de « détente prolongée » ne serait correcte qu'en comparant le procédé de combustion avec un moteur de plus faible cylindrée, présentant pour une course totale réduite une compression comparable de l'air d'admission.

Comparaison des positions des soupapes et des pistons

En charge partielle

- Compression de base élevée
- Avance de la fermeture de la soupape d'admission
- Temps d'ouverture des soupapes courts
- Émissions polluantes particulièrement faibles



À pleine charge

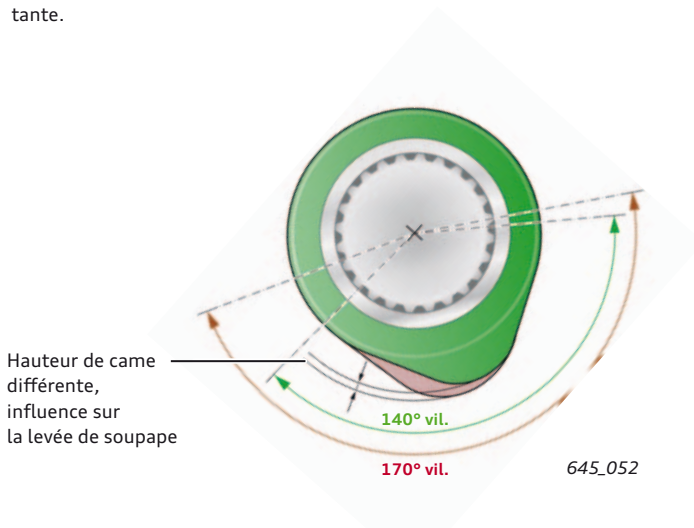
- Retard de la fermeture de la soupape d'admission
- Temps d'ouverture des soupapes long
- Couple élevé
- Puissance élevée



Réglage de levée de soupape avec Audi valvelift system (AVS)

Les blocs multicames possèdent deux contours de came pour chaque soupape. Les temps de distribution des came sont définis pour la caractéristique du moteur souhaitée. Cela exerce une influence sur la longueur et le moment d'ouverture ainsi que sur la levée de soupape (section d'ouverture).

Dans le cas des petites pistes de came (représentées en vert sur la figure) la longueur d'ouverture est de 140° de vilebrequin. Dans le cas de la course totale avec les grandes pistes de came (représentées en rouge sur la figure) la longueur d'ouverture est de 170° de vilebrequin.



Caractérisation

Le nouveau procédé de combustion TSFI d'Audi se caractérise par les propriétés suivantes :

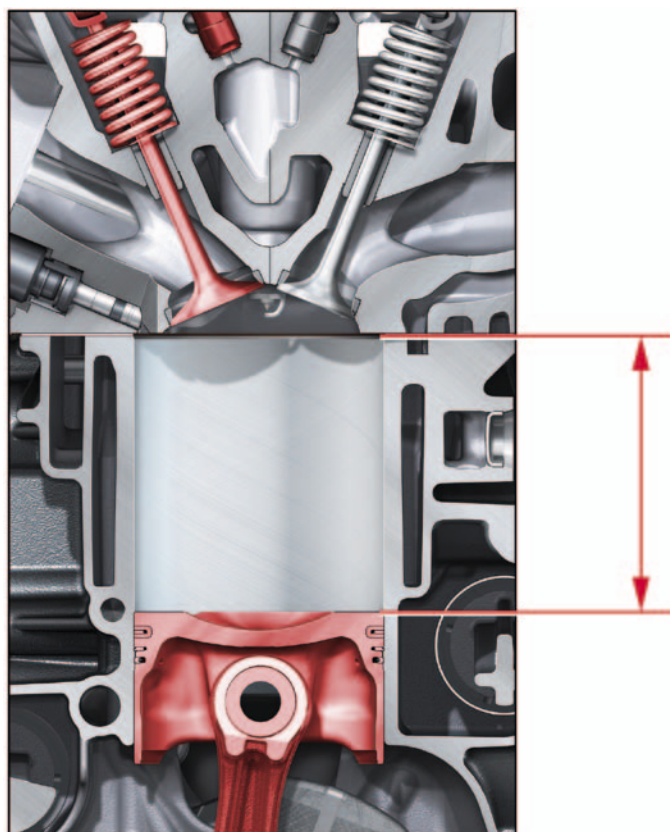
- Activation durant le fonctionnement en charge partielle du moteur
- Phase de compression écourtée (comme dans le cas du procédé Miller)
- Le rapport de détente est supérieur au rapport de compression (comme dans le cas du procédé Miller)
- Augmentation du rapport de compression géométrique
- Modifications de la configuration de la chambre de combustion (masquage, diamètre de soupape, configuration du piston)
- Modification du conduit d'admission dans la culasse (générations d'un mouvement tourbillonnaire)

Comparaison de la position des pistons durant le temps de compression

Les figures ci-dessous présentent, en comparaison, la position du piston au moment « Fermeture Admission » (FA) pour le moteur TFSI de 2,0l Gén. 3 avec procédé de combustion conventionnel et le moteur TFSI de 2,0l Gén. 3 avec le nouveau procédé de combustion « cycle B ».

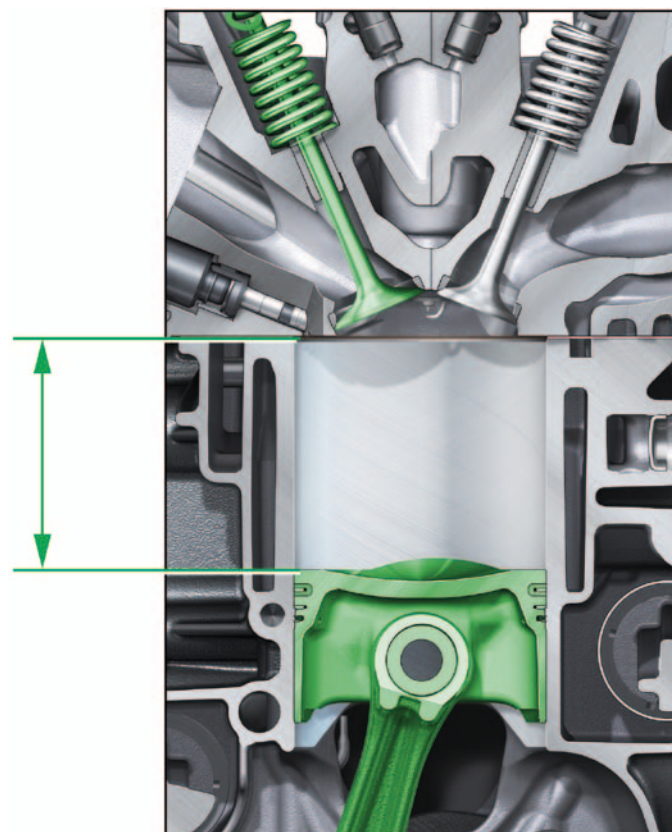
Elles montrent la position du piston pour FA ($h_s = 1,0 \text{ mm}$) sur le moteur TFSI de 2,0l Gén. 3B par rapport au moteur TFSI de 2,0l Gén. 3 pour un régime moteur de 2000 tr/min et une pression moyenne effective (p_{me}) de 6 bars.

Moteur TFSI de 2,0l Gén.3 avec procédé de combustion classique



La soupape d'admission se ferme 20° vil. avant le PMB

Moteur TFSI de 2,0l Gén.3 avec nouveau procédé de combustion (cycle B)



La soupape d'admission se ferme 70° vil. avant le PMB

645_041



Scannez le code QR pour en savoir plus sur les modifications apportées à la culasse.

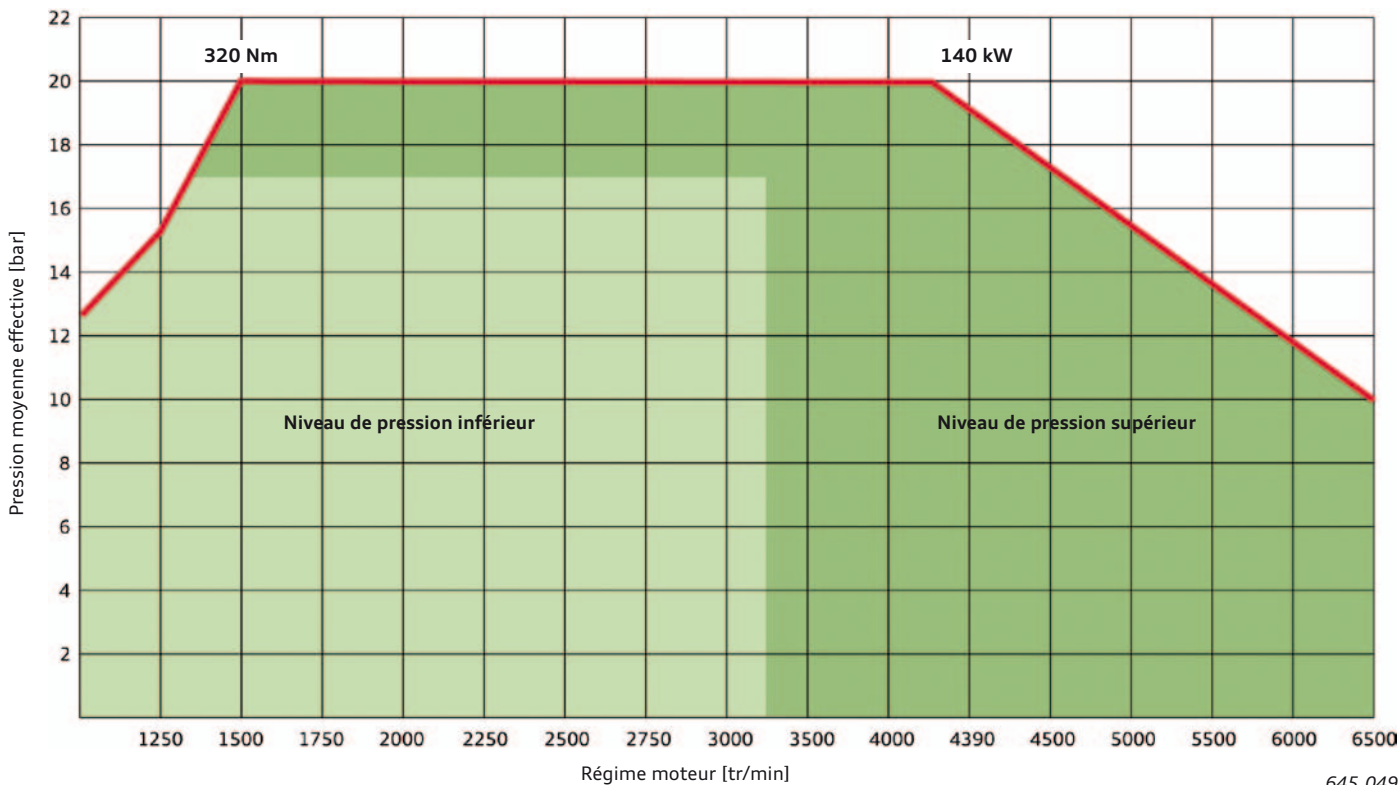


Scannez le code QR pour en savoir plus sur les modifications apportées au moteur complet.

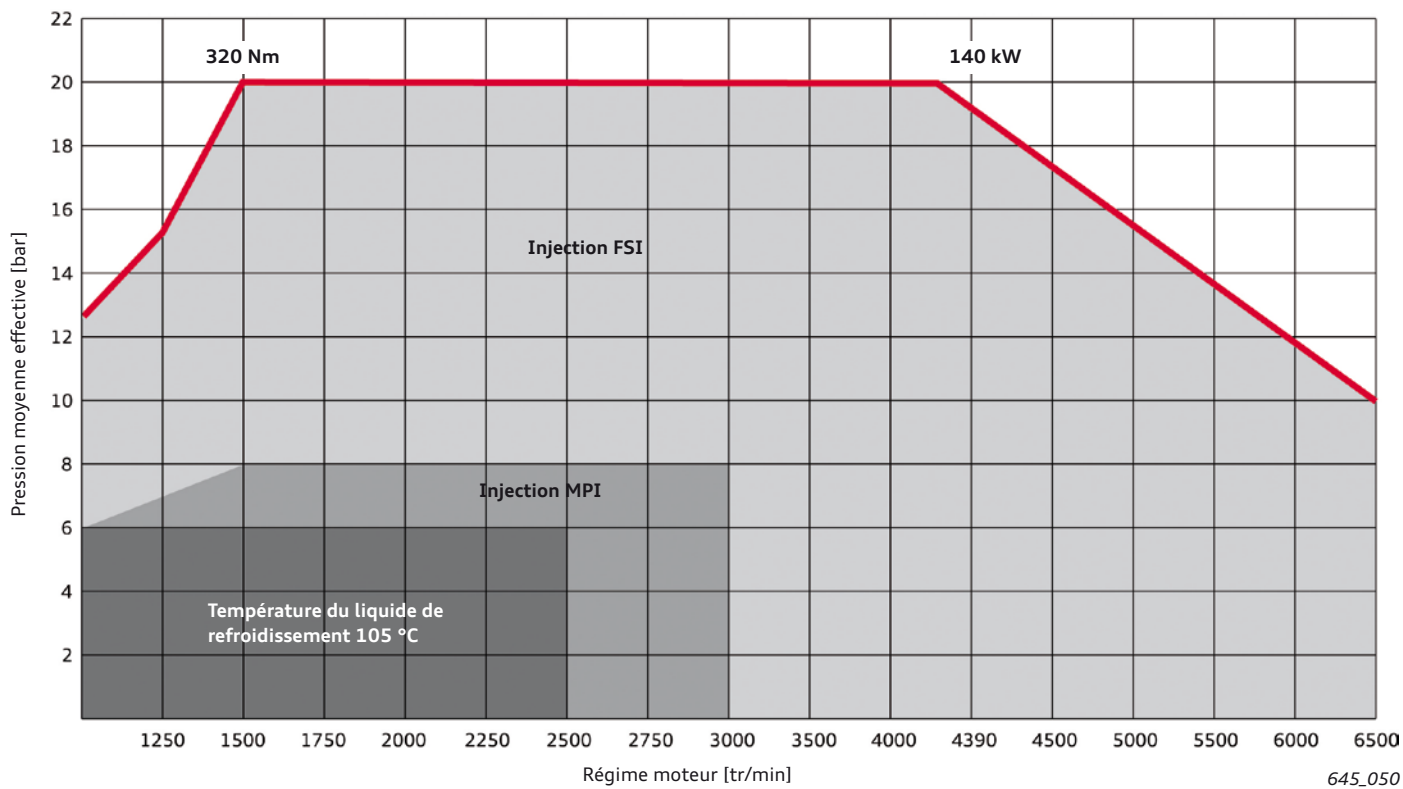
Stratégies de fonctionnement

Lancement du moteur	L'arbre à cames d'admission se trouve sur la petite came, soit faible course et phase d'admission courte avec 140° vil. ainsi que durée d'ouverture courte de la soupape d'admission. Durant la phase de démarrage, il y a selon la température du moteur injection (simple, multiple) pendant le cycle de compression et/ou d'admission.
Phase de mise en action	Jusqu'à une température du liquide de refroidissement de 70 °C, l'injection FSI a lieu une ou deux fois. Il y a commutation sur injection MPI en fonction du régime, de la charge et de la température.
Moteur tournant à la température de fonctionnement	Suivant demande de charge en cycle B ou cartographie de pleine charge.
En cycle B	▶ Le procédé de combustion Cycle B est actif au ralenti et en fonctionnement en charge partielle. ▶ L'arbre à cames d'admission se trouve sur la petite came. ▶ Jusqu'à un régime moteur de 3000 tr/min, l'injection a lieu, dans la plage de faible charge et de charge partielle, via les injecteurs MPI. ▶ Les volets de tubulure d'admission ne sont inclinés que dans la plage de faible charge. ▶ Le papillon est ouvert aussi largement que possible. ▶ La pression de suralimentation est augmentée (jusqu'à 2,2 bars/pression absolue). Il s'ensuit, durant la courte durée d'ouverture de la soupape d'admission, un bon remplissage des cylindres avec des gaz frais.
Cartographie de pleine charge	▶ Commutation de l'arbre à cames d'admission sur le contour de pleine charge via l'Audi valvelift system (AVS). Une phase d'admission de 170° vil. est réalisée ici. ▶ Les volets de tubulure d'admission sont ouverts dans la plage de pleine charge. ▶ L'injection de carburant a lieu en fonction de la cartographie par injection FSI. Jusqu'à 3 injections peuvent être réalisées suivant la demande. La quantité injectée ainsi que le moment de l'injection considérée peuvent alors varier. ▶ Le papillon passe ici en mode de fonctionnement normal.
Mode efficiency	Lorsque le conducteur sélectionne dans Audi drive select le mode efficiency pour le moteur, le couple est limité par le calculateur de moteur à 250 Nm et la puissance de 140 kW n'est par conséquent atteinte qu'à 5300 tr/min.

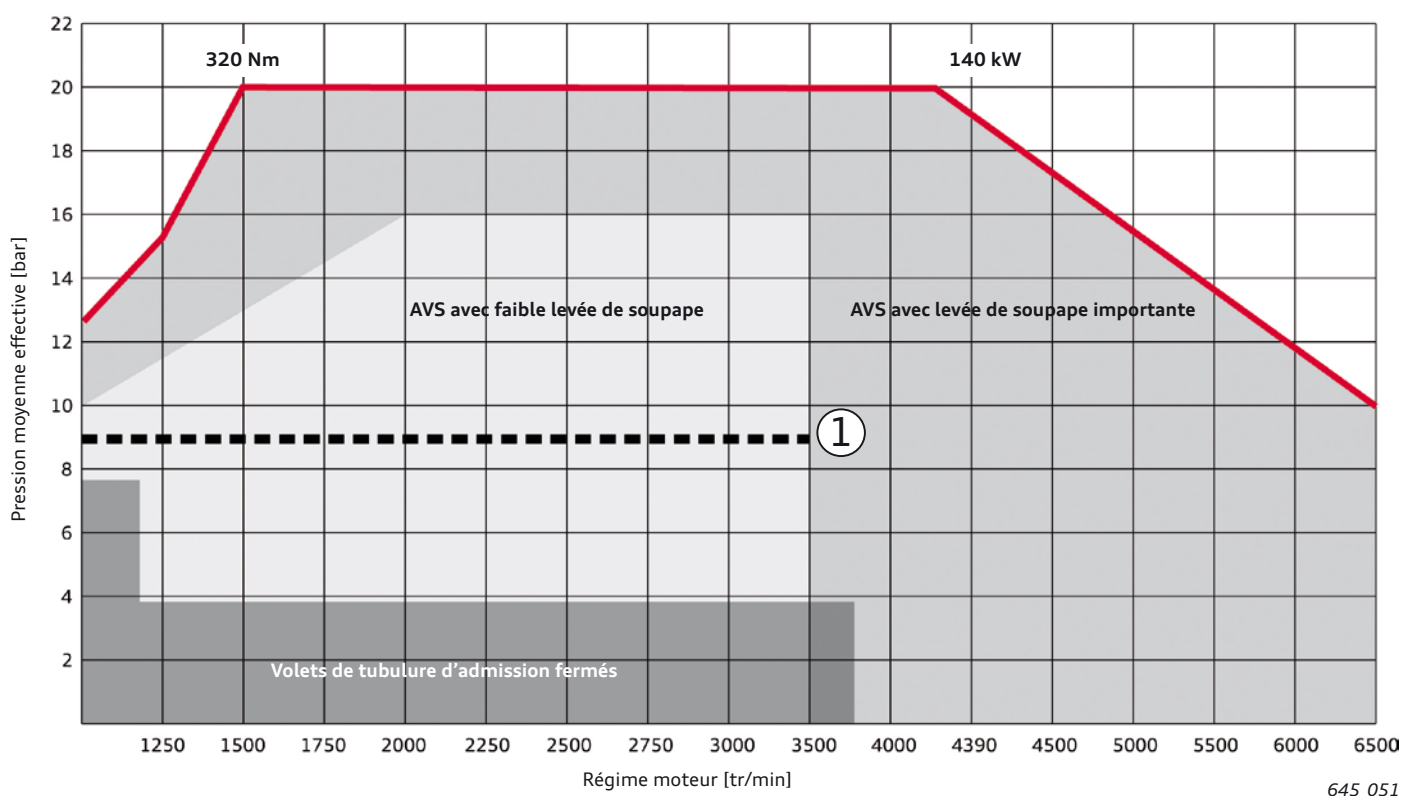
Niveaux de régulation de la pompe à huile



Injection et système de refroidissement



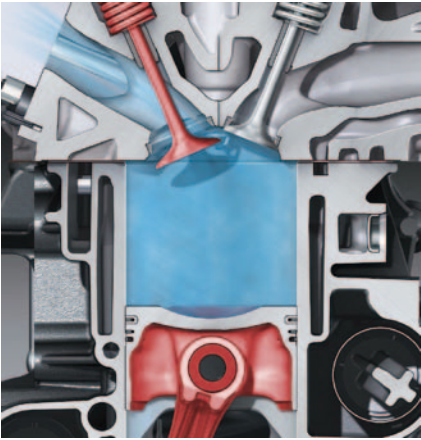
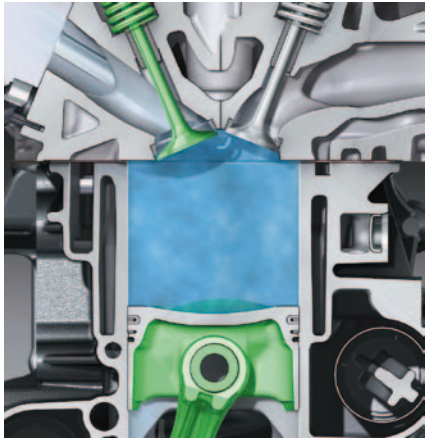
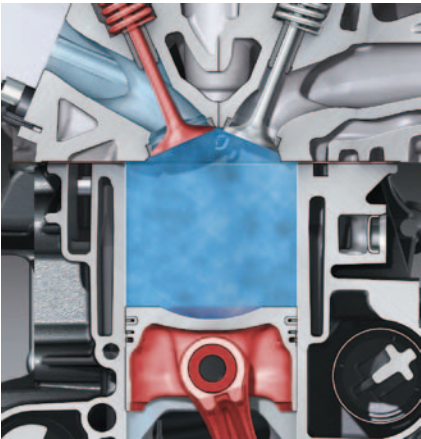
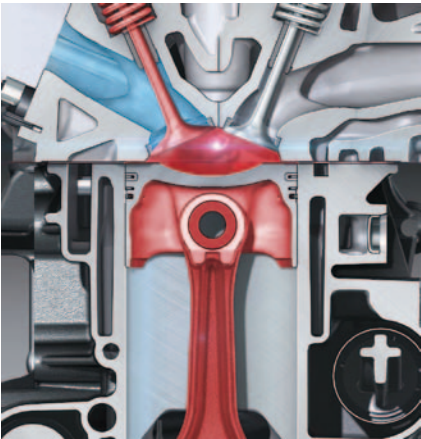
Volets de tubulure d'admission et Audi valvelift system (AVS)



① Seuil de reconnexion de la grande levée de soupape à la petite levée de soupape

Déroulements dans le cylindre

Un aperçu des conditions dans la chambre de combustion en comparaison d'un moteur à allumage commandé « normal » est représenté ci-dessous.

Temps moteur	Procédé de combustion classique	Nouveau procédé de combustion (cycleB)
Admission Le piston se déplace du PMH au PMB. La soupape d'admission se ferme bien avant d'avoir atteint le PMB. Après fermeture de la soupape d'admission, la pression dans le cylindre diminue car le piston continue de se déplacer vers le bas.		
Compression Le piston se déplace du PMB au PMH. La baisse de pression doit, dans un premier temps, être compensée. À 70° vil. avant PMH, la pression est revenue au niveau de pression du temps d'admission. Dans le cas du procédé de combustion conventionnel, la pression y est déjà plus élevée. En raison du rapport de compression géométrique plus élevé, la pression augmente plus vite dans le cas du nouveau procédé de combustion. Au PMH, la pression est, avec 12 bars, pratiquement identique. Globalement, le niveau de pression moyen est plus élevé dans le cas du nouveau procédé de combustion, ce qui se traduit par une augmentation du rendement.		
Début du temps moteur Le piston se déplace du PMH au PMB. Un niveau de pression plus élevé règne durant la détente, en raison du volume plus faible de la chambre de combustion.		
Échappement Le piston se déplace du PMB au PMH. Ici, le nouveau procédé de combustion entraîne, du fait de masses de mélange différentes et d'autres transitions thermiques, un léger gain de rendement.		

Service

Segments racleurs en 3 parties

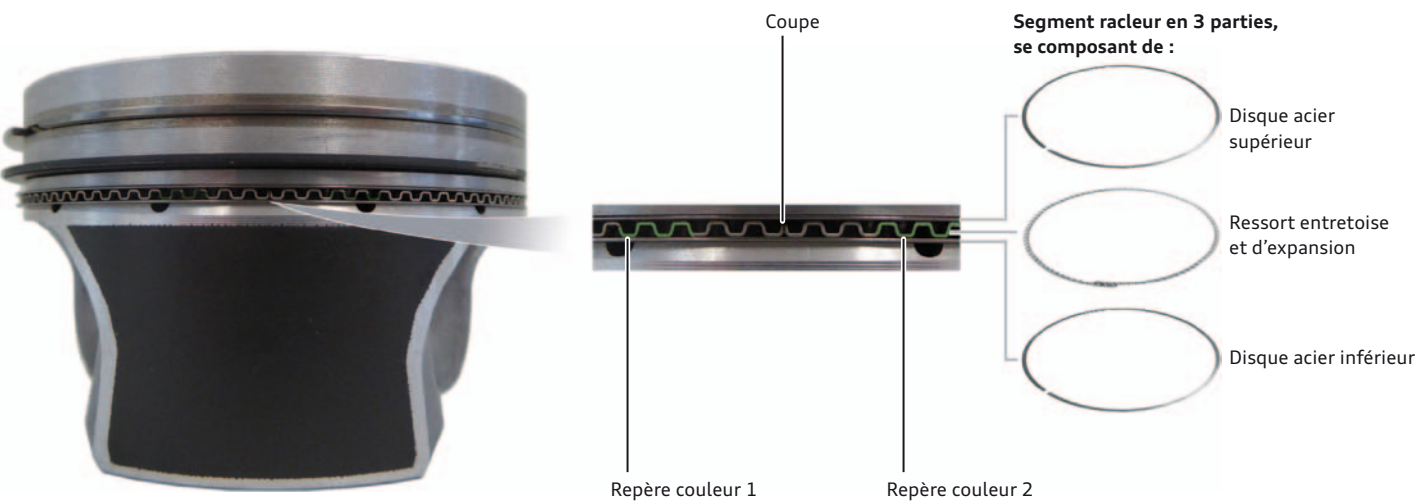
Les segments racleurs en 3 parties se composent de deux disques fins en acier ainsi que d'un ressort entretoise et d'expansion. Ce dernier comprime les disques en acier (segments racleurs) contre la paroi du cylindre.

Les segments racleurs en 3 parties peuvent, en dépit d'une précontrainte plus faible, mieux s'adapter à la forme des cylindres. Ils présentent une friction plus faible et raclent bien l'huile.

Remarques pour le montage

Lors du montage, il faut veiller à garantir la position correcte du ressort d'expansion. Cela est particulièrement important dans le cas de pistons livrés avec les bagues prémontées. Il est possible que les extrémités du ressort aient glissé et se superposent.

Les deux extrémités sont repérées en couleur pour faciliter la vérification. Il ne doit pas y avoir de chevauchement du ressort d'expansion, car sinon, le fonctionnement du segment racleur n'est pas assurée. Les coupes du segment racleur en 3 parties doivent être montées tournées avec un décalage de 120°.



Nota
Pour le montage des segments racleurs en 3 parties sur le piston, il est impératif de tenir compte des indications concernant la procédure à suivre données dans le Manuel de réparation.

Opérations de maintenance

Vidange d'huile	Selon l'affichage de la périodicité d'entretien, varie en fonction du style de conduite et des conditions d'utilisation entre 15 000 km / 1 an et 30 000 km / 2 ans
Périodicité de remplacement du filtre à air	90 000 km
Périodicité de remplacement des bougies d'allumage	60 000 km / 6 ans
Périodicité de remplacement du filtre à carburant	-
Commande de distribution	Chaîne (à vie)



Nota
Les indications de la documentation actuelle du Service s'appliquent systématiquement.

Annexe

Glossaire

Vous trouverez ici une explication relative à tous les termes en italique et repérés par une flèche ➤ du présent programme autodidactique.

➤ Gaz de blow-by (ou gaz de carter)

Ce sont des gaz qui, durant la marche du moteur, s'échappent de la chambre de combustion dans le carter-moteur en passant le long du piston. Les causes de ces fuites sont les pressions importantes qui règnent dans la chambre de combustion et des défauts d'étanchéité tout à fait normaux des segments de piston. Les gaz de blow-by sont aspirés par l'aération de carter-moteur et de nouveau admis pour combustion.

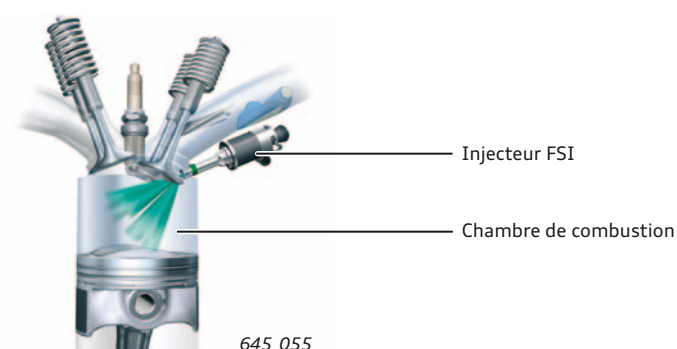
➤ Bielle à tête fracturée

Cette désignation fait référence au mode de fabrication des bielles, où le corps de bielle est détaché du chapeau de bielle par une fracturation ciblée (cracking). L'avantage de ce procédé est que les deux morceaux fracturés s'ajustent exactement l'un à l'autre.



➤ FSI

L'abréviation, signifiant Fuel Stratified Injection, qualifie la technologie d'injection directe du carburant dans la chambre de combustion mise en œuvre par Audi. Le carburant est injecté à une pression atteignant 200 bars.



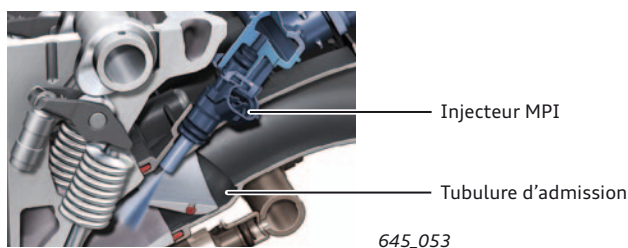
➤ Catégorie de puissance

En République fédérale d'Allemagne, les engins mobiles sont classés en catégories de puissance conformément à la loi fédérale sur la protection contre les émissions (règlement établissant des limites en matière d'émissions pour les moteurs à combustion), selon les directives du Parlement européen.

Il est procédé à une subdivision en niveaux I, II, IIIA, IIIB et IV ainsi qu'en classes de puissance 19 kW – 36 kW, 37 kW – 55 kW, 56 kW – 74 kW, 75 kW – 129 kW et 130 kW – 560 kW, une différence étant faite selon qu'il s'agit d'un régime variable ou non.

➤ MPI

L'abréviation, signifiant Multi Point Injection, désigne un système d'injection destiné aux moteurs à essence, sur lequel le carburant est injecté en amont des soupapes d'admission, soit dans la tubulure d'admission. Sur certains moteurs, ce procédé est mis en œuvre avec le système d'injection directe FSI.



Contrôlez vos connaissances

1. Une nouvelle huile-moteur (0W-20) est également mise en service lors du lancement sur le marché de l'Audi A4 (type 8W). Pour quels moteurs peut-elle être utilisée ?

- ☐ a) Uniquement pour les moteurs de grande puissance, soit pour les modèles S.
- ☐ b) Pour tous les nouveaux moteurs et, rétroactivement, pour tous les autres moteurs.
- ☐ c) Pour les nouveaux moteurs à essence et diesel conçu pour cela.

2. Quelles sont, sur le nouveau moteur TFSI de 2,0l, les modifications apportées à l'aération et la ventilation du carter-moteur par rapport au moteur précédent (EA888 Gén.3) ?

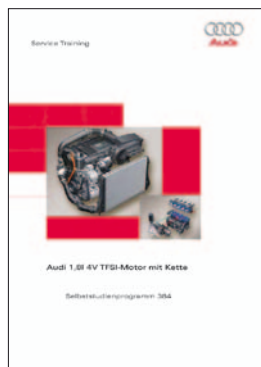
- ☐ a) Le système est conçu comme aération par la culasse. La ventilation est active à charge moteur élevée.
- ☐ b) Le carter-moteur est aéré via un nouveau point de prélèvement. Ce dernier se trouve sur l'un des arbres d'équilibrage. Le reste du chemin d'aération et l'épuration des gaz de blow-by ainsi que la ventilation sont identiques à ceux de la génération de moteurs précédente.
- ☐ c) Rien n'a été modifié au niveau de la ventilation et de l'aération des nouveaux moteurs TFSI de 2,0l de l'Audi A4 (type 8W) par rapport au moteur EA888 Gén.3.

3. Quelle est la fonction de l'Audi valvelift system (AVS) sur le moteur TFSI de 2,0l portant les lettres-repères du moteur CVKB ?

- ☐ a) L'Audi valvelift system (AVS) est activé lorsque la gestion moteur demande le procédé de combustion « cycle B » dans la plage de charge partielle. Cela a permis de réaliser une levée de soupape plus faible et des temps d'ouverture plus courts des soupapes d'admission.
- ☐ b) Lorsque, via la gestion moteur, l'Audi valvelift system (AVS) déplace les blocs multicames sur l'arbre à cames d'échappement, les soupapes d'échappement sont ouvertes moins grandes. Il s'ensuit un écoulement optimisé dans le turbocompresseur à faible régime du moteur et donc un établissement plus rapide de la pression de suralimentation.
- ☐ c) Si l'Audi valvelift system (AVS) est piloté par la gestion moteur dans la plage de charge partielle, les soupapes ne sont plus ouvertes pour 2 cylindres.

Programmes autodidactiques (SSP)

Vous trouverez de plus amples informations sur la technique des moteurs de la gamme EA888 dans les programmes autodidactiques suivants.



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

- Mécanique moteur
- Système d'alimentation en carburant à régulation asservie aux besoins



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

- Audi valvelift system (AVS)



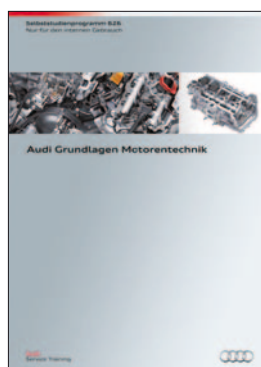
Programme autodidactique 436 Modifications apportées au moteur TFSI 4 cylindres à commande par chaîne

- Pompe à huile asservie aux besoins



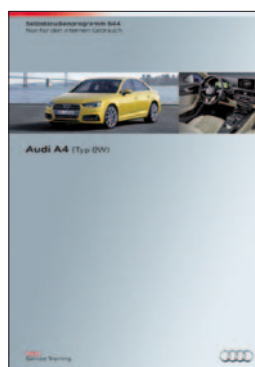
Programme autodidactique 606 Moteurs TFSI 1,8l et 2,0l de la ligne EA888 (3^e génération)

- Suralimentation
- Mécanique moteur
- Système d'alimentation en carburant haute et basse pression



Programme autodidactique 626 Notions de base de la technique des moteurs Audi

- Informations fondamentales sur la mécanique moteur et les sous-systèmes



Programme autodidactique 644 Audi A4 (type 8W)

- Système d'alimentation

Informations sur les codes QR

Le présent programme autodidactique a été doté de médias électroniques (animations, vidéos et mini-WBTs) qui en illustrent les contenus. Les renvois aux médias électroniques se cachent derrière des codes QR, qui sont des codes-barres en deux dimensions formés d'un ensemble de petits carrés noirs sur fond blanc. Vous pouvez scanner ces codes avec une tablette ou un smartphone pour obtenir une adresse Internet. Une connexion à Internet est nécessaire.

Veuillez installer sur votre appareil mobile un scanner QR approprié, choisi dans les App Stores publics d'Apple® ou de Google®. Pour certains médias, d'autres lecteurs peuvent être éventuellement requis.

Sur les PC et notebooks, il est possible de cliquer sur les e-médias dans la version PDF du programme autodidactique et de les appeler en ligne — après connexion à GTO.

Tous les e-médias sont gérés sur la plateforme didactique Group Training Online (GTO). Vous requérez pour GTO un compte utilisateur et devez, après avoir scanné le code QR et avant le premier appel de média, vous connecter à GTO. Sur les iPhone, iPad et sur un grand nombre d'appareils Android, vous pouvez mémoriser vos données d'accès dans le navigateur du mobile. Cela facilite la connexion suivante. Protégez votre mobile d'une utilisation illicite par un code PIN.

N'oubliez pas qu'une utilisation des médias électroniques via les réseaux de téléphonie sans fil peut engendrer des coûts importants, notamment dans le cas de l'itinérance des données à l'étranger. Vous en êtes personnellement responsable. L'idéal est l'utilisation Wi-Fi.

Apple® est une marque déposée d'Apple® Inc.
Google® est une marque déposée de Google® Inc.

Notes

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 12/15

Printed in Germany
A15.5S01.32.40