

Service Training



## Programme autodidactique 322

# Le moteur FSI de 2,0l à 4 soupapes par cylindre

Conception et fonctionnement



Le moteur de 2,0 l est issu de la série 827/113, dont les preuves ne sont plus à faire.

La technologie des moteurs FSI (Fuel Stratified Injection) - ou moteurs à injection à charge stratifiée - a ouvert de nouveaux horizons au moteur à essence de 2,0l. Ces moteurs sont en effet plus économiques, moins polluants et plus nerveux que les moteurs à injection indirecte. Ils répondent de manière optimale aux exigences actuelles en matière de faible consommation, de bilan environnemental amélioré et de plaisir de conduite accru.

C'est ce qu'a prouvé dès la fin de l'année 2000 le précurseur de cette nouvelle génération de moteurs à essence, le moteur Volkswagen FSI de 1,4 litre, développant 77 kW, dont a été dotée la Lupo. Il a été suivi du moteur FSI de 1,6 litre/81 kW et du moteur FSI de 1,4 litre/63 kW équipant la Polo.

Ce programme autodidactique se propose de vous familiariser avec les nouveautés techniques de ce moteur.



S322\_015

**NOUVEAU**



**Attention  
Nota**



**Le Programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement de nouveaux développements. Il n'est pas remis à jour.**

Pour les instructions de contrôle, de réglage et de réparation actuelles, prière de vous reporter aux ouvrages SAV correspondants.



<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>Mécanique moteur</b> .....	<b>6</b>
<b>Gestion du moteur.</b> .....	<b>10</b>
<b>Schéma fonctionnel.</b> .....	<b>18</b>
<b>Service</b> .....	<b>20</b>
<b>Contrôle des connaissances</b> .....	<b>22</b>



# Introduction



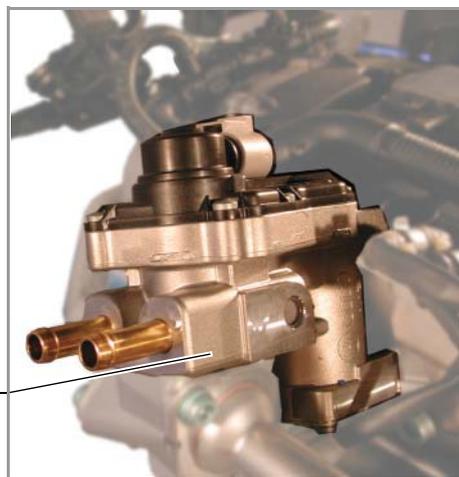
## Description du moteur

Sur la base de la plateforme Volkswagen Audi, le moteur FSI de 2,0l a été mis en oeuvre pour la première fois en montage longitudinal sur l'Audi A4 portant les lettres-repères AWA. En février 2003, un moteur FSI de 2,0l, identique à celui de Volkswagen, a été monté transversalement sur l'Audi A3 (lettres-repères du moteur AXW).

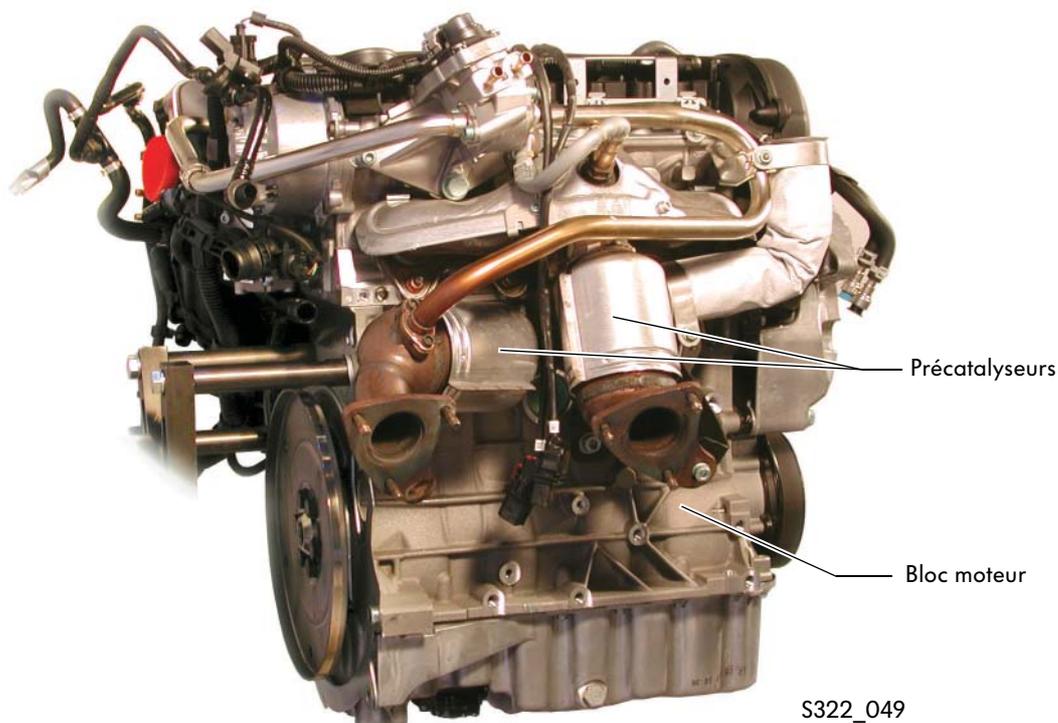
En vue de mieux répondre aux exigences de performances et d'économie du moteur, les composants suivants ont fait l'objet d'un perfectionnement :

- bloc-moteur en aluminium avec chemises en fonte grise,
- soupape de recyclage des gaz d'échappement (soupape EGR) refroidie par eau,
- système d'échappement avec deux précatalyseurs à proximité du moteur.

Soupape de recyclage  
des gaz d'échappement



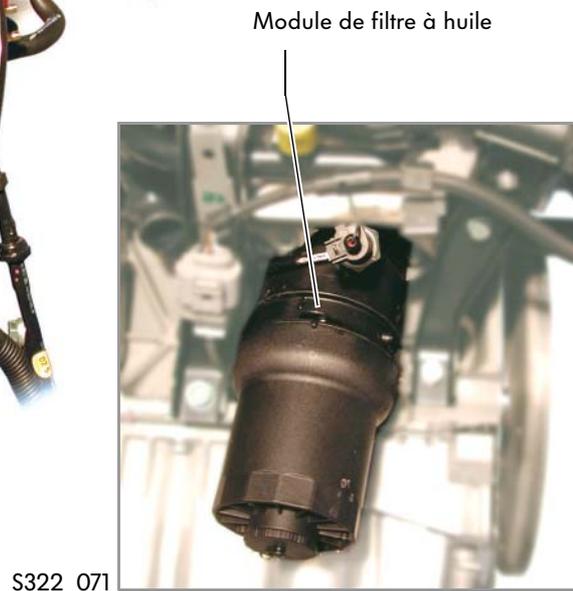
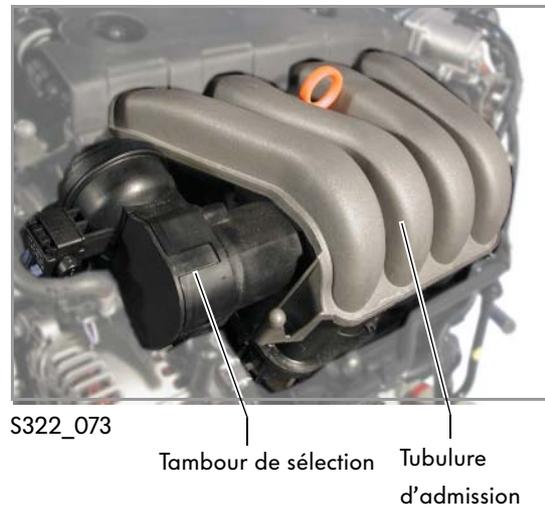
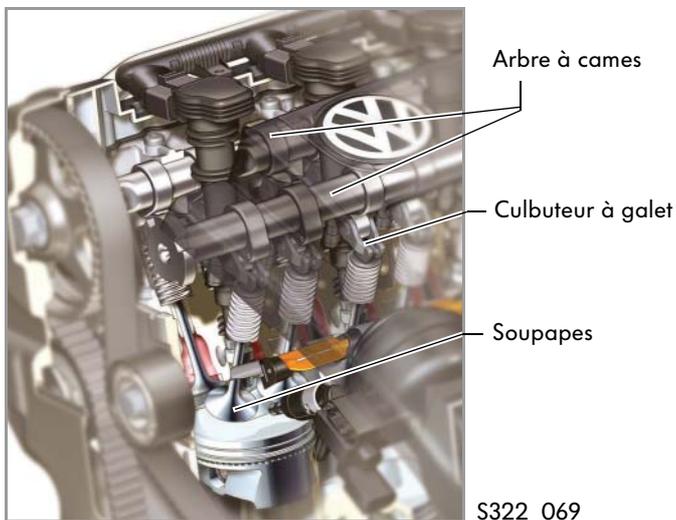
S322\_051



S322\_049



- une tubulure d'admission avec tambour de sélection pour la commutation canal de couple/de puissance,
- un nouveau module de filtre à huile,
- la gestion du moteur Bosch Motronic MED 9.5.10,
- quatre soupapes par cylindre, actionnées par des culbuteurs à galet avec éléments hydrauliques verticaux
- culasse aluminium avec deux arbres à cames en tête et variation continue du calage de l'arbre à cames d'admission,
- injection directe d'essence avec pompe haute pression asservie aux besoins



# Mécanique moteur

## Moteur FSI de 2,0 l/110 kW à quatre soupapes par cylindre

Le moteur FSI de 2,0 l/110 kW a fait son apparition en février 2003 sur l'Audi A3. Chez Volkswagen, ce moteur est proposé sur le Touran depuis octobre 2003. Sa mise en oeuvre sur la Golf est prévue début 2004.

### Particularités techniques

- Pompe haute pression monopiston
- Tubulure d'admission à longueur variable en matière plastique
- Élément inférieur de la tubulure d'admission avec volets de mouvement de charge/de tubulure d'admission réglables en continu
- Soupape de recyclage des gaz refroidie par eau
- Culbuteurs à galet avec appui hydraulique
- Deux arbre à cames en tête avec variation continue de l'arbre à cames d'admission
- Engrenage à arbre d'équilibrage dans le carter d'huile
- Combustion à guidage d'air

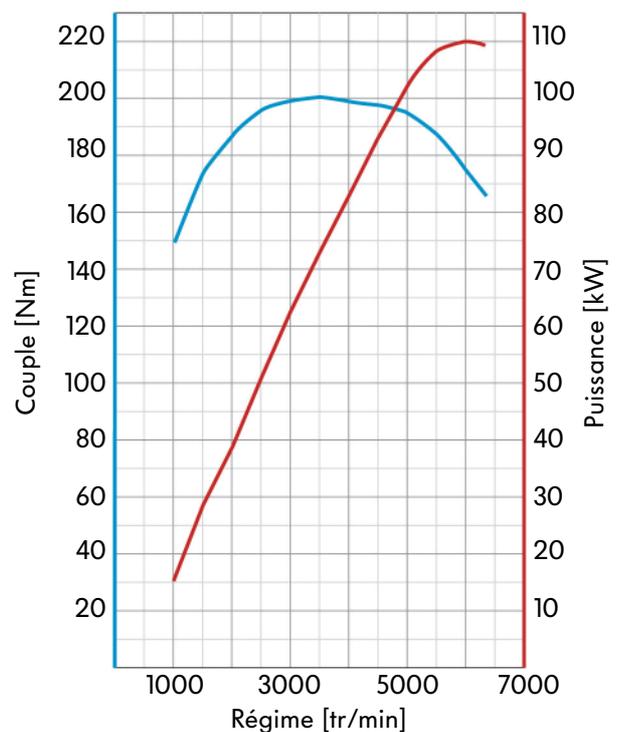


S322\_011

### Caractéristiques techniques

Lettres-repères moteur	AXW
Type	Moteur à 4 cylindres en ligne
Cylindrée [mm <sup>3</sup> ]	1984
Alésage [mm]	82,5
Course [mm]	92,8
Soupapes par cylindre	4
Taux de compression	11,5:1
Puissance max.	110 kW à 6000 tr/min
Couple max.	200 Nm à 3500 tr/min
Gestion du moteur	Bosch Motronic MED 9.5.10
Carburant	Supercarburant sans plomb RON 98 (super sans plomb RON 95 avec légère perte de puissance)
Post-traitement des gaz d'échappement	Catalyseur à stockage/déstockage de NO <sub>x</sub> et 2 pré-catalyseurs
Norme antipollution	EU 4

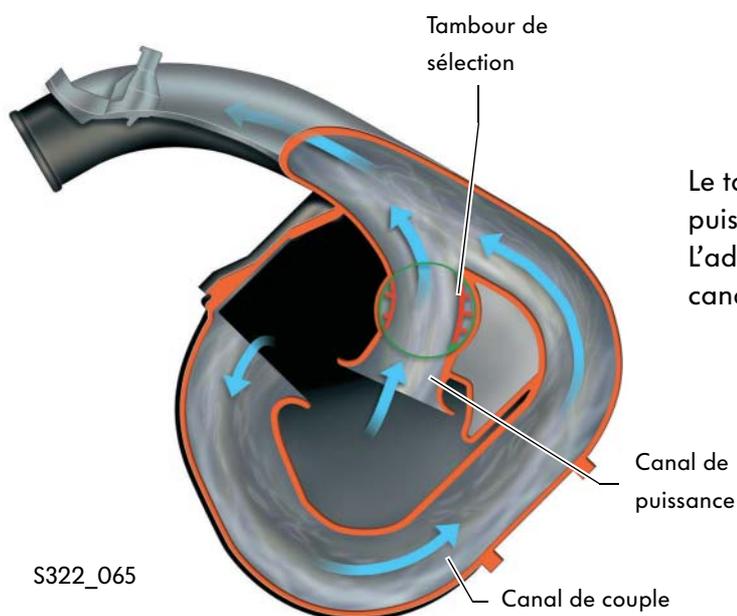
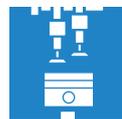
### Diagramme de couple et de puissance



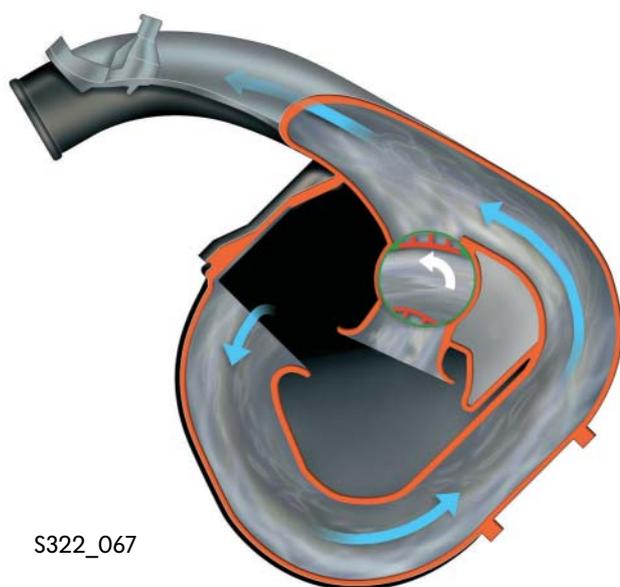
S322\_012

## Tubulure d'admission avec tambour de sélection

La tubulure d'admission à double circuit de longueur variable exerce une influence favorable sur la caractéristique de puissance et de couple souhaitée. La commande pneumatique du passage du tambour de sélection de la position couple à la position puissance est pilotée par cartographie. Charge, régime et température sont les grandeurs entrant en ligne de compte.



Le tambour de sélection est en position puissance.  
L'admission d'air du moteur s'effectue via le canal de puissance et le canal de couple.



Le tambour de sélection est en position de couple. L'admission du moteur n'a lieu que via le canal de couple.

# Mécanique moteur

## Elément inférieur de tubulure d'admission

L'élément inférieur de tubulure d'admission renferme quatre volets de tubulure d'admission, pilotés par le servomoteur V157 via un arbre commun. Le potentiomètre G336 intégré dans le servomoteur sert à la signalisation de confirmation de la position des volets au calculateur du moteur J220.

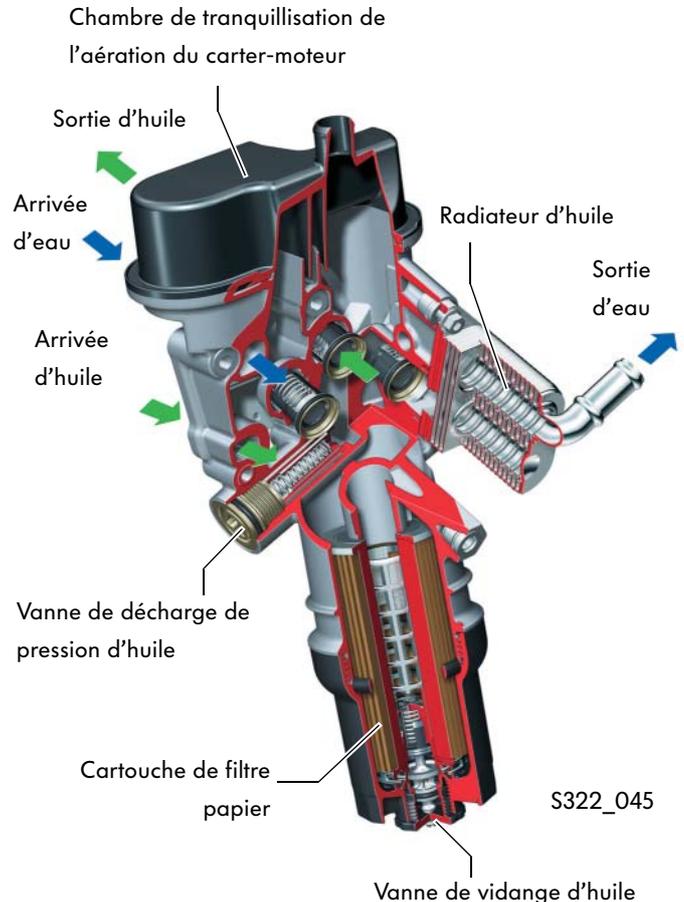


S322\_061

## Module de filtre à huile

Le module de filtre à huile nouvellement mis au point est une unité en matière plastique à haut niveau d'intégration, renfermant entre autres les unités suivantes :

- vanne de décharge de pression d'huile
- filtre à huile en exécution cartouche papier
- radiateur d'huile refroidi par eau intégré
- chambre de tranquillisation pour le décantage de l'huile de l'aération du carter moteur



S322\_045

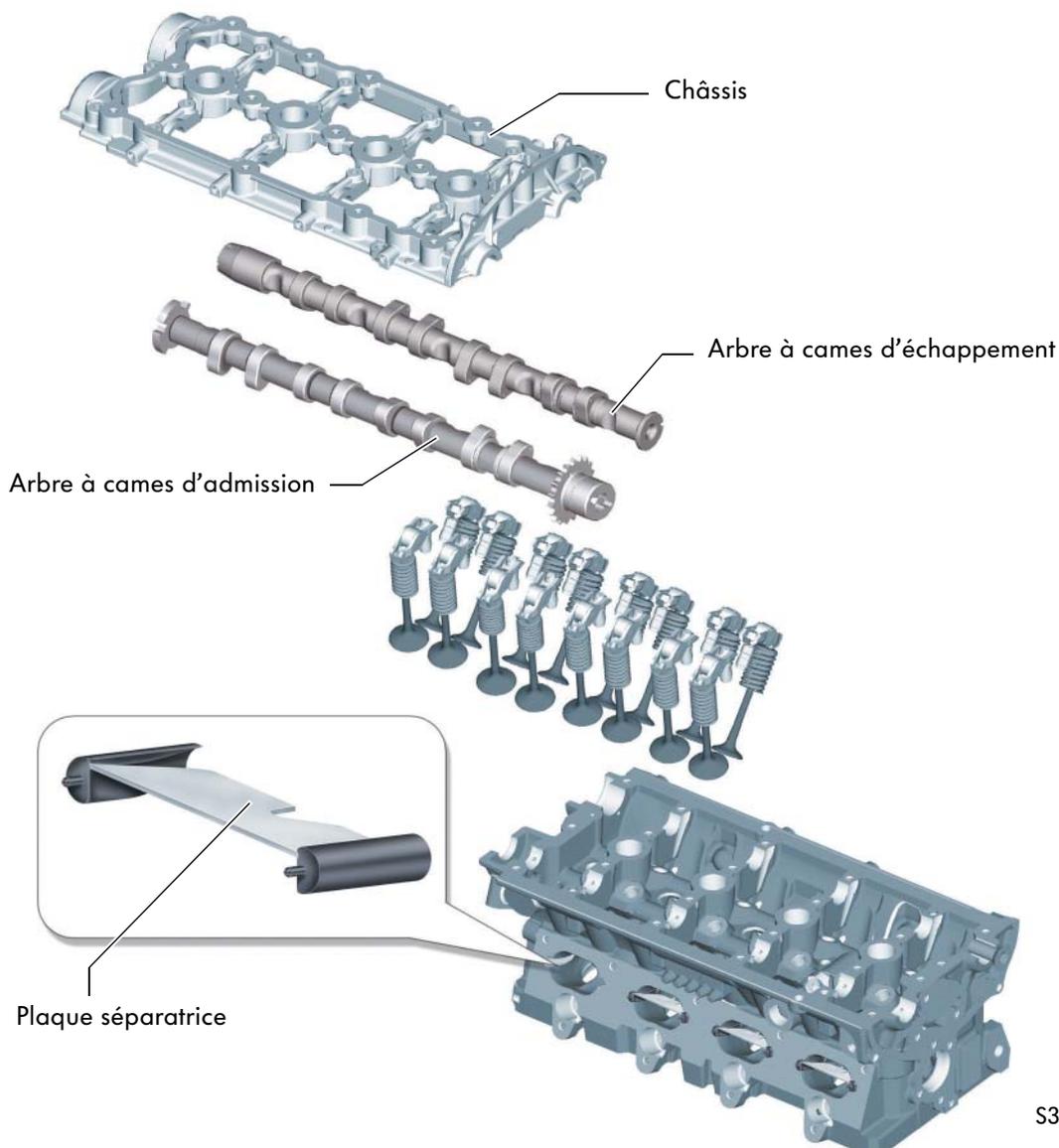
## Culasse

La culasse du moteur FSI de 2,0 l à 4 soupapes par cylindre est réalisée en aluminium.

La distribution est assurée par deux arbres à cames en tête montés dans un châssis classique et protégés contre la torsion.

L'entraînement de l'arbre à cames d'échappement est assuré par une courroie crantée. L'arbre à cames d'admission est entraîné via l'arbre à cames d'échappement par une chaîne simple.

Chaque conduit d'admission est subdivisé par une plaque séparatrice en une moitié supérieure et une moitié inférieure. Leur forme n'autorise un montage que dans la position correcte.

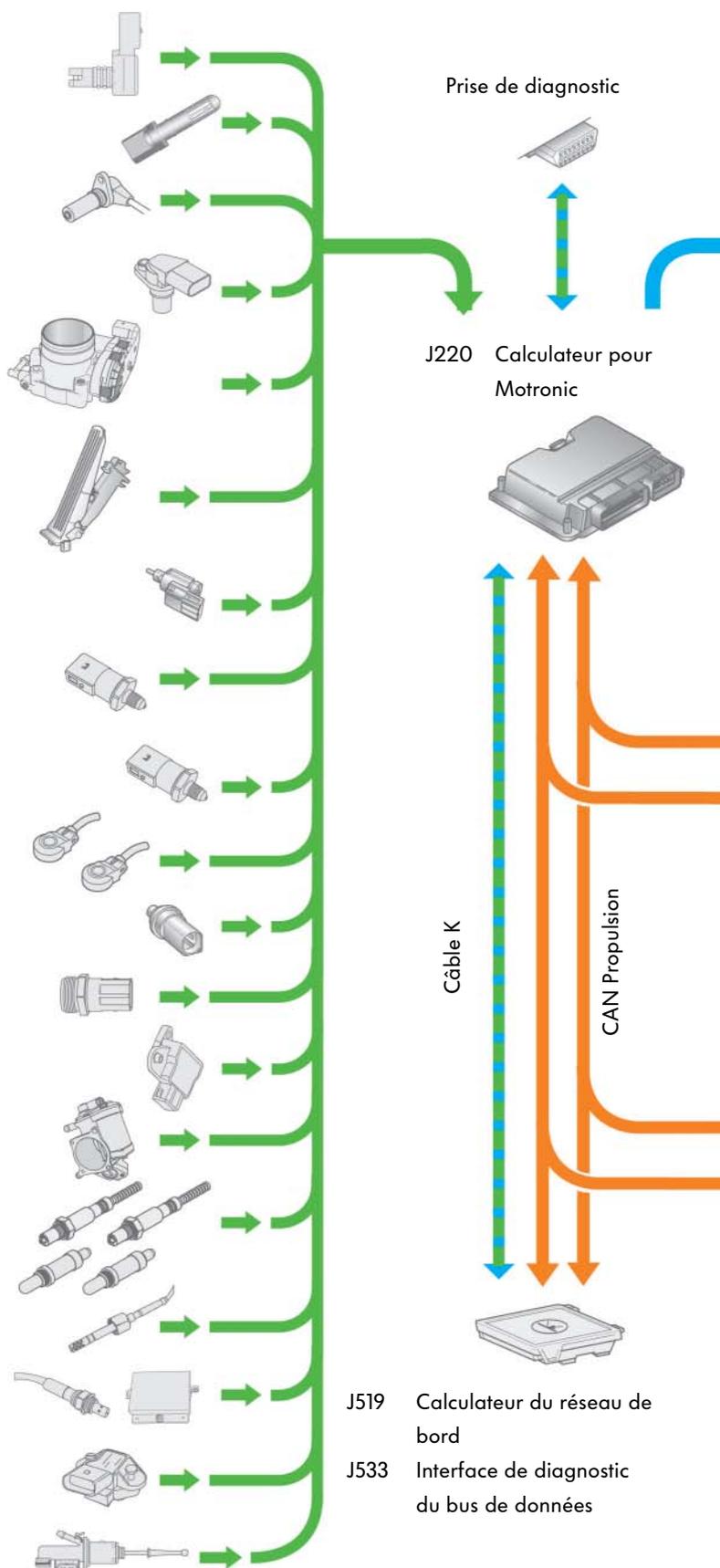


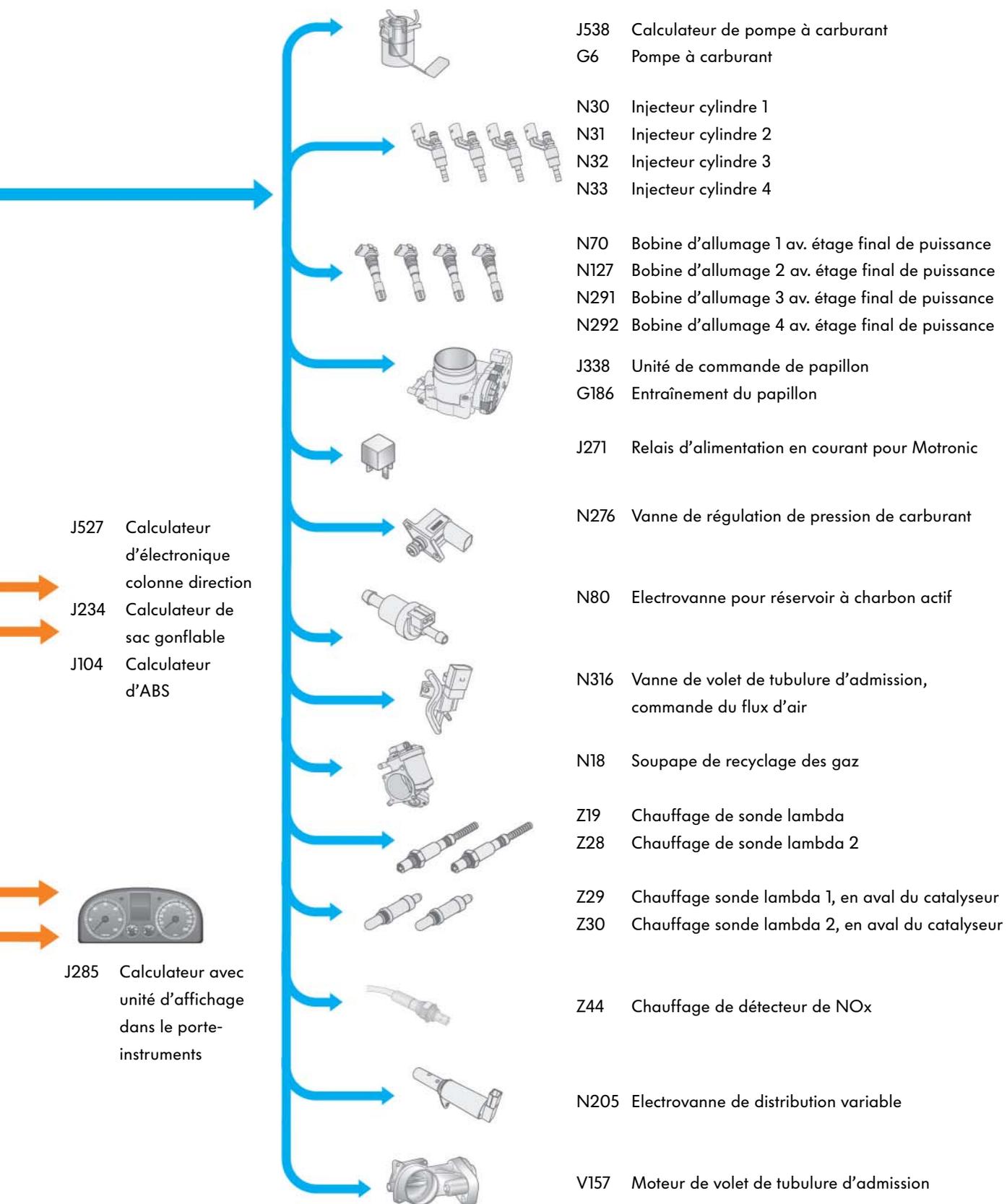
S322\_059

# Gestion du moteur

## Synoptique du système

- G71 Transm. de pression de tubulure d'admission
- G42 Transmetteur de température de l'air d'admission
- G299 Transmetteur 2 de température d'air d'admission
- G28 Transmetteur de régime-moteur
- G40 Transmetteur de Hall
- J338 Unité de commande de papillon
- G187 Transm. d'angle 1 de l'entraînement du papillon
- G188 Transm. d'angle 2 de l'entraînement du papillon
- G79 Transmetteur de position de l'accélérateur
- G185 Transmetteur -2- de position de l'accélérateur
- F Contacteur de feux stop
- F47 Cont. de pédale de frein p. régulateur de vitesse
- G247 Transm. de pression du carburant, haute pression
- G410 Transmetteur de pression du carburant, basse pr.
- G61 Détecteur de cliquetis
- G66 Détecteur de cliquetis -2-
- G62 Transm. de temp. de liquide de refroidissement
- G83 Transmetteur de température de liquide de refroidissement en sortie de radiateur
- G336 Potentiomètre de volet de tubulure d'admission
- G212 Potentiomètre de recyclage des gaz
- G39 Sonde lambda
- G108 Sonde lambda II
- G130 Sonde lambda en aval du catalyseur
- G131 Sonde lambda II en aval du catalyseur
- G235 Transm. de température des gaz d'échappement
- G295 Transmetteur de NOx
- J583 Calculateur de transmetteur de NOx
- G294 Capteur de pression du servofrein
- G476 Transmetteur de position de l'embrayage





# Gestion du moteur

## Echappement

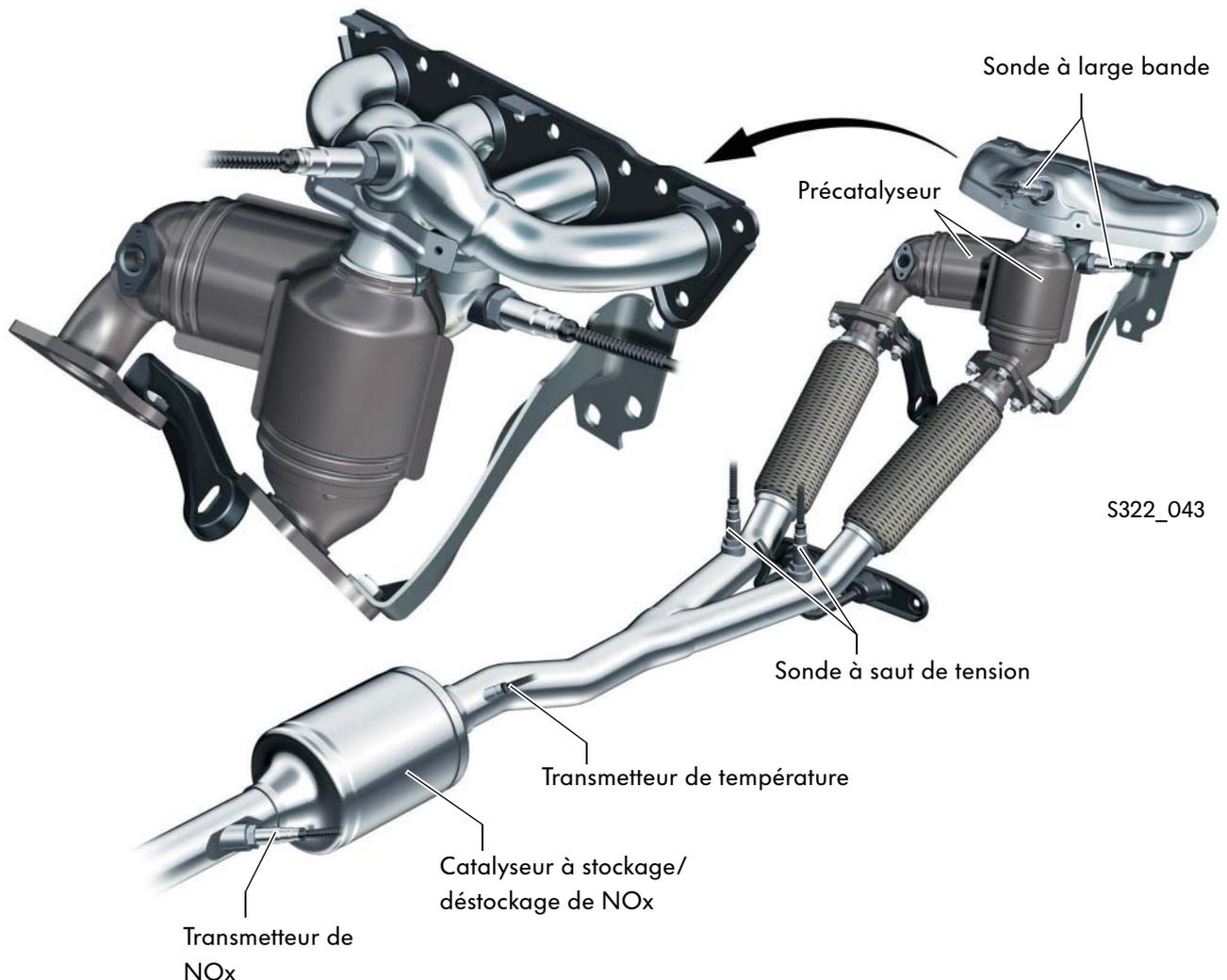
L'échappement est à double flux dans la zone avant en vue d'augmenter le couple dans la plage des bas régimes. Chacune des deux branches de l'échappement est équipée d'un pré catalyseur.

Les pré catalyseurs sont solidaires du collecteur d'échappement considéré.

Deux sondes à large bande, jouant le rôle de sondes de pré catalyseur, surveillent la composition du mélange. En aval des pré catalyseurs se trouvent deux sondes à saut de tension (sondes lambda planaires). Elles surveillent le fonctionnement des pré catalyseurs.

Les deux branches de l'échappement sont ensuite réunies au niveau du catalyseur à stockage/déstockage de NOx.

Le catalyseur à stockage/déstockage assurant en mode pauvre le stockage intermédiaire des oxydes d'azote (NOx), le transmetteur de NOx surveille alors le taux de saturation et déclenche la régénération du catalyseur à stockage/déstockage.



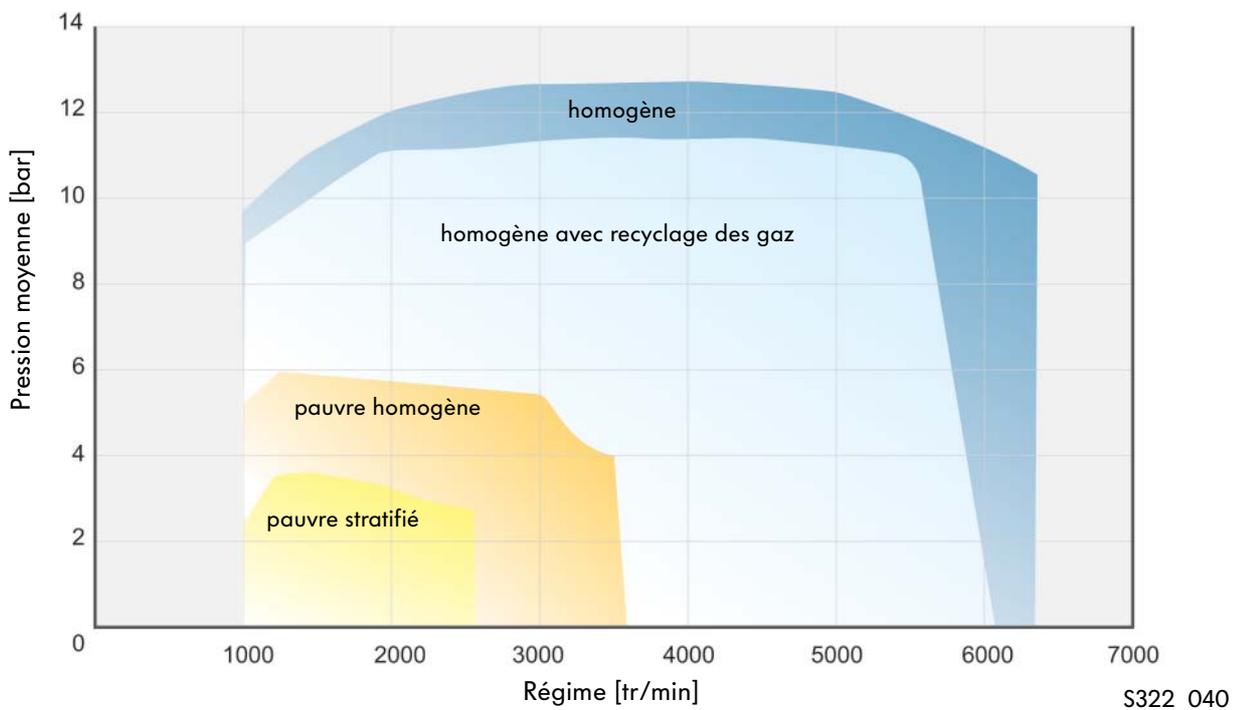
## Modes de fonctionnement

Le mode de combustion à guidage d'air autorise le mode homogène et le mode à charge stratifié.

L'électronique du moteur sélectionne toujours le mode optimal en fonction de l'état de charge et de la position de l'accélérateur.

Il existe quatre modes de fonctionnement principaux :

- pauvre stratifié
- avec recyclage des gaz (EGR)
- pauvre homogène sans EGR
- homogène avec  $\lambda = 1$  et EGR
- homogène avec  $\lambda = 1$  sans EGR



Pour un complément d'information, prière de consulter le Programme autodidactique 253 «L'injection directe d'essence avec Bosch Motronic MED 7».

# Gestion du moteur

## Mode charge stratifiée

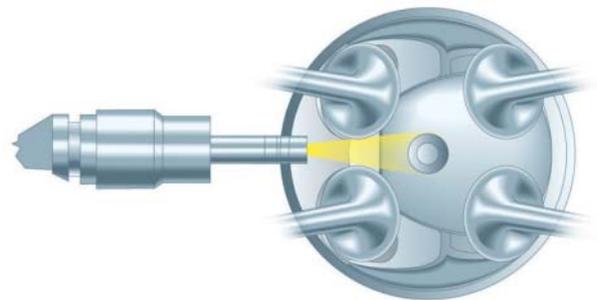
Pour que le mode charge stratifiée soit possible, il faut que l'injection, la géométrie de la chambre de combustion et l'écoulement interne dans le cylindre soit parfaitement harmonisés.

Les conditions suivantes doivent également être réalisées :

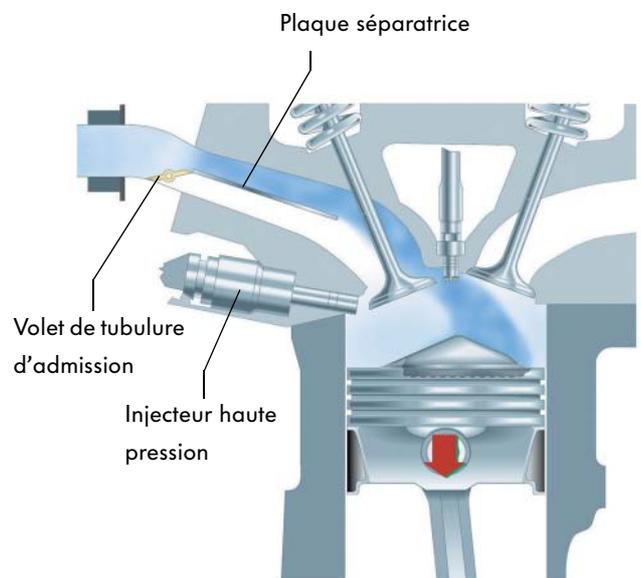
- le moteur se trouve dans la plage de charge et de régime considérée,
- aucun défaut lié à l'échappement n'a été détecté dans le système,
- la température du liquide de refroidissement doit être supérieure à 50 °C,
- la température du catalyseur de stockage des NOx doit se situer entre 250 °C et 500 °C,
- le volet de tubulure d'admission doit être fermé.

Le volet de tubulure d'admission ferme, en fonction de la cartographie, le conduit d'admission inférieur. L'excédent de masse d'air admis doit s'écouler par le conduit d'admission supérieur et provoque un mouvement de charge tourbillonnaire dans le cylindre.

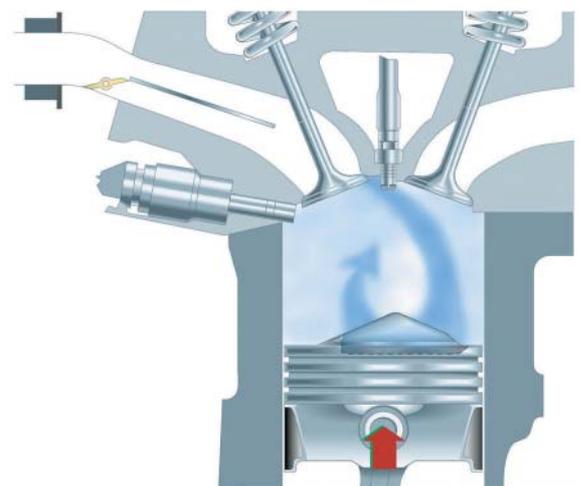
Le flux d'air tourbillonnaire (effet «tumble») est renforcé dans le cylindre par la cavité de refoulement du piston et le mouvement ascendant du piston.



S322\_021

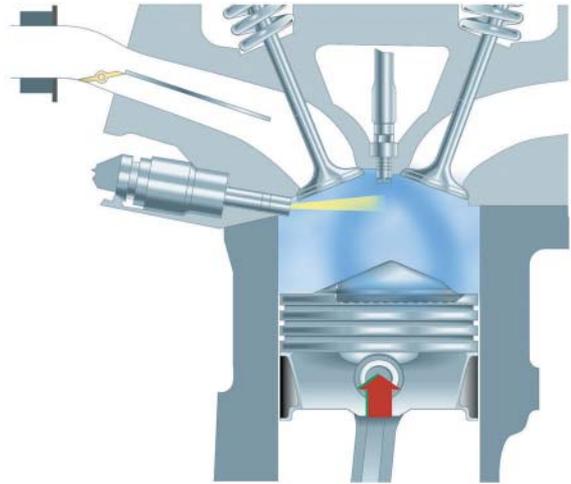


S322\_023



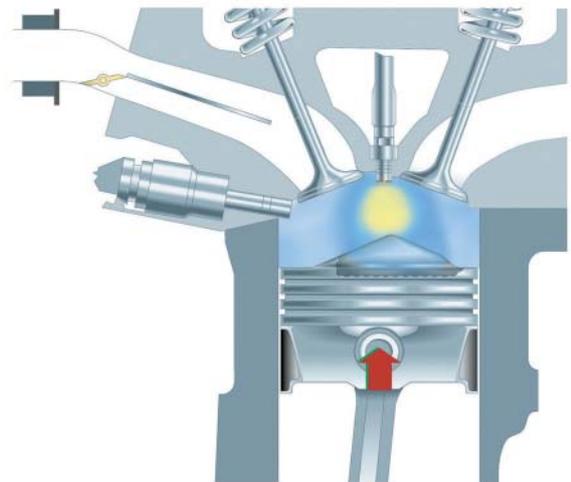
S322\_025

Durant le temps de compression, l'injection de carburant a lieu juste avant le point d'allumage. Le carburant est injecté sous haute pression (40-110 bar) dans le flux d'air qui transporte alors le mélange inflammable à la bougie.



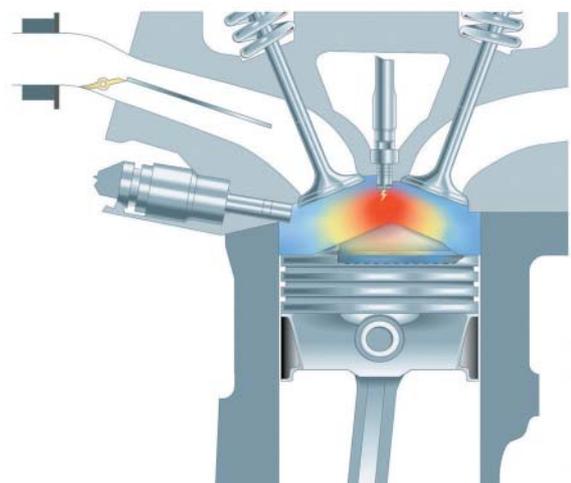
S322\_027

Etant donné que l'angle d'injection est très plat, le nuage de carburant n'entre pratiquement pas en contact avec la tête de piston. On parle alors de procédé «à guidage d'air».



S322\_029

Durant la combustion, il y a une couche d'air isolante entre le mélange en phase d'inflammation et la paroi du cylindre. Cela provoque une réduction de la déperdition de chaleur via le bloc moteur et donc une amélioration du rendement.



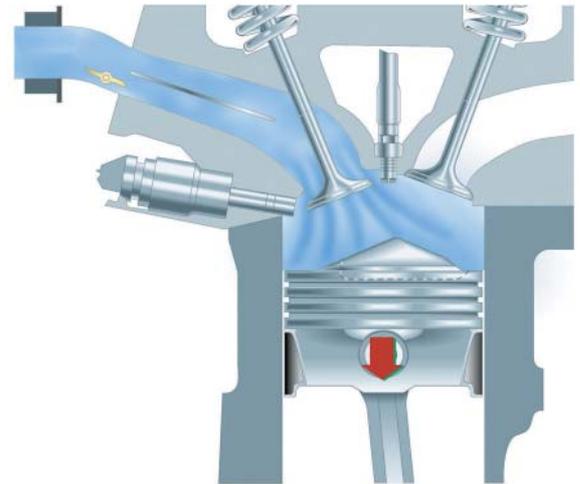
S322\_031



# Gestion du moteur

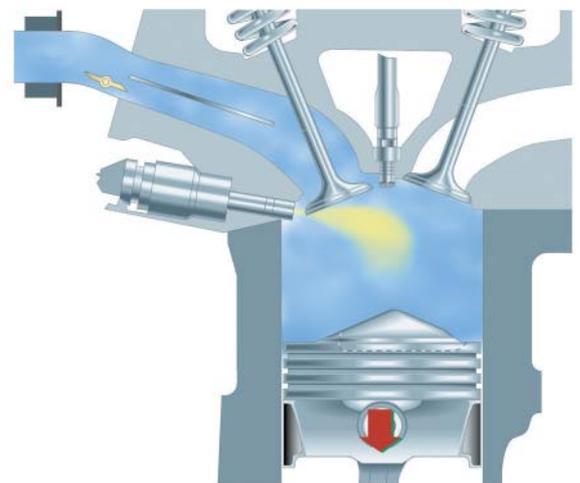
## Mode homogène

En mode homogène, le volet de tubulure d'admission est amené par la cartographie en position intermédiaire. Un flux d'air optimal en vue de l'obtention d'une faible consommation de carburant et d'une réduction de la pollution est généré dans la chambre de combustion.



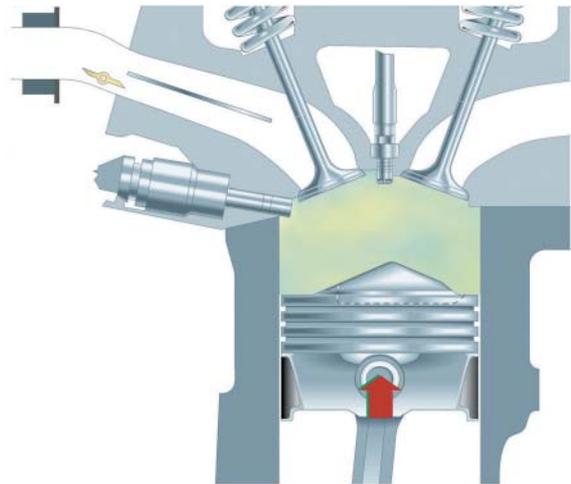
S322\_033

En mode homogène, le carburant est injecté durant le temps d'admission et non pas, comme en mode à charge stratifiée, durant la phase de compression.



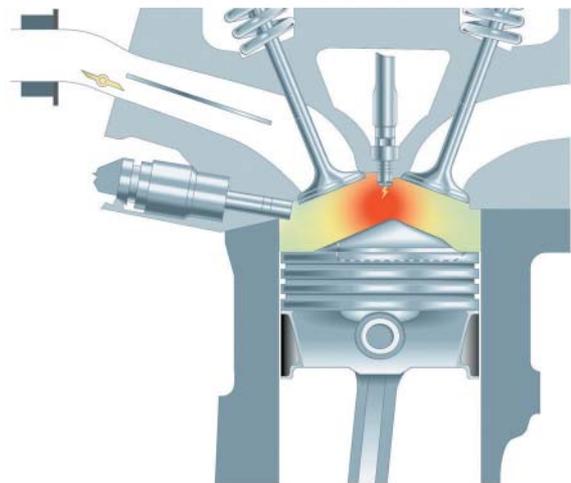
S322\_035

Du fait de l'injection du carburant durant le temps d'admission, le mélange air-carburant a plus de temps pour se mélanger de manière optimale avant que l'inflammation n'ait lieu.



S322\_037

La combustion a lieu dans toute la chambre de combustion sans masses d'air et de gaz d'échappement recyclés isolantes.

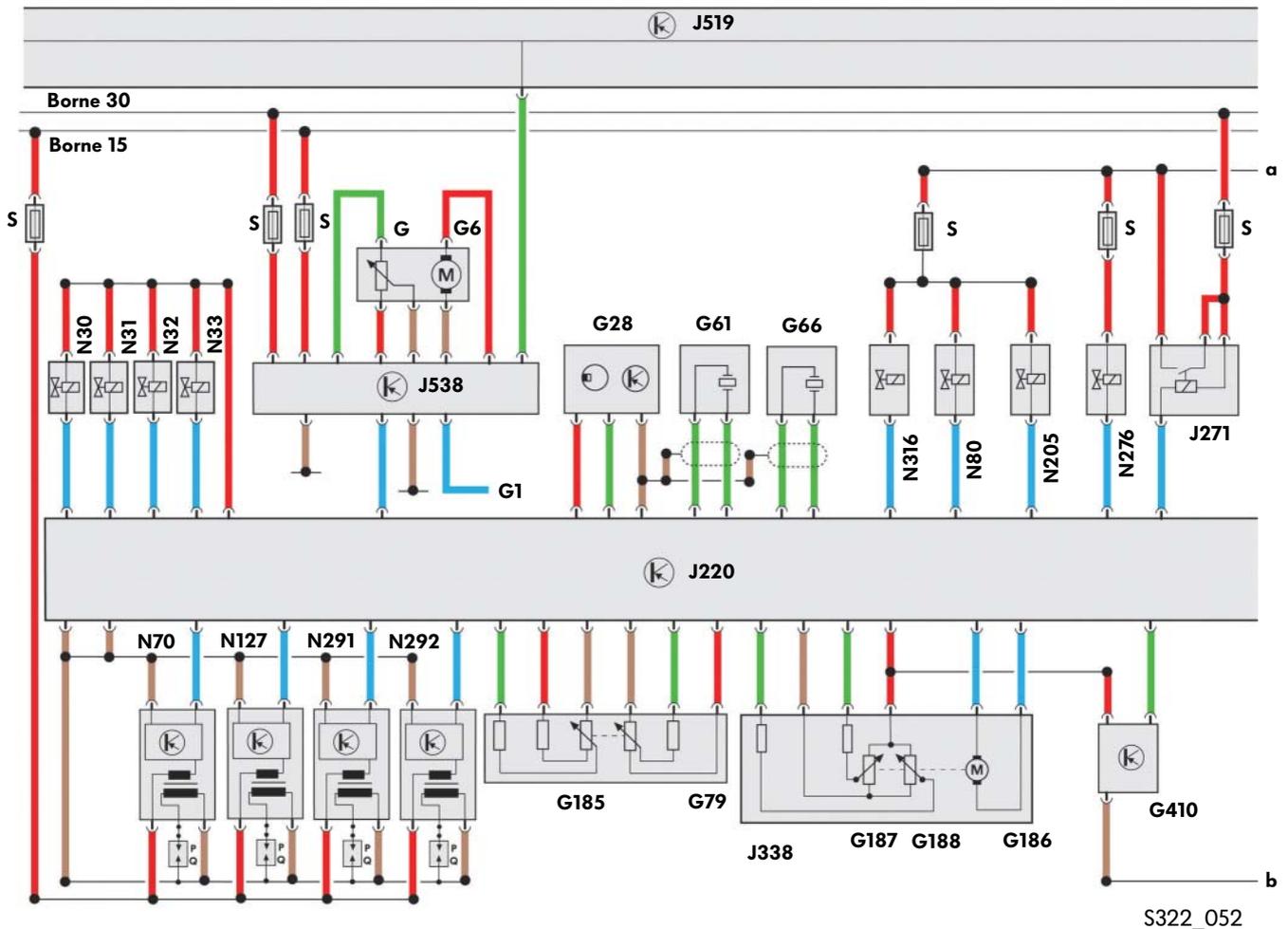


S322\_039

Les avantages du mode homogène tiennent à une injection directe dans le temps d'admission. Une partie de la chaleur de la masse d'air d'admission est éliminée par l'évaporation du carburant. Le refroidissement intérieur provoque une réduction de la tendance au cliquetis, si bien que la compression du moteur peut être augmentée et le rendement amélioré.



# Schéma fonctionnel

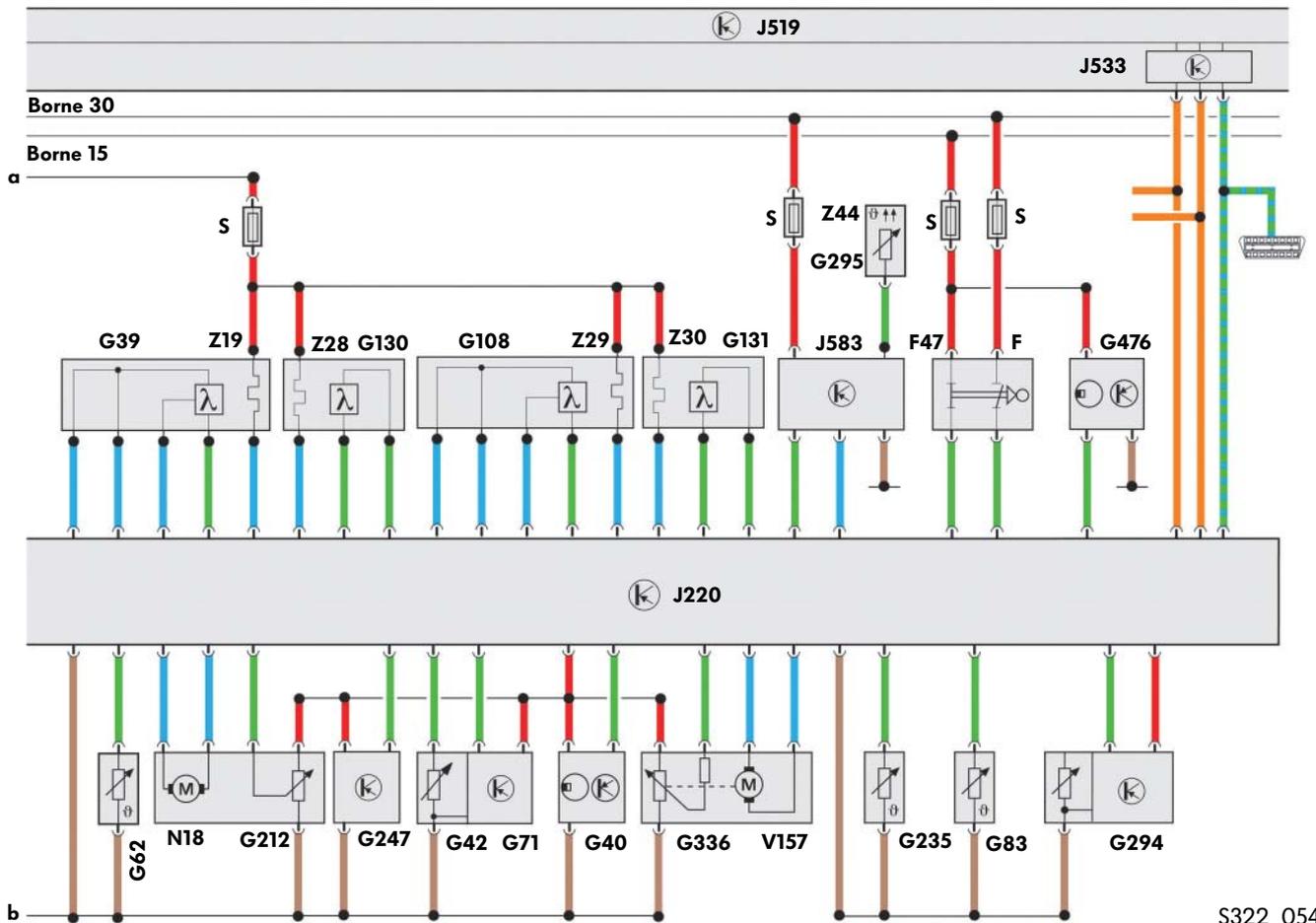


S322\_052

- |      |  |      |   |
|------|--|------|---|
| F    | Contacteur de feux stop  | G130 | Sonde lambda en aval du catalyseur                    |
| F47  | Contacteur de pédale de frein pour régulateur de vitesse                         | G131 | Sonde lambda II en aval du catalyseur                 |
| G    | Transmetteur d'indicateur de niveau de carburant                                 | G185 | Transmetteur -2- de position de l'accélérateur        |
| G1   | Indicateur de niveau de carburant  | G186 | Entraînement du papillon                              |
| G6   | Pompe à carburant  | G187 | Transmetteur d'angle 1/entraînement du papillon       |
| G28  | Transmetteur de régime-moteur  | G188 | Transmetteur d'angle 2/entraînement du papillon       |
| G39  | Sonde lambda   | G212 | Potentiomètre de recyclage des gaz                    |
| G40  | Transmetteur de Hall   | G235 | Transmetteur de température des gaz d'échappement     |
| G42  | Transmetteur de température de l'air d'admission                                 | G247 | Transmetteur de pression du carburant, haute pression |
| G61  | Détecteur de cliquetis   |      |   |
| G62  | Transmetteur de température de liquide de refroidissement                        |      |   |
| G66  | Détecteur de cliquetis -2-   |      |   |
| G71  | Transmetteur de pression de tubulure d'admission                                 |      |   |
| G79  | Transmetteur de position de l'accélérateur                                       |      |   |
| G83  | Transmetteur de température de liquide de refroidissement en sortie de radiateur |      |   |
| G108 | Sonde lambda II  |      |   |

## Codage couleur/Légende

- = Signal d'entrée
- = Signal de sortie
- = Positif
- = Masse
- = Bus de données CAN

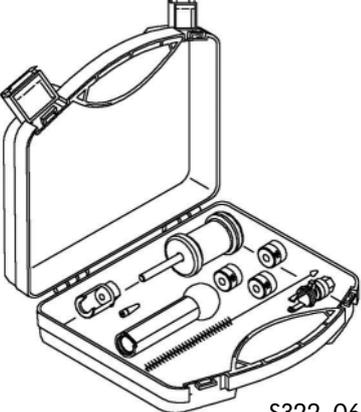
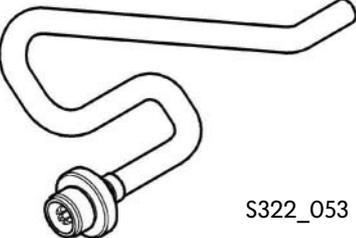
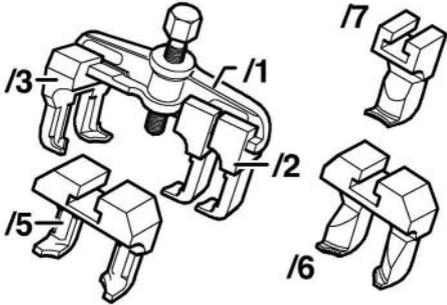


S322\_054

- |      |   |      |  |
|------|---|------|--|
| G294 | Capteur de pression du servofrein                     | N70  | Bobine d'allumage 1 av. étage final de puissance               |
| G295 | Transmetteur de NOx                                   | N80  | Electrovanne pour réservoir à charbon actif                    |
| G299 | Transmetteur 2 de température d'air d'admission       | N127 | Bobine d'allumage 2 av. étage final de puissance               |
| G336 | Potentiomètre de volet de tubulure d'admission        | N205 | Electrovanne de distribution variable                          |
| G410 | Transmetteur de pression du carburant, basse pression | N291 | Bobine d'allumage 3 av. étage final de puissance               |
| G476 | Transmetteur de position de l'embrayage               | N292 | Bobine d'allumage 4 av. étage final de puissance               |
| J271 | Relais d'alimentation en courant pour Motronic        | N276 | Vanne de régulation de pression de carburant                   |
| J338 | Unité de commande de papillon                         | N316 | Vanne de volet de tubulure d'admission, commande du flux d'air |
| J519 | Calculateur du réseau de bord                         | V157 | Moteur de volet de tubulure d'admission                        |
| J533 | Interface de diagnostic du bus de données             | Z19  | Chauffage de sonde lambda                                      |
| J538 | Calculateur de pompe à carburant                      | Z28  | Chauffage de sonde lambda 2                                    |
| J583 | Calculateur de transmetteur de NOx                    | Z29  | Chauffage de sonde lambda 1, en aval catalyseur                |
| N18  | Soupage de recyclage des gaz                          | Z30  | Chauffage de sonde lambda 2, en aval catalyseur                |
| N30  | Injecteur cylindre 1                                  | Z44  | Chauffage de détecteur de NOx                                  |
| N31  | Injecteur cylindre 2                                  |      |  |
| N32  | Injecteur cylindre 3                                  |      |  |
| N33  | Injecteur cylindre 4                                  |      |  |



## Nouveaux outils spéciaux

Désignation	Outil	Utilisation
T10133 Outillage spécial FSI	 <p>S322_063</p>	Outils spéciaux nécessaires à la réparation des moteurs FSI. Ils sont également utilisés dans le cas du moteur FSI de 2,0l.
T40057 Adaptateur de vidange d'huile	 <p>S322_053</p>	Pour vidanger l'huile-moteur du carter de filtre à huile
T40001 Extracteur	 <p>S322_055</p>	Pour l'extraction du pignon d'arbre à cames
T40001/6 Griffes pour extracteur		
T40001/7 Griffes pour extracteur		





# Contrôle des connaissances

1. L'électronique moteur sélectionne toujours le mode optimal en fonction de l'état de charge et de la position de l'accélérateur. Quels sont les 4 modes principaux dans le cas du moteur FSI de 2,0l ?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_

2. On parle, dans le cas de l'injection à charge stratifiée, d'un mode «à guidage d'air». Qu'entend-on par là ?

- a) Le carburant est injecté en direction de la tête de piston. Le nuage de carburant est alors acheminé avec le flux d'air tourbillonnaire à la bougie d'allumage.
- b) Le carburant est injecté selon un angle plat dans le flux tourbillonnaire (effet «tumble») et acheminé à la bougie d'allumage.
- c) Le carburant directement injecté durant le temps d'admission s'évapore dans le cylindre et prélève une partie de la chaleur de la masse d'air d'admission.

3. En quel point du système d'échappement se trouve le transmetteur de NOx ?

- a) en amont du catalyseur à stockage/déstockage de NOx.
- b) en amont des sondes à saut de tension.
- c) en aval du catalyseur à stockage/déstockage de NOx.
- c) en amont des pré-catalyseurs.

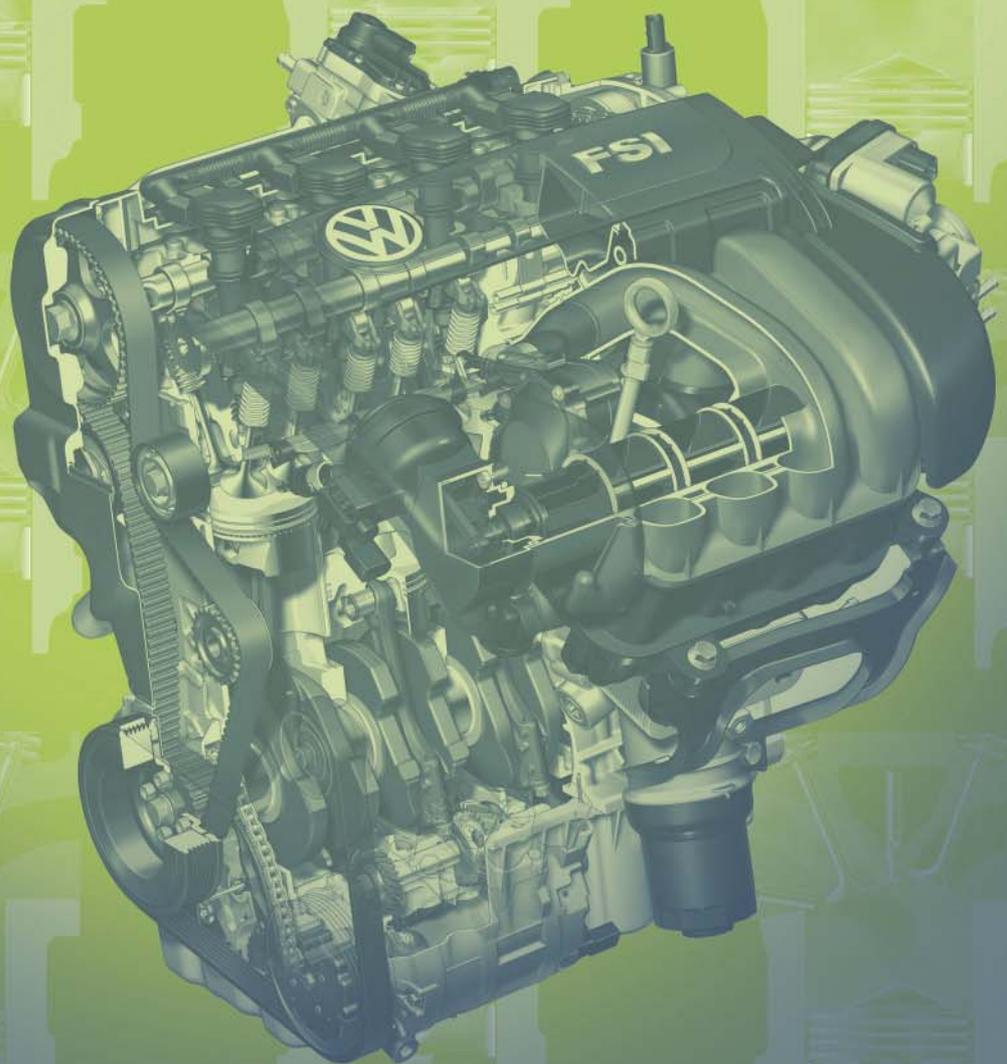


3.) c

2.) b

- 1.) a) Pauvre stratifié avec recyclage des gaz d'échappement (EGR)
- b) Pauvre homogène sans EGR
- c) Homogène avec  $\lambda = 1$  et EGR
- d) Homogène avec  $\lambda = 1$  sans EGR

### Solutions



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg, VK-36 Service Training  
Sous réserve de tous droits et modifications techniques  
000.2811.43.40 Définition technique 10/03

♻️ Ce papier a été produit à partir de  
pâte blanchie sans chlore.