

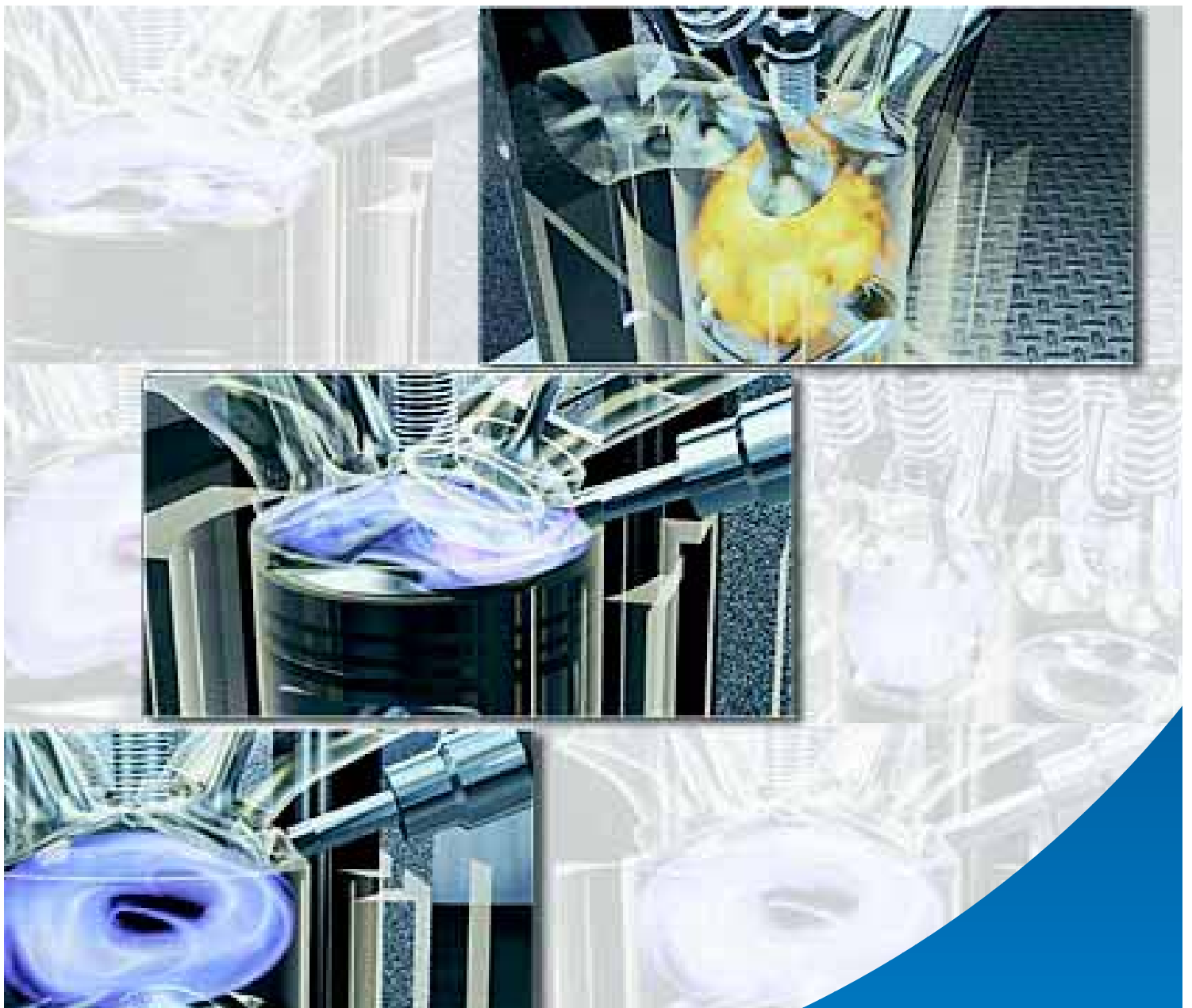
Service.



Programme autodidactique 253

L'injection directe d'essence avec le système Bosch Motronic MED 7

Conception et fonctionnement



Lors du développement des moteurs, l'objectif primordial est de réduire la consommation de carburant et donc les émissions de gaz d'échappement.

Les émissions d'hydrocarbures, d'oxydes d'azote et d'oxyde de carbone sont réduites à concurrence de 99 % par un catalyseur à trois voies.

Le gaz carbonique (CO₂) qui se forme lors de la combustion et qui est responsable de l'effet de serre, ne peut cependant être diminué que par l'abaissement de la consommation de carburant.

Cela n'est pratiquement pas possible sur des systèmes où la formation du mélange est extérieure (injection dans la tubulure d'admission).

C'est pourquoi sur la Lupo FSI et sur la Golf FSI, nous avons mis en oeuvre pour la première fois des moteurs à injection directe d'essence avec système Bosch Motronic MED 7.

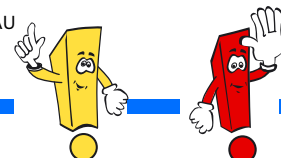
Cette technique permet de réaliser une économie de 15% par rapport à un moteur comparable à injection dans la tubulure d'admission.



253_135

Dans le présent programme autodidactique, nous vous montrons les composants de l'injection directe d'essence avec système Bosch Motronic MED 7 sur la Lupo FSI et la Golf FSI.

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, prière de vous reporter à la documentation technique SAV la plus récente !



Introduction4

Notions fondamentales 8



Gestion moteur16

Synoptique du système16

Appareil de commande moteur.....18

Système d'admission.....21

Système d'alimentation en carburant31

Système d'allumage 40

Système d'échappement.....41

Schéma fonctionnel..... 54

Autodiagnostic..... 56



Contrôle des connaissances58



Introduction



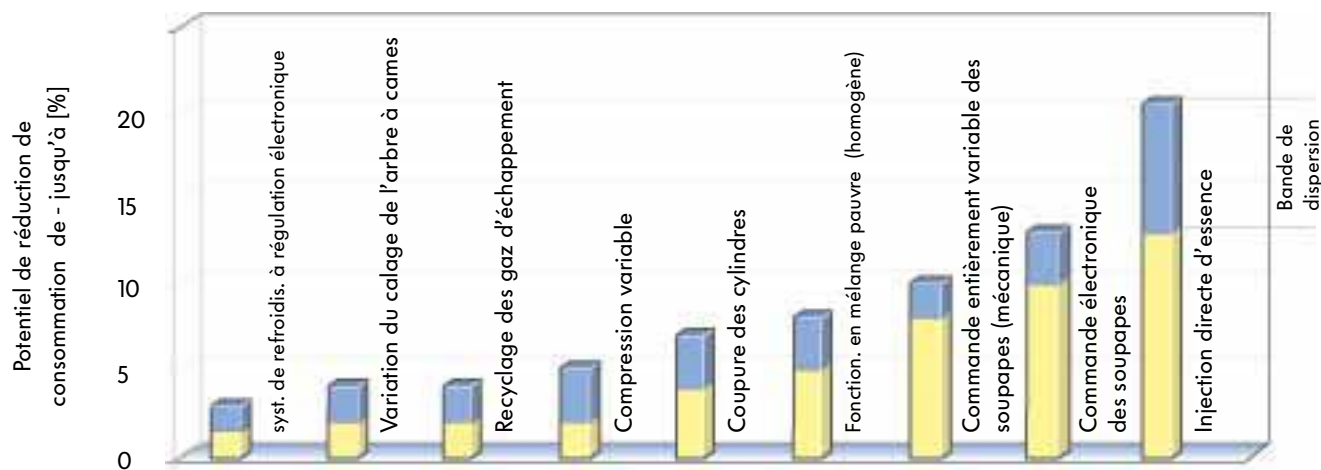
Pourquoi une injection directe d'essence ?

L'objectif primordial lors de la mise au point des moteurs est de maintenir la consommation de carburant et l'émission de gaz d'échappement à un niveau aussi faible que possible.

Il en résulte les avantages suivants :

- le coût d'utilisation du véhicule baisse grâce à cette moindre consommation de carburant et aux incitations fiscales réservées aux véhicules peu polluants,
- une moindre pollution de l'environnement par la réduction des rejets de polluants et
- la préservation des ressources naturelles.

Vous voyez dans le diagramme quelles sont les mesures qui ont permis de réduire la consommation de carburant.



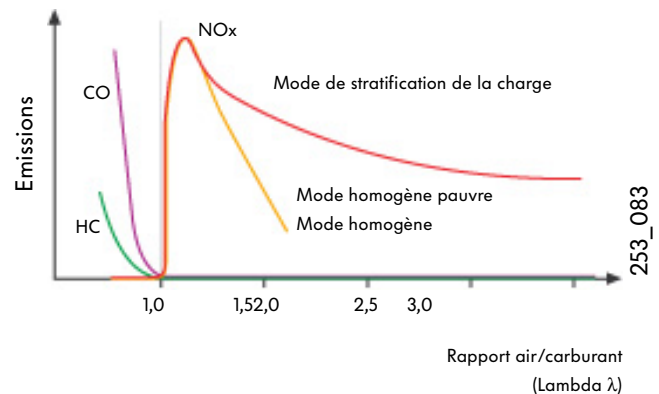
253_087

- Le système de refroidissement à régulation électronique, la variation du calage de l'arbre à cames ainsi que le recyclage des gaz d'échappement ont déjà été utilisés dans de nombreux moteurs.
- La coupure des cylindres n'est judicieuse en raison du silence de fonctionnement qu'elle procure que sur les moteurs multicylindres. Sur les moteurs à 4 cylindres, il faut utiliser des arbres d'équilibrage pour améliorer le silence de fonctionnement.
- En ce qui concerne la compression variable et le calage variable de la distribution, il faudra des composants mécatroniques très performants avec un ensemble d'actionneurs et système de pilotage correspondants.
- Les concepts de moteur à mélange pauvre ont été abandonnés au profit des moteurs à injection directe d'essence.
- L'injection directe d'essence est la solution favorisée par Volkswagen et représente la mesure individuelle engendrant le plus grand potentiel d'économie, pouvant atteindre 20%.

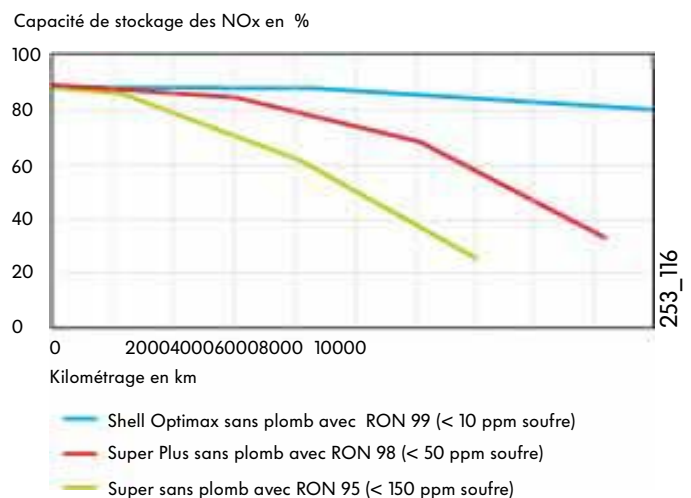
Pourquoi Volkswagen vient seulement d'adopter l'injection directe d'essence ?



Un des principaux problèmes de l'injection directe d'essence est l'épuration des gaz d'échappement. En mode de stratification de la charge et en mode de fonctionnement homogène pauvre, les oxydes d'azote qui se forment lors de la combustion ne peuvent pas être convertis de façon satisfaisante en azote par un catalyseur traditionnel à trois voies. Ce n'est que par la mise au point d'un catalyseur à stockage-déstockage de NOx que les exigences de la norme antipollution EU4 sont satisfaites, même dans ces modes de fonctionnement. C'est dans ce catalyseur que les oxydes d'azote sont "entreposés", puis convertis en azote par des mesures ciblées.



L'autre raison est liée au problème de la présence de soufre dans le carburant. En raison de sa similitude chimique avec les oxydes d'azote, le soufre est également stocké dans le catalyseur à stockage-déstockage de NOx et occupe les emplacements des oxydes d'azote. Plus la teneur en soufre du carburant est importante, plus la régénération nécessaire du catalyseur à stockage-déstockage de NOx sera fréquente, ce qui consommera du carburant en plus.



Dans le graphique ci-contre, vous pouvez constater l'influence de la teneur en soufre sur la capacité d'accumulation du catalyseur stockage-déstockage de NOx.

Quelle est l'évolution envisagée pour introduire l'injection directe d'essence sur les véhicules Volkswagen ?

- En 2000, motorisation FSI de 1,4 l / 77 kW sur la Lupo FSI
- En 2002, motorisation FSI de 1,6 l / 81 kW sur la Golf FSI
- En 2002, motorisation FSI de 1,4 l / 63 kW sur la Polo FSI
- En 2003, motorisation FSI de 2,0 l / 105 kW sur la Passat FSI

L'objectif est d'équiper tous les moteurs à essence du système d'injection directe d'essence d'ici 2005.

Introduction

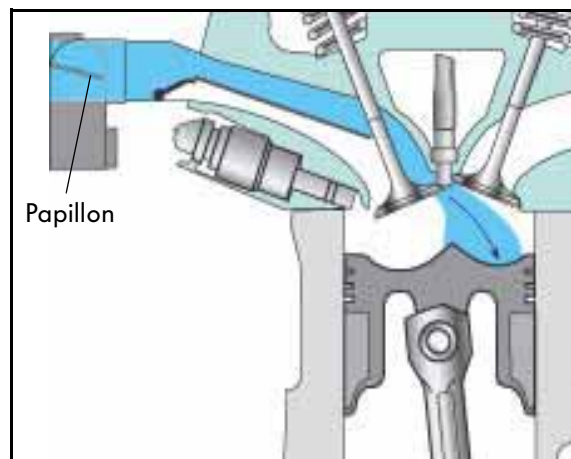


Les avantages de l'injection directe d'essence

Chez Volkswagen, on réalise une économie de carburant pouvant atteindre 15 %. Nous vous présentons sur les deux pages suivantes les différents facteurs ayant contribué à ce résultat.

Ouverture du papillon en mode de stratification de la charge et en mode homogène pauvre

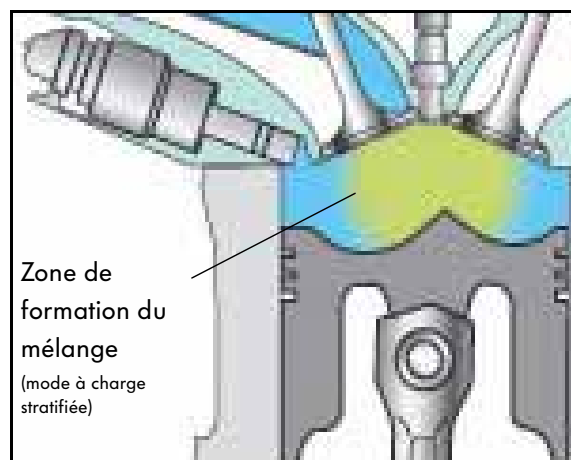
Dans ces modes de fonctionnement, la valeur lambda est comprise entre 1,55 et 3. Ce qui permet d'ouvrir grandement le papillon et d'aspirer l'air en s'opposant à une légère résistance.



253_037

Mode pauvre

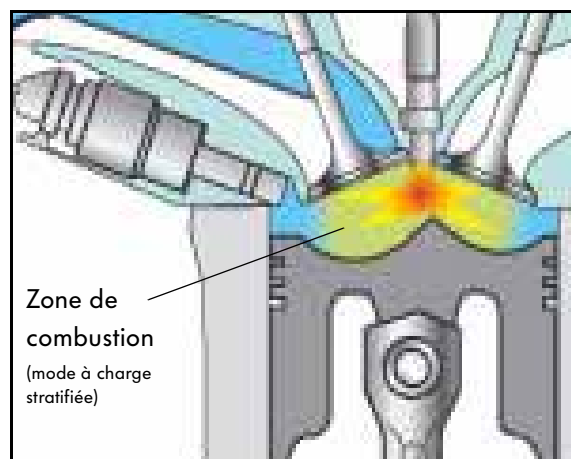
Le moteur fonctionne en mode de stratification de la charge avec une valeur lambda comprise entre 1,6 et 3, et en mode homogène pauvre avec une valeur lambda d'environ 1,55.



253_040

Faibles pertes de chaleur le long des parois

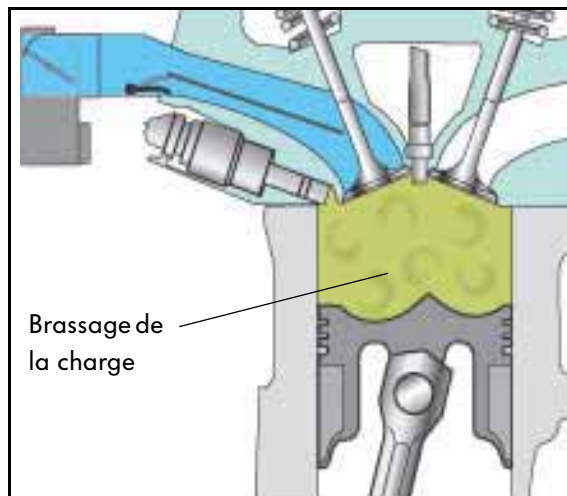
Comme la combustion en mode à charge stratifiée n'a lieu que dans la zone enveloppant la bougie d'allumage, il n'y a que de faibles pertes de chaleur près de la paroi du cylindre, ce qui induit une augmentation du rendement thermique.



253_041

Mode homogène à fort taux de recyclage des gaz d'échappement

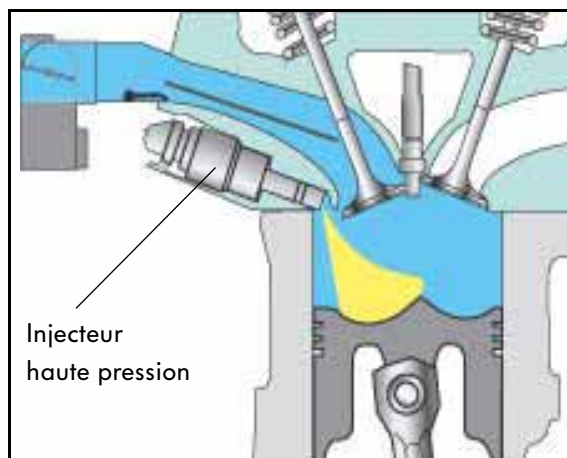
Le brassage de la charge étant intense, le moteur présente en mode homogène une forte compatibilité au recyclage des gaz d'échappement qui peut atteindre 25%. Afin d'aspirer la même quantité d'air frais qu'avec un taux de recyclage des gaz d'échappement faible, le papillon est largement ouvert. Ce qui permet d'aspirer de l'air frais en devant surmonter une faible résistance, ce qui diminue les pertes dues à l'étranglement (papillon).



253_044

Rapport de compression

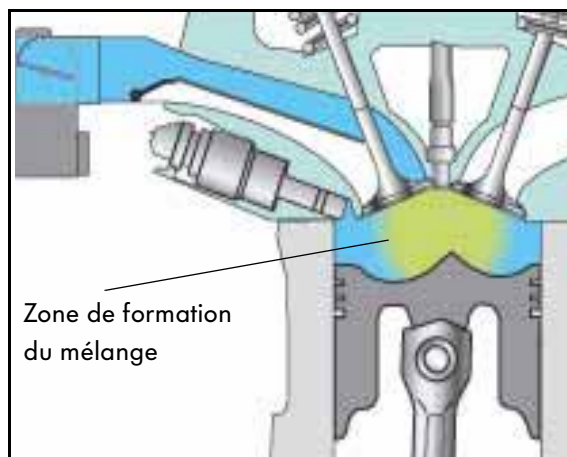
L'injection directe du carburant dans le cylindre permet d'extraire la chaleur de l'air d'admission et le refroidit donc. Cela réduit la tendance au cliquetis et permet d'augmenter la compression. Un rapport de compression élevé entraîne une compression finale plus importante et augmente le rendement thermique.



253_043

Extension de la coupure en décélération

Le régime de reprise peut être diminué, parce que lors de la reprise, il n'y pas de carburant qui se dépose le long des parois de la chambre de combustion. La majeure partie du carburant injecté peut être transformée immédiatement en énergie utilisable. Le moteur tourne donc de façon très stable, même si le régime de reprise est peu élevé.



253_040





Les différents modes de fonctionnement

Aux deux modes de fonctionnement existants "Mode de stratification de la charge" et "mode homogène" sur le moteur FSI de 1,6 l développant 81 kW est venu s'ajouter un troisième mode de fonctionnement. Il s'agit du mode homogène pauvre. Ce mode de fonctionnement permet de diminuer encore la consommation de carburant par rapport au fonctionnement avec $\lambda=1$ en mettant à profit le recyclage des gaz d'échappement.

C'est l'appareil de commande moteur qui sélectionnera le mode de fonctionnement respectif en adéquation avec les exigences de couple, de puissance, de dépollution et de sécurité.

Mode de stratification de la charge

Jusque dans les zones de régime et de charge moyennes, le moteur fonctionne en mode de stratification de la charge.

Grâce à la stratification du mélange dans la chambre de combustion, le moteur peut fonctionner avec une valeur λ globale allant de 1,6 environ à 3.

- On trouve un mélange facilement inflammable (détonant) au centre de la chambre de combustion, qui enveloppe la bougie.
- Ce mélange est entouré d'une couche extérieure qui se compose dans le cas idéal d'air frais et de gaz d'échappement recyclés.

Mode de fonctionnement homogène pauvre

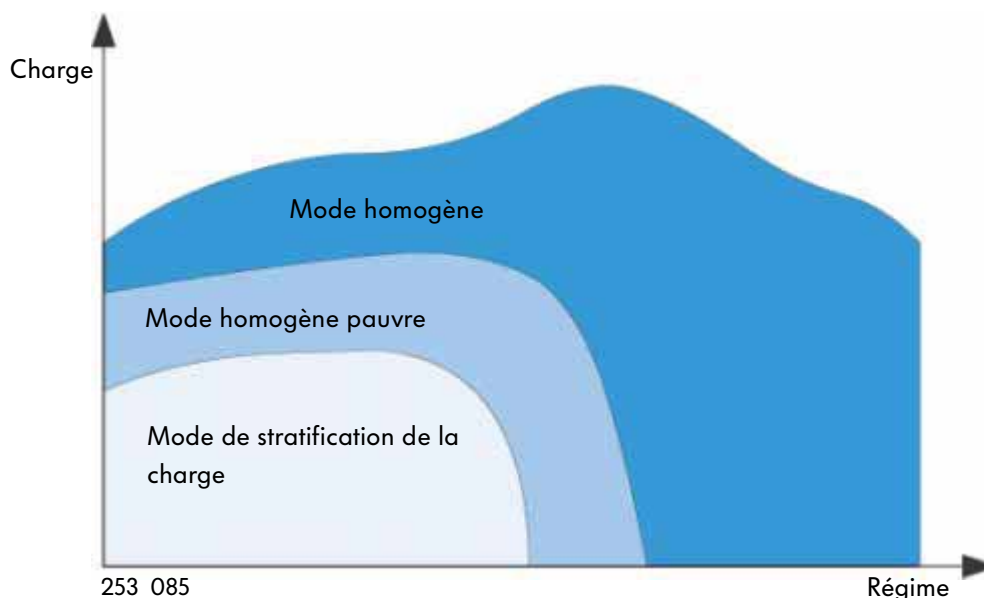
Dans cette zone transitoire entre le mode de stratification de la charge et le mode homogène, le moteur fonctionne en mode homogène pauvre.

Le mélange pauvre est réparti de façon homogène (uniforme) dans la chambre de combustion. Le rapport air-carburant s'élève à peu près à une valeur λ de 1,55.

Mode homogène

A charge et régime élevés, le moteur fonctionne en mode homogène.

Le rapport air-carburant s'élève dans ce mode de fonctionnement à $\lambda=1$.



Le procédé de combustion

Le procédé de combustion décrit de quelle manière la formation du mélange et la conversion en énergie ont lieu dans la chambre de combustion.

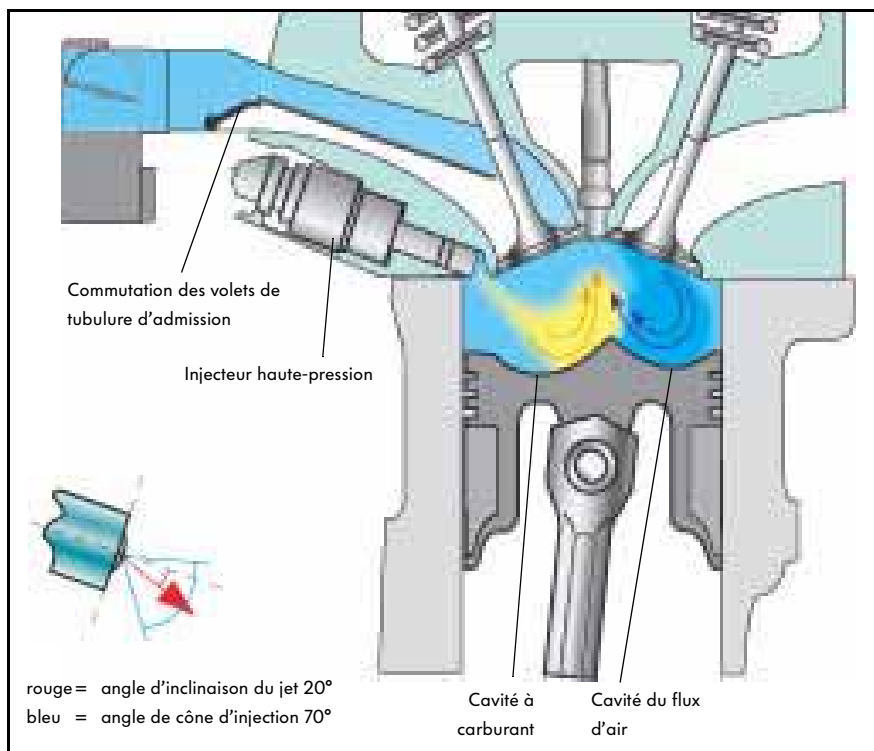
En mode homogène et en mode homogène pauvre,

le carburant est injecté dans le cylindre pendant l'admission et s'y mélange de façon uniforme à l'air admis.

En mode de stratification de la charge,

le mélange air-carburant est positionné à proximité de la bougie d'allumage sous l'effet du procédé de combustion à effet "tumble" (turbulence du haut vers le bas) guidé par la paroi / l'air d'admission. L'injecteur est disposé de manière que le carburant injecté soit dirigé sur la cavité du piston (guidage par paroi) et ensuite guidé vers la bougie.

La commutation des clapets de tubulure d'admission et la cavité du piston font naître dans le cylindre un mouvement d'air en rouleau (tumble). Ce mouvement (guidé par l'air d'admission) permet de guider le transport du carburant vers la bougie d'allumage. La formation du mélange a déjà lieu pendant ce déplacement.



253_039



Le mode de stratification de la charge

Afin que la gestion moteur commute en mode de stratification de la charge, il faut entre autres que certaines conditions importantes soient remplies :

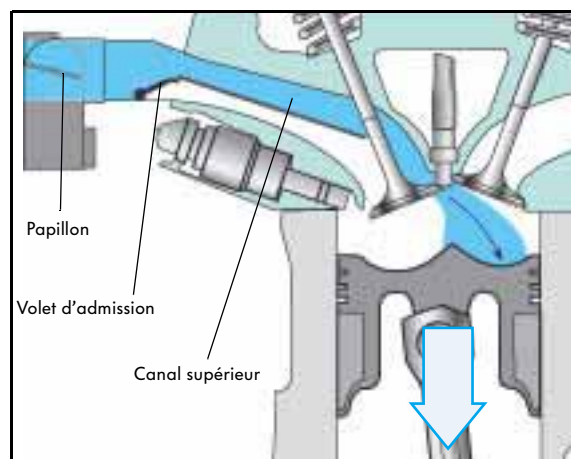
- le moteur se trouve dans la zone correspondante de charge et de régime,
- il n'y a aucun défaut dans le système susceptible d'influer sur les gaz d'échappement,
- la température du liquide de refroidissement est supérieure à 50 °C,
- le détecteur NOx est en état de fonctionner et
- la température du catalyseur à stockage-déstockage de NOx se situe entre 250 °C et 500 °C.

Si ces conditions sont remplies, la commutation peut s'effectuer en mode de stratification de la charge.

L'admission

En mode de stratification de la charge, le papillon est très largement ouvert afin de réduire autant que possible les pertes d'aspiration dues au papillon.

Le volet d'admission obture le canal inférieur dans la culasse. Cela accélère l'air d'admission qui va parvenir en décrivant un rouleau (effet tumble) dans le cylindre via le canal supérieur.



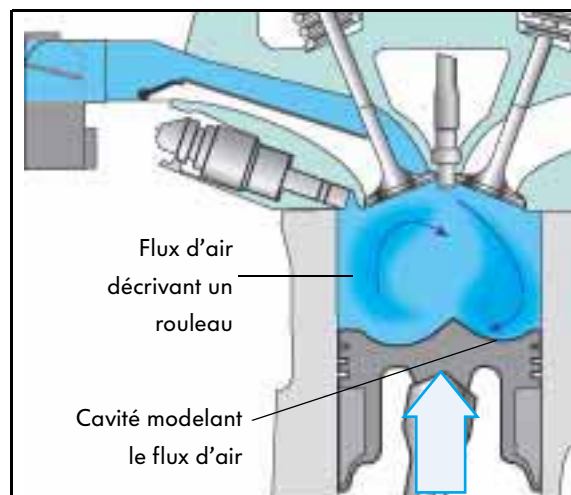
253_037



Le papillon ne peut pas s'ouvrir complètement, car il doit toujours régner une certaine dépression pour le fonctionnement du système de réservoir à charbon actif et du recyclage des gaz d'échappement.

Le flux d'air

Le flux d'air décrivant un rouleau est soutenu et amplifié dans le cylindre par la forme particulière de la tête du piston.

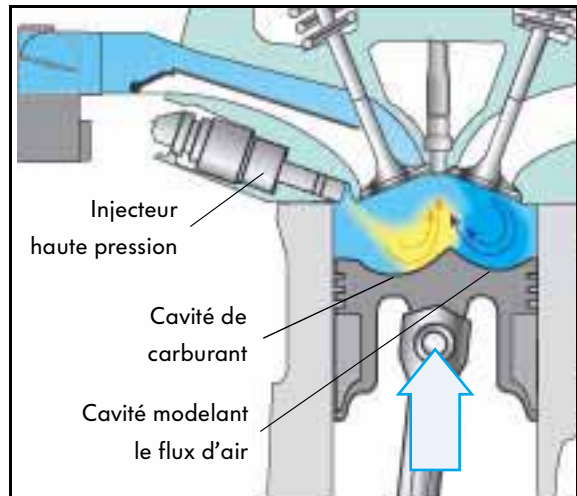


253_038

L'injection

L'injection a lieu au cours du troisième tiers de la compression. Elle commence à environ 60° et se termine à environ 45° avant PMH d'allumage.

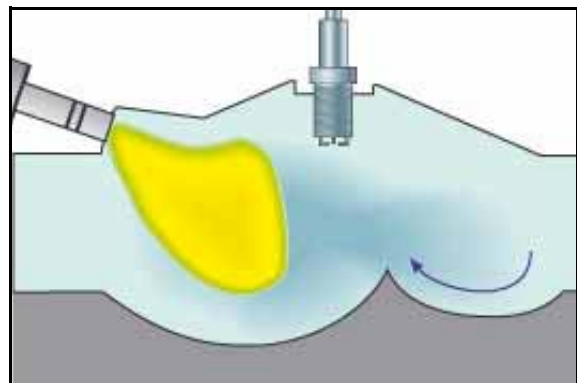
Le point d'injection exerce une grande influence sur la position du nuage du mélange à proximité de la bougie d'allumage.



253_039

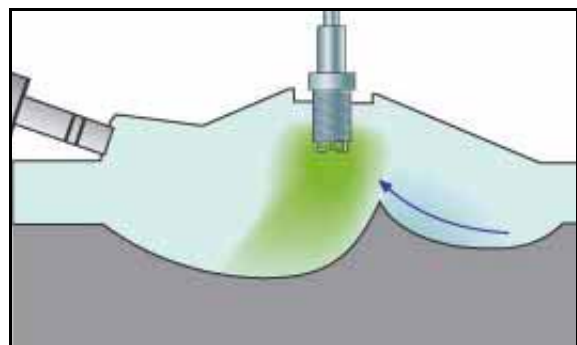
Le carburant est injecté en direction de la cavité.

La propagation souhaitée de ce nuage de mélange est obtenue par la géométrie de l'injecteur.



253_086

La géométrie de la cavité à carburant et le déplacement ascendant du piston vont guider le carburant en direction de la bougie d'allumage. Ce processus est soutenu par le flux d'air décrivant un rouleau, qui guide également le carburant vers la bougie d'allumage. Au cours de ce déplacement vers la bougie d'allumage, le carburant se mélange à l'air d'admission.



253_086



Notions Fondamentales



La formation du mélange

Pour la formation du mélange, nous ne disposons en mode de stratification de la charge que d'un angle de vilebrequin compris entre 40° et 50°. Cela est capital pour la capacité du mélange à s'enflammer. Pour un laps de temps plus court entre l'injection et l'allumage, le mélange ne sera pas encore capable de s'enflammer en raison d'une préparation insuffisante. Une durée plus longue conduirait à une homogénéisation plus intense dans l'ensemble de la chambre de combustion.

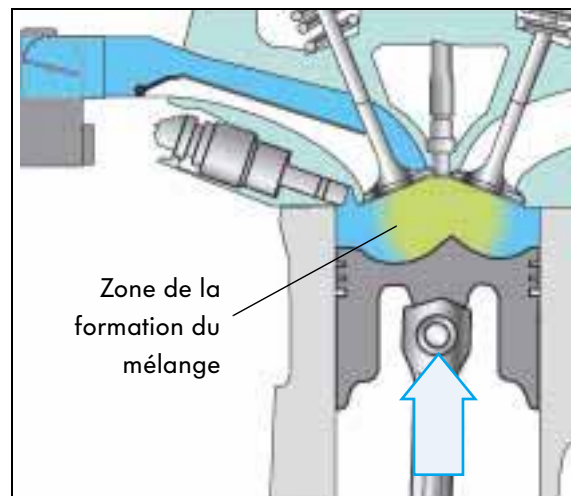
C'est pourquoi au centre de la chambre de combustion, il se forme un nuage de mélange bien détonant autour de la bougie d'allumage. Ce nuage est enveloppé par une couche extérieure, qui dans l'idéal se compose d'air frais et de gaz d'échappement recyclé.

Le rapport air/carburant est compris dans

La combustion

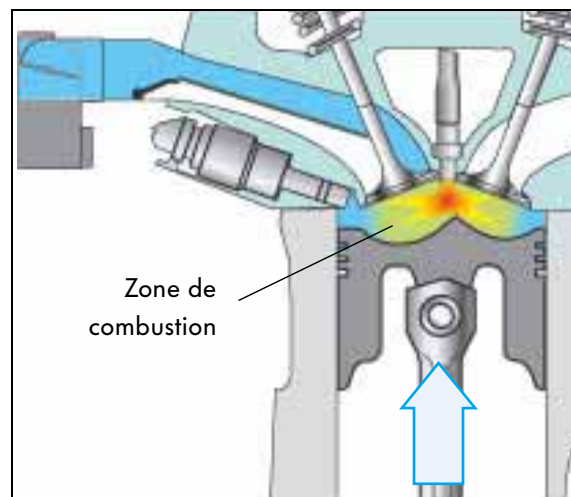
Après le positionnement exact du mélange air-carburant, l'allumage a lieu à proximité de la bougie d'allumage. Ce n'est que le nuage de mélange qui s'enflamme alors que les gaz résiduels font office de gaine isolante. Ce qui permet de réduire les déperditions thermiques au contact des parois et accroît le rendement thermique du moteur.

Le point d'allumage est compris dans une plage plus étroite d'angle de vilebrequin en raison de la fin tardive de l'injection et la durée de formation du mélange jusqu'à la fin de la compression.



253_040

l'ensemble de la chambre de combustion entre $\lambda = 1,6$ et 3.



253_041



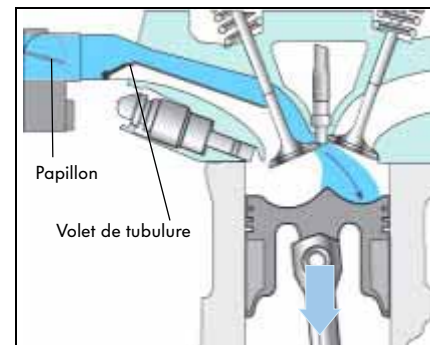
Le couple qui est produit par le moteur est déterminé dans ce mode de fonctionnement uniquement par la quantité injectée. La masse d'air admise et l'angle d'allumage n'ont dans ce cas qu'une faible importance.

Le mode homogène pauvre

se situe dans la cartographie entre le mode de stratification de la charge et le mode homogène. Il faut noter que l'on a un mélange homogène pauvre qui règne dans l'ensemble de la chambre de combustion, Le rapport air-carburant s'élève ici à $\lambda = 1,55$ env. Ce sont les mêmes conditions qui s'appliquent que pour le mode de stratification de la charge.

L'aspiration

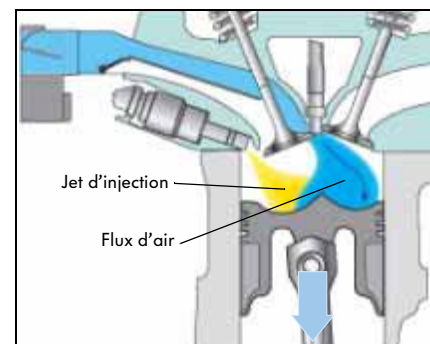
Tout comme en mode de stratification de la charge, le papillon est ouvert le plus largement possible et le volet de tubulure d'admission fermé. Cela réduit d'une part les pertes de papillon, mais engendre d'autre part un flux d'air plus intense dans le cylindre.



253_037

L'injection

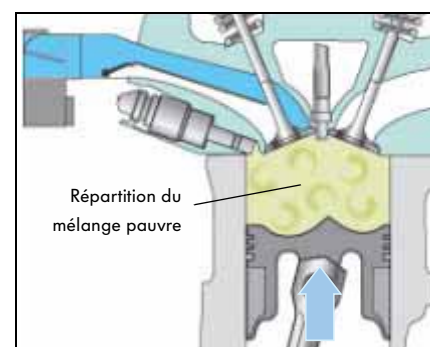
Le carburant est injecté directement dans le cylindre à environ 300° avant le PMH d'allumage pendant l'admission. La quantité injectée est réglée par l'appareil de commande moteur de façon que le rapport air-carburant s'élève à peu près à $\lambda = 1,55$.



253_106

La formation du mélange

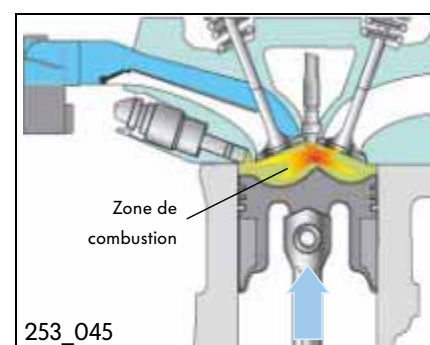
Comme le point d'injection est précoce, on dispose de plus de temps pour la formation du mélange avant que n'ait lieu l'allumage. Ce qui permet d'obtenir dans la chambre de combustion une répartition homogène (uniforme) du mélange.



253_138

La combustion

Tout comme en mode homogène, le point d'allumage peut être sélectionné librement par la répartition homogène du mélange. La combustion a lieu dans l'ensemble de la chambre de combustion.



253_045





Le mode homogène

Le mode homogène est comparable au fonctionnement d'un moteur avec injection dans la tubulure d'admission. La différence essentielle réside dans le fait que le carburant est injecté directement dans le cylindre sur un moteur à injection directe d'essence.

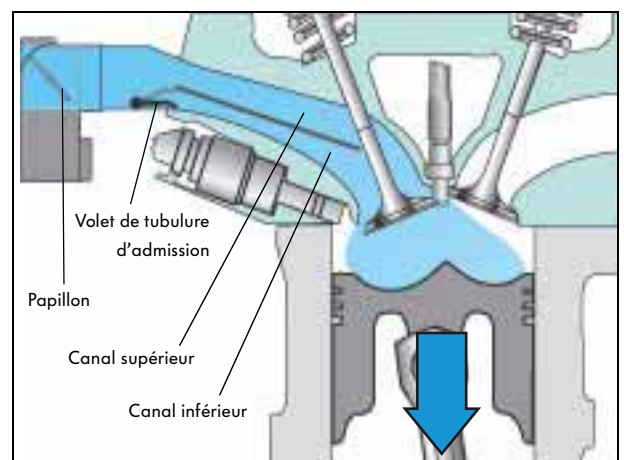
Le couple moteur est déterminé par le point d'allumage (à court terme) et par la quantité d'air admise (à long terme). En fonction de cette masse d'air, la quantité injectée nécessaire sera sélectionnée ($\lambda=1$).

L'admission

Le papillon est ouvert en fonction de la position de l'accélérateur.

Le volet de tubulure d'admission est ouvert ou fermé en fonction du point de fonctionnement.

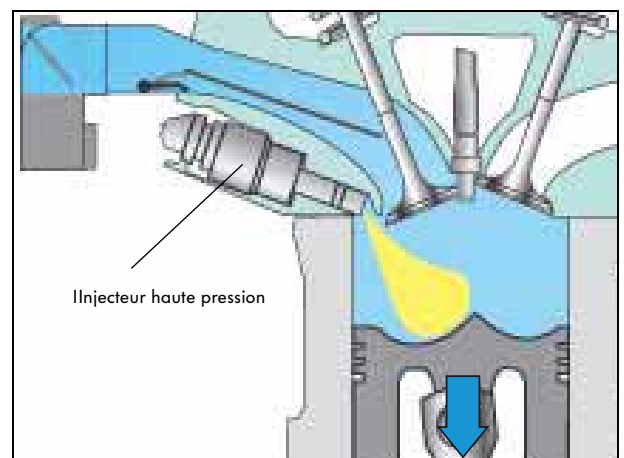
- dans la plage moyenne de charge et de régime, le volet est fermé. Ce qui permet à l'air d'admission de s'écouler dans le cylindre en formant un rouleau et ce qui se répercute positivement sur la formation du mélange.
- lorsque la charge et le régime augmentent, la masse d'air qui peut être admise uniquement via le canal supérieur ne serait plus suffisante. Alors le canal inférieur est libéré par l'ouverture du volet correspondant.



253_042

L'injection

Le carburant est injecté directement dans le cylindre à 300° avant PMH d'allumage pendant l'admission.



253_117

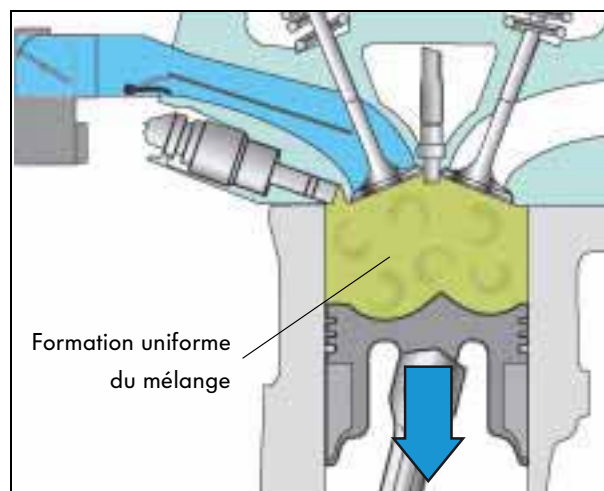


L'énergie nécessaire à l'évaporation du carburant est extraite de l'air prisonnier dans la chambre de combustion et elle refroidit. Cela permet d'élever le rapport de compression par rapport à un moteur avec injection dans la tubulure d'admission.

La formation du mélange

L'injection du carburant ayant lieu pendant l'admission, il reste relativement beaucoup de temps pour la formation du mélange. Ce qui permet d'obtenir dans le cylindre un mélange réparti de façon homogène (uniforme) et composé du carburant injecté et de l'air aspiré.

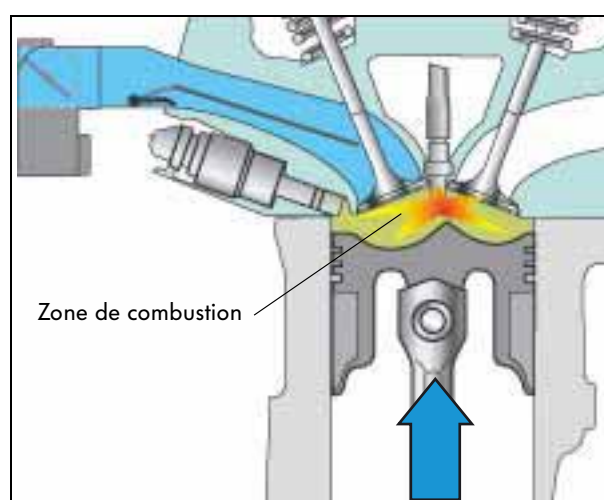
Le rapport air-carburant dans la chambre de combustion s'élève à $\lambda = 1$.



253_044

La combustion

En mode homogène, c'est surtout le couple moteur, la consommation et les émissions qui sont très influencées par le point d'allumage.



253_126



Synoptique du système



Débitmètre d'air massique G70,
Transmetteur de température de l'air d'admission **G42**

Transmetteur de pression de tubulure d'admission G71

Transmetteur de régime moteur G28

Transmetteur de Hall G40 (Position arbre à cames)

Unité de commande du papillon J338,
Transmetteurs 1 + 2 d'angle du papillon **G187, G188**

Transmetteur de position d'accélérateur G79,
Transmetteur 2 de position d'accélérateur G185

Contacteur de feux stop F,
Contacteur de pédale de frein F47

Contacteur de pédale d'embrayage F36*

Transmetteur de pression de carburant G247

Potentiomètre de volets de tubulure d'admission G336

Détecteur de cliquetis G61

Transmetteur de température du liquide de refroid. G62

Transmetteur de température du liquide de
refroidissement à la sortie du radiateur G83

Potentiomètre, bouton tournant de sélection de
température **G267***
Potentiomètre de recyclage des gaz d'échappem. G212

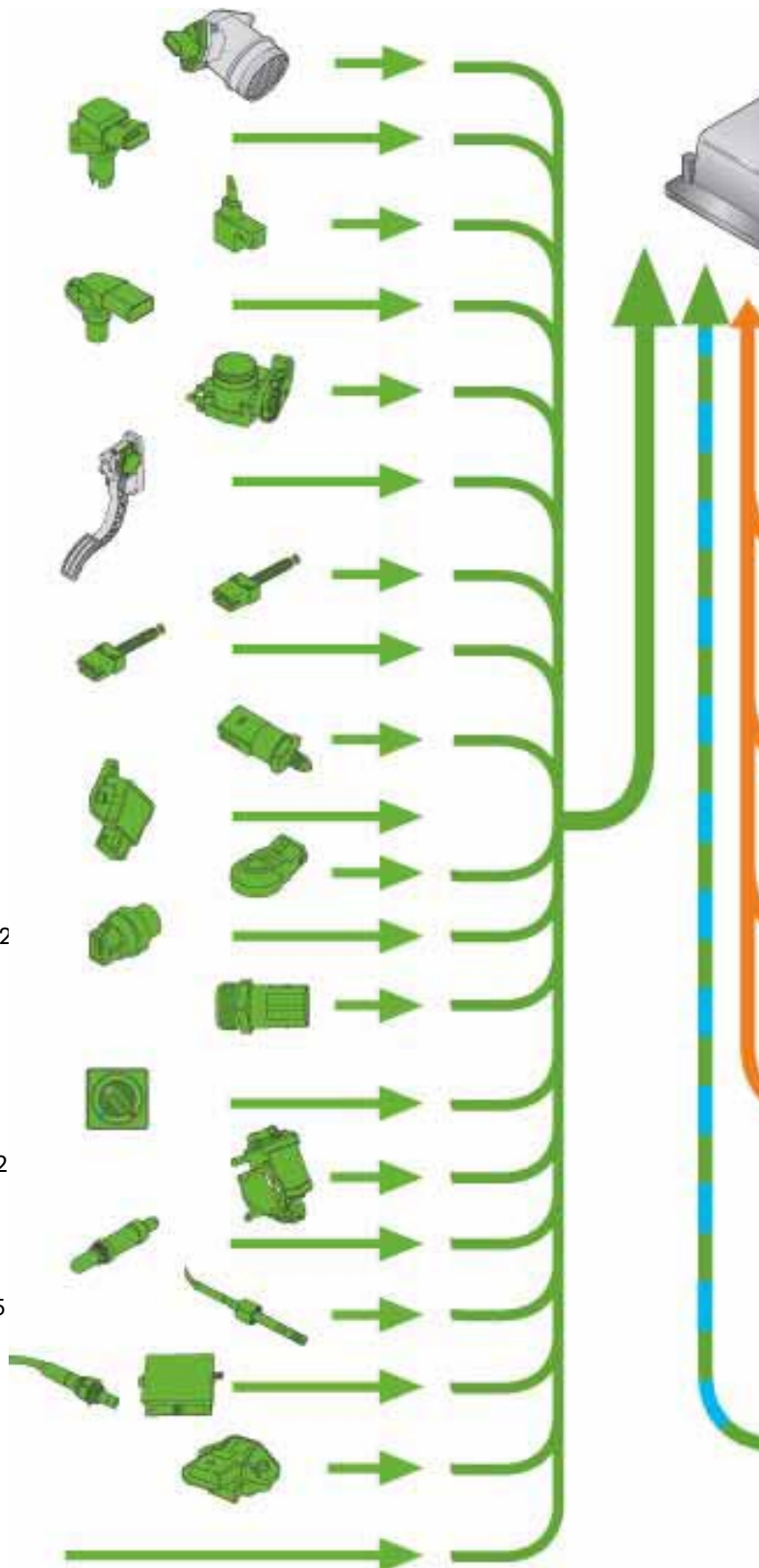
Sonde lambda G39

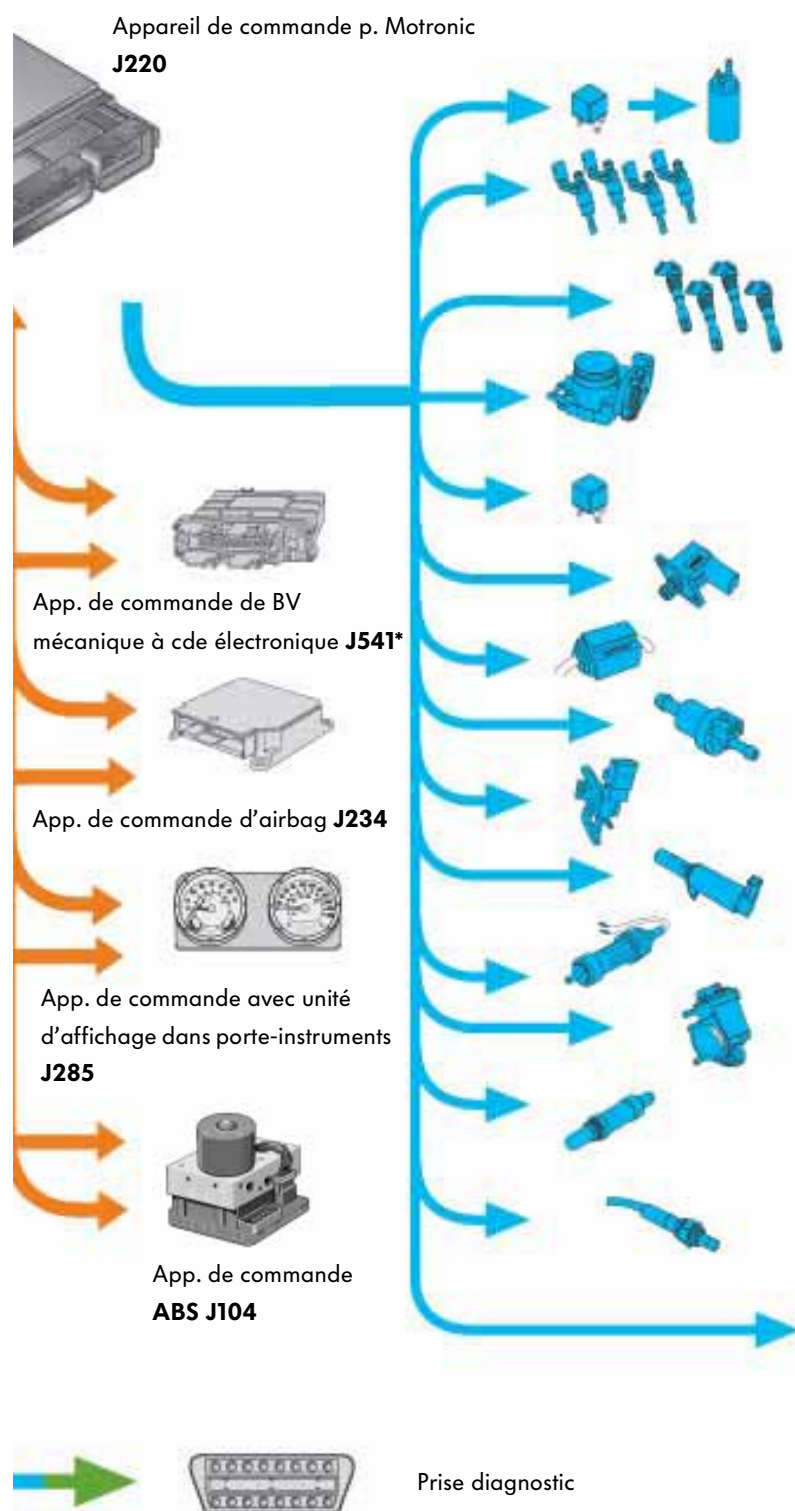
Transmetteur de tempér. des gaz d'échappement G235

Transmetteur de NOx G295,
App. de commande de détecteur de NOx J583

Contacteur de pression du servofrein G294

Signaux d'entrée supplémentaires





Relais de pompe à carburant J17

Pompe à carburant G6

Injecteurs, cylindres 1 à 4

N30, N31, N32, N33

Bobines d'allumage 1 - 4 N70, N127, N291,

N292

Unité de commande du papillon J338

Entraînement du papillon **G186**

Relais d'alimentation électrique pour
Motronic J271

Vanne de régulation de pression de
carburant N276

Vanne de dosage de carburant N290

Electrovanne du système à réservoir
à charbon actif N80

Vanne de volets de tubulure pour commande
du flux d'air N316

Electrovanne de distribution variable N205

Thermostat de refroidissement moteur à
commande cartographique F265

Vanne de recyclage des gaz d'échappement
N18

Chauffage de sonde lambda Z19

Chauffage de transmetteur de NOx Z44

Signaux de sortie supplémentaires

* spécifique au véhicule

253_024

253_024

Appareil de commande moteur

L'appareil de commande moteur est monté dans le caisson d'eau et est doté de 121 broches.

Pour assurer la gestion moteur on utilise sur

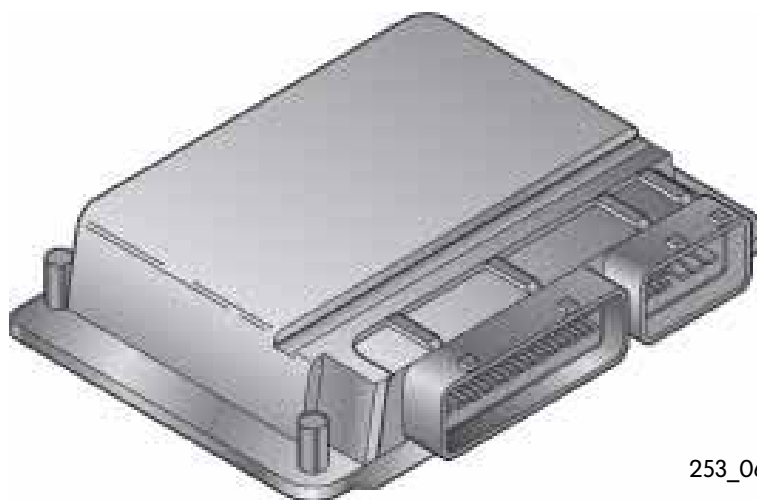
- le moteur de 1,4 l / 77 kW le système Bosch Motronic MED 7.5.10 et sur
- le moteur de 1,6 l / 81 kW le système Bosch Motronic MED 7.5.11.

La différence la plus importante entre les deux systèmes réside dans le fait que la version Bosch Motronic MED 7.5.11 possède un calculateur plus rapide.

La différence par rapport au système Bosch Motronic ME 7.5.10 est que ces deux systèmes de gestion moteur comportent l'injection directe d'essence comme fonction supplémentaire.

En outre, le système de diagnostic embarqué a été augmenté des composants suivants :

- Transmetteur de NO_x (G295)
- Transmetteur de tempéra. des gaz d'échap.(G235)
- Potentiomètre p. recyclage des gaz d'échap. (G212)
- Potentiomètre de volet de tubulure d'admission (G336)
- Transmetteur de pression de carburant (G247)
- Electrovanne de distribution variable (N205)
- Diagnostic en mode de fonctionnement pauvre



253_067

La désignation MED 7.5.10/11 signifie :

M = Motronic

E = accélérateur électrique

D = injection directe

7. = version

5.10/11 = stade de développement

La gestion moteur basée sur le couple

Tout comme le système Bosch Motronic ME 7.5.10, le système Bosch Motronic MED 7.5.10/11 possède une gestion moteur basée sur le couple. Cela signifie que l'ensemble des exigences de couple est collecté, interprété et réalisé de façon coordonnée.

Exigences de couple déclenchées par des

demandes internes :

- lancement du moteur
- réchauffement du catalyseur
- régulation du ralenti
- limitation de la puissance
- limitation du régime
- régulation lambda

demandes externes :

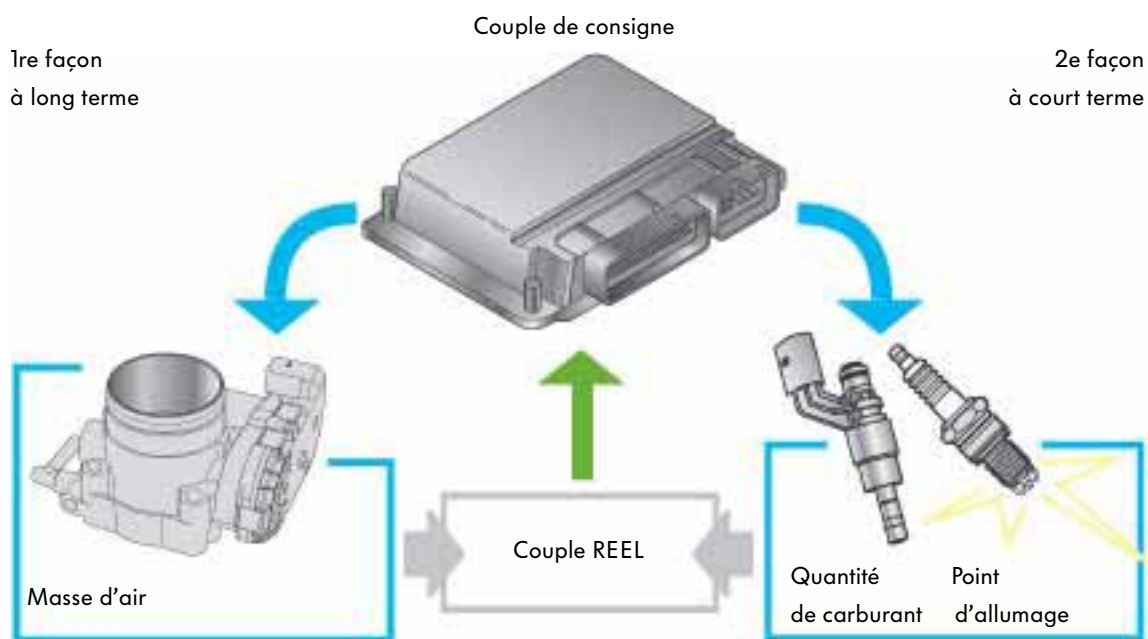
- souhait du conducteur
- BV automatique (point de passage)
- système de freinage (régulation antipatinage, régulation couple d'inertie du moteur)
- Climatiseur (compresseur de climatiseur marche/arrêt)
- régulateur de vitesse

Après calcul du couple moteur de consigne, la réalisation se fait de deux façons :

De le premier cas, c'est le remplissage qui est influencé. Il sert aux exigences de couple à long terme.

En mode de stratification de la charge, il n'a qu'une faible importance parce que le papillon est grandement ouvert afin de réduire les pertes dues au papillon.

Dans le deuxième cas, le couple est influencé à court terme et indépendamment du remplissage. En mode de stratification de la charge, le couple n'est déterminé que par la quantité de carburant, et uniquement par le point d'allumage en mode homogène pauvre ainsi qu'en mode homogène.



253_082



Gestion moteur

La réalisation du couple moteur en présence d'un système à injection directe d'essence

A partir des exigences internes et externes de couple, l'appareil de commande moteur calcule le couple de consigne ainsi que la manière dont il va être réalisé.

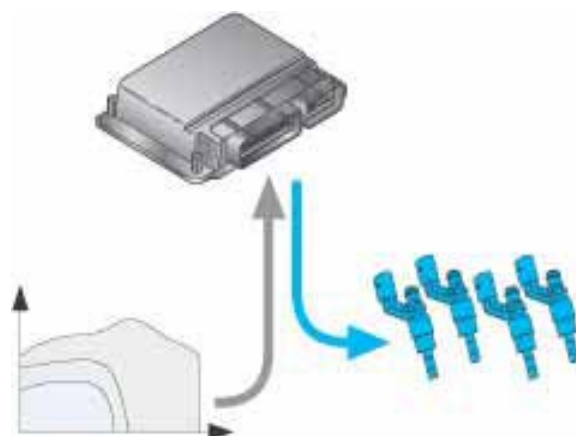


La réalisation du couple moteur en mode de stratification de la charge

En mode de stratification de la charge, le couple de consigne est réalisée via la quantité injectée.

La masse d'air ne joue qu'un rôle second parce que le papillon est largement ouvert afin de réduire les pertes de papillon.

Le point d'allumage a également une faible importance en raison du point d'injection tardif.

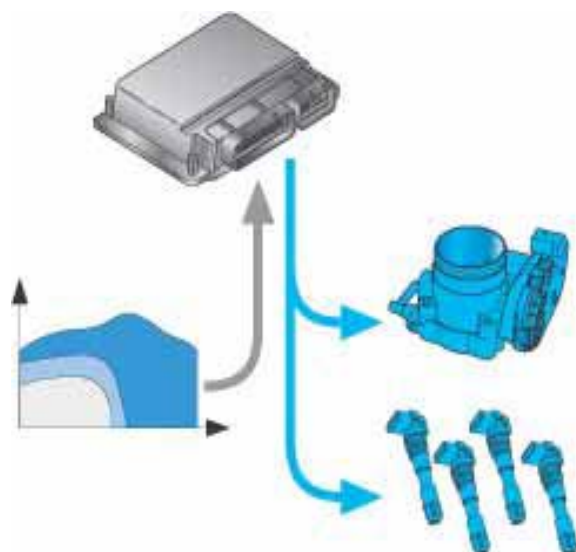


253_110

La réalisation du couple moteur en mode homogène pauvre et en mode homogène

Dans ces deux modes de fonctionnement, les exigences de couple sont réalisées à court terme via le point d'allumage et à long terme via la masse d'air.

Comme le mélange air-carburant a une valeur bien définie dans les deux modes de fonctionnement de lambda égale 1,55 et respectivement 1, la quantité injectée est déterminée par la masse d'air. C'est pourquoi, il n'y a pas de régulation du couple.



253_109

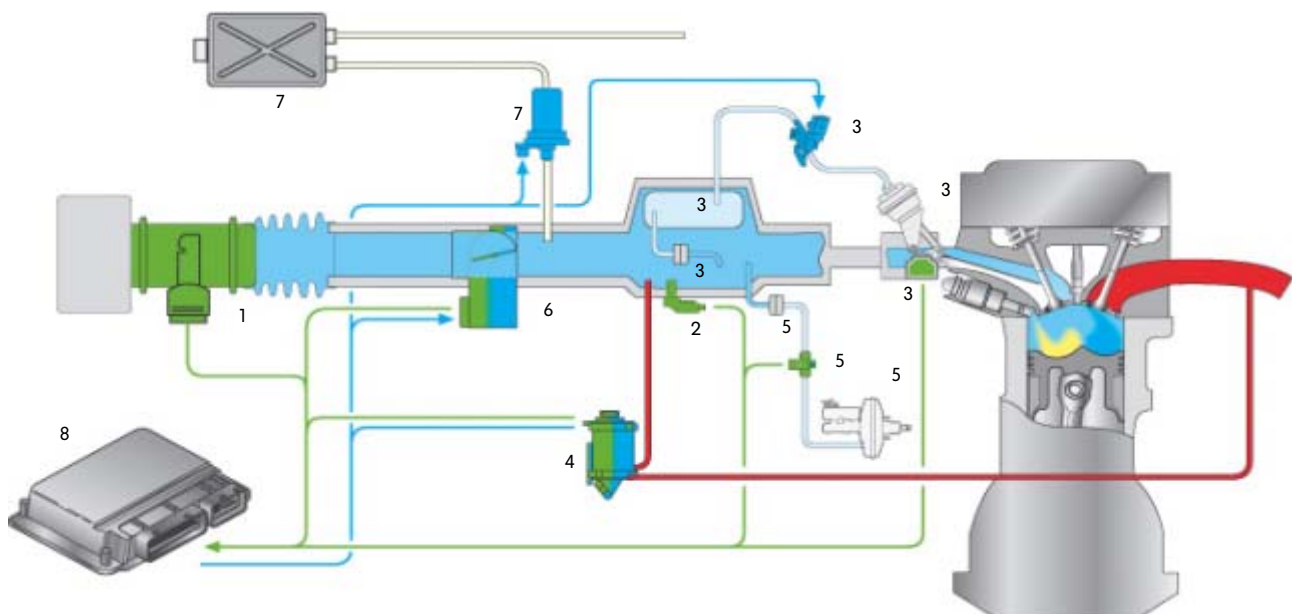
Le système d'admission

a été adapté aux exigences d'un moteur à injection directe par rapport au système Bosch Motronic ME 7.5.10. Sa particularité réside dans le fait qu'on influe de façon ciblée sur le flux d'air à l'intérieur du cylindre, selon le mode de fonctionnement.



Font partie des modifications :

- 1 un débitmètre d'air massique à film chaud (G70) avec transmetteur de température d'air d'admission (G42) pour saisir plus exactement la charge
- 2 un transmetteur de pression de tubulure d'admission (G71) pour calculer la quantité recyclée de gaz d'échappement
- 3 une commutation des volets de tubulure d'admission (N316, G336) pour guider de façon ciblée le flux d'air dans le cylindre
- 4 une vanne électrique de recyclage des gaz d'échappement (G212, N18) avec grande section pour des taux élevés de recyclage
- 5 un contacteur de pression pour servofrein (G294) pour réguler la dépression de freinage



- 6 Unité de commande du papillon (J338)
- 7 Système à réservoir à charbon actif (N80)
- 8 Appareil de commande de Motronic (J220)

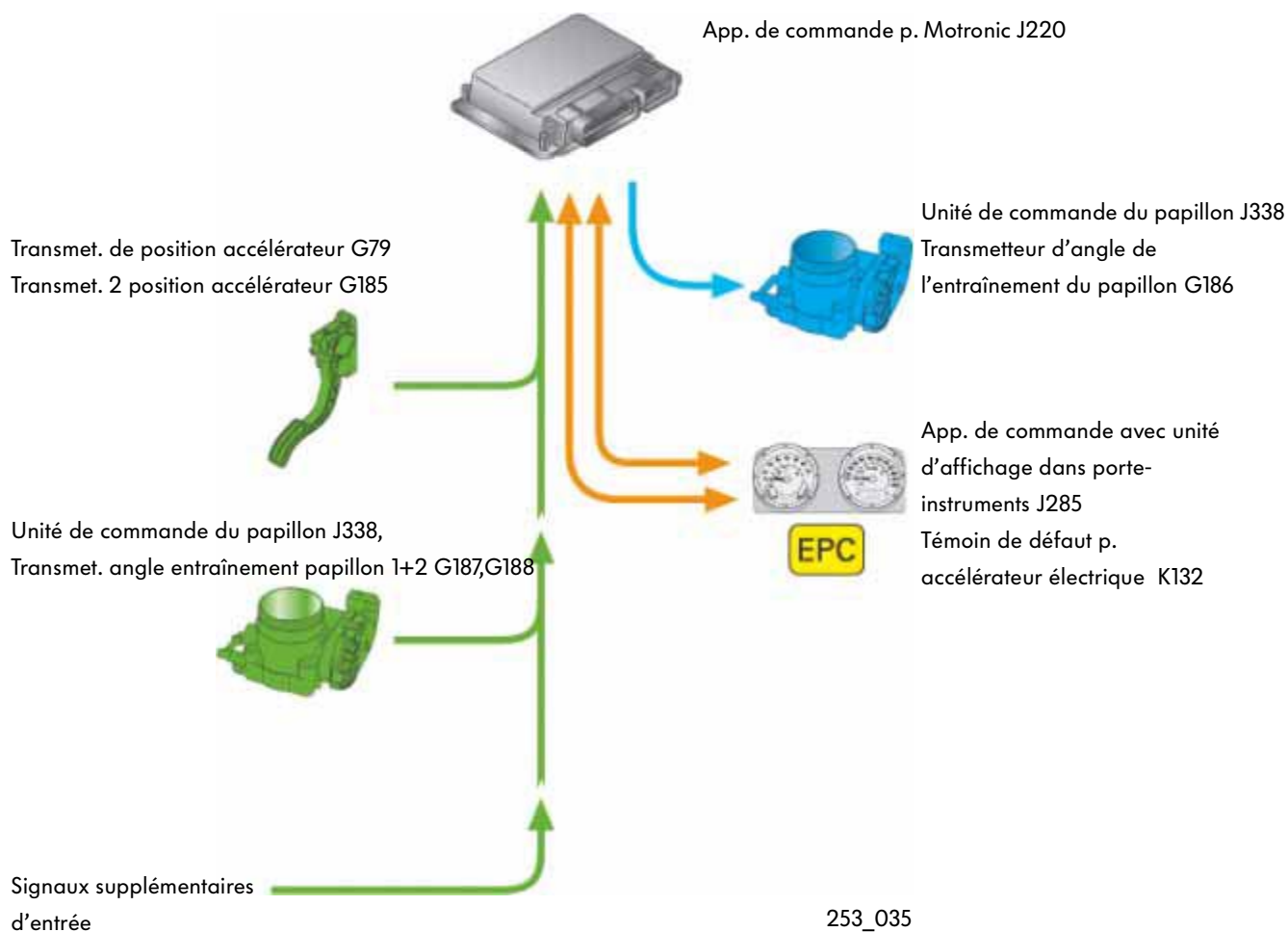
253_079

Gestion moteur

L'accélérateur électrique

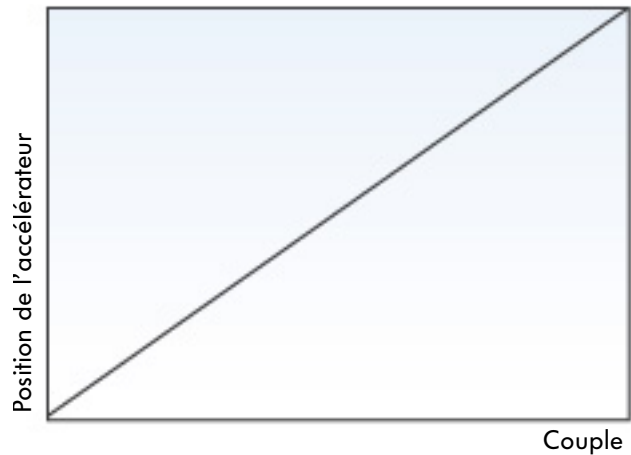
Il représente une condition fondamentale pour l'injection directe d'essence. Il permet de faire varier le papillon indépendamment de la position de l'accélérateur et être largement ouvert en mode de stratification de la charge ainsi qu'en mode homogène pauvre.

L'avantage est que le moteur fonctionne quasiment sans papillon. Cela signifie que le moteur doit aspirer l'air en surmontant une faible résistance, ce qui fait diminuer la consommation de carburant.

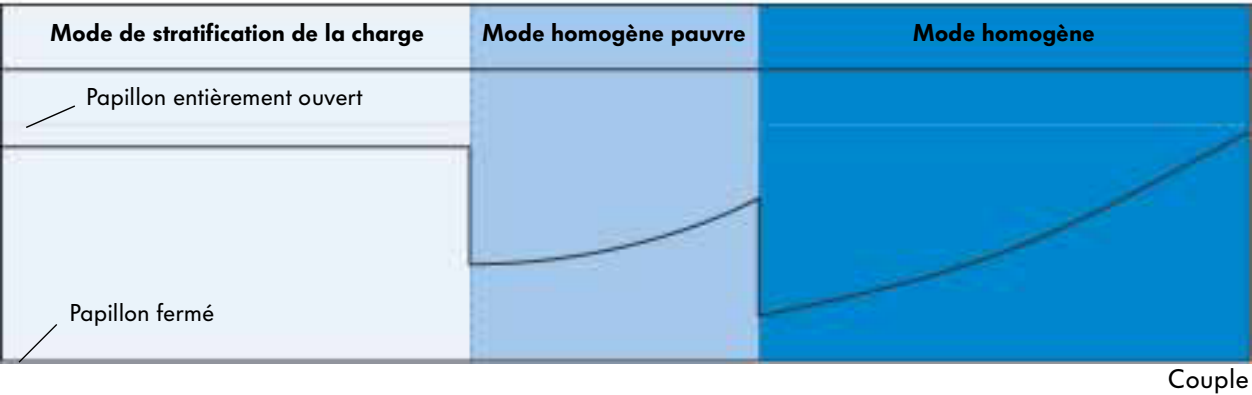


Le fonctionnement est le suivant

Le souhait du conducteur est identifié par le transmetteur de position d'accélérateur (G79, G185) et il est transmis à l'appareil de commande moteur. A partir de ce signal et d'autres signaux supplémentaires, le couple moteur exigé est calculé et réalisé au moyen des actionneurs.



253_034



253_034

En mode de stratification de la charge, le couple moteur est déterminé par la quantité de carburant.

Le papillon est presque entièrement ouvert mis à part un étranglement nécessaire pour le système à réservoir à charbon actif, le recyclage des gaz et éventuellement la régulation de la dépression de freinage.

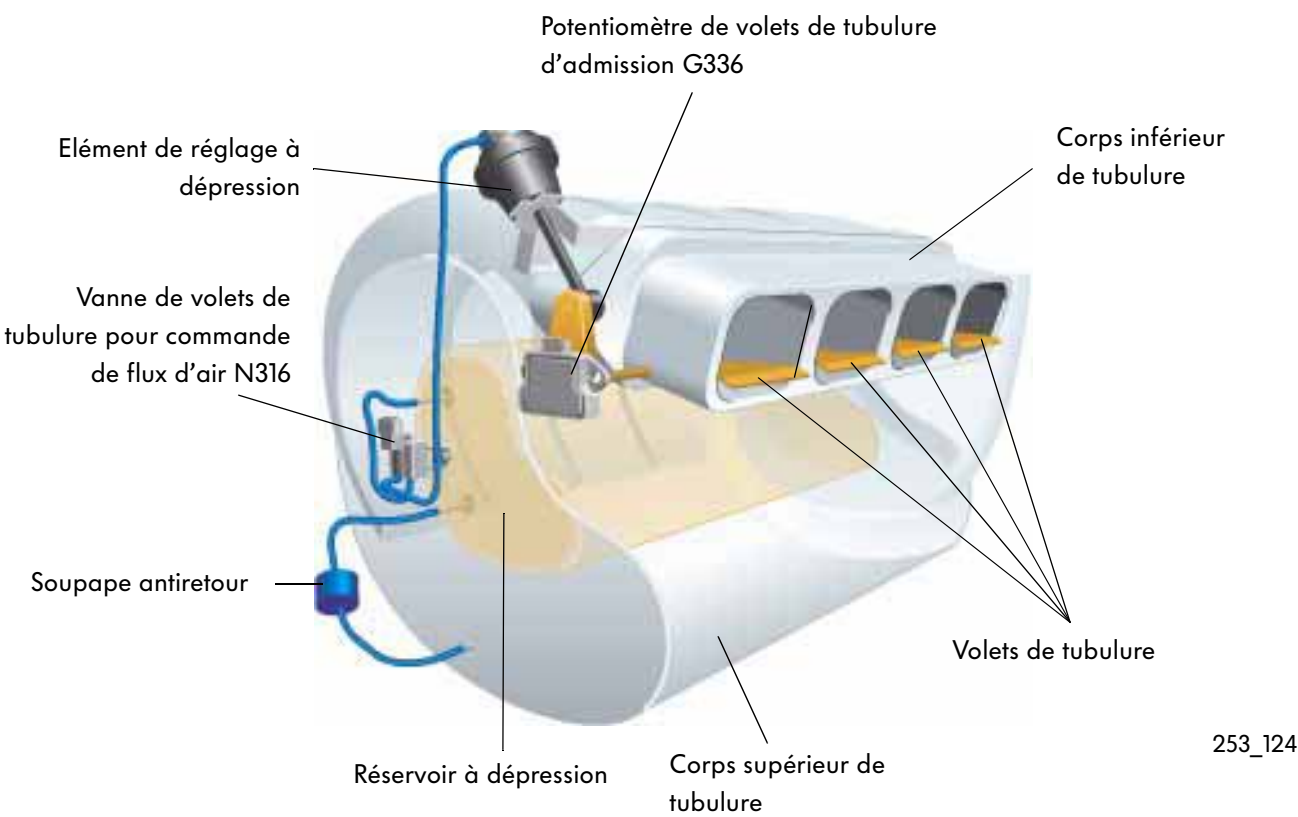
En mode homogène pauvre et en mode homogène, le couple moteur est déterminé par l'angle d'allumage et la masse d'air admise.

Le papillon est ouvert conformément à l'exigence du couple moteur.

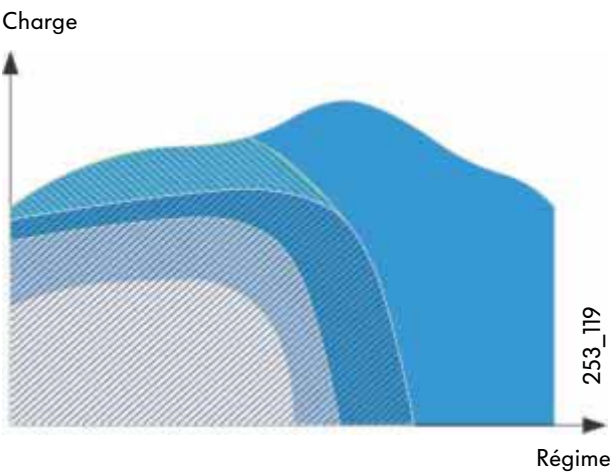
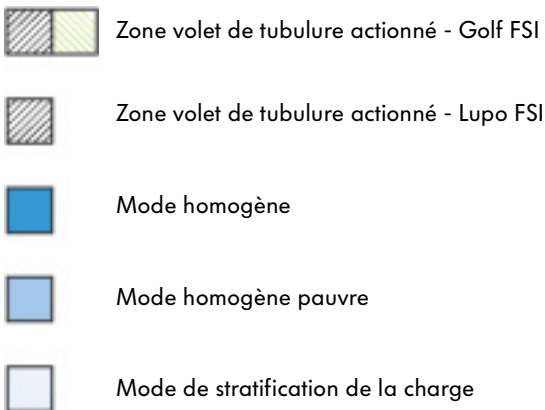
Gestion moteur

La commande des volets de tubulure d'admission

se trouve dans le corps supérieur de la tubulure d'admission et dans le corps inférieur de tubulure d'admission. C'est elle qui pilote le flux d'air dans le cylindre en fonction du mode de fonctionnement.

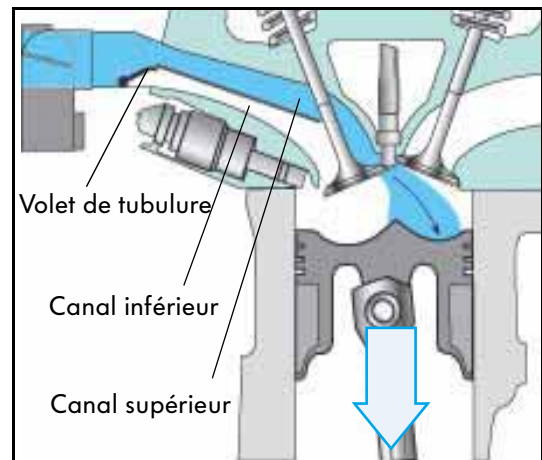


Dans ce diagramme, vous voyez la zone dans laquelle le volet de tubulure d'admission est actionné.



Volet de tubulure d'admission actionné

En mode de stratification de la charge, en mode homogène pauvre et dans des parties du mode homogène, le volet de tubulure est actionné et le canal inférieur dans la culasse est fermé. L'air d'admission ne parviendra dans le cylindre qu'en empruntant le canal supérieur. Ce canal est conçu de façon que l'air d'admission s'y engouffre en décrivant un rouleau. De plus, la vitesse du flux d'air augmente car le canal supérieur est étroit, ce qui contribue à la formation du mélange.



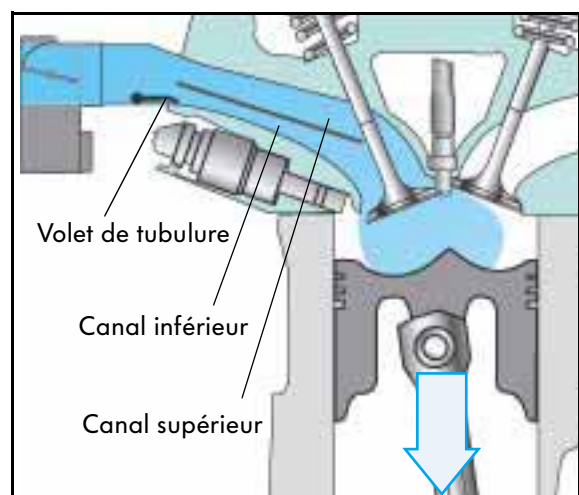
253_037

Ceci présente deux avantages :

- en mode de stratification de la charge, le flux d'air décrivant un rouleau transporte le carburant vers la bougie d'allumage. C'est sur le chemin vers la bougie que se forme le mélange.
- en mode homogène pauvre et dans certaines zones du mode homogène, le flux d'air décrivant un rouleau contribue à la formation du mélange. Cela permet d'obtenir un pouvoir détonant élevé du mélange et une combustion stable, ainsi qu'un fonctionnement à mélange pauvre.

Volet de tubulure non actionné

En mode homogène, à charge et régime élevés, le volet de tubulure d'admission n'est pas actionné et les deux canaux sont ouverts. La section plus importante du canal d'admission permet au moteur d'aspirer la masse d'air nécessaire pour un couple moteur élevé et une puissance importante.



253_127

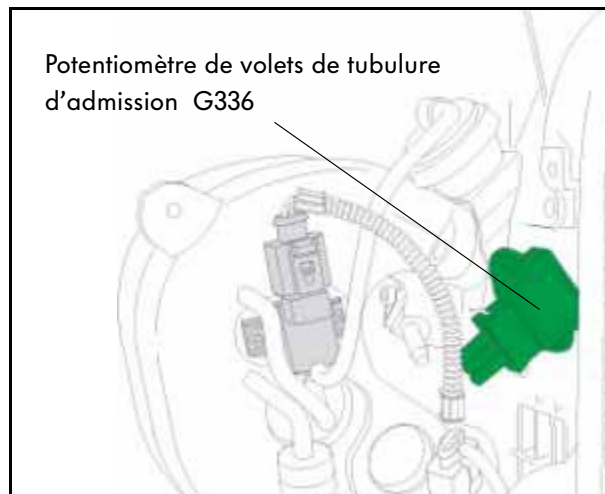
Potentiomètre de volet de tubulure d'admission G336

Emplacement de montage

Il est fixé au corps inférieur de la tubulure d'admission et relié à l'arbre pour les volets de tubulure d'admission.

Fonction

Il détecte la position des volets de tubulure et envoie ces informations à l'appareil de commande moteur. Cela est nécessaire parce que le pilotage des volets se répercute sur l'allumage, la proportion de gaz résiduels et les pulsations dans la tubulure d'admission. Ce qui implique que la position des volets de tubulure d'admission influe sur les gaz d'échappement et doit donc être contrôlée par l'autodiagnostic.



253_154

Répercussions en cas d'absence de signal

Si le signal du potentiomètre manque, seul le mode homogène sera autorisé.

Vanne de volets de tubulure d'admission pour commande de flux d'air N316

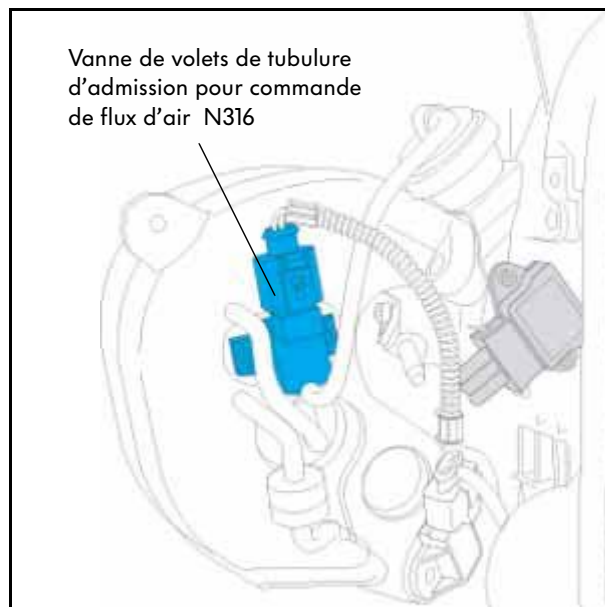
Emplacement de montage

Elle est fixée sur le corps supérieur de tubulure.

Fonction

Elle est pilotée par l'appareil de commande moteur et libère le chemin allant du réservoir à dépression vers l'élément de commande à dépression.

Ce qui permet à l'élément de commande à dépression d'actionner les volets de tubulure d'admission.



253_153

Répercussions en cas de défaillance

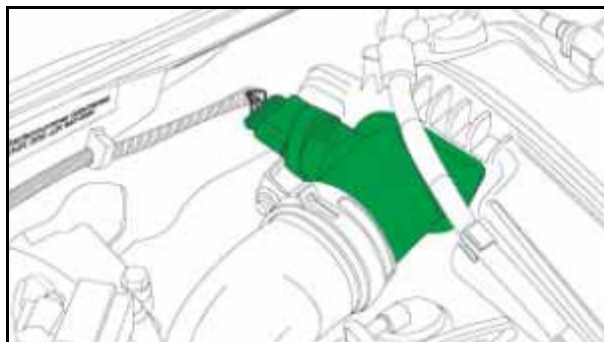
Si la vanne est défaillante, seul le mode homogène sera autorisé.

Le débitmètre d'air massique G70 avec le transmetteur de température d'air d'admission G42

Les deux capteurs se trouvent dans un seul et même boîtier et sont situés sur le parcours d'admission devant l'unité de commande du papillon.

Pour obtenir un signal charge moteur aussi précis que possible, on utilise un débitmètre d'air massique à film chaud avec détection de reflux. Il mesure non seulement l'air admis, mais il détecte aussi combien d'air reflue de l'ouverture et la fermeture des soupapes.

La température d'air d'admission sert de valeur corrigée.



253_060

Utilisation du signal

Les signaux sont utilisés pour toutes les fonctions asservies à la charge. Cela concerne par exemple la durée d'injection, le point d'injection et le système de réservoir à charbon actif.

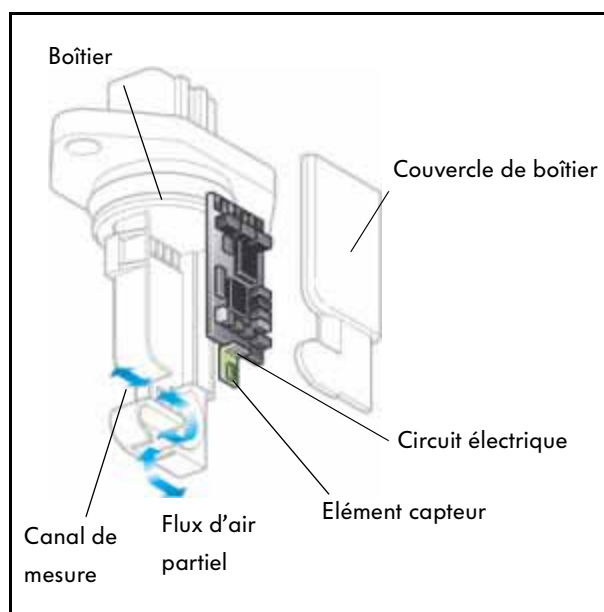
Répercussions en cas d'absence de signal

En cas de défaillance du débitmètre d'air massique, le signal du transmetteur de pression dans la tubulure G71 est utilisé comme signal de charge.

Construction

Le débitmètre d'air massique à film chaud se compose d'un boîtier en matière plastique avec un canal de mesure et une commande électrique dotée d'un élément capteur. Le canal de mesure est conçu de manière qu'une partie de l'air aspiré comme de l'air refluant vienne longer l'élément capteur.

Ce frôlement le long de l'élément capteur entraîne la formation d'un signal qui est traité par la commande électrique, puis transmis à l'appareil de commande moteur.



253_076



Pour de plus amples informations sur le fonctionnement, veuillez vous référer au Programme autodidactique N° 195 "Le moteur V5 de 2,3 l".

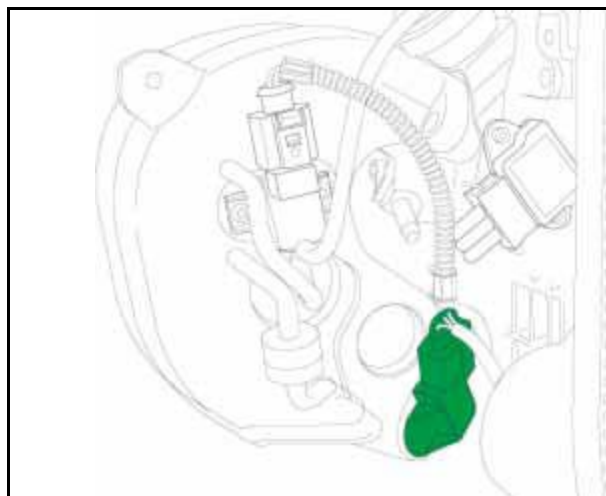
Gestion moteur

Le transmetteur de pression de tubulure d'admission G71

Il est fixé sur le corps supérieur de tubulure. Il mesure la pression dans la tubulure d'admission et envoie un signal correspondant à l'appareil de commande à l'appareil de commande moteur.

Utilisation du signal

Avec ce signal et le signal du débitmètre d'air ainsi que celui du transmetteur de température de l'air d'admission, l'appareil de commande moteur calcule la quantité exacte de gaz admis. En outre, le transmetteur dans la tubulure d'admission saisit la charge lors du lancement du moteur, car les signaux du débitmètre d'air massique sont trop imprécis en raison des pulsations à l'admission.



253_061

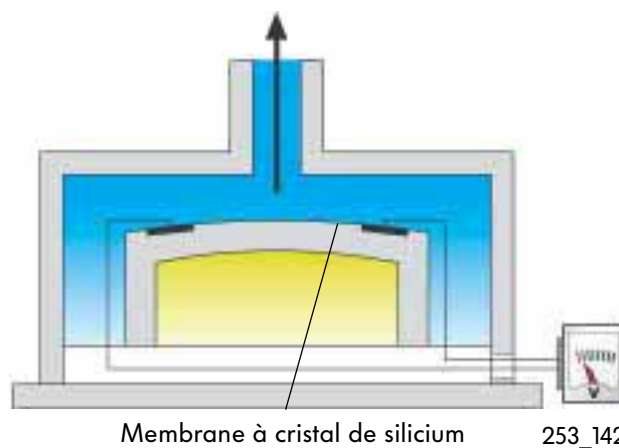
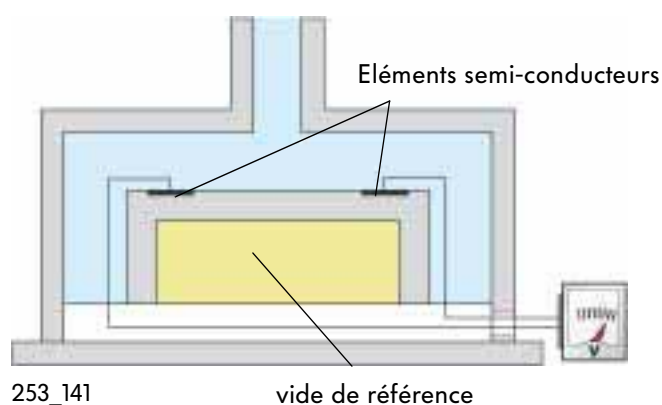
Le fonctionnement est le suivant

La mesure de la pression dans la tubulure d'admission se fait par une membrane à cristal de silicium. Sur cette membrane se trouvent des résistances extensibles qui font varier leur résistance selon la déformation de la membrane. Le vide de référence sert de comparaison pour la pression.

En fonction de la pression régnant dans la tubulure d'admission, la membrane se déforme et cette modification de résistance entraîne une tension différente du signal. A l'aide de cette tension, l'appareil de commande moteur identifie la pression régnant dans la tubulure d'admission.

faible dépression = forte tension de sortie

dépression élevée = faible tension de sortie



Voici comment est déterminée la quantité de gaz d'échappement recyclés

Le débitmètre d'air massique permet à l'appareil de commande moteur de mesurer la quantité d'air frais aspiré, ce qui lui permettra de calculer la pression régnant dans la tubulure d'admission.

Si des gaz d'échappement sont ajoutés au recyclage des gaz d'échappement, alors la quantité d'air frais augmente de la quantité de gaz d'échappement ajoutée et la pression dans la tubulure d'admission augmente. Le transmetteur de pression dans la tubulure

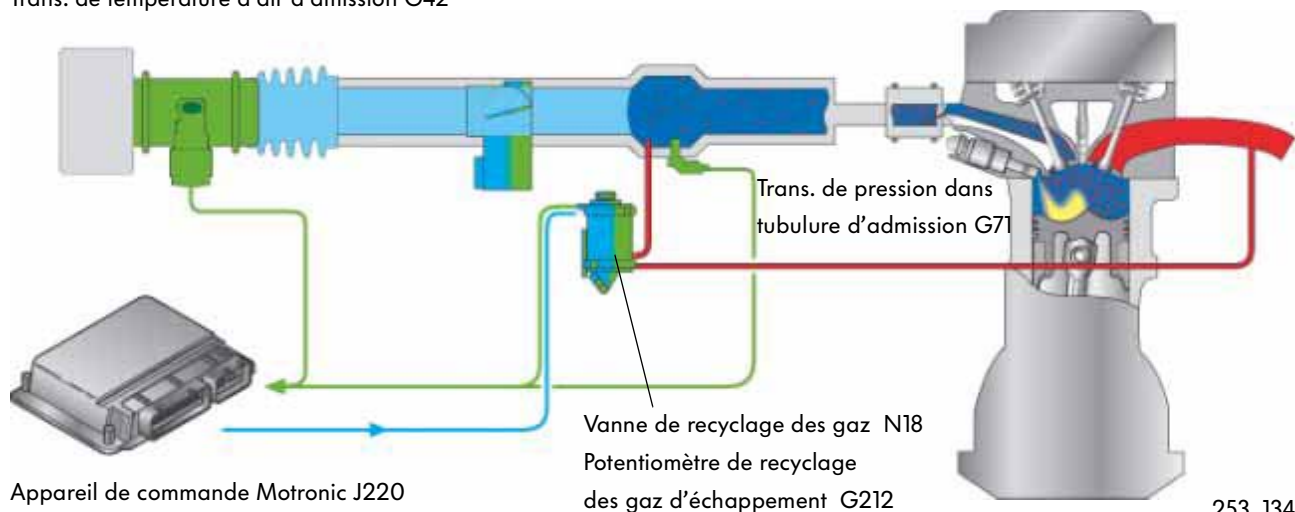
d'échappement augmente et émet un signal de tension correspondant à l'adresse de l'appareil de commande moteur.

C'est à partir de ce signal que l'on va calculer la quantité globale (air frais + gaz d'échappement).

La masse d'air frais est déduite de cette quantité globale, et l'on obtient la quantité de gaz d'échappement. L'avantage est que la quantité de gaz recyclés augmente et l'on peut l'amener plus près de la borne d'indice.

Débitmètre d'air massique G70

Trans. de température d'air d'admission G42



253_134

Répercussions en cas d'absence de signal

Si le transmetteur de pression dans la tubulure d'admission est défaillant, la quantité de gaz d'échappement est calculée par l'appareil de commande moteur et la quantité de gaz recyclée sera réduite par rapport à la cartographie.

Gestion moteur

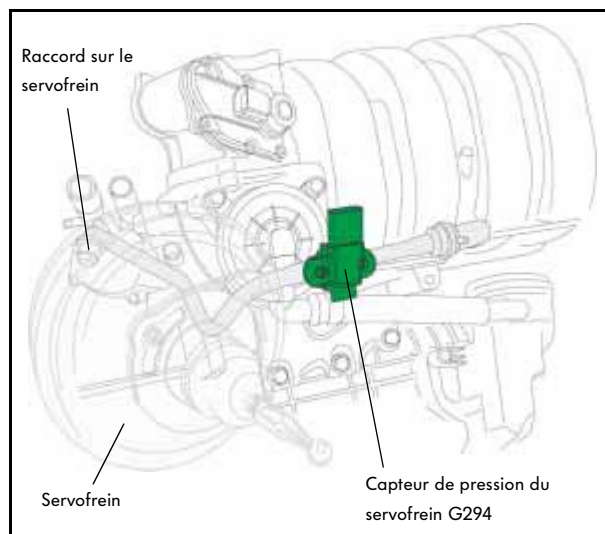
Le capteur de pression du servofrein G294

Il se trouve dans la conduite reliant la tubulure d'admission au servofrein.

Il mesure la pression régnant dans la conduite ou plus exactement dans le servofrein.

Utilisation du signal

Grâce au signal de tension, l'appareil de commande reconnaît si la dépression suffit pour faire fonctionner le servofrein.

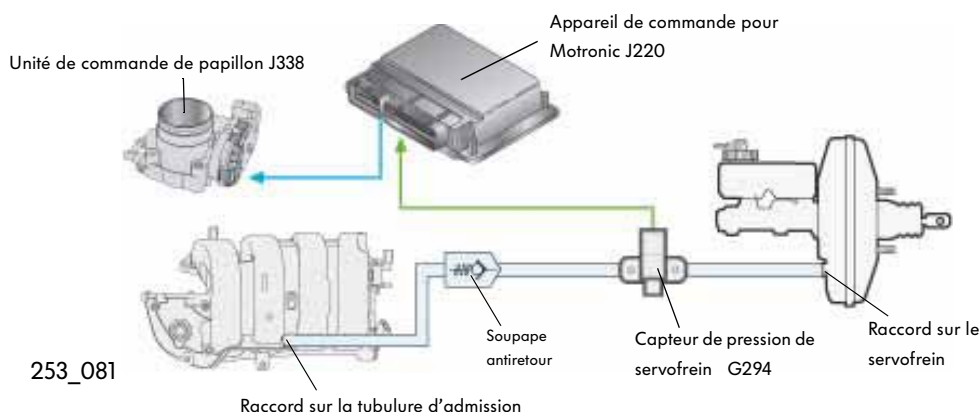


253_059

Le fonctionnement est le suivant

Le servofrein a besoin d'une dépression bien définie afin d'atteindre le plus rapidement possible la pleine capacité de freinage. En mode de stratification de la charge et en mode homogène pauvre, le papillon est largement ouvert et il règne dans la tubulure d'admission une faible dépression. Si,

maintenant, on actionne le frein plusieurs fois successivement, la dépression accumulée dans le servofrein ne suffit plus. Pour éviter cet état, le papillon sera un peu refermé et la dépression va augmenter. Si la dépression ne suffit toujours pas, le papillon sera encore refermé et en cas de besoin, il y aura commutation en mode homogène.



Répercussions en cas d'absence de signal

Si le signal du capteur de pression manque, seul le mode homogène sera autorisé.

Le système d'alimentation

Il est subdivisé en un système d'alimentation basse pression et un système d'alimentation haute pression. En plus le carburant est transporté vers la combustion via le système à réservoir à charbon actif.

Dans le système à carburant basse pression,

le carburant est transporté par la pompe à carburant logée dans le réservoir en direction de la pompe à carburant haute pression. La pression de carburant s'élève à 3 bars en fonctionnement normal et à 5,8 bars au maximum lors d'un démarrage à chaud.

Il se compose :

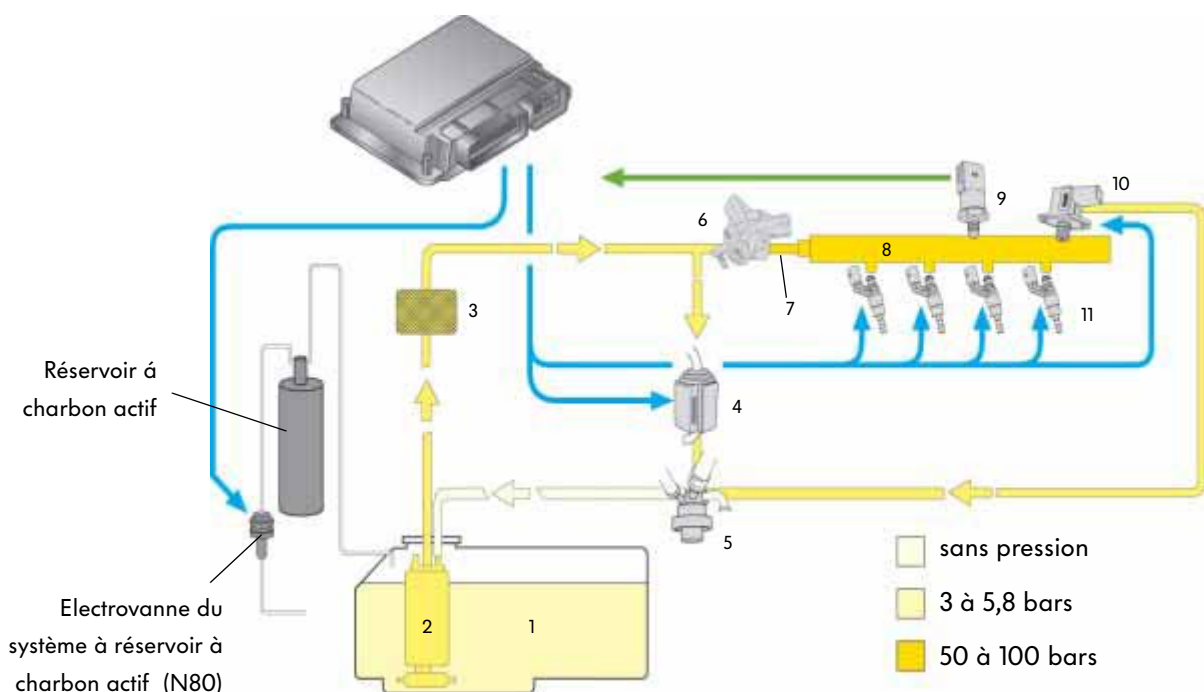
- 1 du réservoir à carburant
- 2 de la pompe à carburant électrique (G6)
- 3 du filtre à carburant
- 4 de la vanne de dosage de carburant (N290)
- 5 du régulateur de pression de carburant

Dans le système à carburant haute pression,

le carburant est pompé par la pompe haute pression et envoyé dans le tube distributeur. C'est là que la pression est mesurée par le transmetteur de pression de carburant et régulée par la vanne de régulation de 50 à 100 bars. L'injection s'effectue via des injecteurs haute pression.

Il se compose :

- 6 de la pompe à carburant haute pression
- 7 de la conduite à carburant haute pression
- 8 du tube répartiteur haute pression
- 9 du transmetteur de pression de carburant (G247)
- 10 de la vanne de régulation de pression de carburant (N276)
- 11 des injecteurs haute pression (N30-N33)



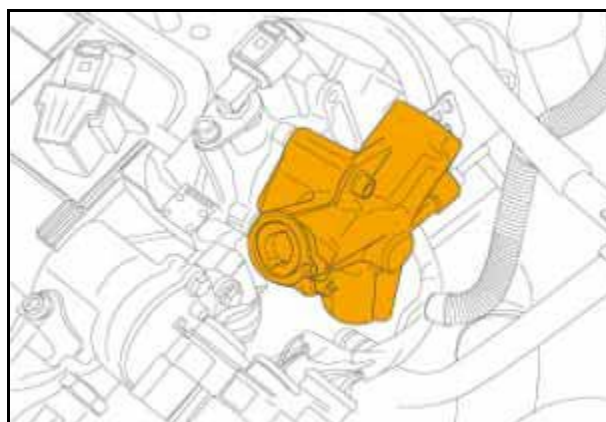
253_092

La pompe à carburant haute pression

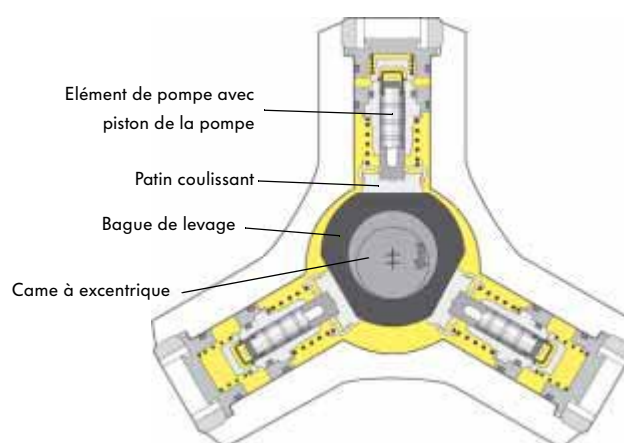
est vissée sur le carter d'arbre à cames.

Il s'agit d'une pompe à piston radial à 3 cylindres qui est entraînée par l'arbre à cames d'admission. La disposition des trois éléments de pompe disposés avec un écartement de 120° permet de maintenir à un faible niveau les variations de pression dans le tube répartiteur à carburant.

Elle a pour mission de faire monter jusqu'à 100 bars la pression de carburant dans le système haute pression.



253_058



253_030

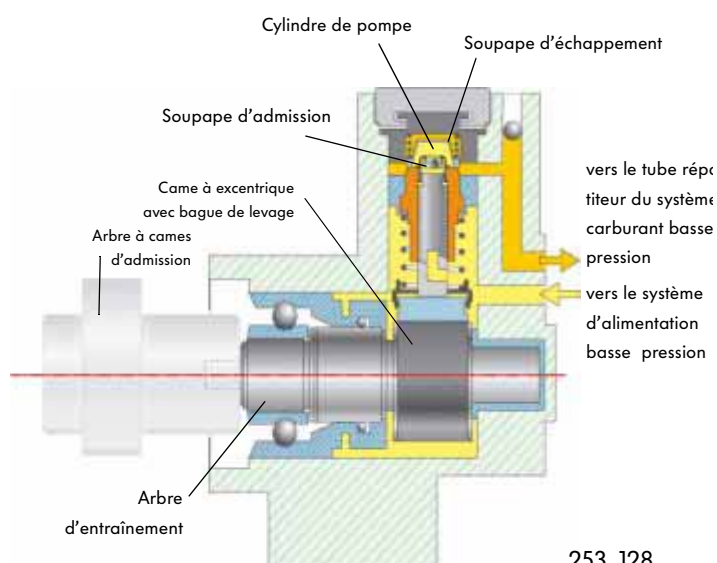
Entraînement

L'arbre d'entraînement de la pompe haute pression est entraîné par l'arbre à cames d'échappement.

Une came à excentrique est fixée sur l'arbre d'entraînement sur lequel se trouve une bague de levage.

Lorsque l'arbre d'entraînement tourne, la came à excentrique avec bague de levage assure le mouvement de va-et-vient du piston de pompe.

- lors du déplacement descendant, le carburant est aspiré dans le système à carburant basse pression.
- lors du déplacement ascendant, le carburant est pompé et envoyé dans le tube répartiteur de carburant.



253_128

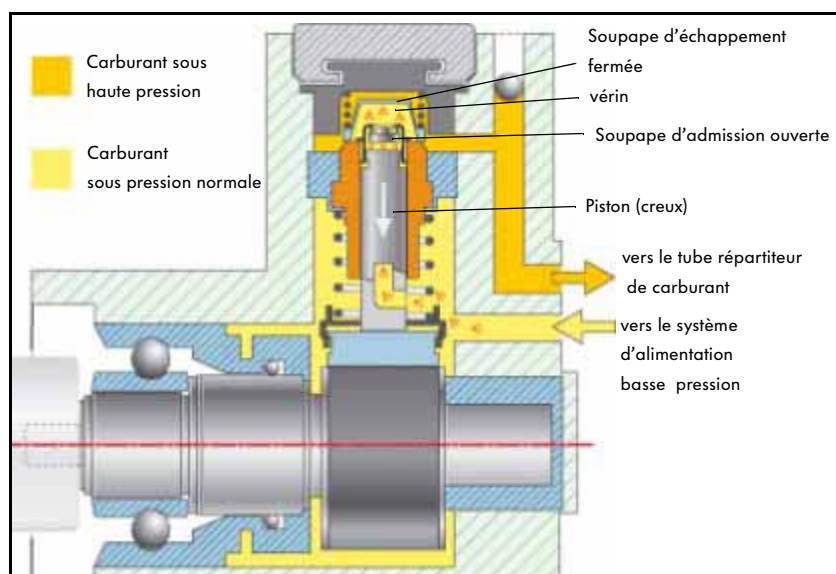
Le fonctionnement est le suivant :

Le carburant arrive du système d'alimentation basse pression et est envoyé vers la pompe à carburant haute pression. Il traverse alors le piston creux de pompe et se dirige vers la soupape d'admission.

La course d'admission

Lors du déplacement descendant du piston de pompe, il se crée dans le cylindre de pompe une augmentation de volume et la pression diminue. Lorsque la pression augmente dans le piston creux de pompe, la pression

est plus importante que celle régnant dans le vérin, la soupape d'admission s'ouvre et le carburant peut s'écouler.

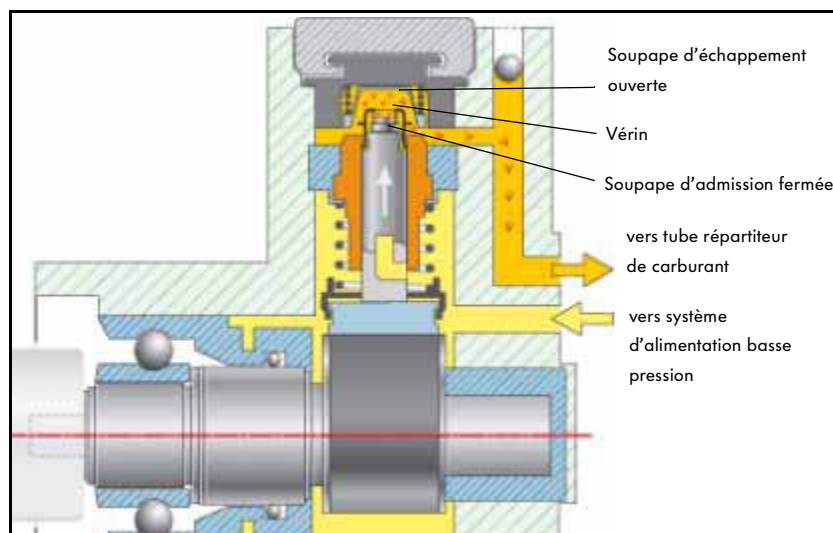


253_096

La course de refoulement

Lorsque le piston de pompe commence à remonter, la pression dans le vérin augmente et la soupape d'admission se ferme. Si la pression dans le vérin est supérieure à la pression régnant dans le tube

répartiteur, la soupape d'échappement s'ouvre et le carburant est envoyé vers le tube répartiteur à carburant.



253_026



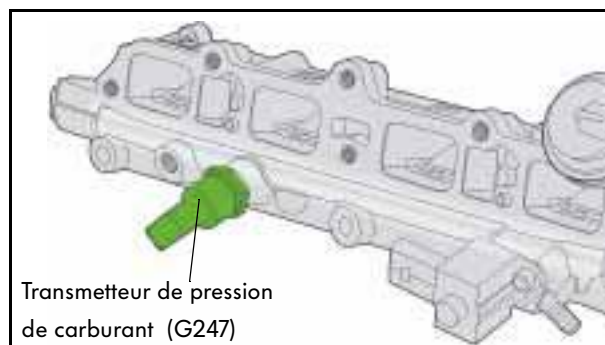
Gestion moteur

Le transmetteur de pression de carburant (G247)

se trouve sur le corps inférieur de la tubulure d'admission et est vissé sur le tube répartiteur de carburant. Il mesure la pression de carburant dans le tube répartiteur de carburant.

Utilisation du signal

Avec ce signal, l'appareil de commande moteur régule la pression de carburant dans le système d'alimentation haute pression en fonction de la cartographie.



253_046

Le fonctionnement est le suivant

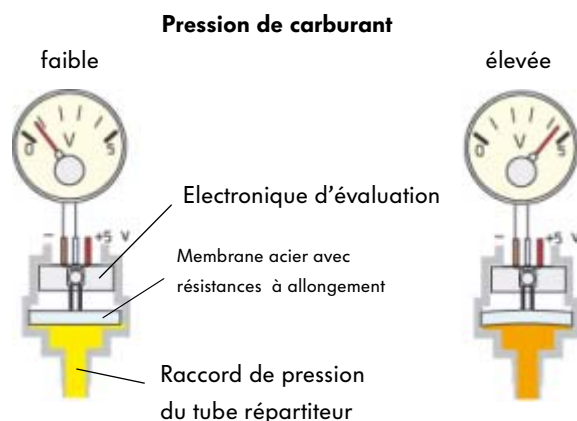
Le carburant provient du tube répartiteur et afflue vers le transmetteur de pression de carburant.

- Lorsque la pression de carburant est faible, la membrane en acier ne se déforme que faiblement. Ce qui entraîne une grande résistance dans les résistances à allongement et la tension du signal est faible.
- Lorsque la pression de carburant est élevée, la membrane en acier se déforme fortement. Ce qui entraîne une moindre résistance dans les résistances à allongement et la tension du signal est élevée.

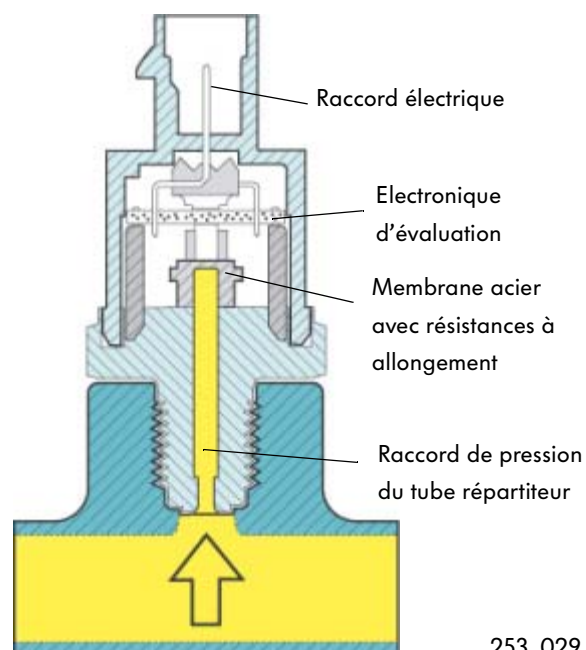
La tension du signal est amplifiée par l'électronique et envoyée à l'appareil de commande moteur. La régulation de la pression de carburant s'effectue à l'aide de la vanne de régulation de pression de carburant.

Répercussions en cas d'absence de signal

S'il n'y a pas de signal venant du transmetteur de pression dans la tubulure d'admission, la vanne de régulation de pression de carburant est pilotée avec une valeur fixe par l'appareil de commande moteur.



253_091



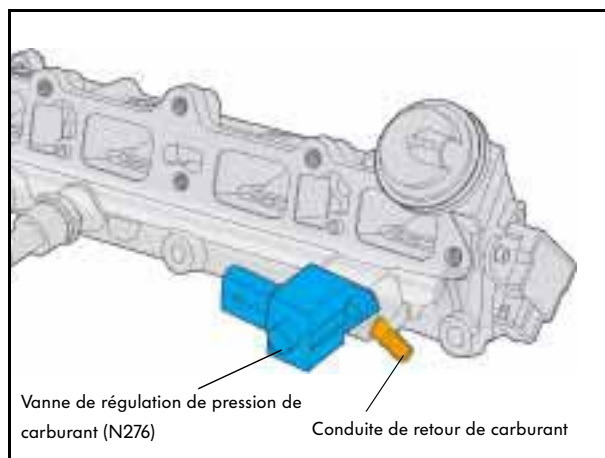
253_029

La vanne de régulation de la pression de carburant (N276)

se trouve sur le corps inférieur de tubulure d'admission et est vissée entre le tube répartiteur de carburant et la conduite de retour menant au réservoir à carburant.

Fonction

Elle a pour fonction de régler la pression de carburant dans le tube répartiteur, indépendamment de la quantité injectée et du débit de la pompe.



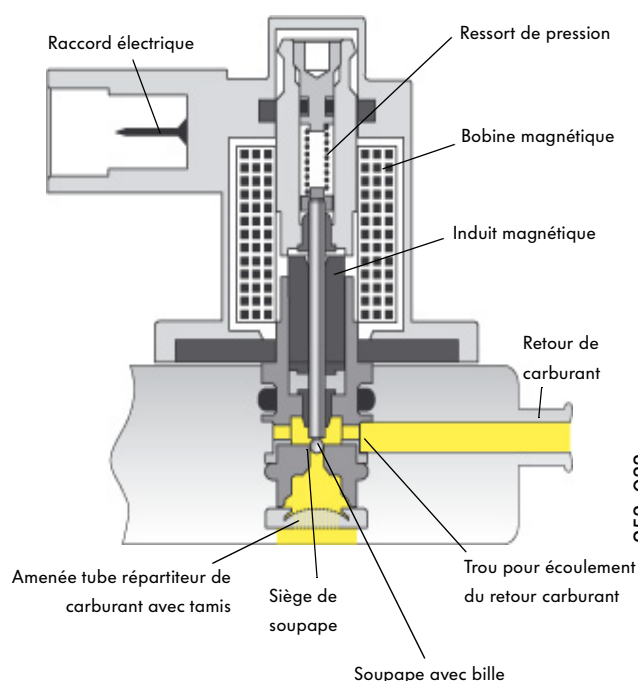
253_129

Le fonctionnement est le suivant :

En cas de variations par rapport à la pression de consigne, la vanne de régulation de carburant est pilotée par l'appareil de commande moteur avec un signal à modulation d'amplitude. De plus, un champ magnétique se forme dans la bobine magnétique et la bille se soulève de son siège. En fonction de l'importance du signal, la section du débit vers la conduite de retour est régulée, ce qui modifie la quantité d'écoulement et donc la pression de carburant.

Répercussions en cas de défaillance

La soupape de régulation est fermée sans courant. Cela permet de s'assurer qu'il y a toujours une pression de carburant suffisamment importante. Afin de protéger les composants contre une pression trop élevée, la vanne de régulation de pression de carburant intègre une limitation de pression mécanique un système à ressort. Celui-ci s'ouvre lorsque la pression de carburant est de 120 bars.



253_033

Les injecteurs haute pression (N30-N33)

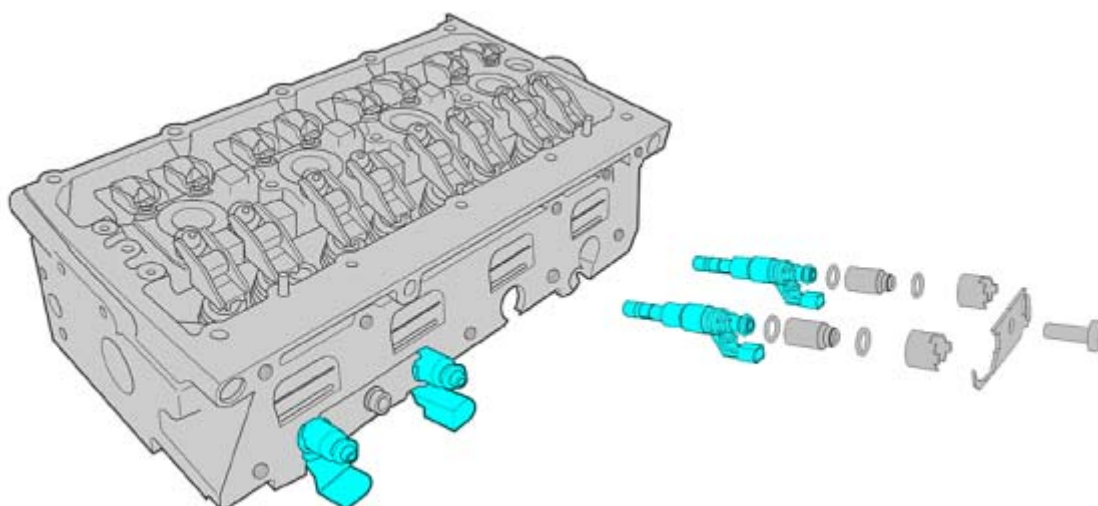
sont fixés sur la culasse et injectent à haute pression le carburant directement dans le cylindre.

Fonction



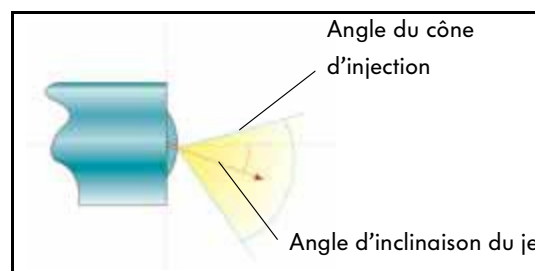
Les injecteurs doivent bien pulvériser le carburant en un temps extrêmement court et l'injecter de façon ciblée en fonction du mode de fonctionnement.

C'est ainsi qu'en mode de stratification de la charge le carburant sera diffusé en le concentrant autour de la bougie d'allumage et en mode homogène pauvre ainsi qu'en mode homogène de façon uniforme dans l'ensemble de la chambre de combustion.



253_149

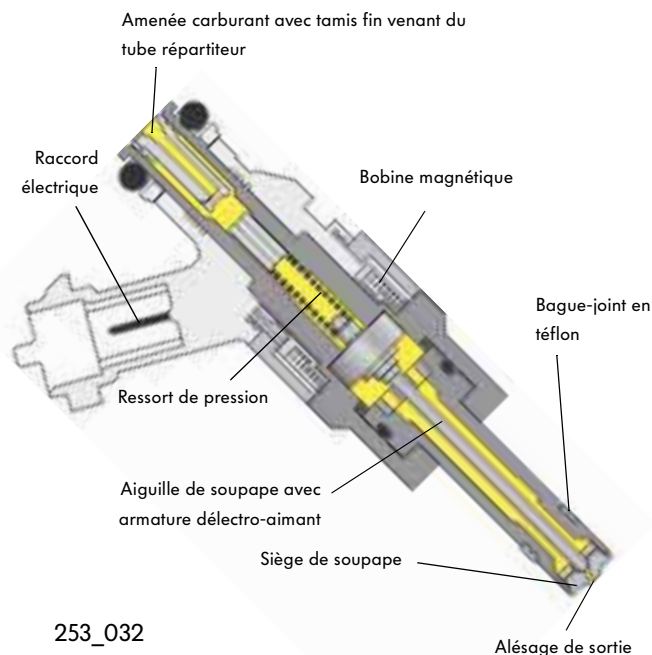
Grâce à un angle de cône d'injection de 70° et un angle d'inclinaison du jet de 20° , on peut positionner exactement le carburant surtout en mode de stratification de la charge.



253_056

Le fonctionnement est le suivant :

Pendant l'injection, la bobine magnétique intégrée à l'injecteur est pilotée, ce qui crée un champ magnétique. Cela provoque l'excitation de l'induit magnétique par l'aiguille, la soupape s'ouvre et le carburant est injecté. Si la bobine n'est plus excitée, le champ magnétique s'effondre et l'aiguille de soupape est repoussée dans le siège de soupape sous l'action du ressort de pression. Le flux de carburant est interrompu.

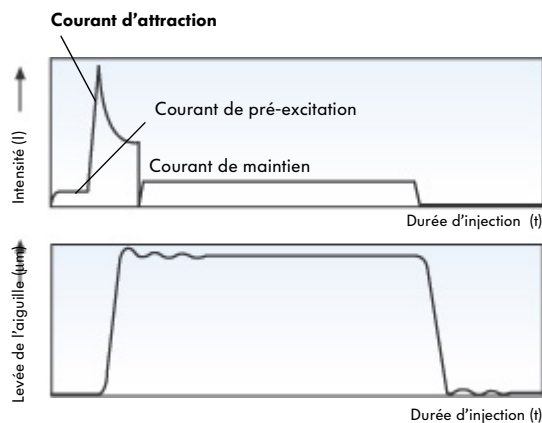


253_032

Le pilotage des injecteurs haute pression

Les injecteurs haute pression sont pilotés par une commande électronique intégrée à l'appareil de commande moteur.

Afin que l'injecteur s'ouvre le plus rapidement possible, on lui applique une tension d'environ 90 volts après une courte période de pré-aimantation. Il en résulte une intensité pouvant atteindre 10 ampères. Si la soupape s'ouvre entièrement, il suffit d'une tension de 30 volts et d'une intensité de 3 à 4 ampères afin de maintenir la soupape complètement ouverte.



253_028

Répercussions en cas de défaillance de la pièce

Un injecteur défectueux sera identifié par la détection des ratés d'allumage et ne sera plus piloté.

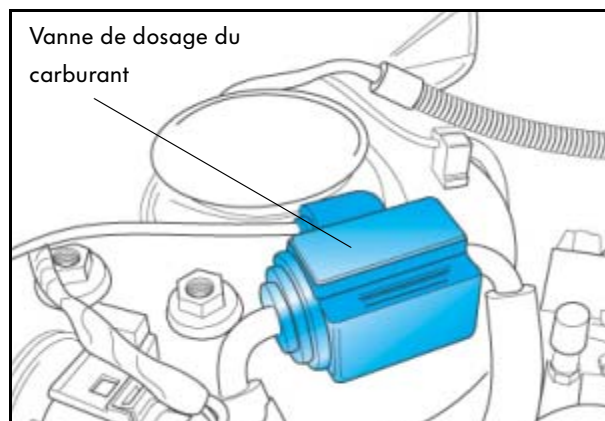


Après le remplacement d'un injecteur, les valeurs d'apprentissage doivent être effacées puis réadaptées à l'appareil de commande moteur. Veuillez respecter les indications du Manuel de réparation correspondant.

Gestion moteur

La vanne de dosage du carburant (N290)

se trouve dans la conduite d'amenée vers la pompe à carburant haute pression et vers le régulateur de pression de carburant. Elle est fixée sur le dôme de jambe de force.



253_049

Fonction

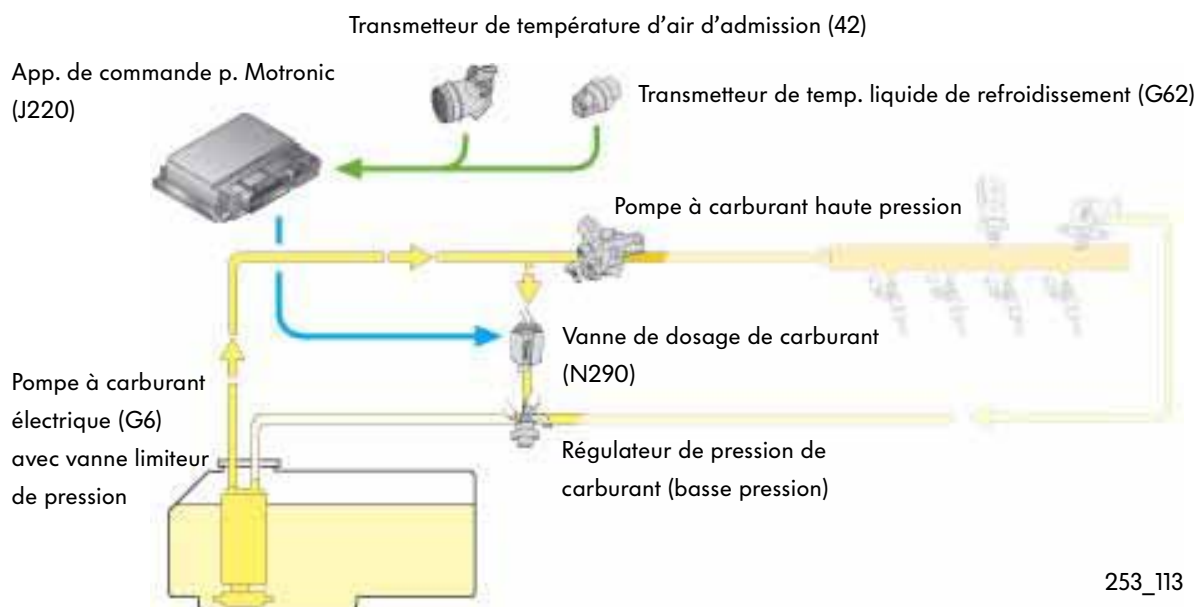
En fonctionnement normal, la vanne est ouverte et libère le passage vers le régulateur de carburant.

Si, lors du démarrage moteur, la température du liquide de refroidissement est supérieure à 110° C et la température d'air d'admission à 50° C, il s'agit d'un démarrage à moteur chaud.

Puis la soupape est pilotée par l'appareil de commande moteur pendant 50 secondes et obture la voie vers le régulateur de pression de carburant.

La pression dans le système basse pression augmente alors jusqu'au débit maximum de la pompe à carburant électrique. Ce débit s'élève à un maximum de 5,8 bars sous l'action d'une vanne interne de limitation de pression.

Cette augmentation de pression empêche la formation de vapor lock côté aspiration de la pompe haute pression et garantit ainsi une montée sûre en pression.



253_113

Répercussions en cas de défaillance

Si la vanne de dosage de carburant ne fonctionne pas, elle reste constamment fermée par la force du ressort de pression. La pression dans le système d'alimentation basse pression

augmente jusqu'à 5,8 bars et empêche une immobilisation du véhicule lors d'un démarrage à chaud.

Le dispositif à réservoir à charbon actif

est nécessaire afin de satisfaire aux exigences légales en matière d'émissions d'hydrocarbures (HC). Il permet d'éviter que les vapeurs de carburant ne s'échappent du réservoir et

parviennent dans l'environnement. Les vapeurs de carburant s'accumulent dans un réservoir à charbon actif et sont dirigées régulièrement vers la combustion.

En mode homogène pauvre et en mode homogène,

le mélange détonant est réparti uniformément dans la chambre de combustion. Cette combustion a lieu dans l'ensemble de la chambre et le carburant venant du système à charbon actif sera brûlé en même temps.

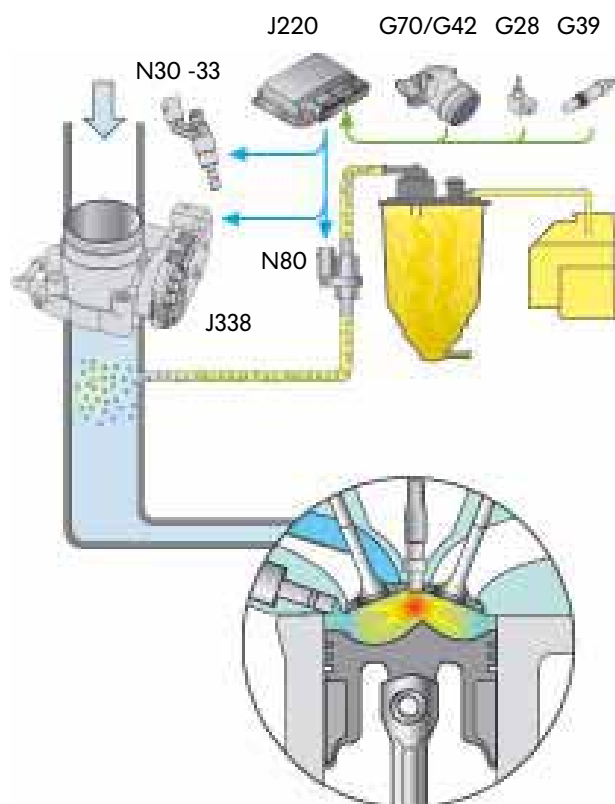
En mode de stratification de la charge,

le mélange détonant ne se trouve qu'à proximité de la bougie d'allumage. Une partie du carburant venant du réservoir à charbon actif se trouve cependant dans la zone extérieure ne pouvant s'enflammer. Cela peut entraîner une combustion incomplète et augmenter la proportion de HC dans les gaz d'échappement. C'est pourquoi, ce mode de stratification de la charge n'est autorisé qu'en cas de calcul d'un état de moindre charge du système à réservoir à charbon actif.

L'appareil de commande moteur calcule combien de carburant en provenance du système à réservoir à charbon actif peut être transporté et adjoint à la combustion. Selon le cas, il y aura pilotage de l'électrovanne, adaptation de la quantité injectée et variation du réglage du papillon.

Pour cela, les informations suivantes sont nécessaires :

- la charge moteur fournie par le débitmètre d'air massique à film chaud (G70),
- le régime moteur fourni par le transmetteur de régime moteur (G28),
- la température d'air d'admission fourni par le transmetteur température d'air d'admission (G42) et
- l'état de charge du réservoir à charbon actif fourni par la sonde lambda (G39).



253_077



Le système d'allumage

a pour fonction d'enflammer le mélange air-carburant au bon moment. Afin d'y parvenir, le point d'allumage, l'énergie nécessaire et la durée de l'étincelle d'allumage doivent être déterminés par l'appareil de commande dans tous les points de fonctionnement. Le point d'allumage influe sur le couple, le comportement des gaz d'échappement et la consommation de carburant du moteur.



En mode de stratification de la charge,

le point d'allumage se situe dans une fenêtre étroite d'angle de vilebrequin en raison de la formation particulière du mélange. Ce n'est qu'à cette condition que le mélange s'enflammera de façon sûre.

En cas de mode homogène pauvre et de mode homogène,

il n'y a pas de différence par rapport à un moteur à injection dans la tubulure d'admission. La répartition du mélange étant uniforme, on utilise des points d'allumage comparables sur les deux systèmes d'injection.

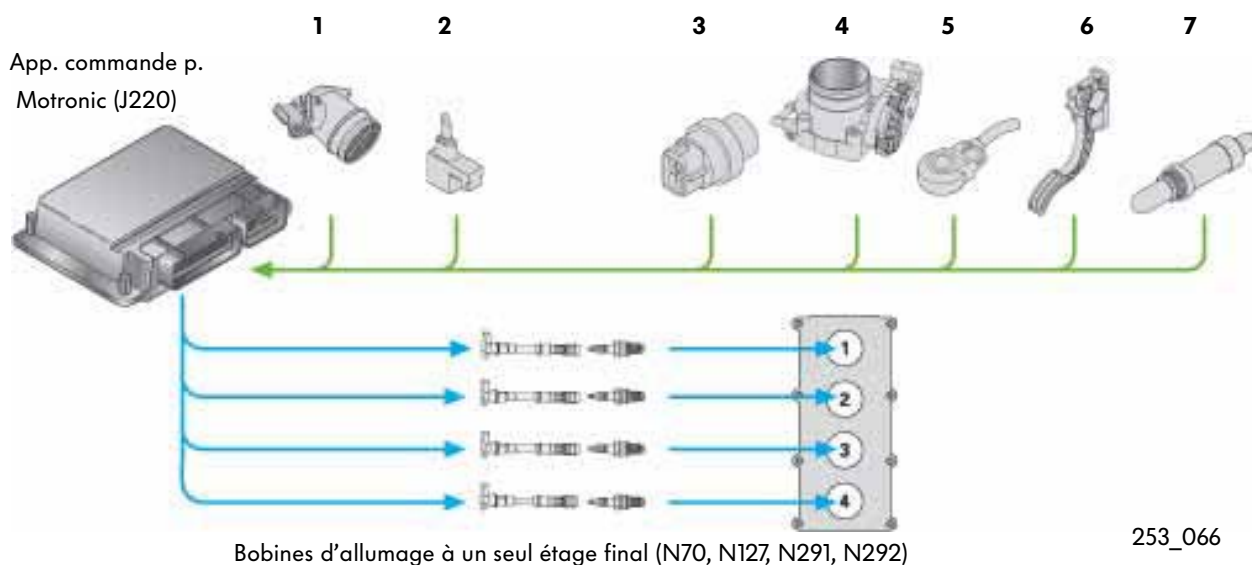
Le calcul du point d'allumage optimal se fait à partir des

informations principales :

- 1 charge moteur fourni par le débitmètre d'air massique (G70) et le transmetteur de température d'air d'admission (G42)
- 2 régime moteur fourni par le transmetteur du régime moteur (G28)

informations correctives :

- 3 transmetteur de liquide de refroidissement (G62)
- 4 unité de commande du papillon (J338)
- 5 détecteur de cliquetis (G61)
- 6 transmetteur position d'accélérateur (G79, G185)
- 7 sonde lambda (G39)

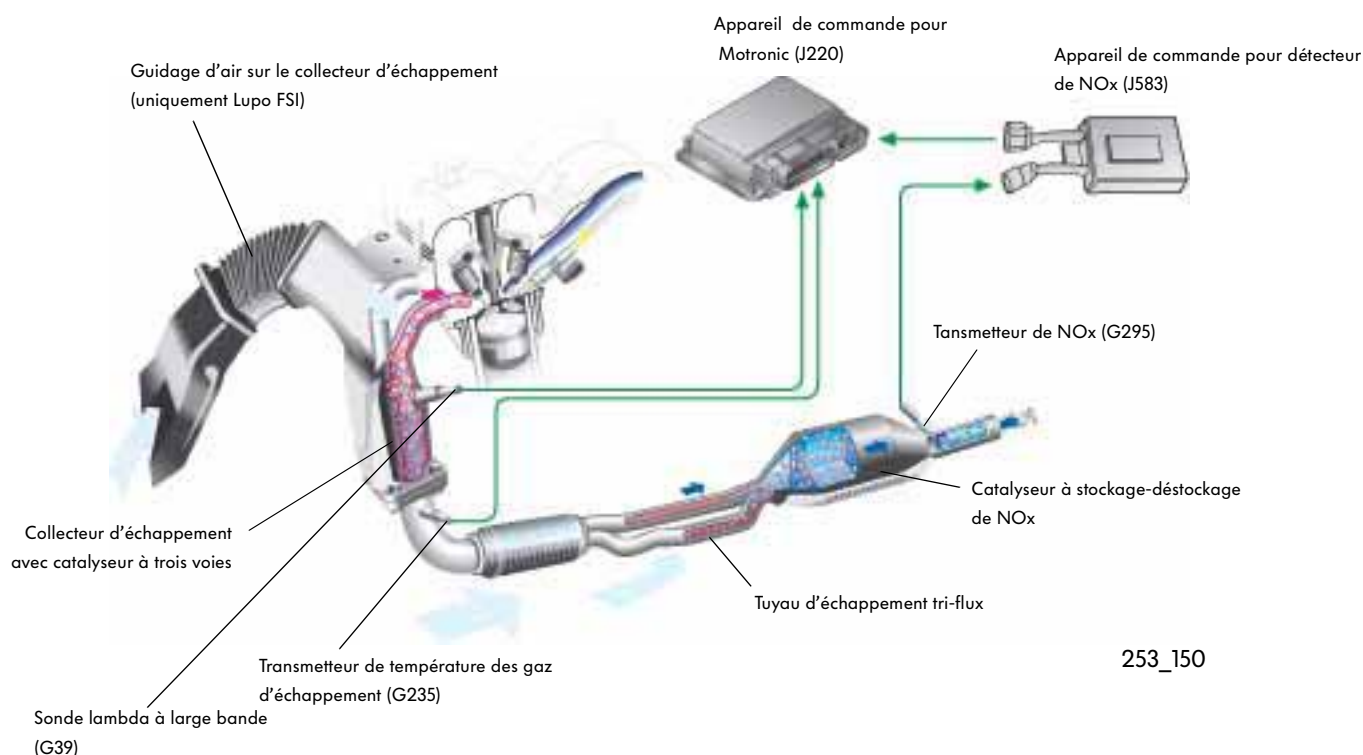


253_066

Le système d'échappement

a été adapté aux exigences d'un moteur à injection directe d'essence. Jusqu'à maintenant, l'épuration des gaz d'échappement sur les moteurs dotés d'un système d'injection directe d'essence constituait un grand problème. Cela tient au fait qu'un catalyseur à trois voies traditionnel ne permet pas d'atteindre les valeurs limites prescrites par la loi pour le mode de stratification de la charge et le mode homogène

pauvre. C'est pourquoi sur ces moteurs on monte un catalyseur à stockage-déstockage de NOx qui accumule les oxydes d'azote (NOx) dans ces modes de fonctionnement. Si la limite de stockage est atteinte, on commute sur le mode régénération, les oxydes d'azote sont détachés du catalyseur de stockage-déstockage de NOx et convertis en azote.



253_150



Le recyclage des gaz d'échappement et la variation du calage de l'arbre à cames vont réduire les émissions d'oxyde d'azote dès la combustion.

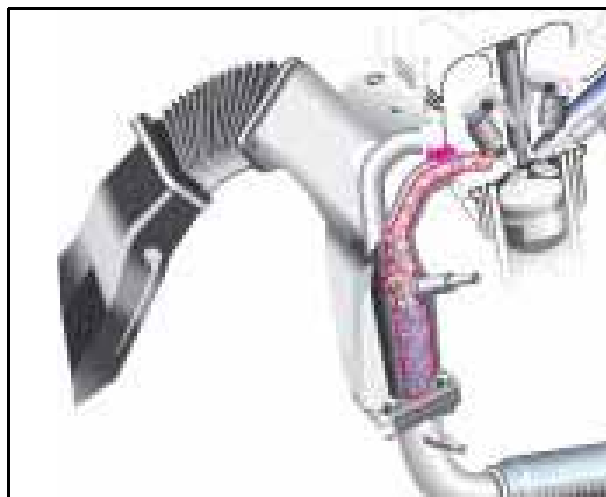
Le refroidissement des gaz d'échappement

L'objectif est de refroidir les gaz d'échappement jusqu'à ce que la température dans le catalyseur à stockage-déstockage de NOx se trouve le plus souvent et le plus longtemps possible dans la plage comprise entre 250 °C et 500 °C. Ce n'est que dans cette plage de température que le catalyseur à stockage-déstockage de NOx peut retenir les oxydes d'azote. Un autre motif est la diminution en continu de la capacité de stockage, car le catalyseur à stockage-déstockage de NOx a été chauffé à plus de 850 °C.



Le refroidissement du collecteur d'échappement (uniquement Lupo FSI)

A l'avant du véhicule, de l'air frais est dirigé de façon ciblée sur le collecteur d'échappement afin de diminuer la température des gaz d'échappement.



253_131

Le tuyau d'échappement tri-flux

se trouve en amont du catalyseur à stockage-déstockage de NOx. C'est la deuxième mesure prise pour diminuer la température des gaz d'échappement et donc celle du catalyseur à stockage-déstockage de NOx. Grâce à l'augmentation de la surface, la dissipation de chaleur dans l'air ambiant s'accroît, ce qui diminue la température des gaz d'échappement.

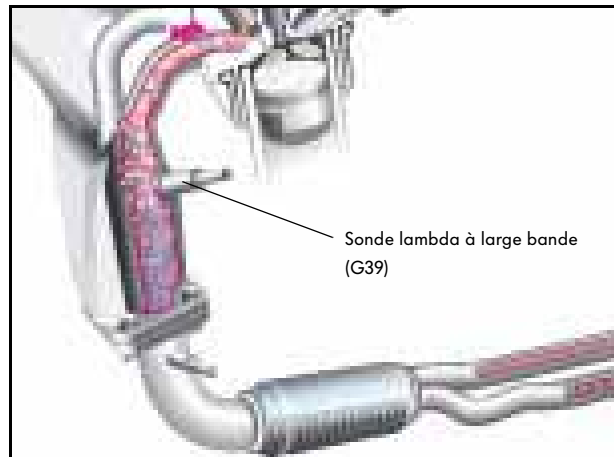


253_131

Ces deux mesures entraînent ensemble une diminution de la température des gaz d'échappement de 30 °C à 100 °C en fonction de la vitesse du véhicule.

La sonde lambda à large bande (G39)

La sonde lambda à large bande est vissée dans le collecteur d'échappement en amont du catalyseur. C'est elle qui détermine la proportion d'oxygène résiduelle dans les gaz d'échappement.



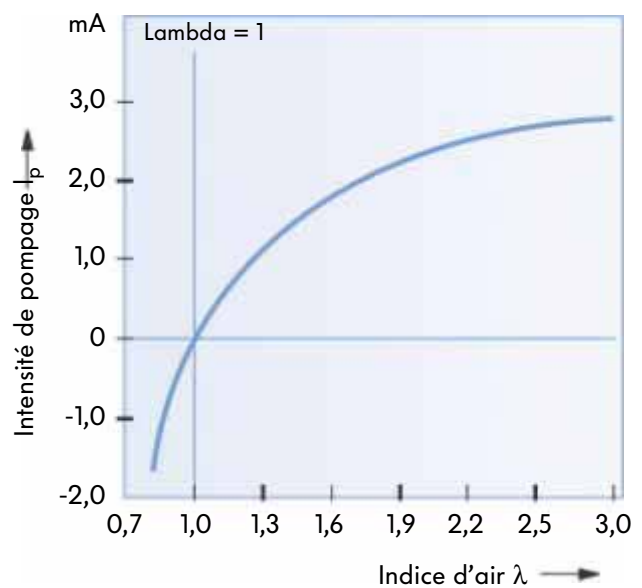
253_131

Utilisation du signal

Avec la sonde lambda à large bande, le rapport air-carburant peut être exactement déterminé même lorsque le coefficient λ n'est pas égal à 1.

Cela permet en mode homogène pauvre de régler une valeur λ "pauvre" de 1,55. En mode de stratification de la charge, le coefficient λ sera calculé parce que les sondes lambda à large bande sont trop imprécises dans cette zone.

A l'aide du signal, l'appareil de commande moteur calcule la valeur λ réelle et commence la régulation lorsqu'il y a des divergences par rapport à la valeur λ de consigne. La régulation s'effectue via la quantité injectée.



253_088

Répercussions en cas d'absence de signal

En cas de défaillance du signal fourni par la sonde lambda, il n'y a pas de régulation λ , mais une pré-régulation de la quantité injectée. En outre, l'adaptation λ est bloquée et le système à réservoir à charbon actif passe en mode dégradé.

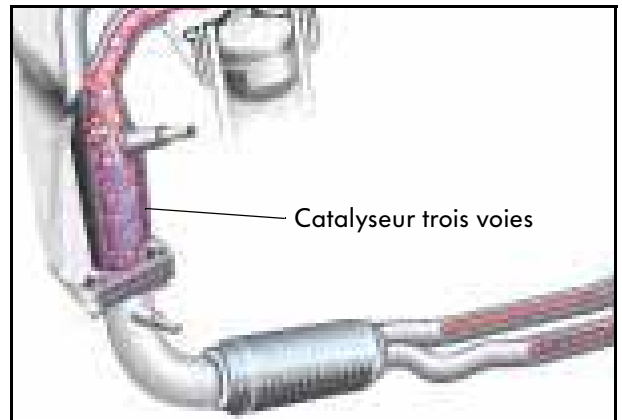


Le pré catalyseur à trois voies

se trouve dans le collecteur d'échappement. De par sa disposition près du moteur, il parvient rapidement à sa température de fonctionnement et commence l'épuration des gaz d'échappement. Ce qui permet de respecter les sévères valeurs limite des gaz d'échappement.

Fonction

Il convertit par catalyse les polluants qui se dégagent lors de la combustion en des substances inoffensives.

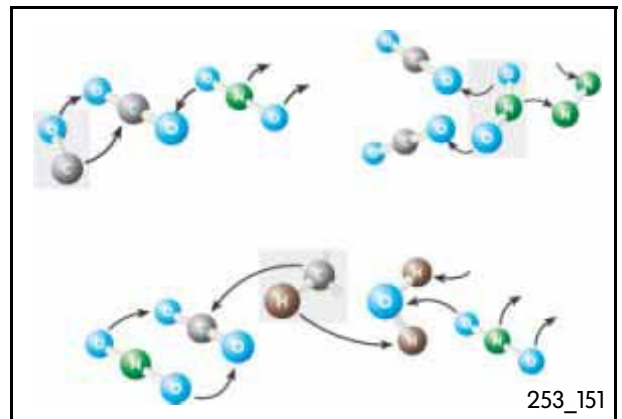


253_131

Le fonctionnement est le suivant

En mode homogène avec $\lambda = 1$

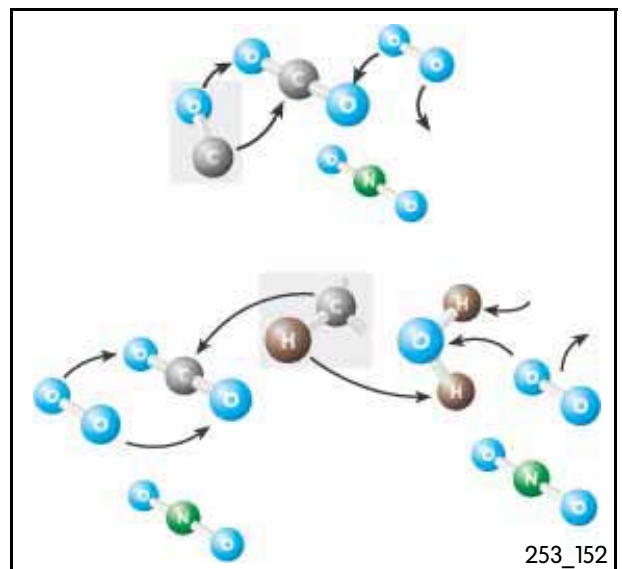
Les hydrocarbures (HC) et les monoxydes de carbone (CO) s'oxydent avec l'oxygène (O) des oxydes d'azote (NOx) pour les convertir en eau (H₂O) et en gaz carbonique (CO₂). En même temps, les oxydes d'azote sont réduits en azote (N₂).



253_151

En mode de stratification de la charge et en mode homogène pauvre avec $\lambda > 1$

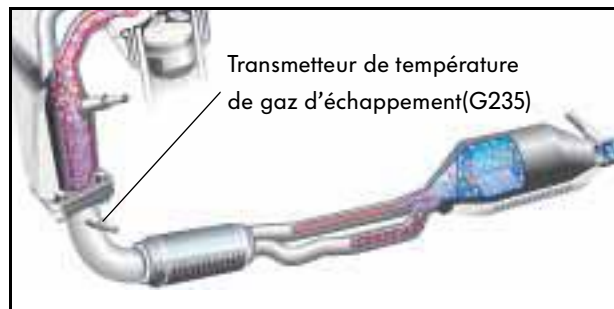
Les hydrocarbures et les monoxydes de carbone s'oxydent de préférence avec l'oxygène présent en grande quantité dans les gaz d'échappement et non pas avec celui contenu dans les oxydes d'azote. C'est pourquoi les oxydes d'azote ne sont pas transformés en azote en mode de fonctionnement pauvre par un catalyseur à trois voies. Ils traversent ce catalyseur à trois voies et parviennent au catalyseur de stockage-déstockage de NOx.



253_152

Le transmetteur de température des gaz d'échappement (G235)

Le transmetteur de température des gaz d'échappement est vissé en aval du pré-catalyseur dans la ligne d'échappement. Il mesure la température des gaz d'échappement et transmet ces informations à l'appareil de commande moteur.



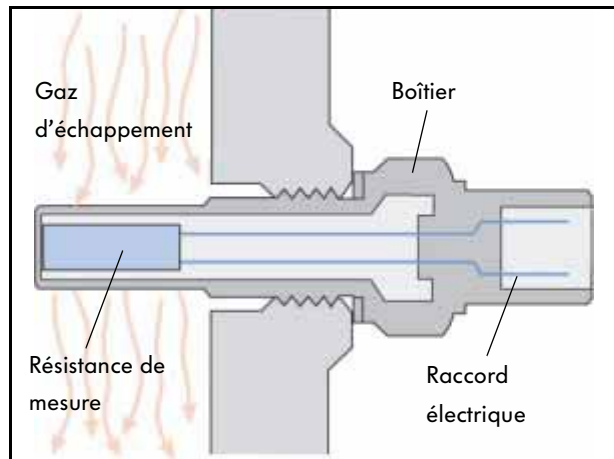
253_131

Utilisation du signal

A l'aide du signal provenant du transmetteur de température des gaz d'échappement, l'appareil de commande moteur calcule en outre la température régnant dans le catalyseur à stockage-déstockage de NOx.

Ceci est indispensable, parce que :

- le catalyseur à stockage-déstockage de NOx ne peut stocker les oxydes d'azote que si la température de fonctionnement se situe à une température de fonctionnement comprise entre 250 °C et 500 °C. C'est pourquoi, on ne peut commuter que dans cette plage de température du mode de stratification de la charge en mode homogène pauvre.
- même le soufre est stocké provisoirement dans le catalyseur à stockage-déstockage de NOx. Afin de décoller le soufre des emplacements de stockage, il faut que la température régnant dans le catalyseur soit d'au moins 650 °C.



253_089

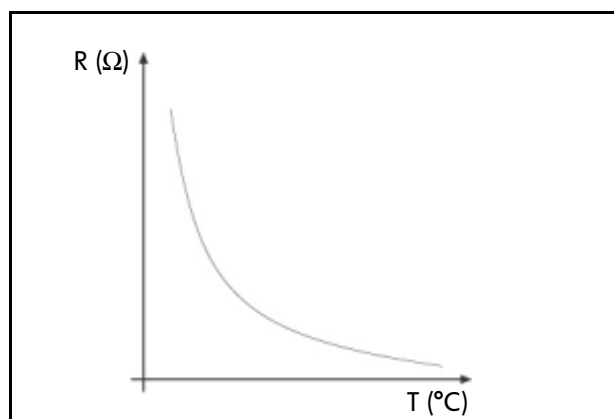
Répercussions en cas d'absence de signal

Si le signal est défaillant, il y aura alors commutation en mode dégradé et la température des gaz d'échappement sera calculée par l'appareil de commande moteur. Comme ce calcul n'est pas très exact, la commutation en mode homogène se fera plus tôt.

Le fonctionnement est le suivant

Dans le transmetteur, il y a une résistance de mesure dotée d'un coefficient de température négatif (NTC). Cela signifie que lorsque la température augmente, sa résistance diminue et la tension du signal augmente. Une température correspondante est affectée à ce signal de tension dans l'appareil de commande.

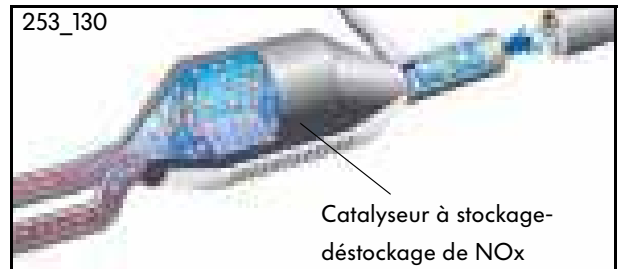
Caractéristique de la résistance NTC



253_114

Le catalyseur à stockage-déstockage de NOx

Il est monté à la même place qu'un catalyseur traditionnel trois voies. Il comporte les fonctionnalités d'un catalyseur à trois voies et est en plus capable de stocker les oxydes d'azote.



Fonction

En mode homogène, lorsque $\lambda = 1$, le catalyseur à stockage-déstockage de NOx fonctionne comme un catalyseur à trois voies traditionnel.

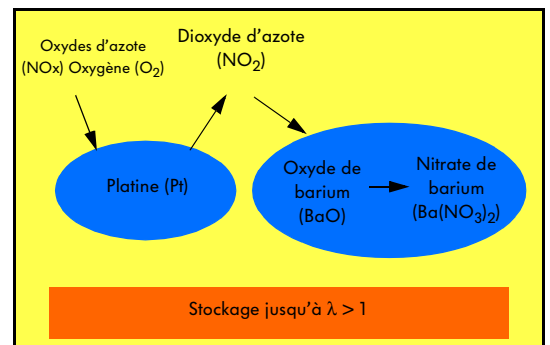
En mode de stratification de la charge et en mode homogène pauvre lorsque $\lambda > 1$ les oxydes d'azote ne peuvent plus être transformés. C'est pourquoi ils sont stockés dans le catalyseur de stockage-déstockage de NOx. Si la capacité de stockage est épuisée, une régénération sera lancée. (pages 50/51). Etant donné la similitude chimique avec les oxydes d'azote, le soufre sera aussi stocké.

Le fonctionnement est le suivant

Outre les trois revêtements de platine, rhodium et palladium, le catalyseur à stockage-déstockage de NOx est revêtu d'une couche d'oxyde de barium (4e revêtement). Ce qui permet de stocker temporairement les oxydes d'azote en mode de fonctionnement pauvre.

Le stockage

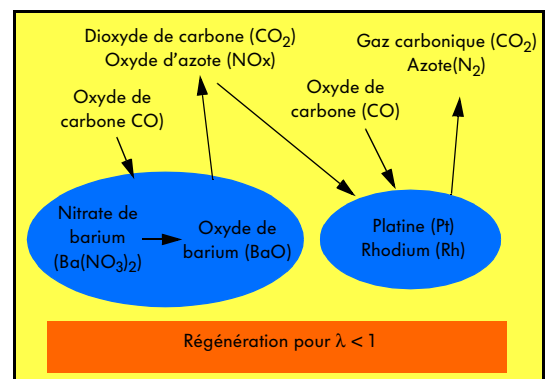
Les oxydes d'azote s'oxydent et sont convertis en dioxyde d'azote par le revêtement de platine, puis réagissent ensuite avec l'oxyde de barium pour donner du nitrate de barium.



Le déstockage (régénération)

Le déstockage s'effectue dans notre exemple par les molécules de CO sont en abondance dans les gaz d'échappement riches.

Il y a tout d'abord réduction du nitrate de barium par l'oxyde de carbone en oxyde de barium. Au cours de cette réaction, il y a formation de dioxyde de carbone et de monoxyde d'azote. Le rhodium et le platine permettent de réduire les dioxydes d'azote en azote et l'oxyde de carbone et dioxyde de carbone.

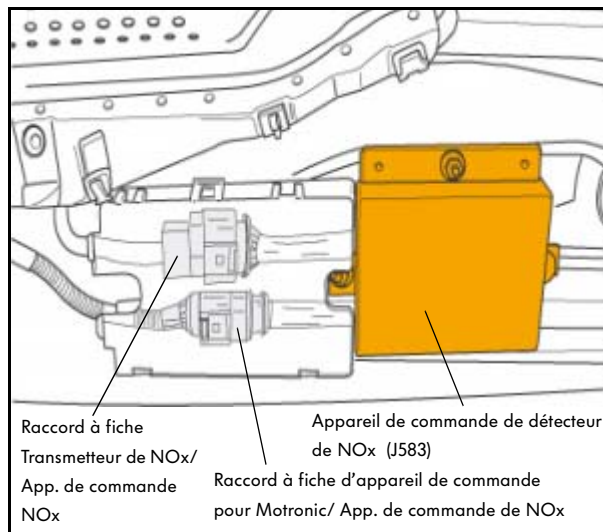


L'appareil de commande de détecteur de NOx (J583)

se trouve sur le soubassement à proximité du détecteur de NOx. Sa disposition proche empêche que des influences perturbatrices extérieures ne viennent perturber les signaux émis par le capteur de NOx.

Fonction

Dans l'appareil de commande pour détecteur de NOx, les signaux du détecteur de NOx sont traités puis transmis à l'appareil de commande moteur.



253_103

Circuit électrique

Du capteur NOx vers l'appareil de commande du détecteur de NOx :

1 à 6 résistances de compensation

(C'est au moyen des résistances de compensation que les signaux du transmetteur de NOx sont adaptés et que les tolérances issues de la production des capteurs sont compensées.)

7-8 non occupé

9 signal de capteur masse

10 courant de pompage NOx (μA), chambre 2

11 courant de pompage lambda (mA), chambre 1

1

12 chauffage (masse)

13 tension de cellule de référence

14 chauffage (positif)

De l'appareil de commande pour capteur NOx vers l'appareil de commande de Motronic :

1 signal NOx, chambre 2

2 proportion d'oxygène lambda, chambre 1

3 transmetteur de température pour NOx

4 tension de sonde à saut

5 tension de cellule de référence

6 non occupé

7 tension d'alimentation

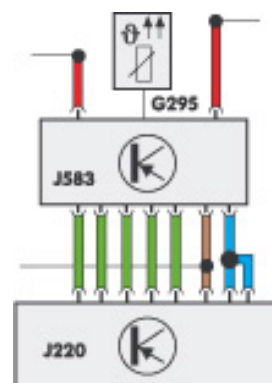
8 chauffage (masse)

9 masse

10 chauffage (positif)

Répercussion en cas de défaillance du système

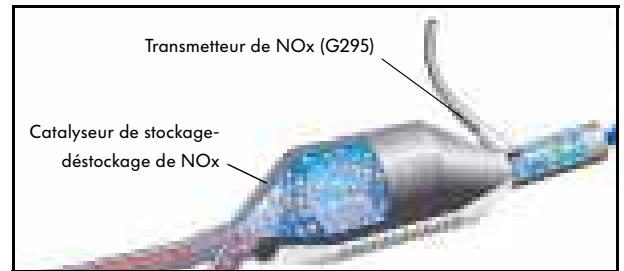
Si l'appareil de commande du détecteur de NOx est défaillant, il y aura commutation entre régulation et commande. En raison des émissions accrues d'oxyde d'azote, le mode de stratification de la charge et le mode homogène pauvre seront inhibés.



253_115

Le transmetteur de NOx (G295)

Il est directement vissé en aval du catalyseur de stockage-déstockage de NOx dans la ligne d'échappement. C'est grâce à lui que l'oxyde d'azote (NOx) et la part d'oxygène dans les gaz d'échappement sera déterminée puis transmise à l'appareil de commande de détecteur de NOx (J583).



253_130

Utilisation du signal

A partir de ces signaux, on peut détecter et contrôler :

- si le catalyseur fonctionne bien.
- si le point de régulation $\lambda = 1$ de la sonde lambda à large bande de précatalyseur est conforme ou s'il doit être corrigé. Cela est possible par un circuit interne dans l'appareil de commande pour NOx. Ce circuit permet de saisir aux électrodes du transmetteur de NOx un signal similaire à celui de la sonde à saut. Un tel signal est très exact dans la plage $\lambda = 1$.
- lorsque la capacité de stockage du catalyseur à stockage-déstockage de NOx est épuisée et que l'on doit amorcer une régénération de NOx ou de soufre.

Les signaux sont émis par le transmetteur de NOx à l'appareil de commande pour le capteur de NOx.

Répercussions en cas d'absence de signal

En cas d'absence du signal du transmetteur de NOx, seul le mode homogène sera autorisé.

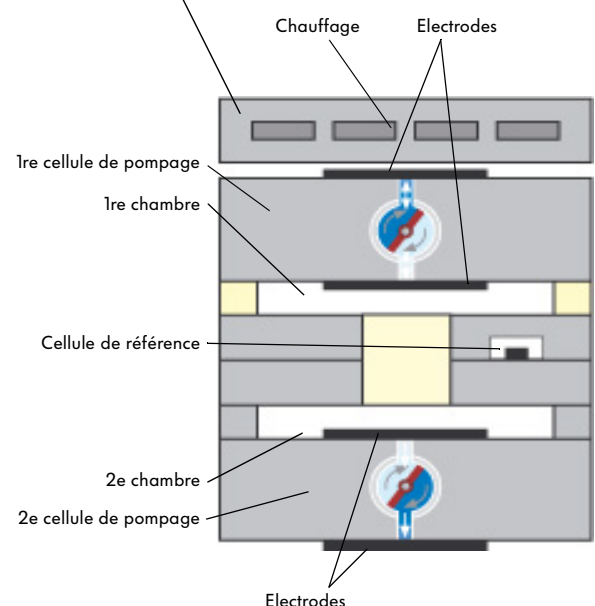
Constitution du système

Il se compose de deux chambres, de deux cellules de pompage, de plusieurs électrodes et d'un chauffage. L'élément capteur comporte de l'oxyde de zirconium.

Ce matériau a la propriété de faciliter la migration des ions d'oxygène négatifs de l'électrode négative vers l'électrode positive lorsqu'on applique une tension.



253_098



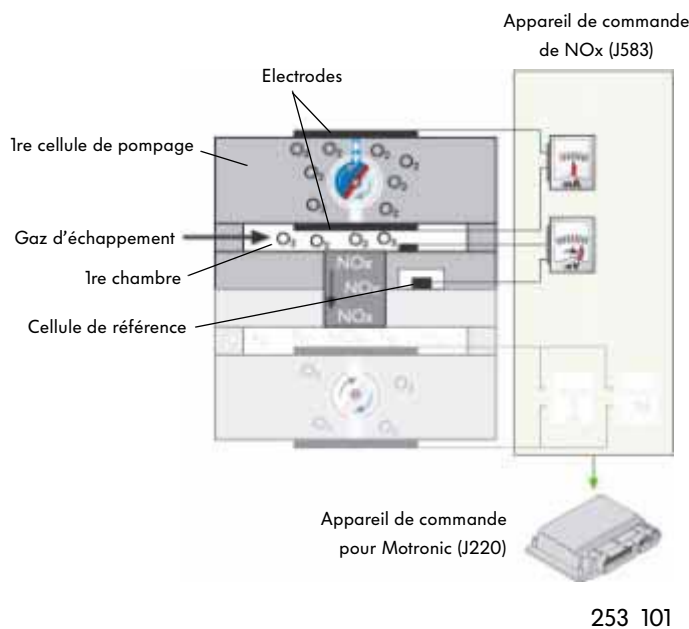
253_099

Le fonctionnement du transmetteur de NOx

Le fonctionnement du transmetteur de NOx est basé sur la mesure d'oxygène et peut être déduit de celui d'une sonde lambda à large bande.

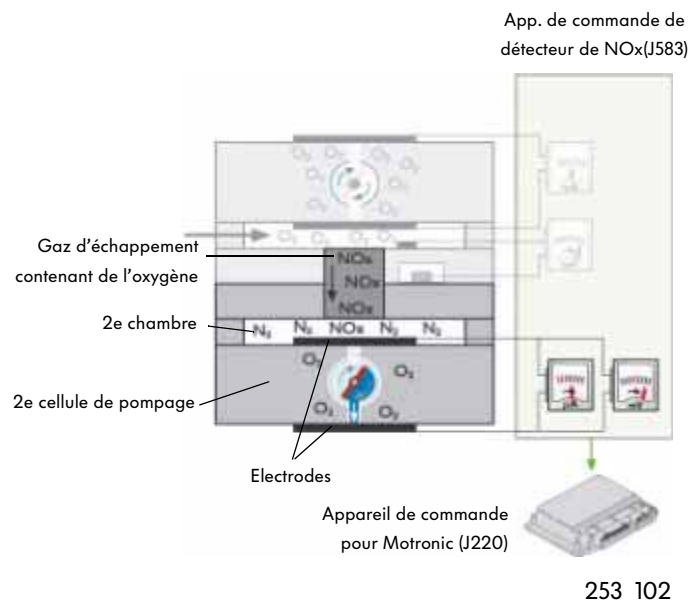
Définition de la valeur lambda dans la première chambre

Une partie des gaz d'échappement parvient dans la première chambre. En raison des différentes proportions d'oxygène dans les gaz d'échappement et dans le cellule de référence, une tension électrique doit être mesurée aux électrodes. L'appareil de commande du détecteur de NOx régule cette tension à une valeur constante de 425 mV. Cela correspond à un rapport air-carburant de $\lambda = 1$. En cas de divergences, l'oxygène est extrait ou ajouté par pompage. Le courant de pompage nécessaire à cet effet constitue une référence pour la valeur lambda.



Définition de la part de NOx dans la deuxième chambre

Les gaz d'échappement exempts d'oxygène se déplacent de la 1re dans la 2e chambre. Les molécules de NOx dans les gaz d'échappement se scindent sur une électrode spécifique en N_2 et O_2 . Comme sur une électrode intérieure et extérieure on régule à une tension uniforme de 450 mV, les ions d'oxygène migrent de l'électrode intérieure vers l'électrode extérieure. Le courant de pompage d'oxygène qui circule alors constitue une mesure de la proportion d'oxygène se trouvant dans la 2e chambre. Comme le courant de pompage est identique en proportion avec la part d'oxyde d'azote, la quantité d'oxyde d'azote peut être déterminée.



Si un seuil défini d'oxyde d'azote est dépassé, la capacité de stockage du catalyseur à stockage-déstockage de NOx est épuisée et la régénération des dépôts de NOx sera lancée.

Si le seuil est dépassé à des intervalles devenant de plus en plus courts, le catalyseur à stockage-déstockage de NOx est chargé de soufre et une régénération des dépôts de soufre sera déclenchée.

Le mode de régénération

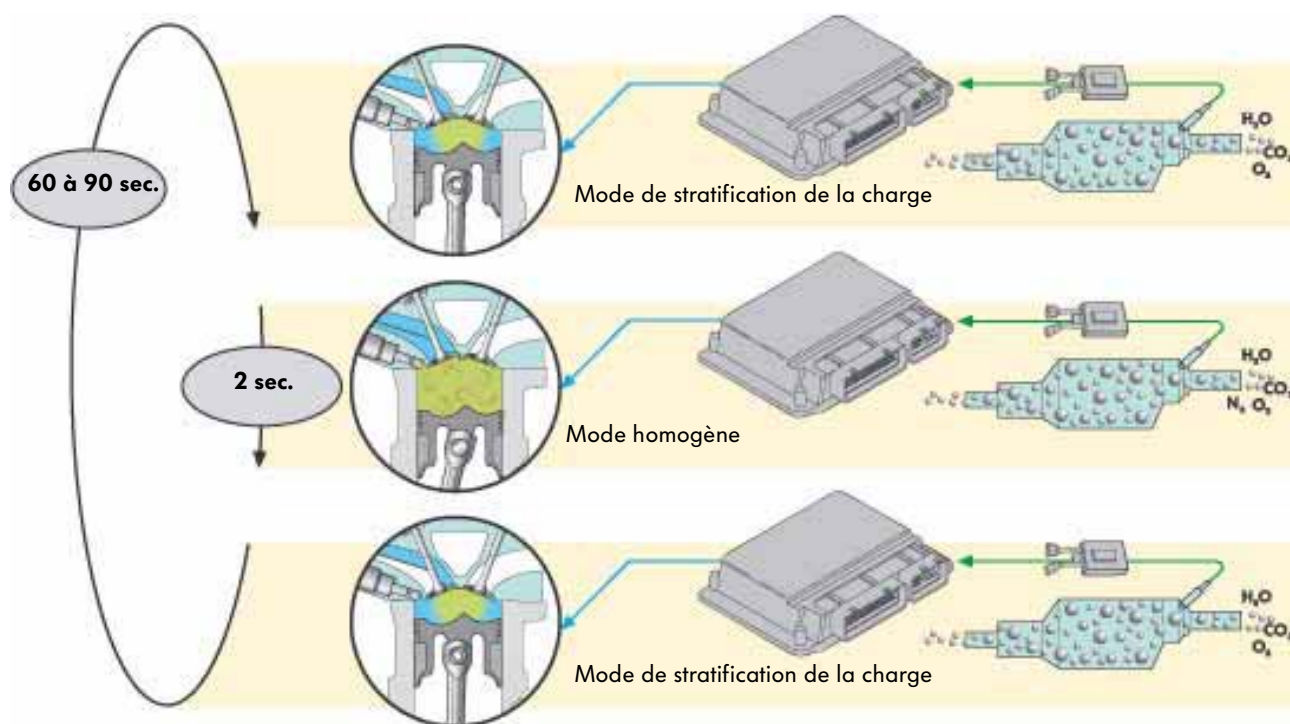
Dans ce mode, les oxydes d'azote et le soufre seront détachés du catalyseur à stockage-déstockage de NOx et convertis en azote ou en dioxyde de soufre non toxiques.



La régénération des oxydes d'azote

intervient lorsque derrière le catalyseur à stockage-déstockage, la concentration d'oxydes d'azote a dépassé une valeur fixée. L'appareil de commande moteur reconnaît alors que le catalyseur ne peut plus stocker d'oxydes d'azote et que la capacité de stockage est épuisée. Le mode de régénération sera alors enclenché.

Il y aura commutation du mode de stratification de la charge à un mode homogène légèrement riche qui fera augmenter la proportion d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone dans les gaz d'échappement. Dans le catalyseur à stockage-déstockage les deux s'allient à l'oxygène des oxydes d'azote et de l'azote se forme à partir des oxydes d'azote.



252_054

Le catalyseur à stockage-déstockage de NOx peut stocker en mode de stratification de la charge les oxydes d'azote jusqu'à 90 secondes. Il y aura ensuite une phase de régénération qui durera 2 secondes.

La régénération du soufre

est plus compliquée parce que le soufre est plus résistant et qu'il reste dans le catalyseur lors de la régénération des oxydes d'azote.

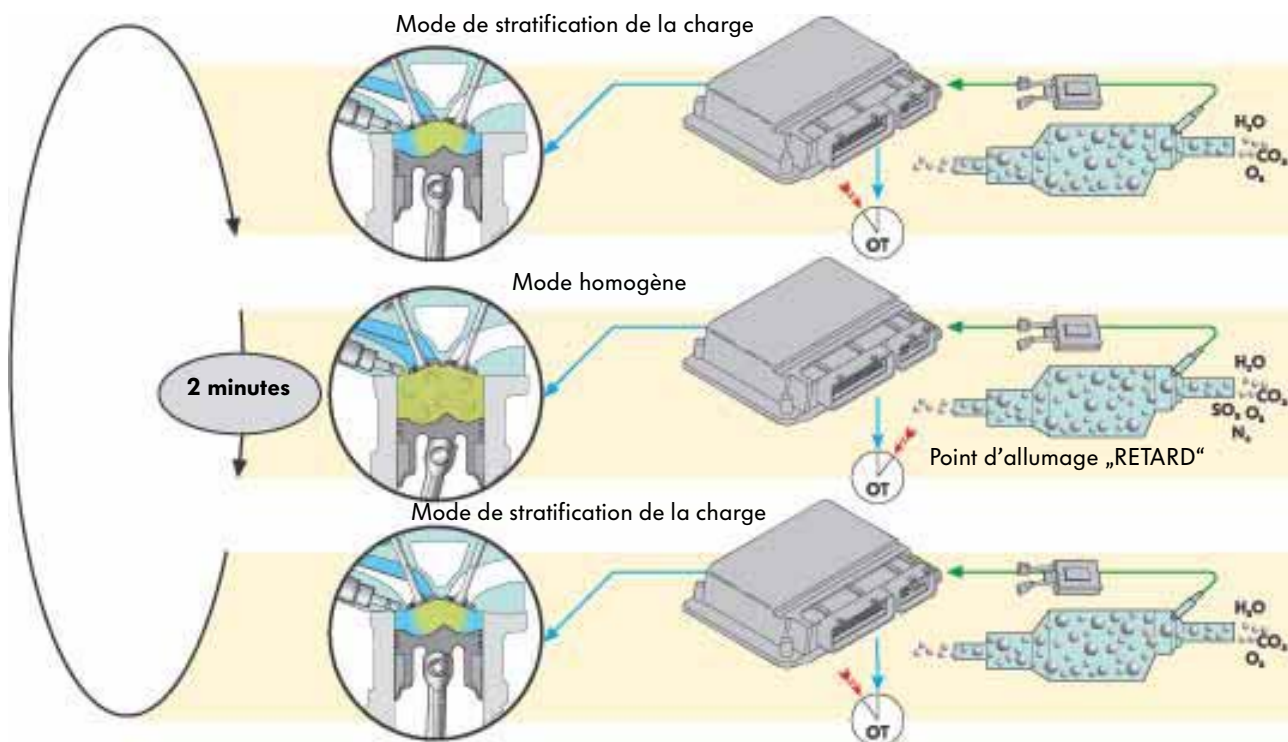
Une désulfuration sera déclenchée lorsque la capacité de stockage du catalyseur à stockage-déstockage de NOx est épuisée à des intervalles de plus en plus courts.

L'appareil de commande moteur reconnaît cet état lorsque les emplacements de stockage sont occupés par le soufre et que les oxydes d'azote ne peuvent plus être stockés.

A partir d'une vitesse minimale, spécifique à chaque véhicule et pendant 2 minutes environ :

- il y aura commutation en mode homogène et
- par une variation du point d'allumage en direction "retard", la température du catalyseur à stockage-déstockage sera portée à plus de 650 °C.

Ce n'est qu'alors que le soufre stocké réagira et qu'il sera converti en dioxyde de soufre (SO₂).



252_055

Les parcours effectués à régime et charge élevés entraînent automatiquement une désulfuration parce que l'on conduit alors en mode homogène et que la température de désulfuration est atteinte dans le catalyseur à stockage-déstockage de NOx.



Afin de réduire et de maintenir aussi faible que possible la consommation de carburant entraînée par la régénération du soufre, il faudrait ravitailler le véhicule avec du carburant sans soufre (p. ex. Shell Optimax).

Le recyclage des gaz d'échappement

est ce qui donne vraiment tout son sens à l'utilisation d'un catalyseur à stockage-déstockage de NOx. En effet, les gaz d'échappement ajoutés diminuent la température de combustion et ne produisent que peu d'oxydes d'azote.

C'est ainsi que le catalyseur peut stocker pendant une période plus longue des oxydes d'azote et que l'on pourra conduire plus longtemps en mode de stratification de la charge

La soupape de recyclage des gaz d'échappement (N18)

est vissée sur la tubulure d'admission. Sa conception a été revue afin de permettre des taux élevés de recyclage des gaz d'échappement.

Elle se compose d'un boîtier avec un papillon, un moteur électrique et un potentiomètre de recyclage des gaz d'échappement (G212).

La prise de gaz d'échappement se fait par un tube de liaison sur la culasse du quatrième cylindre. L'appareil de commande moteur pilote le moteur électrique en fonction de la cartographie et actionne un papillon. En fonction de la position du papillon, une quantité déterminée de gaz d'échappement pénètre dans la tubulure d'admission et s'y mélange avec l'air frais admis.

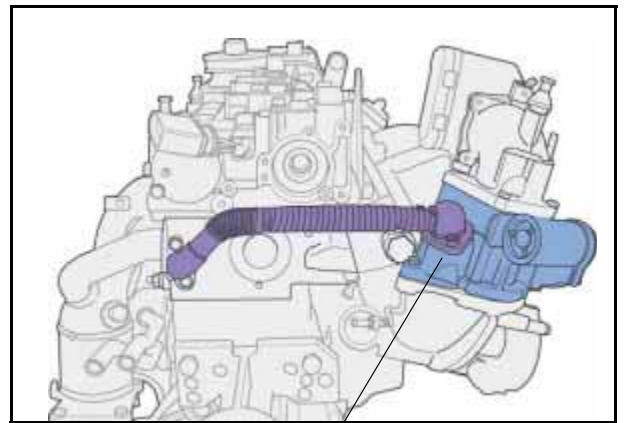
Le potentiomètre de recyclage des gaz d'échappement dans le couvercle de boîtier identifie la position du papillon. Ce qui permet un diagnostic de la vanne de recyclage des gaz d'échappement.

et en mode homogène pauvre.

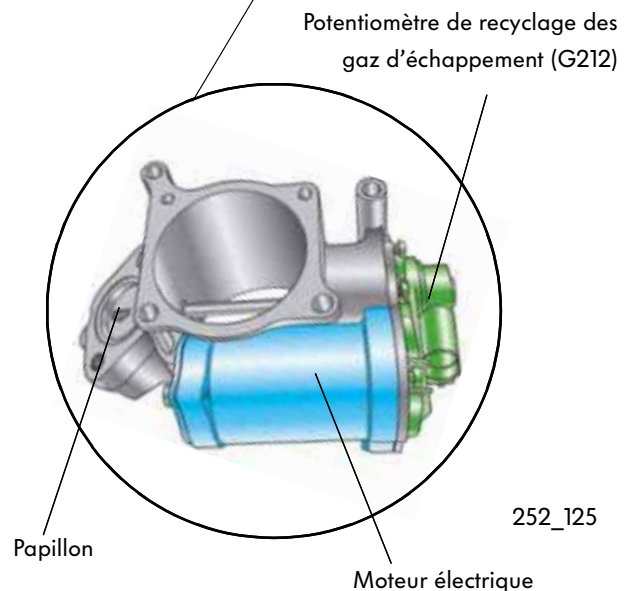
La quantité de gaz d'échappement recyclée s'élève au maximum à 35% de la quantité totale des gaz admis.

Le recyclage des gaz d'échappement a lieu

- toujours en mode de stratification de la charge et en mode homogène pauvre, et
- jusqu'à un régime de 4000 1/min. en mode homogène et à charge moyenne, mais pas au ralenti.



253_052



252_125

La variation du calage de l'arbre à cames

Le recyclage interne des gaz d'échappement s'effectue par variation en continu du calage de l'arbre à cames d'admission.

La variation du calage est asservie à la charge et au régime pour un angle de vilebrequin pour un angle de vilebrequin maximum de 40° à partir de la position initiale en direction de l'avance.

Elle engendre :

- un recyclage optimal interne des gaz d'échappement pour lequel la température de combustion est diminuée et les émissions d'oxydes d'azote réduites, ainsi
- qu'une caractéristique de couple améliorée.

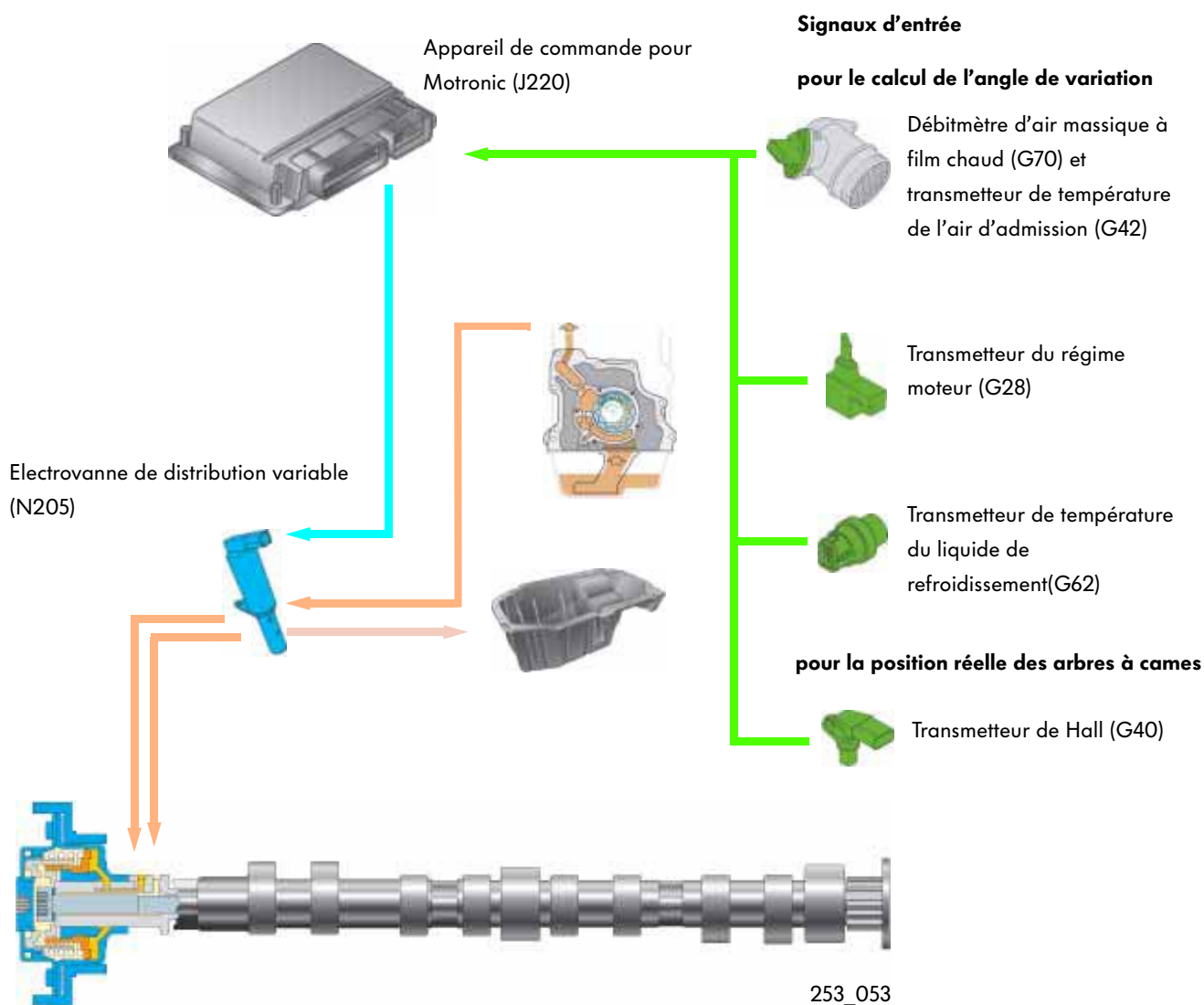
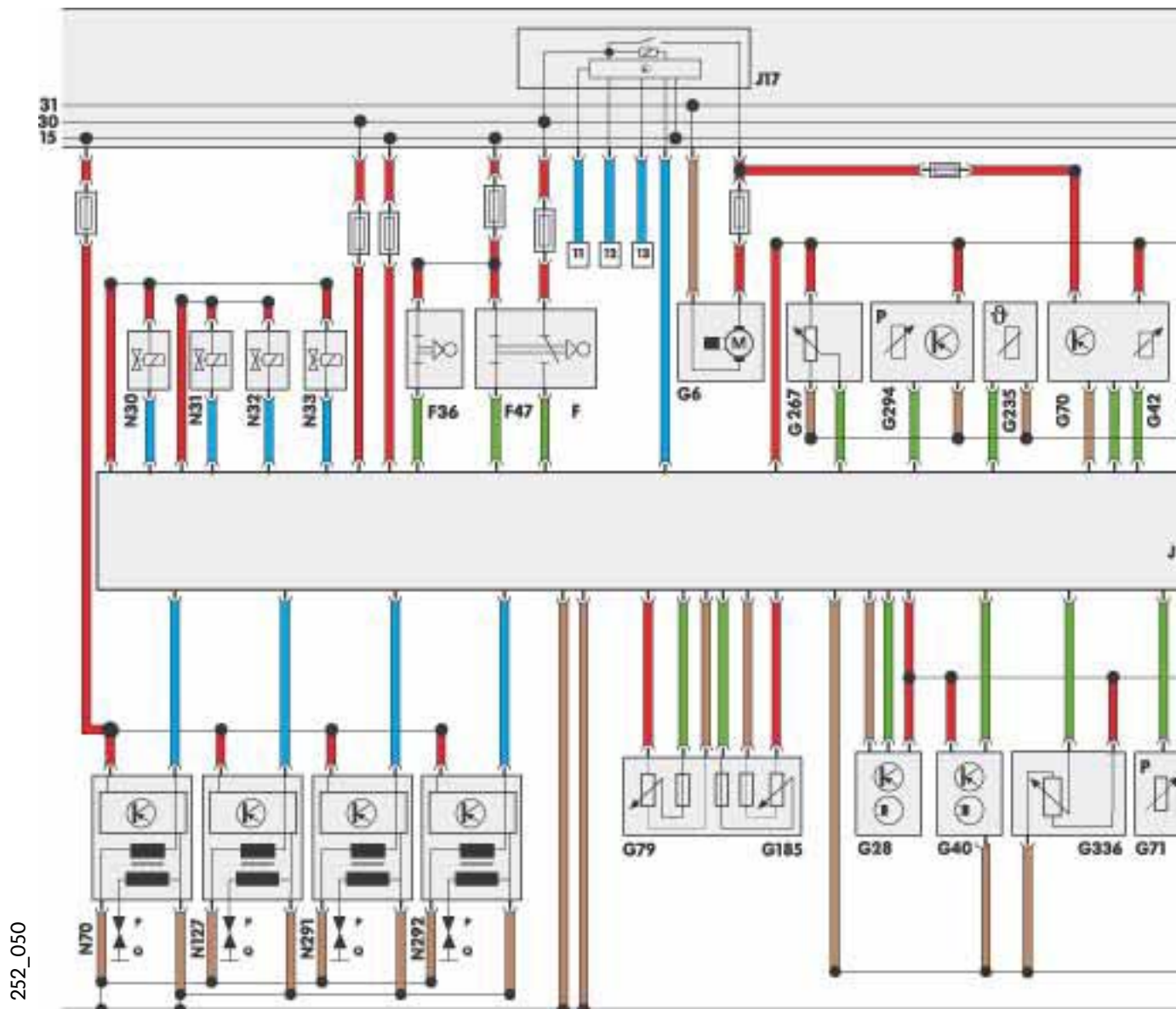
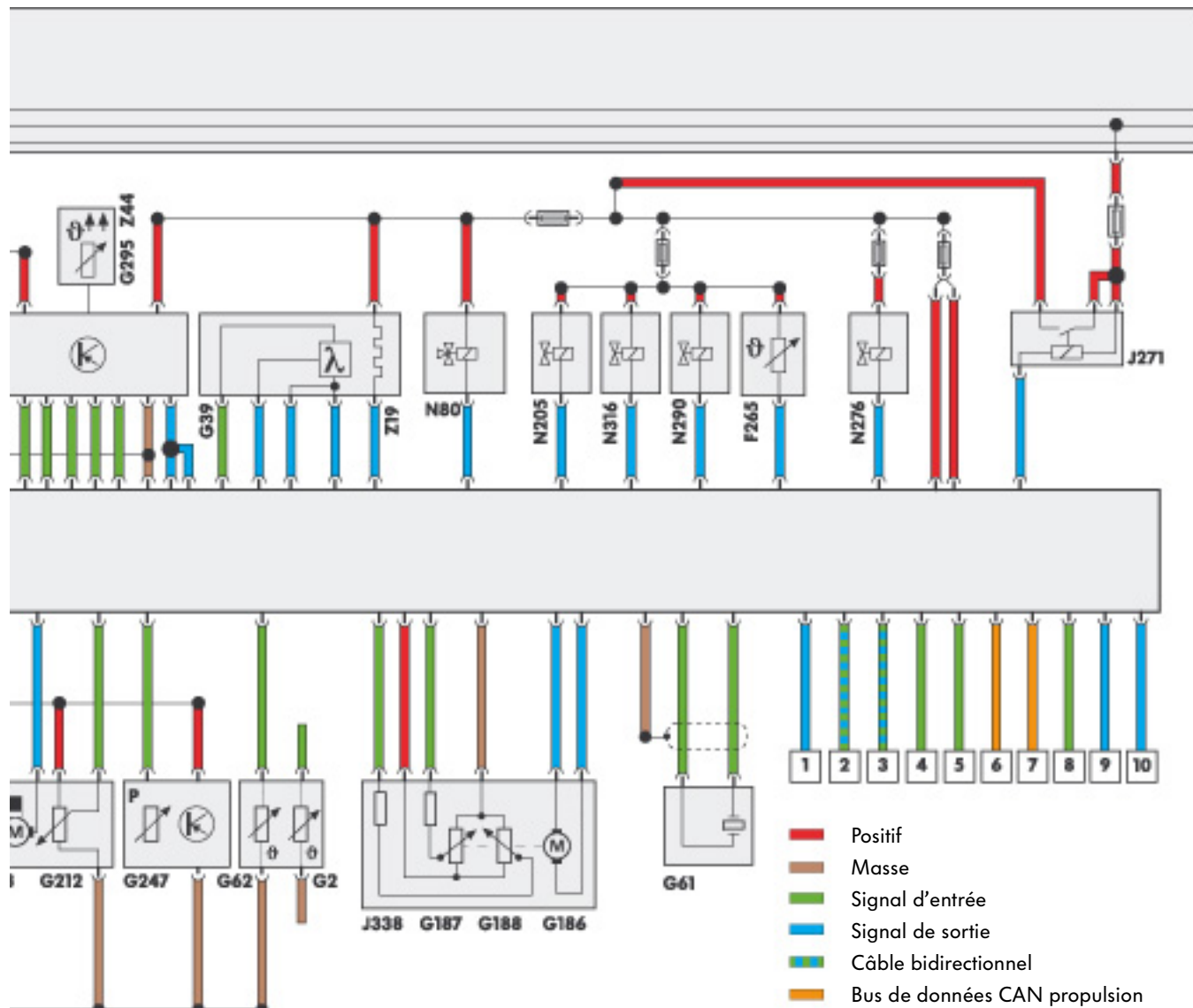


Schéma fonctionnel



- | | | | |
|-------------|---|-------------|---|
| F | Contacteur de feux stop | G71 | Transmetteur de pression de tubulure d'admission |
| F36 | Contacteur de pédale d'embrayage | G79 | Transmetteur de position de l'accélérateur |
| F47 | Contacteur de pédale de frein pour régulateur de vitesse | G83 | Transmetteur de temp. liquide refroidis. -sortie du radiateur |
| F265 | Thermostat de refroidissement moteur piloté par cartogra. | G185 | Transmetteur 2 de position d'accélérateur |
| G2 | Transmetteur de température du liquide de refroidissement | G186 | Entraînement du papillon |
| G6 | Pompe à carburant | G187 | Transmetteur d'angle 1 p. entraînement du papillon |
| G28 | Transmetteur de régime moteur | G188 | Transmetteur d'angle 2 p. entraînement du papillon |
| G39 | Sonde lambda | G212 | Potentiomètre de recyclage des gaz d'échappement |
| G40 | Transmetteur de Hall | G235 | Transmetteur de température des gaz d'échappement |
| G42 | Transmetteur de température d'air d'admission | G247 | Transmetteur de pression de carburant |
| G61 | Détecteur de cliquetis 1 | G267 | Potentiomètre, bouton tournant sélection température (supprimé sur Climatronic) |
| G62 | Transmetteur de température du liquide de refroidissement | G294 | Capteur de pression du servofrein |
| G70 | Débitmètre d'air massique | G295 | Transmetteur de détecteur de NOx |
| | | G336 | Potentiomètre de volet de tubulure d'admission |



J17	Relais de pompe à carburant
J220	Appareil de commande pour Motronic
J271	Relais d'alimentation pour Motronic
J338	Unité de commande de papillon
J583	Appareil de commande de détecteur de NOx
N70, 127, 291, 292	Bobines 1 à 4 avec étage final de puissance
N18	Soupape de recyclage des gaz d'échappement
N30-33	Injecteurs 1 à 4
N80	Electrovanne p. syst. à réservoir à charbon actif
N205	Vanne 1 de variation du calage de l'arbre à cames
N276	Vanne de régulation de pression de carburant
N290	Vanne de dosage de carburant
N316	Vanne de volets de tubulure d'admission pour commande de flux d'air
P	Fiche de bougie d'allumage

Q	Bougies d'allumage
Z19	Chauffage de sonde lambda
Z44	Chauffage du transmetteur de NOx
1	Signal TD
2	Câble K/W
3	Compresseur de climatiseur
4	Mise à disposition du climatiseur
5	Climatiseur, signal à modulation d'amplitude
6	Bus de données CAN propulsion
7	Bus de données CAN propulsion
8	Borne alternateur triphasé DFM
9	Commande de ventilateur 1
10	Commande de ventilateur 2
11	Câble vers borne 50
12	Câble vers contacteur de porte
13	Câble vers airbag

252_051

Autodiagnostic

Les capteurs et actionneurs sont contrôlés dans le cadre de l'autodiagnostic. Pour procéder au diagnostic, veuillez vous référer à la documentation technique récente et utiliser le système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information VAS 5051 ou bien le système de diagnostic embarqué et d'information Service VAS 5052.



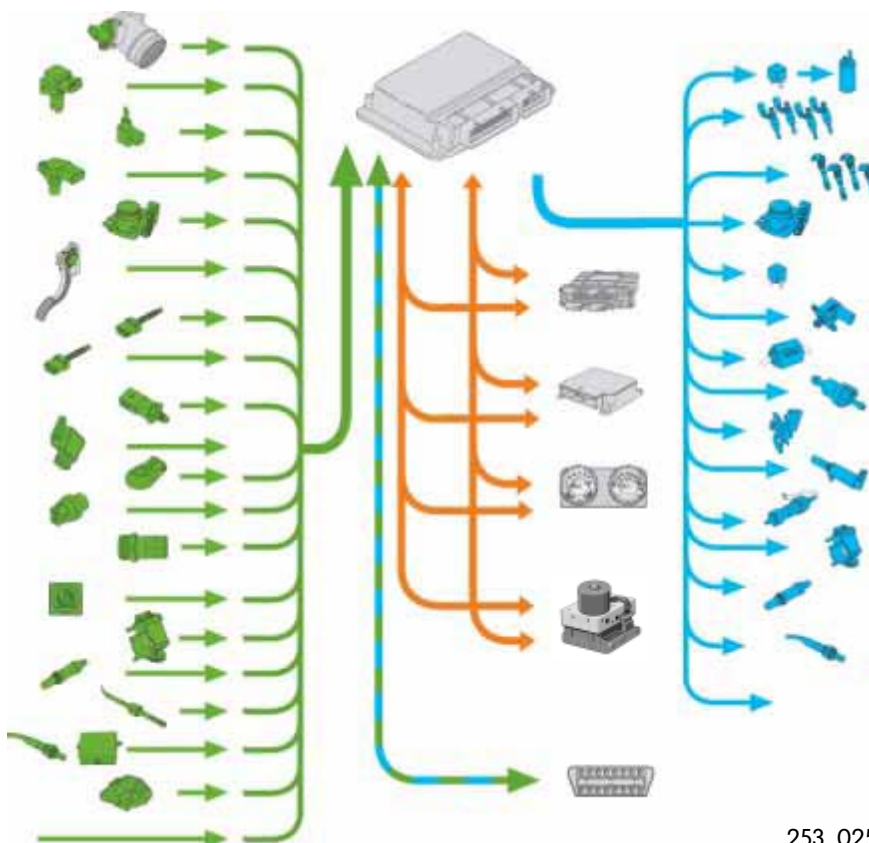
253_132

253_036



Ne pas oublier que le groupe de réparation 01 est intégré à l'"Assistant de dépannage". C'est là que vous trouverez également les fonctions " Lecture des blocs de valeurs de mesure" et "Diagnostic des actionneurs".

Les capteurs et actionneurs représentés en couleur sont contrôlés dans le cadre de l'autodiagnostic et de l'assistant de dépannage.



253_025

Solutions aux questions des pages 58 à 59

1.) a,b,c

2.) c

3.) a,c

4.) b

5.) b,c

6.) a,b

7.) b,c

8.) c



Contrôle des connaissances

1. Quels sont les avantages de l'injection directe d'essence ?

- ☐ Dans les modes de fonctionnement pauvres, le papillon est largement ouvert et l'air doit être aspiré en surmontant une faible résistance.
- ☐ L'injection directe de carburant dans le cylindre permet d'extraire la chaleur de l'air d'admission, ce qui permet d'augmenter le rapport de compression.
- ☐ L'injection directe d'essence permet de faire fonctionner le moteur avec un rapport air-carburant pouvant atteindre $\lambda = 3$.

2. A quel moment a lieu l'injection en mode de stratification de la charge, en mode homogène pauvre et en mode homogène ?

- ☐ Lors de l'admission pour les trois modes de fonctionnement.
- ☐ Au moment de l'admission en mode de stratification de la charge, et pendant la compression en mode homogène pauvre ainsi qu'en mode homogène.
- ☐ Au moment de la compression en mode de stratification de la charge et au moment de l'admission en mode homogène pauvre et en mode homogène.

3. Que signifie pour les modes de fonctionnement les désignations suivantes : stratification de la charge, homogène pauvre et homogène ?

- ☐ Stratification de la charge signifie que le mélange se trouve à proximité de la bougie d'allumage et qu'il est englobé dans une couche composée d'air frais et de gaz d'échappement recyclés.
- ☐ Homogène signifie que le mélange ne se forme que peu avant l'allumage.
- ☐ Homogène pauvre signifie qu'un mélange pauvre se répartit de façon uniforme dans toute la chambre de combustion.

4. Pourquoi le papillon n'est-il pas entièrement ouvert en mode de stratification de la charge ?

- ☐ Parce qu'à ce moment-là les émissions d'hydrocarbures et d'oxyde de carbone seraient trop élevées.
- ☐ Parce qu'il faut toujours disposer d'une certaine dépression pour le système de réservoir à charbon actif et le recyclage des gaz d'échappement.
- ☐ Parce que la gestion moteur est régulée via la quantité d'air frais et que le moteur n'a pas besoin d'autant d'air lorsque la charge et le régime sont faibles.

5. Pourquoi utilise-t-on le signal du transmetteur de pression dans la tubulure d'admission G71?

- ☐ comme signal de charge pour commuter entre les deux modes de fonctionnement.
- ☐ pour saisir la charge pendant le lancement du moteur.
- ☐ Pour pouvoir déterminer de façon plus exacte la quantité de recyclage des gaz d'échappement.

6. Quelles sont les pressions régnant dans le système d'alimentation en carburant ?

- ☐ Dans le système haute pression, il règne une pression comprise entre 50 et 100 bars en fonction de la cartographie.
- ☐ En fonctionnement ordinaire, la pression dans le système d'alimentation basse pression est de 3 bars.
- ☐ En fonctionnement ordinaire, la pression dans le système d'alimentation basse pression est d'au maximum 7,5 bars.

7. Quelles affirmations concernant le catalyseur à stockage-déstockage de NOx sont exactes ?

- ☐ Il stocke les oxydes d'azote lorsque $\lambda = 1$, afin de pouvoir convertir plus efficacement les hydrocarbures et les monoxydes de carbone en mode de fonctionnement pauvre.
- ☐ Il stocke lorsque $\lambda > 1$ les oxydes d'azote parce qu'en mode de fonctionnement pauvre, un catalyseur à trois voies ne peut plus convertir les oxydes d'azote en azote.
- ☐ Il intègre le fonctionnement d'un catalyseur trois voies et peut en plus stocker les oxydes d'azote.

8. Quant effectuera-t-on la régénération des oxydes d'azote et du soufre ?

- ☐ Elle est effectuée à intervalle régulier.
- ☐ Une régénération spéciale n'est pas nécessaire, parce qu'elle interviendrait automatiquement lorsque le taux de charge est élevé.
- ☐ Elle a toujours lieu lorsque le transmetteur de NOx a détecté une certaine proportion d'oxydes d'azote dans les gaz d'échappement.





Réservé à l'usage interne © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

Tous droits et modifications techniques réservés

140.2810.72.40 Définition technique au 06/02

♻️ Ce papier a été produit
à partir d'une pâte blanchie sans chlore.