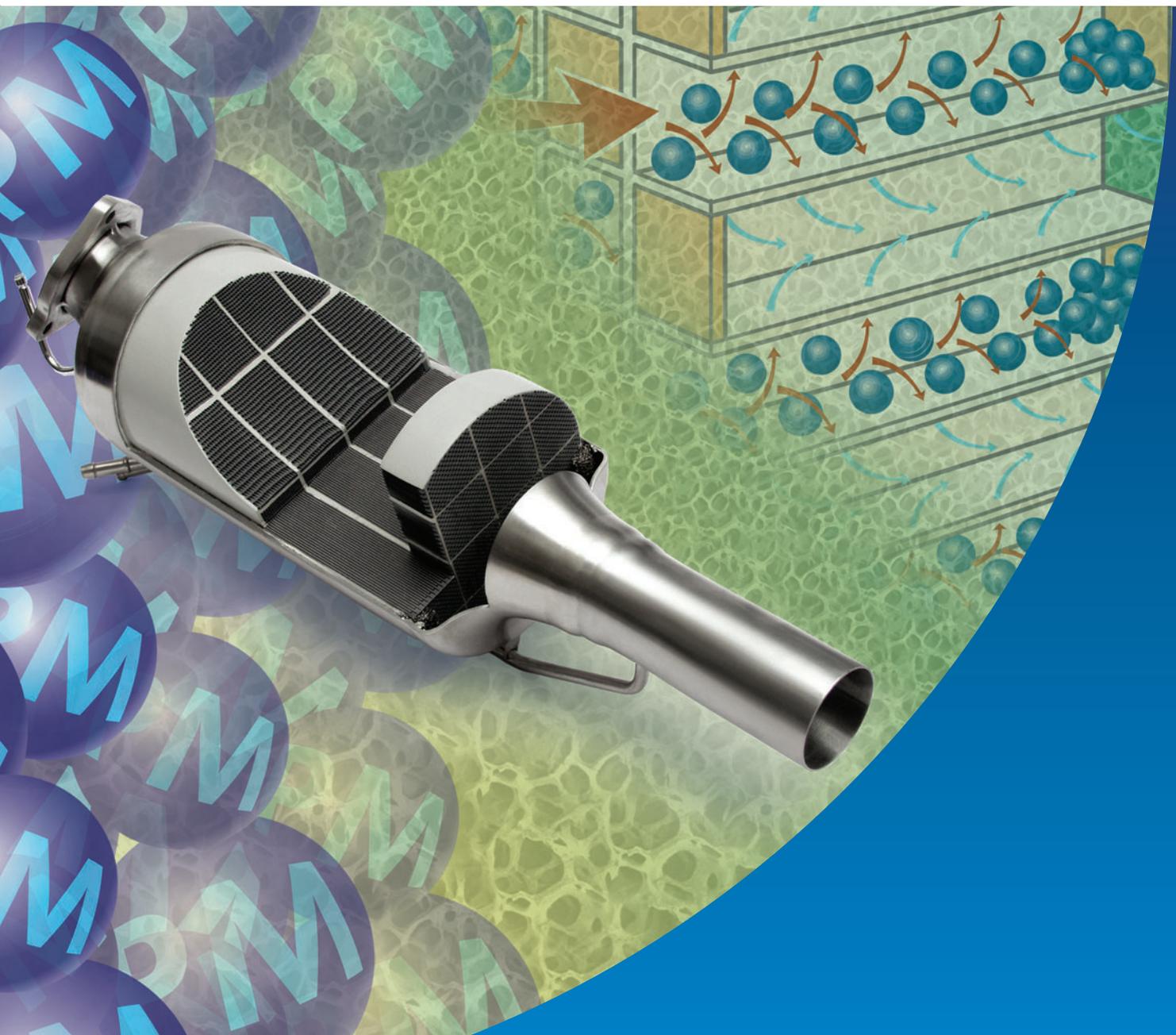




Programme autodidactique 330

Le filtre à particules avec additif pour moteur Diesel

Conception et fonctionnement



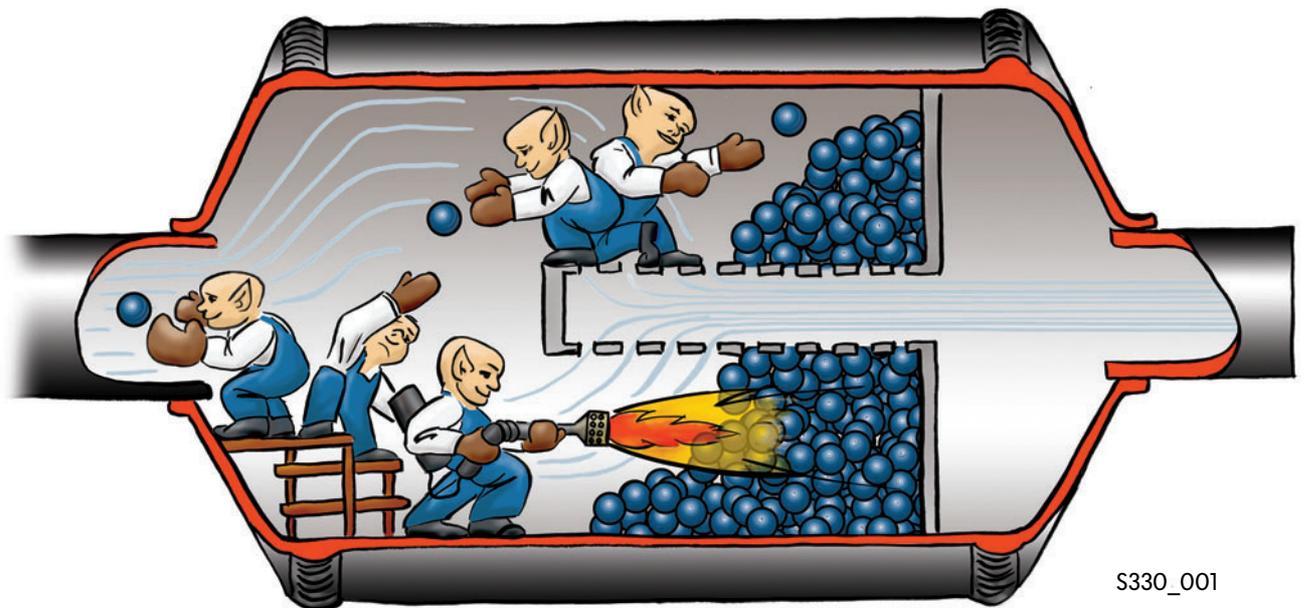
La combustion restera pour un certain temps encore une méthode importante de transformation d'énergie, que ce soit dans les centrales thermiques, les moteurs automobiles ou même dans l'âtre d'une cheminée.

Tout feu génère des produits de combustion nocifs, entre autres des particules de suie.

L'objectif est d'éviter des risques pour l'environnement et la santé du fait de la formation et la propagation des particules de suie.

Ces aspects ainsi que les législations strictes en matière d'émissions de gaz d'échappement amènent les ingénieurs à concentrer leurs efforts sur la réduction toujours plus importante des émissions de particules.

Une des possibilités de réduire les émissions de particules (de suie) est l'utilisation d'un filtre à particules pour les moteurs Diesel.



Pour de plus amples informations concernant les émissions de gaz d'échappement, veuillez consulter les programmes autodidactiques suivants :

- SSP 124 : Le moteur Diesel à catalyseur
- SSP 230 : Les émissions de gaz d'échappement dans l'automobile
- SSP 315 : Le diagnostic embarqué européen pour les moteurs Diesel

NOUVEAU



**Attention
Nota**

**Le présent programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement des nouvelles mises au point techniques !
Son contenu n'est pas actualisé.**

Veuillez vous référer à la documentation technique récente pour connaître les directives de contrôle, de réglage et de réparation.



Introduction	4
Conception et fonctionnement	12
Synoptique du système	19
Capteurs et actionneurs	20
Schéma fonctionnel	31
Limites du système	32
Service après-vente	33
Contrôle des connaissances	35



Introduction

Remarques générales

Au cours de la combustion du gazole, il se dégage des résidus d'une extrême diversité. Les composants des gaz d'échappement directement perceptibles sont, à moteur froid, les hydrocarbures imbrûlés ou partiellement oxydés sous forme de gouttelettes visibles en tant que fumée blanche ou bleue ainsi que les aldéhydes.

Outres les polluants à l'état gazeux, les moteurs Diesel rejettent avec les gaz d'échappement aussi des substances solides sous forme de poussières qui sont désignées par le terme „particules“ et alimentent la discussion sur les substances nocives pour la santé et polluantes pour l'environnement.



S330_035

Volkswagen a adopté une stratégie à long terme pour la réduction des émissions de gaz d'échappement – non seulement dans le domaine des particules Diesel, mais aussi pour tous les autres composants des gaz d'échappement comme les hydrocarbures et les oxydes d'azote. Il y a des années déjà que Volkswagen a entrepris de gros efforts pour optimiser les processus de combustion internes au moteur et diminuer le rejet de particules de suie des moteurs Diesel. Le succès a couronné ces efforts : dès 1999, Volkswagen a été le premier constructeur à proposer avec la Lupo 3L TDI un véhicule qui satisfasse à la sévère norme antipollution Euro 4 - et ce, six ans avant la mise en application de cette réglementation en 2005.

Volkswagen a contribué de façon prépondérante au développement du moteur Diesel propre et a donc pris ses responsabilités vis-à-vis de la protection de l'environnement. Il convient de citer à titre d'exemple : la technologie TDI, économe en carburant et silencieuse, ainsi que le système d'injection à injecteur-pompe. Volkswagen poursuivra à l'avenir l'amélioration de la combustion interne au moteur afin de faire baisser encore la consommation de carburant et de réduire, à la source, les émissions polluantes. En plus, Volkswagen complètera ses efforts par l'adoption progressive des systèmes de filtre à particules sur ses modèles Diesel.

Les gaz d'échappement

Les normes antipollution

En République fédérale d'Allemagne, en Europe et dans le monde, les décisions et les lois rédigées et votées au cours des dernières années visent la réduction des rejets de substances polluantes dans l'air. Il existe les normes européennes EU1 à EU4, qui prescrivent à l'industrie automobile des valeurs limite de gaz d'échappement pour l'homologation des nouveaux modèles de véhicule.

EU3 ou Euro3

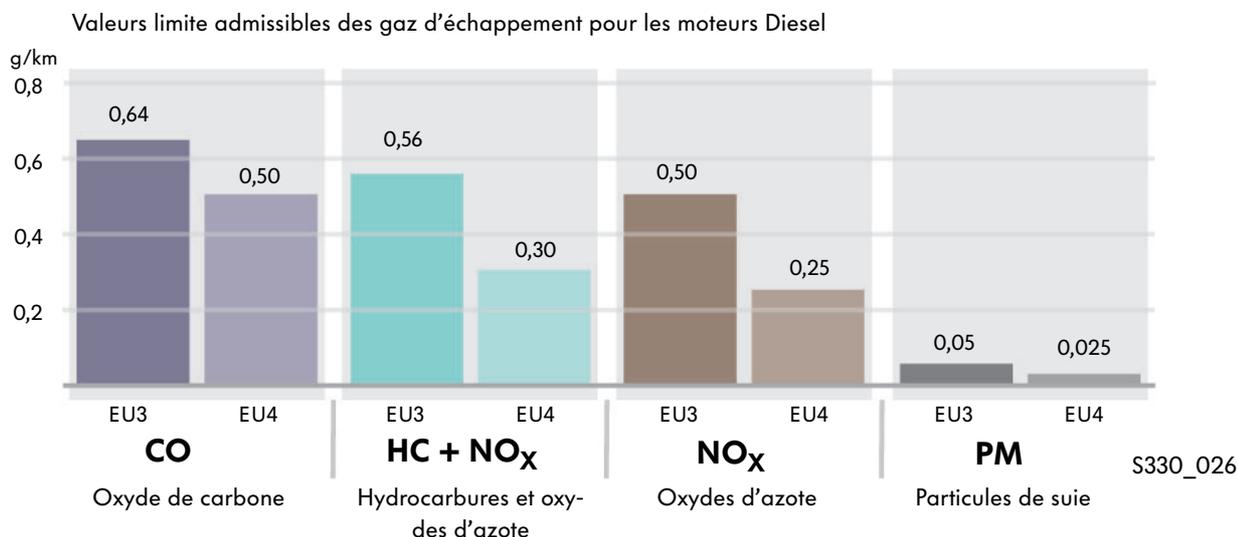
La norme antipollution Euro3 est applicables aux véhicules neufs immatriculés depuis 2000.

Elle se différencie de la norme antérieure Euro2 par une sévèrification des conditions requises sur banc d'essai à rouleaux et par une réduction des valeurs limite.

EU4 ou Euro4

La norme Euro4 sera applicable à partir de 2005 et remplacera la norme Euro3. Elle implique une réduction supplémentaire des valeurs limite admissibles.

Aujourd'hui déjà, 65 % de toutes les immatriculations de Volkswagen avec moteur Diesel en Allemagne sont conformes à la norme antipollution Euro4.



Perspectives

A l'avenir, la norme antipollution Euro5, encore plus sévère, doit entrer en vigueur. Les seuils ne sont à vrai dire pas encore définis mais les valeurs limite à ne pas dépasser pour les polluants seront encore une fois revues à la baisse. Le seuil applicable aux particules pour les voitures particulières équipées d'un moteur Diesel sera nettement abaissé. C'est ce qui explique la nécessité d'équiper à l'avenir tous les modèles Diesel avec un filtre à particules.



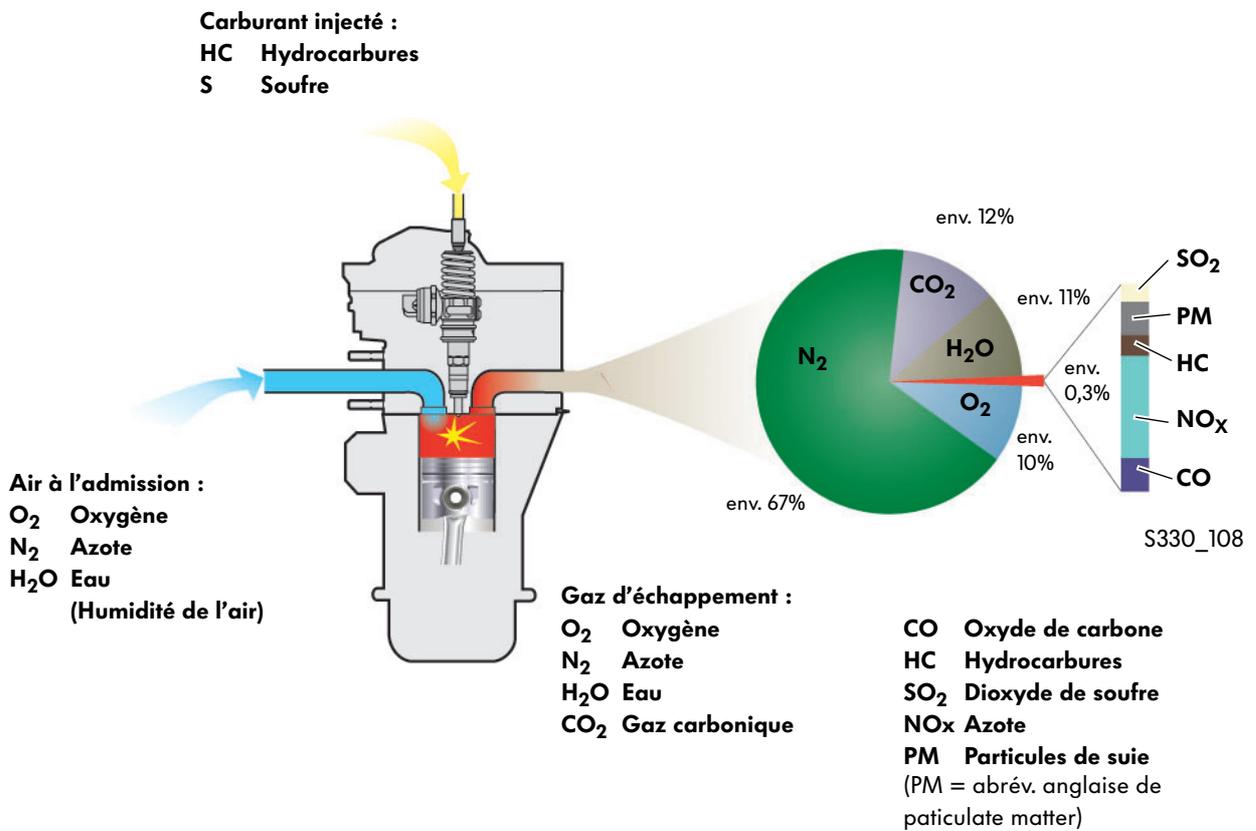
Introduction



Formation des polluants pendant le processus de combustion

La formation de polluants et surtout les émissions de particules sont influencées par le processus de combustion qui se déroule à l'intérieur du moteur Diesel. Cette dernière dépend de nombreux facteurs liés à la conception, au carburant ainsi qu'à des facteurs atmosphériques.

La représentation graphique suivante donne un aperçu des composants d'admission et d'échappement du moteur Diesel pendant le processus de combustion.



En ce qui concerne leur action néfaste pour l'environnement et la santé, les gaz d'échappement du moteur Diesel comportent des composants à évaluer de façon différenciée.

Les composants déjà présents dans l'atmosphère comme l'oxygène, l'azote et l'eau sont à considérer comme inoffensifs.

Le gaz carbonique, gaz contenu naturellement dans l'atmosphère, se place dans une zone limite en ce qui concerne sa classification. Il n'est en effet pas toxique mais passe pour être un générateur d'effet de serre lorsque sa concentration augmente.

Par contre, l'oxyde de carbone, les hydrocarbures, le dioxyde de soufre, les azotes et les particules de suie sont nocives.

Substances nocives présentes dans les gaz d'échappement



CO
Oxyde de carbone



S330_014

L'oxyde de carbone (CO) se dégage lorsqu'il y a manque d'oxygène à la suite d'une combustion incomplète de combustibles carbonés. C'est un gaz incolore, inodore et insipide.

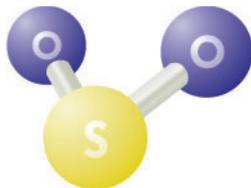
HC
Hydrocarbures



S330_016

On désigne par hydrocarbures une multitude de différents composés (par exemple C_6H_6 , C_8H_{18}) qui se dégagent après une combustion incomplète.

SO₂
Dioxyde de soufre



S330_018

Le dioxyde de soufre se dégage par la combustion d'un carburant contenant du soufre. C'est un gaz incolore ayant une odeur âcre. La proportion de soufre dans le carburant est en diminution.

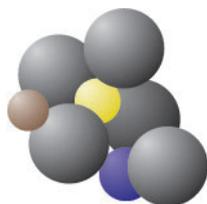
NO_x
Oxydes d'azote



S330_020

Les oxydes d'azote (par exemple NO, NO₂, . . .) se forment à forte pression, température élevée et en présence d'un excès d'oxygène pendant la combustion dans le moteur.

Particules de suie



S330_022

En cas de manque d'oxygène, il peut se former des particules de suie à la suite d'une combustion incomplète.

Introduction



Les particules

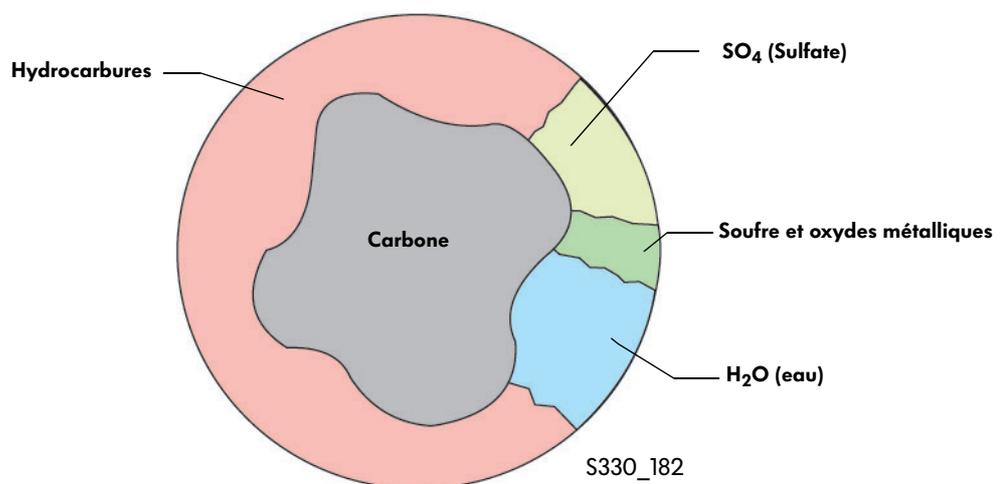
Le terme de particules est un terme générique utilisé pour désigner tous les très petits éléments, solides ou liquides, qui se forment par usure, fragmentation, érosion, condensation ainsi que par combustion incomplète. Ces processus produisent des particules de forme, taille et structure différentes.

Les particules prennent le caractère de polluants atmosphériques quand elles sont si petites qu'elles peuvent rester en suspension dans les gaz émis (air) et nuire à l'organisme par inhalation.

Les particules de suie

Le processus de combustion dans un moteur Diesel entraîne la formation de particules de suie. Ces particules de suie sont des billes microscopiques de carbone ayant un diamètre d'environ 0,05 mm. Leur noyau est composé de carbone pur. Divers hydrocarbures, des oxydes métalliques et du soufre viennent se déposer sur ce noyau.

Certains hydrocarbures sont considérés comme préoccupants pour la santé des humains. La composition exacte des particules de suie dépend de la technologie moteur utilisée, des conditions d'utilisation du véhicule et du carburant.



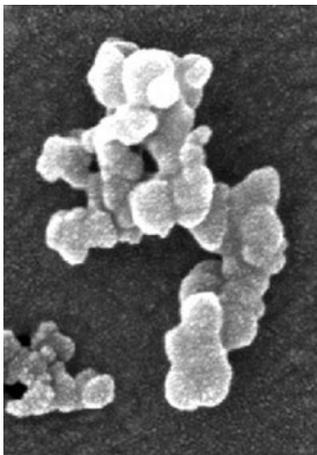
La formation des particules de suie

La formation des particules de suie dépend des différentes phases de la combustion dans un moteur Diesel, comme l'admission de l'air, l'injection du gazole, la propagation de la flamme.

La qualité de la combustion dépend de la façon dont le mélange air - carburant s'est formé.

Le mélange peut être trop riche dans certaines zones de la chambre de combustion parce qu'il n'y a pas suffisamment d'oxygène.

La combustion reste alors incomplète et il y aura formation de particules de suie.



S330_013

Particules de suie type, qui se forment au cours de la combustion dans les moteurs Diesel.

La masse et le nombre des particules dépend donc par principe de la qualité de la combustion dans le moteur. Le système d'injection à injecteur-pompe assure une pression d'injection élevée et un déroulement de l'injection - conformément aux exigences du moteur - pour obtenir une combustion efficace et réduire ainsi la formation de particules de suie au cours du processus de combustion.

Une pression d'injection élevée et la très fine pulvérisation du carburant, qui va de pair, n'entraînent pas nécessairement l'apparition de particules plus petites.

Des mesures ont permis de constater que la répartition de la taille des particules dans les gaz d'échappement est très similaire, indépendamment du principe de combustion du moteur, peu importe si on est en présence d'une chambre de turbulence, d'une rampe commune ou d'un système d'injecteur-pompe.



Introduction



Les mesures visant à réduire les particules

La diminution des émissions de gaz d'échappement du moteur Diesel constitue un des objectifs majeurs de son perfectionnement technologique.

Il existe une série de solutions techniques pour réduire les émissions de gaz d'échappement.

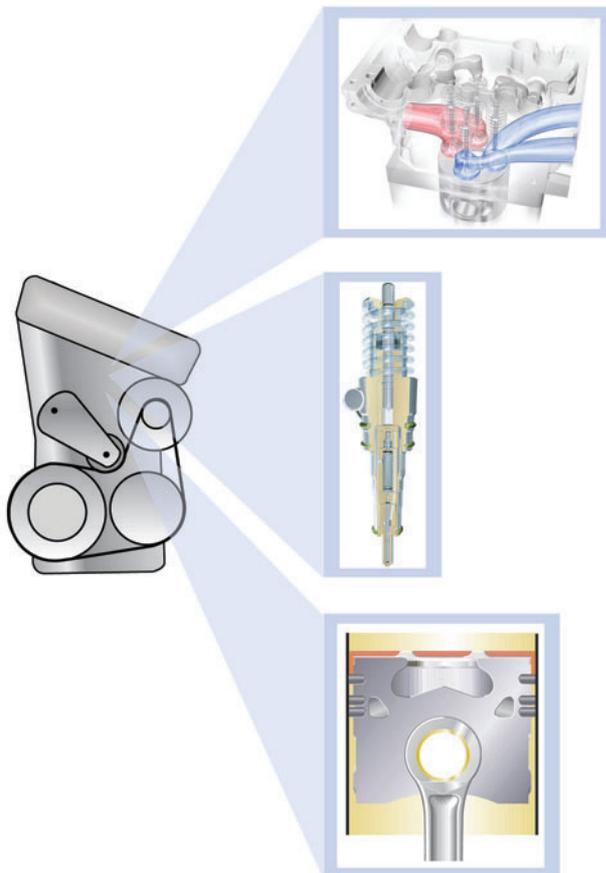
Il convient de différencier les mesures internes et les mesures externes au moteur.

Mesures internes au moteur

Il est possible de réduire les émissions en prenant des mesures internes au moteur.

Une optimisation efficace de la combustion inhibe pratiquement la formation des polluants.

Font partie des mesures internes au moteur :



- la conception des canaux d'admission et d'échappement pour assurer des conditions optimales d'écoulement de flux,

- des pressions d'injection élevées grâce à la technique des injecteurs-pompe,

- la conception de la chambre de combustion, par exemple la réduction de la zone de formation des polluants, la conception de la cavité du piston.

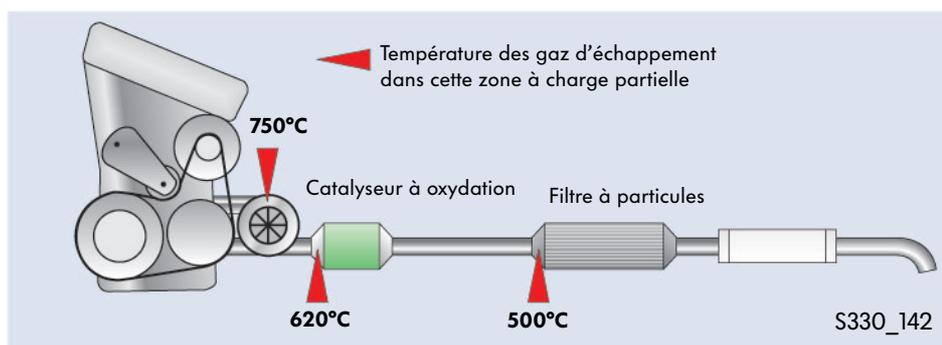
S330_045

Mesures externes au moteur

Il est possible d'empêcher le rejet de particules de suie, qui se forment pendant la combustion, par des mesures externes au moteur. On entend par là, la réduction des particules de suie par un système de filtre à particules. Il convient de distinguer deux systèmes –le filtre à particules (pour moteur Diesel) avec additif et le filtre à particules sans additif. Nous allons expliquer aux pages suivantes uniquement la construction et le fonctionnement du filtre à particules avec additif, mis en service à l'heure actuelle par Volkswagen sur les moteurs Diesel.

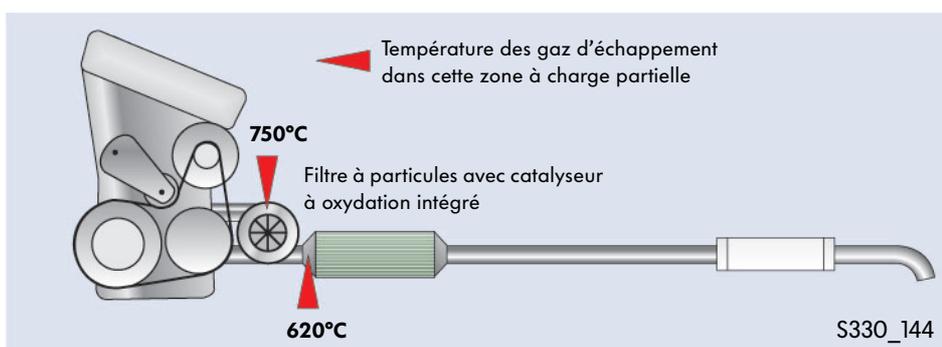
Système avec additif

Ce système est utilisé sur les véhicules avec filtre à particules situé loin du moteur. En raison de la longue distance à parcourir par les gaz d'échappement entre le moteur et le filtre à particules, la température d'allumage nécessaire à la combustion des particules ne peut être atteinte qu'avec l'adjonction d'un additif.



Système sans additif

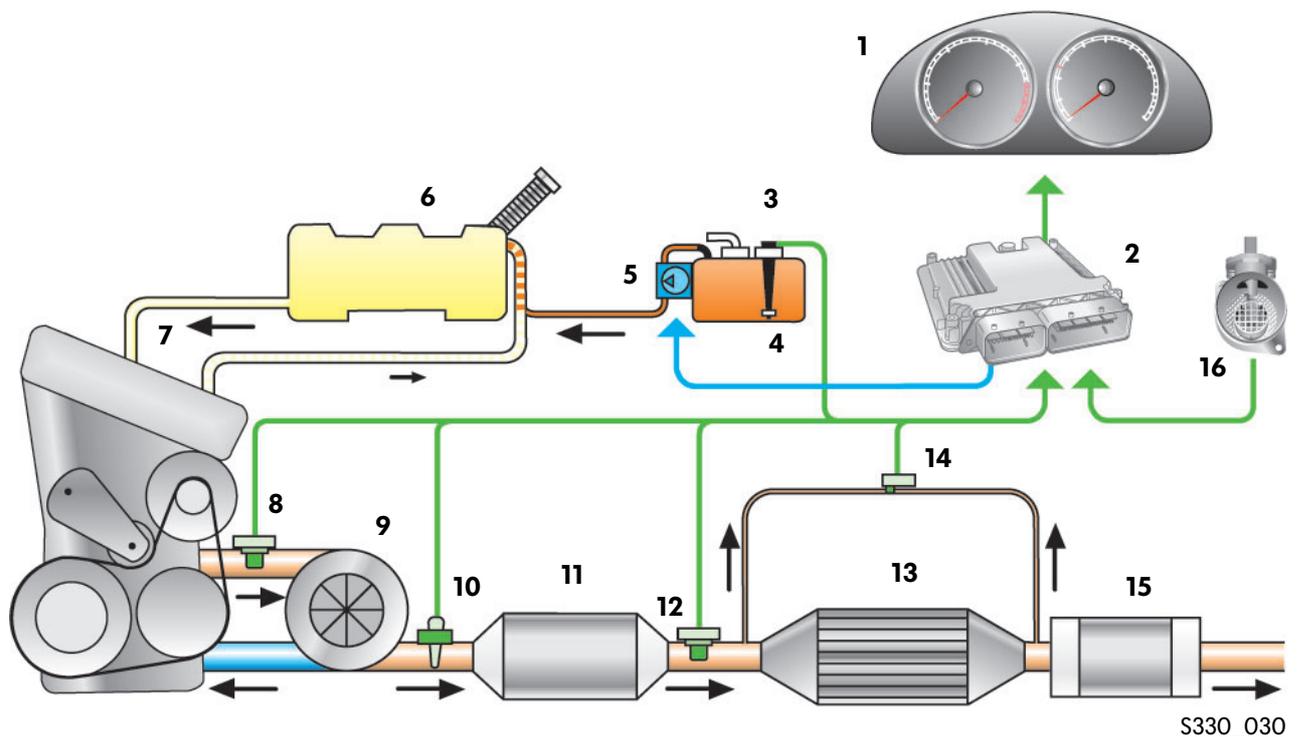
Ce système sera utilisé à l'avenir sur les véhicules avec filtre situé près du moteur. Comme la distance à parcourir par les gaz d'échappement entre le moteur et le filtre à particules est courte, la température des gaz d'échappement sera suffisante pour brûler les particules.



Conception et fonctionnement

Le système de filtre à particules avec additif (pour moteur Diesel)

Le synoptique suivant vous montre les composants du système de filtre à particules. Nous allons expliquer aux pages suivantes la constitution et le fonctionnement du système de filtre à particules avec additif.



- | | |
|---|---|
| 1 Calculateur dans porte-instruments J285 | 9 Turbocompresseur |
| 2 Calculateur moteur | 10 Sonde lambda G39 |
| 3 Réservoir à additif | 11 Catalyseur à oxydation |
| 4 Transmetteur de réservoir à additif au carburant G504 | 12 Transmetteur de température en amont du filtre à particules G506 |
| 5 Pompe pour additif de filtre à particules V135 | 13 Filtre à particules |
| 6 Réservoir à carburant | 14 Capteur de pression 1 pour gaz d'échappement G450 |
| 7 Moteur Diesel | 15 Silencieux |
| 8 Transmetteur de température en amont du turbocompresseur G507 | 16 Débitmètre d'air massique |



Ce synoptique montre un système monté sur une ligne d'échappement à flux unique. Sur un système d'échappement multiflux (comme sur le moteur V10-TDI par exemple), le filtre à particules ainsi que les capteurs seront montés sur chacune des lignes d'échappement.

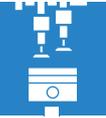
Le filtre à particules



S330_017

Le filtre à particules est monté (par exemple sur la Passat avec moteur de 2,0 l TDI) dans la ligne d'échappement, après le catalyseur à oxydation.

Il filtre les particules de suie contenues dans les gaz d'échappement du moteur.

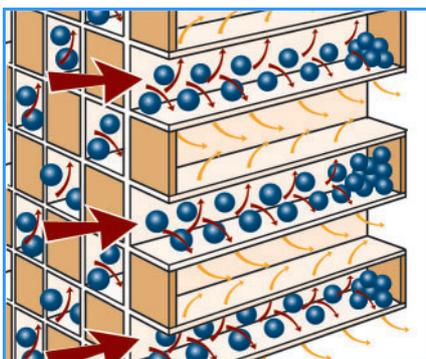


Constitution

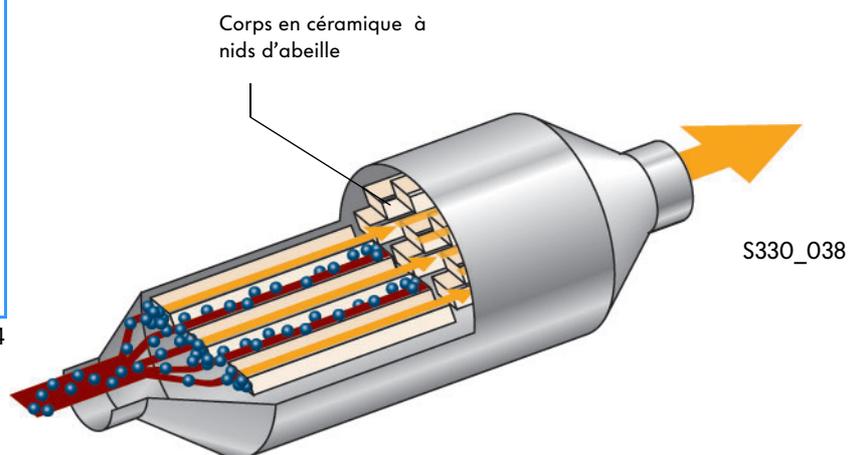
Le filtre à particules se compose d'un corps en céramique à nid d'abeilles en carbure de silicium logé dans un boîtier de métal. Le corps en céramique est subdivisé en une multitude de petits canaux microscopiques, disposés en parallèle, qui se ferment en alternance.

Le carbure de silicium est bien approprié comme matériau de filtrage en raison des caractéristiques suivantes :

- résistance mécanique élevée
- très bonne tenue aux alternances de température
- bonne tenue aux sollicitations thermiques et bonne conductibilité
- forte résistance à l'usure



S330_154



Fonctionnement

Lorsque les gaz d'échappement traversent le filtre, les particules de suie sont retenues dans les canaux à l'entrée alors que les composés gazeux seront filtrés par les parois poreuses du filtre en céramique.

Conception et fonctionnement

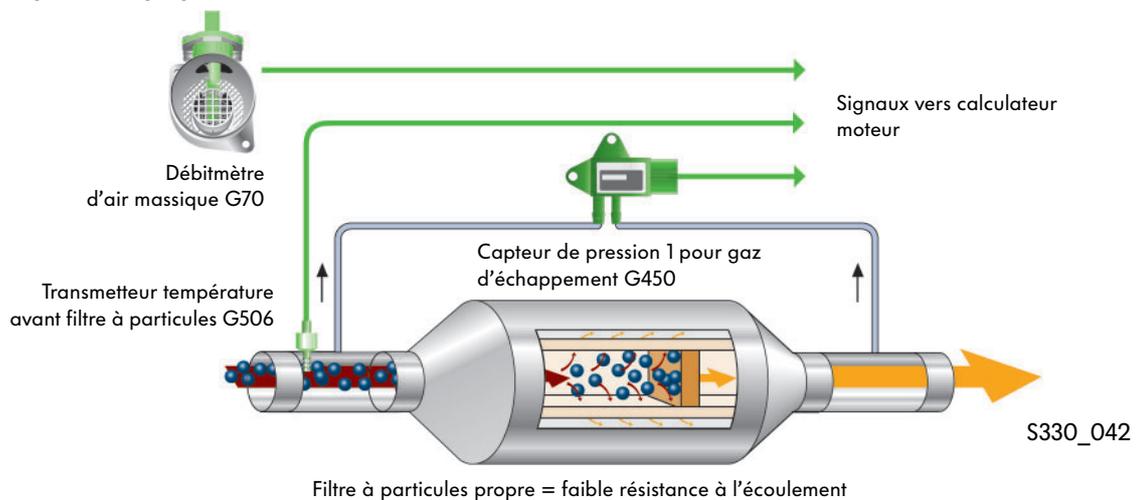
La régénération

Le filtre à particules doit être régulièrement débarrassé des particules de suie afin qu'il ne se colmate pas et que son bon fonctionnement ne soit pas entravé. Pendant la phase de régénération, les particules de suie piégées dans le filtre sont brûlées à une température d'environ 500°C. La température d'inflammation de la suie se situe autour de 600 à 650°C. Cette température ne peut être atteinte qu'à pleine charge sur le moteur Diesel.

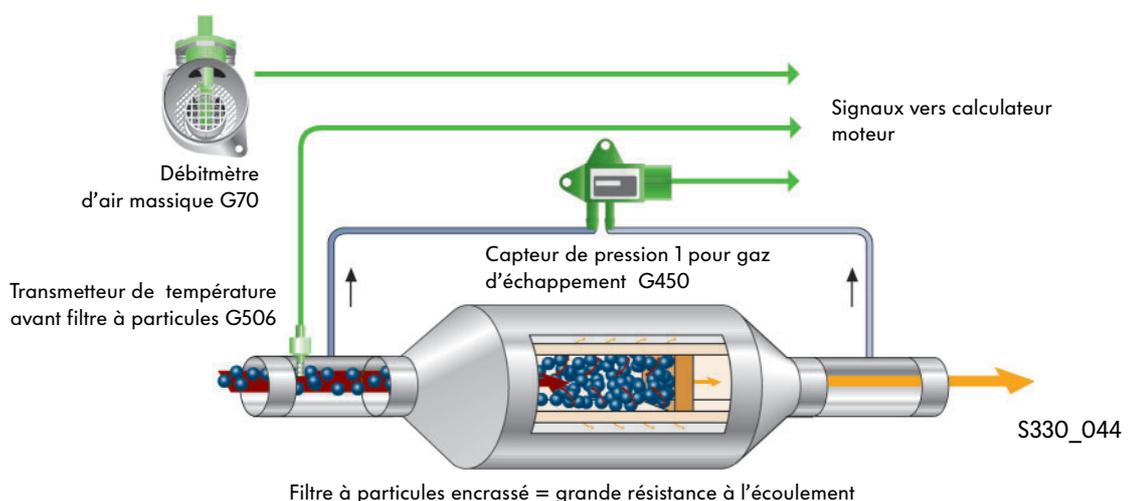
Afin de garantir une régénération du filtre à particules dans toutes les conditions de fonctionnement, la température d'inflammation de la suie est abaissée par l'adjonction d'un additif alors que la température des gaz d'échappement sera augmentée par une gestion ciblée du moteur.

Le processus de régénération est déclenché par le calculateur moteur.

Filter à particules propre



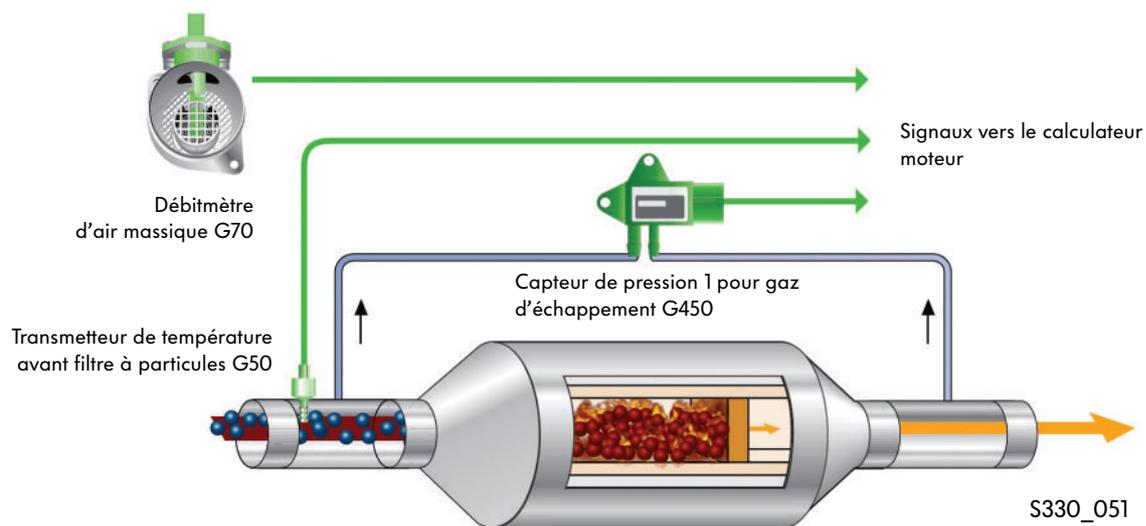
Filter à particules encrassé



Pendant la régénération, les particules accumulées dans le filtre sont brûlées.
Ce processus a lieu, en fonction du style de conduite, tous les 500 à 700 km et dure de 5 à 10 minutes environ. Le conducteur ne remarque pas le déroulement de la régénération.



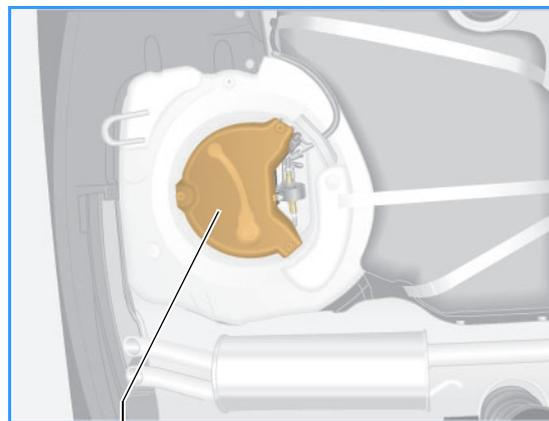
Régénération du filtre à particules



Conception et fonctionnement

L'additif

L'additif est un agent actif contenant du fer, qui est dissous dans un mélange d'hydrocarbures. Il se trouve sur la Passat dans un réservoir distinct en matière plastique, logé dans le cuvelage de roue de secours.



Réservoir à additif

S330_112

L'additif a pour mission d'abaisser la température de combustion des particules de suie afin de permettre le processus de régénération du filtre à particules même à charge partielle.

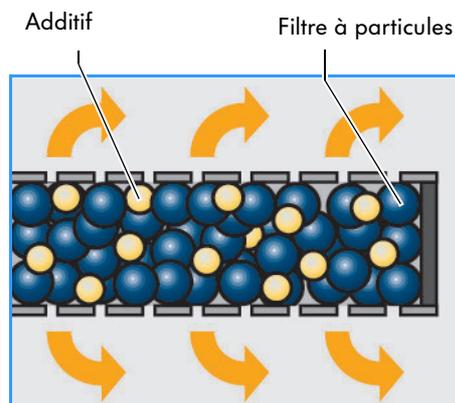
La température d'allumage de la suie est comprise entre 600 et 650°C. De telles températures des gaz d'échappement ne sont possibles qu'à pleine charge sur le moteur Diesel. L'adjonction d'un additif permet d'abaisser la température d'allumage nécessaire de la suie à 500°C environ.

L'additif est automatiquement envoyé via la conduite retour de carburant vers le réservoir à carburant après chaque ravitaillement. Cela est assuré par une pompe pour additif de filtre à particules pilotée par le calculateur moteur.

La quantité de carburant remplie est calculée par le calculateur moteur au moyen de l'interprétation des signaux fournis par le transmetteur de réservoir à carburant. Au terme de chaque dosage, on obtient une concentration de 10 ppm (parts par million) de molécules de fer dans le carburant.

Cela correspond à une proportion de mélange d'un litre environ d'additif pour 2800 litres de carburant.

L'additif mélangé au carburant arrive avec la suie dans le filtre à particules. C'est là qu'il va se déposer entre les particules de suie.



S330_186

La charge en suie du filtre à particules

La charge en suie du filtre à particules est surveillée en permanence par le calculateur moteur via le calcul de la résistance à l'écoulement que présente le filtre à particules. Pour calculer cette résistance à l'écoulement, on met en rapport le flux volumique des gaz d'échappement en amont du filtre à particules avec la différence de pression avant et après le filtre à particules.



Différence de pression

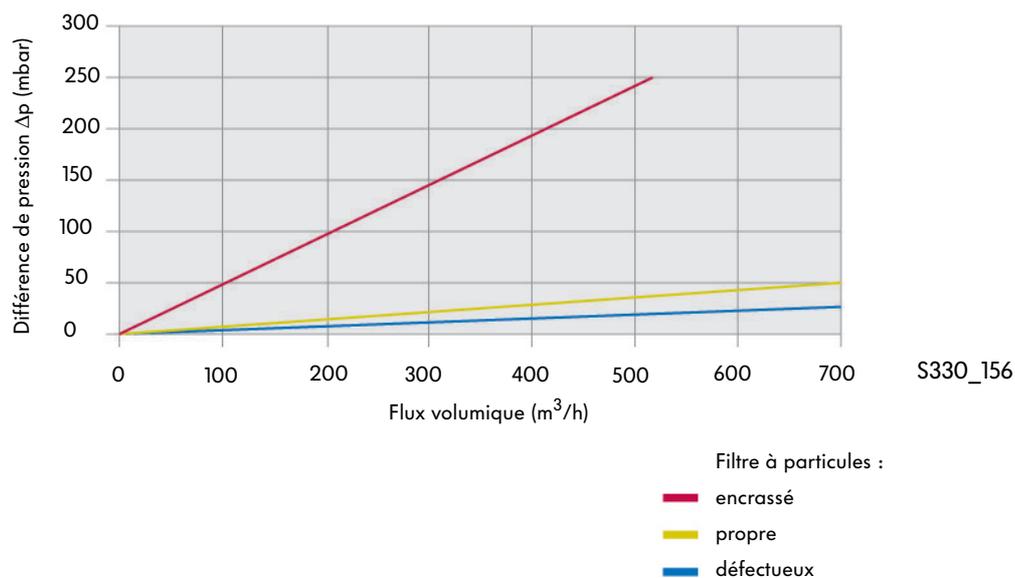
La différence de pression du flux d'air avant et après le filtre à particules est calculée par le capteur de pression 1 pour gaz d'échappement.

Flux volumique des gaz d'échappement

Le flux volumique des gaz d'échappement est calculé par le calculateur moteur à partir du débit d'air massique dans le canal des gaz d'échappement et de la température des gaz d'échappement avant le filtre à particules. Le débit d'air massique des gaz d'échappement correspond à peu près au débit d'air massique dans le canal d'admission qui est calculé par le débitmètre d'air massique. Le volume du débit massique des gaz d'échappement dépend de la température respective. Cette température est calculée par le transmetteur de température en aval du filtre à particules.

En prenant en compte la température des gaz d'échappement le calculateur moteur peut calculer le flux volumique des gaz d'échappement à partir du débit d'air massique des gaz d'échappement.

Résistance à l'écoulement du filtre à particules

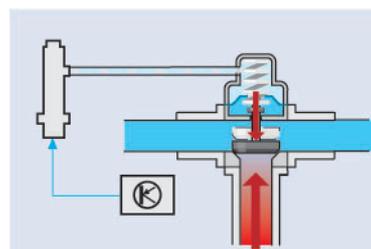


Le calculateur moteur met en rapport la différence de pression avec le flux volumique des gaz d'échappement et obtient la résistance à l'écoulement du filtre à particules. Le calculateur moteur détecte la charge en suie du filtre à partir de la résistance à l'écoulement.

Gestion moteur pendant le processus de régénération

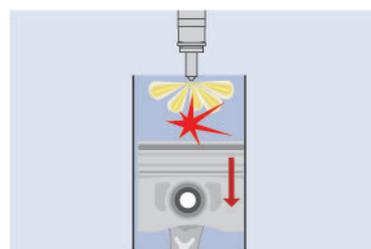
A partir de la résistance à l'écoulement du filtre, le calculateur moteur en déduit l'état d'encrassement du filtre. Une forte résistance à l'écoulement est le signe que le filtre risque de se colmater. Le calculateur moteur va alors déclencher une phase de régénération. A cet effet :

- le recyclage des gaz d'échappement est coupé afin d'augmenter la température de combustion,



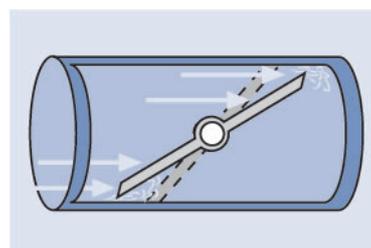
S330_124

- après une injection principale, de quantité réduite, à 35° de vilebrequin après le point mort haut du piston, il sera effectué une post-injection afin d'augmenter la température des gaz d'échappement,



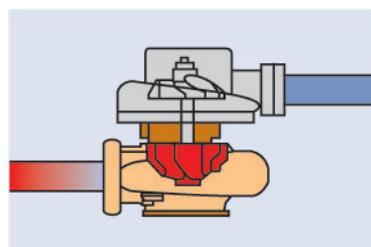
S330_126

- l'apport d'air d'admission est régulé par le papillon électrique et



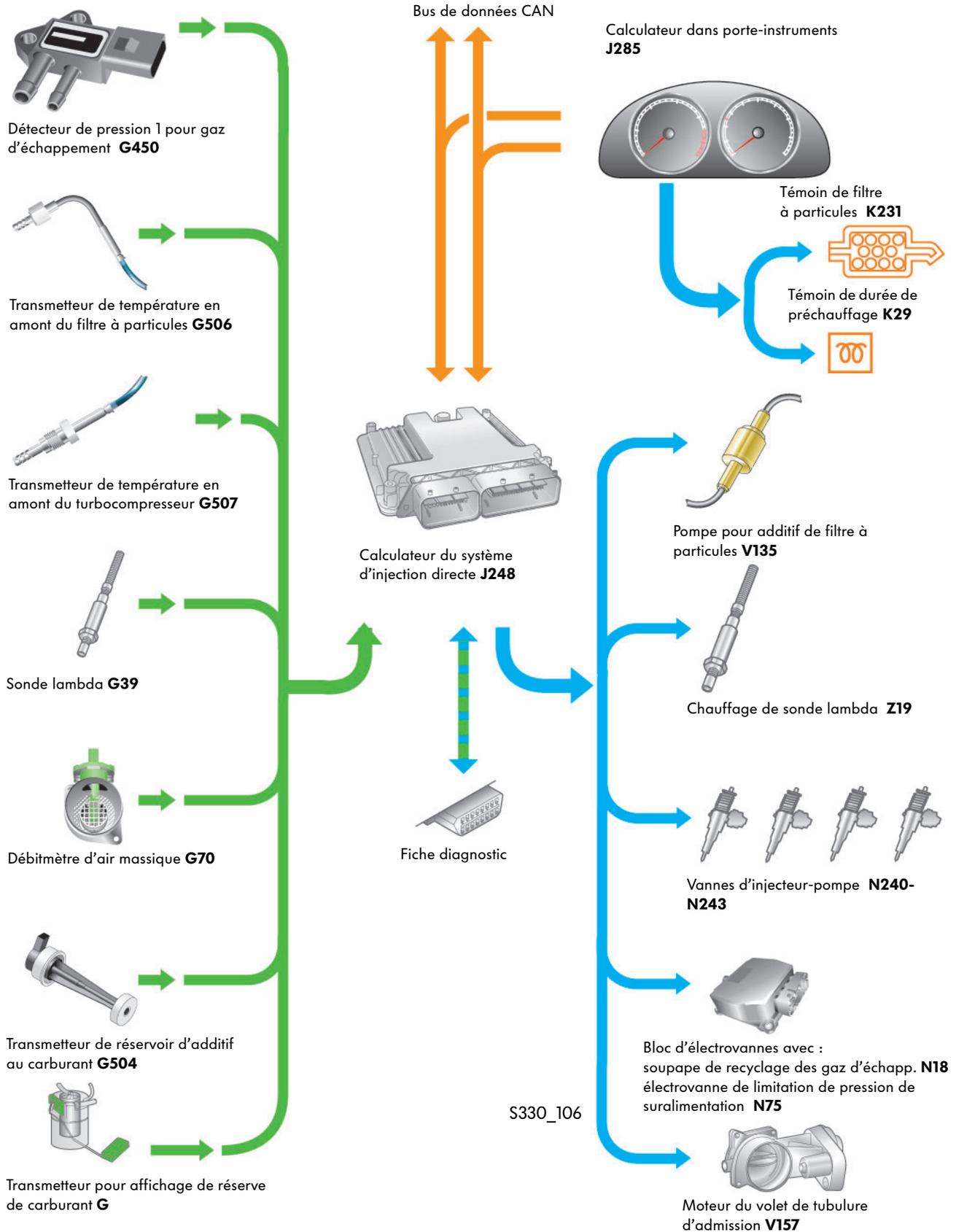
S330_120

- la pression de suralimentation sera adaptée afin que le couple ne soit pas modifié de façon perceptible pour le conducteur pendant le processus de régénération.



S330_122

Synoptique du système de filtre à particules avec additif



Capteurs et actionneurs

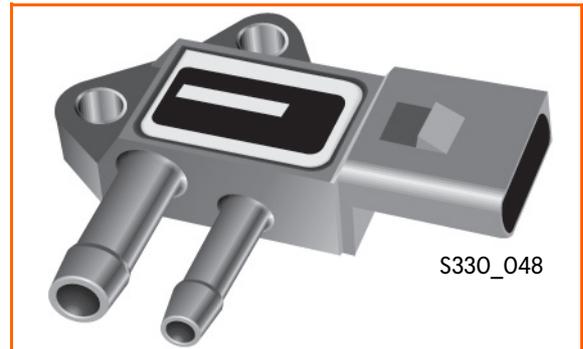
Les capteurs

Détecteur de pression 1 des gaz d'échappement G450

Le détecteur de pression 1 pour gaz d'échappement fonctionne selon le principe piézo-électrique.

Utilisation du signal

Le détecteur de pression 1 pour gaz d'échappement mesure la différence de pression du flux des gaz d'échappement en amont et en aval du filtre à particules. Le signal du détecteur de pression pour gaz d'échappement, le signal du transmetteur de température en amont du filtre à particules ainsi que le signal du débitmètre d'air massique constituent une unité indissociable lors du calcul de l'état d'encrassement du filtre à particules.



Répercussions en cas de défaillance du signal

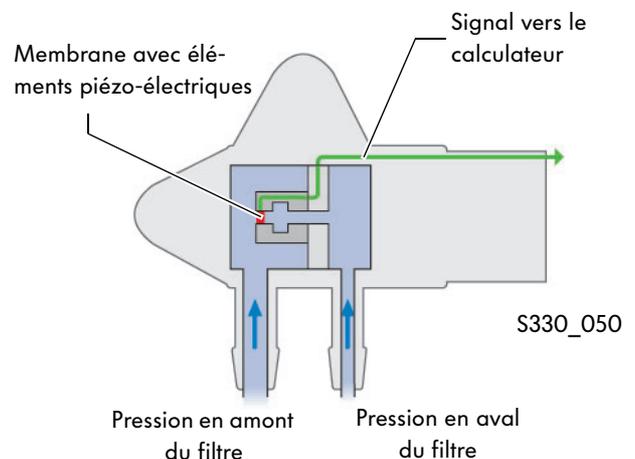
Si le signal détecteur de pression pour gaz d'échappement manque, la régénération du filtre à particules sera d'abord cyclique au bout d'un certain kilométrage parcouru ou de plusieurs heures de fonctionnement. Mais une régénération sûre et garantissant le bon fonctionnement du filtre ne peut se faire de cette manière.

Au bout d'un nombre de cycles déterminé, le témoin pour filtre à particules va s'allumer et ensuite le témoin de durée de préchauffage va clignoter dans le porte-instruments. Le conducteur sera convié par cette alerte à se rendre à l'atelier.

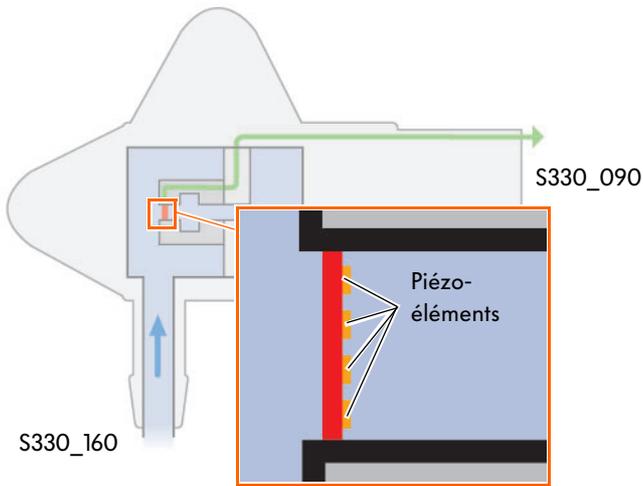
Constitution

Le détecteur de pression 1 pour gaz d'échappement est équipé de deux raccords de pression. Une conduite de pression branchée sur un raccord mène au flux des gaz d'échappement en amont du filtre à particules et une autre relie le détecteur au flux des gaz d'échappement en aval du filtre à particules.

Le transmetteur est constitué d'une membrane à éléments piézo-électriques qui réagissent aux variations de pression des gaz d'échappement.



Le fonctionnement est le suivant :

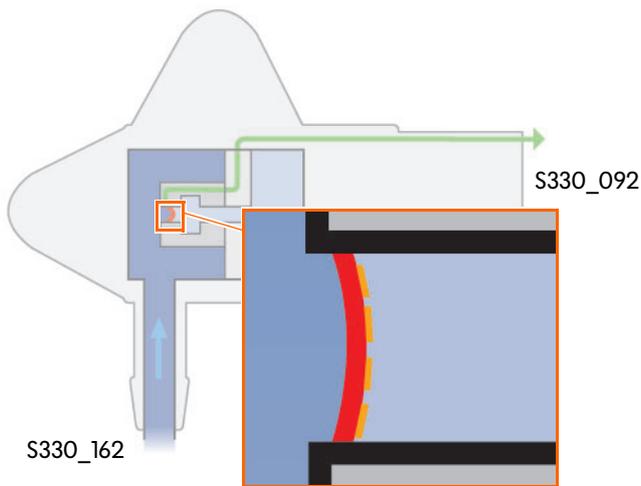


Pression en amont du filtre = Pression en aval du filtre

Filter à particules propre

Sur un filtre à particules avec très faible charge en impuretés (particules), la pression en amont et en aval du filtre est pratiquement identique.

La membrane avec les éléments piézo-électriques se trouve en position repos.



Pression en amont du filtre > Pression en aval du filtre

Filter à particules encrassé

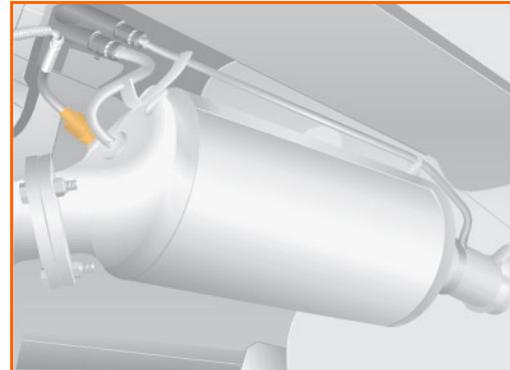
Si des particules de suie se sont amassées dans le filtre, la pression des gaz d'échappement en amont du filtre va augmenter car le flux volumique est réduit. La pression des gaz d'échappement derrière (en aval) du filtre reste pratiquement identique. La membrane se déforme en fonction de la différence de pression. Cette déformation modifie la résistance électrique des piézo-éléments qui sont câblés pour constituer un pont de mesure. La tension initiale de ce pont de mesure est traitée par l'électronique de détection, amplifiée puis transmise au calculateur moteur sous forme de tension de signal. Le calculateur moteur calcule à partir de ce signal l'état de charge (encrassement) du filtre à particules et déclenche un processus de régénération pour nettoyer le filtre.



L'état de charge du filtre à particules peut être consulté en utilisant le Système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information VAS 5051 dans un bloc de valeurs de mesure nommé „Coefficient de charge du filtre à particules“.

Capteurs et actionneurs

Transmetteur de température en amont du filtre à particules G506



Le transmetteur de température en amont du filtre à particules est un détecteur PTC. Sur un détecteur PTC (à coefficient positif de température), la résistance augmente lorsque la température augmente.

Il se trouve dans la ligne d'échappement en amont du filtre à particules et y mesure la température des gaz d'échappement.

Utilisation du signal

A partir du signal du transmetteur de température en amont du filtre à particules, le calculateur moteur calcule le flux volumique des gaz d'échappement afin de pouvoir déterminer l'état de charge (encrassement) du filtre à particules.

Le signal du transmetteur de température en amont du filtre à particules, le signal du débitmètre d'air massique ainsi que le signal du détecteur de pression des gaz d'échappement constituent une unité indissociable lors du calcul de l'état de charge du filtre à particules.

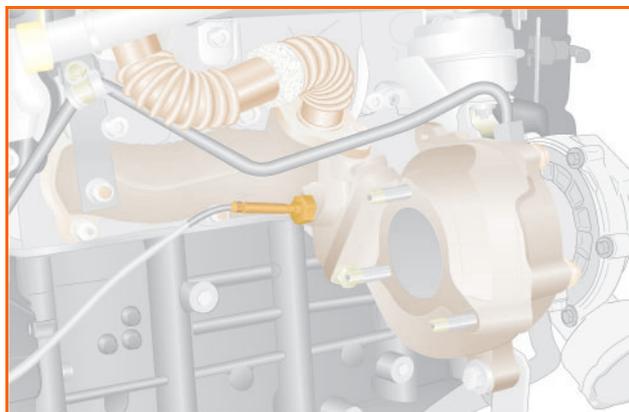
Ce signal est utilisé en outre comme protection de composant, afin de protéger le filtre à particules contre une température trop élevée des gaz d'échappement.

Répercussions en cas de défaillance du signal

Si le signal du transmetteur de température en amont du filtre à particules manque, la régénération du filtre à particules sera cyclique dans un premier temps au bout d'un certain kilométrage parcouru ou de plusieurs heures de fonctionnement.

Mais une régénération sûre et garantissant le bon fonctionnement du filtre ne peut se faire de cette manière. Au bout d'un nombre de cycles déterminé, le témoin pour filtre à particules va s'allumer et ensuite le témoin de durée de préchauffage va clignoter dans le porte-instruments. Le conducteur sera invité par cette alerte à se rendre à l'atelier.

Transmetteur de température en amont du turbocompresseur G507



Le transmetteur de température en amont du turbocompresseur est un élément PTC. Il est intégré à la ligne d'échappement en amont du turbocompresseur et y mesure la température des gaz d'échappement.

Utilisation du signal

Le calculateur moteur a besoin du signal du transmetteur de température en amont du turbocompresseur pour calculer le point d'injection et la quantité injectée pour la post-injection lors du processus de régénération. Cela permet d'atteindre l'augmentation de température nécessaire des gaz d'échappement pour brûler les particules de suie. En outre, le turbocompresseur sera protégé grâce à ce signal contre une température élevée et inadmissible pendant la régénération.

Répercussions en cas de défaillance du signal

En cas de défaillance du transmetteur de température en amont du turbocompresseur, le turbocompresseur ne pourra plus être protégé contre une température trop élevée (inadmissible). Il n'y aura donc pas de régénération du filtre à particules.

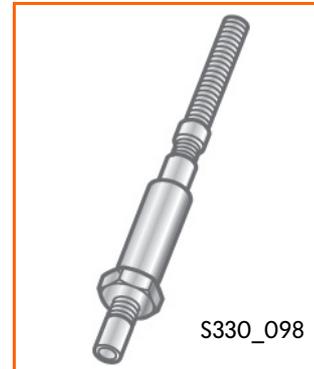
Le conducteur sera invité à se rendre à l'atelier par le témoin de durée de préchauffage, qui sera allumé. Le recyclage des gaz d'échappement sera alors coupé pour réduire les émissions de particules de suie.



Capteurs et actionneurs

Sonde lambda G39

La sonde lambda est une sonde à large bande. Elle se trouve dans le collecteur d'échappement en amont du catalyseur à oxydation.



Utilisation du signal

La sonde lambda permet de déterminer la proportion d'oxygène dans les gaz d'échappement sur une grande plage de mesure. En rapport avec le système de filtre à particules, le calculateur moteur utilise le signal de la sonde lambda pour calculer exactement la quantité et l'instant précis de la post-injection lors du processus de régénération. Afin de parvenir à une régénération efficace du filtre à particules, on a besoin d'une teneur minimale en oxygène dans les gaz d'échappement pour une température élevée mais constante des gaz d'échappement. Cette régulation est possible grâce au signal de la sonde lambda en relation avec le signal du transmetteur de température en amont du turbocompresseur.

Répercussions en cas de défaillance du signal

La régénération du filtre à particules sera moins précise, mais en assurera quand même un bon fonctionnement. La défaillance de la sonde lambda peut entraîner une augmentation des émissions d'oxyde d'azote.

Pour obtenir des informations plus détaillées con-



cernant la sonde lambda, veuillez vous référer au Programme autodidactique 231 „Diagnostic embarqué européen pour moteurs à essence“.

Débitmètre d'air massique G70



Le débitmètre d'air massique à film chaud est monté dans le canal d'admission. Le débitmètre d'air massique permet au calculateur moteur de déterminer la masse d'air réellement admise.



Utilisation du signal

En relation avec le filtre à particules, le signal est utilisé pour calculer le flux volumique des gaz d'échappement et pouvoir, à partir de là, déterminer l'état de charge (encrassement) du filtre à particules.

Le signal du débitmètre d'air massique, le signal du transmetteur de température en amont du filtre à particules ainsi que le signal du capteur de pression pour gaz d'échappement constituent une unité indissociable lors du calcul de l'état de charge du filtre à particules.

Répercussions en cas de défaillance du signal

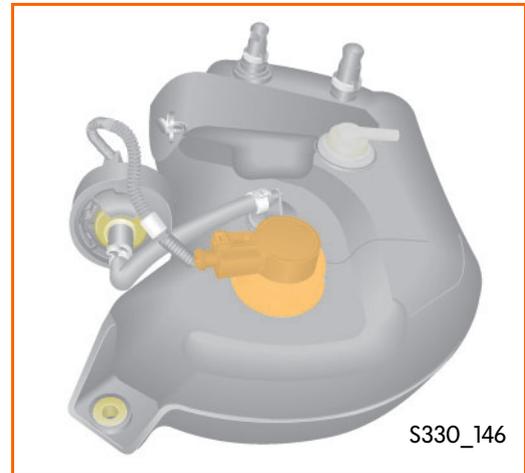
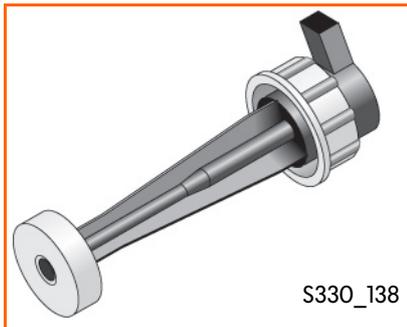
Si le signal du débitmètre d'air massique manque, la régénération du filtre à particules sera cyclique dans un premier temps au bout d'un certain kilométrage parcouru ou de plusieurs heures de fonctionnement.

Mais une régénération sûre et garantissant le bon fonctionnement du filtre ne peut se faire de cette manière. Au bout d'un nombre de cycles déterminé, le témoin pour filtre à particules va s'allumer et ensuite le témoin de durée de préchauffage va clignoter dans le porte-instruments. Le conducteur sera convié par cette alerte à se rendre à l'atelier.

Capteurs et actionneurs

Transmetteur de réservoir à additif au carburant G504

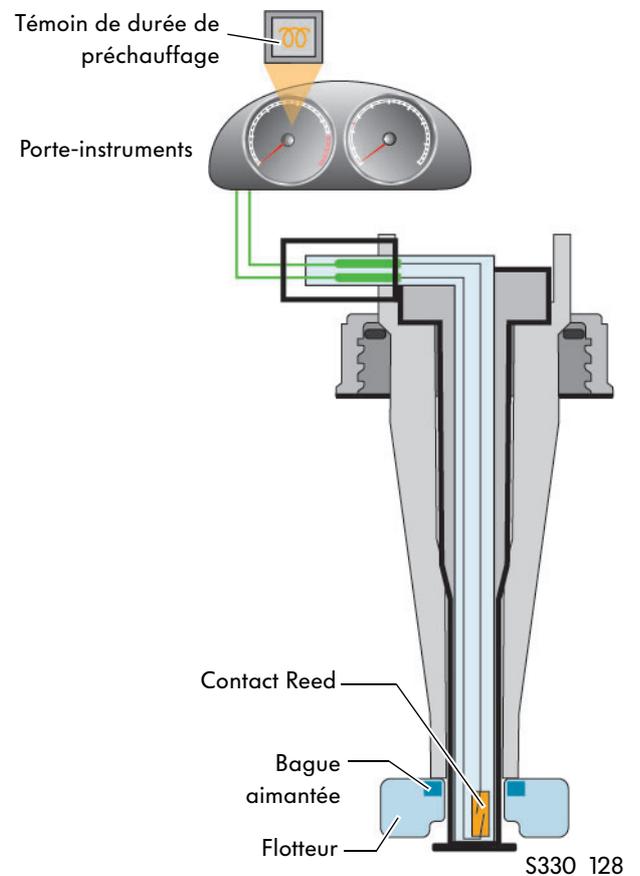
Le transmetteur de réservoir (vide) à additif au carburant est implanté dans le réservoir à additif.



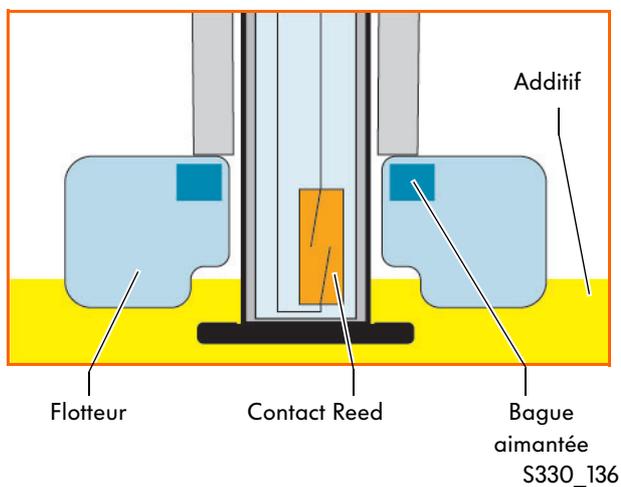
Utilisation du signal

A partir d'une certaine quantité résiduelle dans le réservoir à additif, le signal du transmetteur de réserve d'additif au carburant va activer le témoin de durée de préchauffage dans le porte-instruments. Le conducteur sera ainsi averti qu'il y a un dysfonctionnement dans le système de filtre à particules et invité à se rendre dans un atelier. Si la quantité d'additif est trop faible, la régénération du filtre à particules sera par ailleurs bloquée et la puissance du moteur réduite.

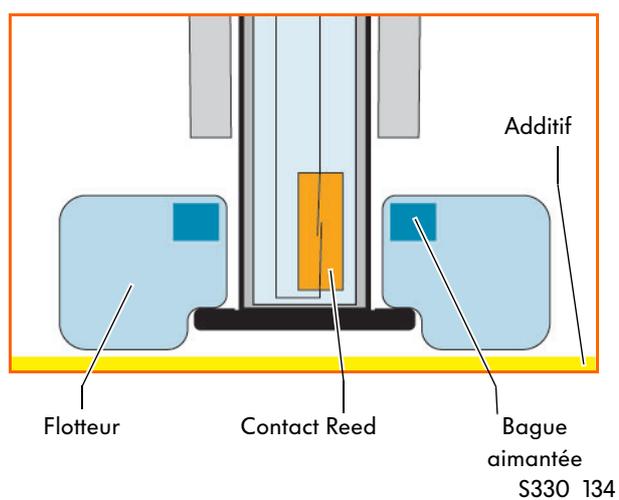
Constitution



Le fonctionnement est le suivant :



A l'intérieur de la tige du transmetteur de réserve d'additif au carburant se trouve un contact Reed. Il est commuté par la bague aimantée montée sur le flotteur. S'il y a suffisamment d'additif dans le réservoir, le flotteur se trouve en butée supérieure. Le contact Reed est ouvert.



S'il y a trop peu d'additif dans le réservoir à additif, le flotteur s'abaisse jusqu'à la butée inférieure. Le contact Reed va alors se fermer sous l'action de la bague aimantée. Le témoin de durée de préchauffage est alors mis sous tension.

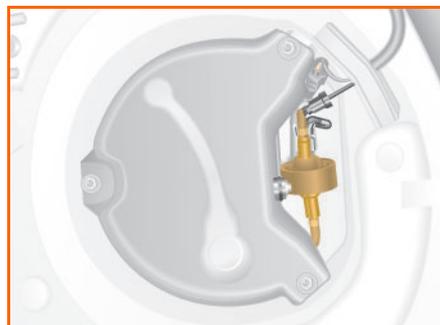
Répercussions en cas de défaillance du signal

Si le signal du transmetteur de réserve d'additif au carburant manque, il y aura une inscription dans la mémoire de défaut du calculateur moteur.

Capteurs et actionneurs

Les actionneurs

Pompe pour additif de filtre à particules V135

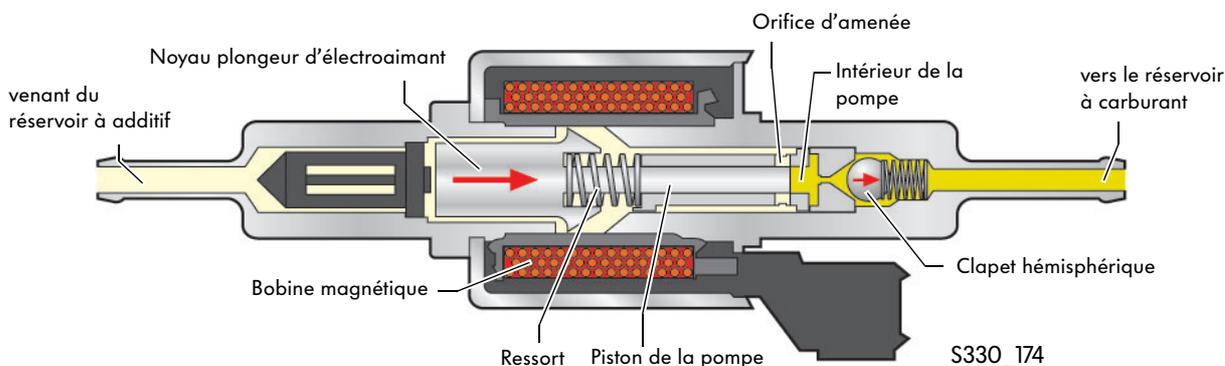


La pompe pour additif de filtre à particules est une pompe à piston alternatif qui refoule l'additif dans le réservoir à carburant. Elle est fixée par vissage au réservoir à additif.

Après chaque ravitaillement, la pompe est pilotée par impulsions par le calculateur moteur afin de doser l'additif dans la quantité voulue.

Le fonctionnement est le suivant :

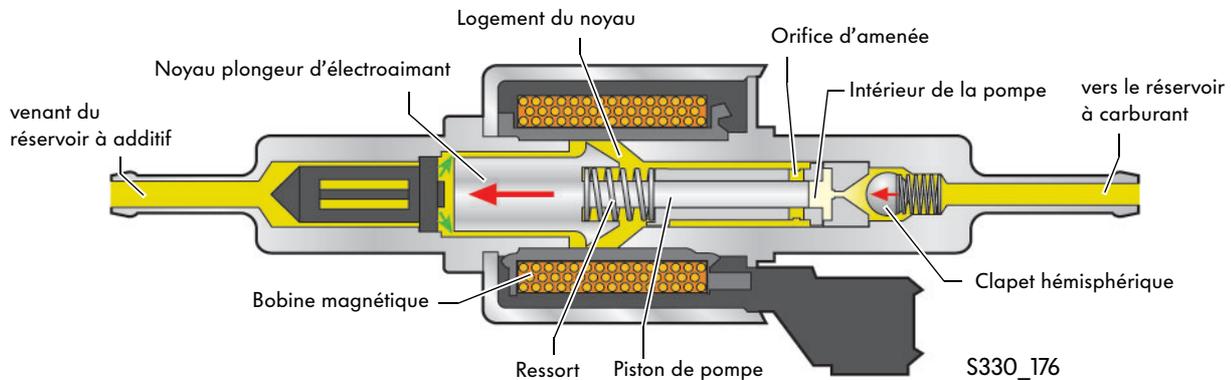
Refoulement de l'additif



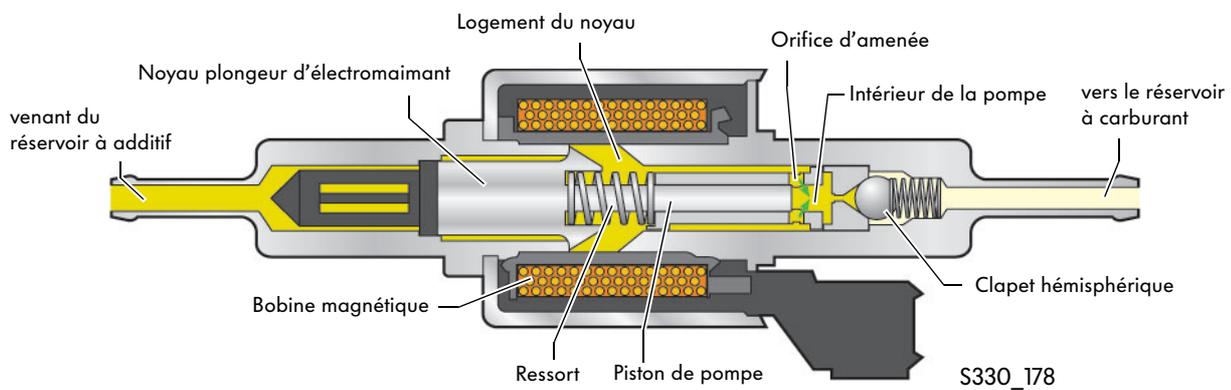
Sans alimentation électrique, la pompe est remplie d'additif. Dès que le calculateur moteur pilote la pompe d'additif du filtre à particules, la bobine magnétique est alimentée en courant et le noyau plongeur d'électroaimant (induit) pousse le piston de la pompe en s'opposant à la force du ressort. Le piston obture l'orifice d'amenée vers l'intérieur de la pompe et refoule l'additif se trouvant à l'intérieur de la chambre en direction du clapet hémisphérique.

Cette action crée une pression si bien que le clapet hémisphérique ouvre le passage vers l'intérieur de la pompe. La quantité d'additif exactement définie par le volume de l'intérieur de la pompe est maintenant refoulée dans le réservoir à carburant.

Aspiration de l'additif



Lors de l'aspiration, l'additif parvient dans le logement du noyau (induit). La bobine magnétique n'est pas pilotée par le calculateur moteur et le ressort repousse le piston de la pompe. En même temps, le clapet hémisphérique obture le passage vers l'intérieur de la pompe.



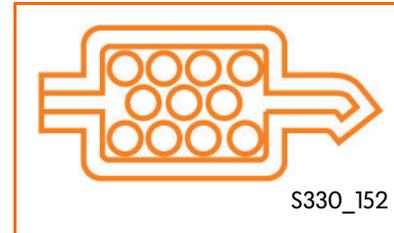
Le piston de pompe revient en position initiale. La dépression qui se crée alors aspire de l'additif via l'orifice d'amenée ouvert et il se déplace du logement du noyau plongeur vers l'intérieur de la pompe.



Capteurs et actionneurs

Témoin pour filtre à particules V231

Le témoin pour filtre à particules se trouve dans le porte-instruments. Il s'allume lorsque le filtre à particules ne peut pas être régénéré en raison d'un fonctionnement sur de très courts trajets.



Fonction

Une utilisation prolongée du véhicule sur de courts trajets nuit à la régénération du filtre à particules : cela peut aller jusqu'à un endommagement du filtre à particules et du moteur. Si le moteur n'atteint pas la température de fonctionnement nécessaire pendant une période prolongée afin de pouvoir brûler les impuretés qui se sont accumulées dans le filtre à particules, un témoin s'allumera dans le tableau de bord.

Ce signal du témoin invite le conducteur à rouler pendant une courte période à allure accélérée et constante. L'augmentation de température des gaz d'échappement ainsi atteinte permet de brûler les particules de suie accumulées dans le filtre. Le témoin doit s'éteindre quand l'opération est terminée.



Veuillez vous reporter à la Notice d'utilisation du véhicule pour obtenir de plus amples indications sur la conduite à tenir lorsque le témoin du filtre à particules s'est allumé ! Il faudra dans tous les cas respecter les prescriptions du code de la route ainsi que les limitations de vitesse !

Témoin de dépollution K83 (MIL)

Les composants ayant une incidence sur les gaz d'échappement et faisant partie du système de filtre à particules seront vérifiés dans le cadre du diagnostic embarqué européen (EOBD) pour savoir s'ils sont défectueux ou s'ils fonctionnent mal. Le témoin de dépollution (MIL=Malfunction Indicator light) indique les défauts détectés par le système EOBD.

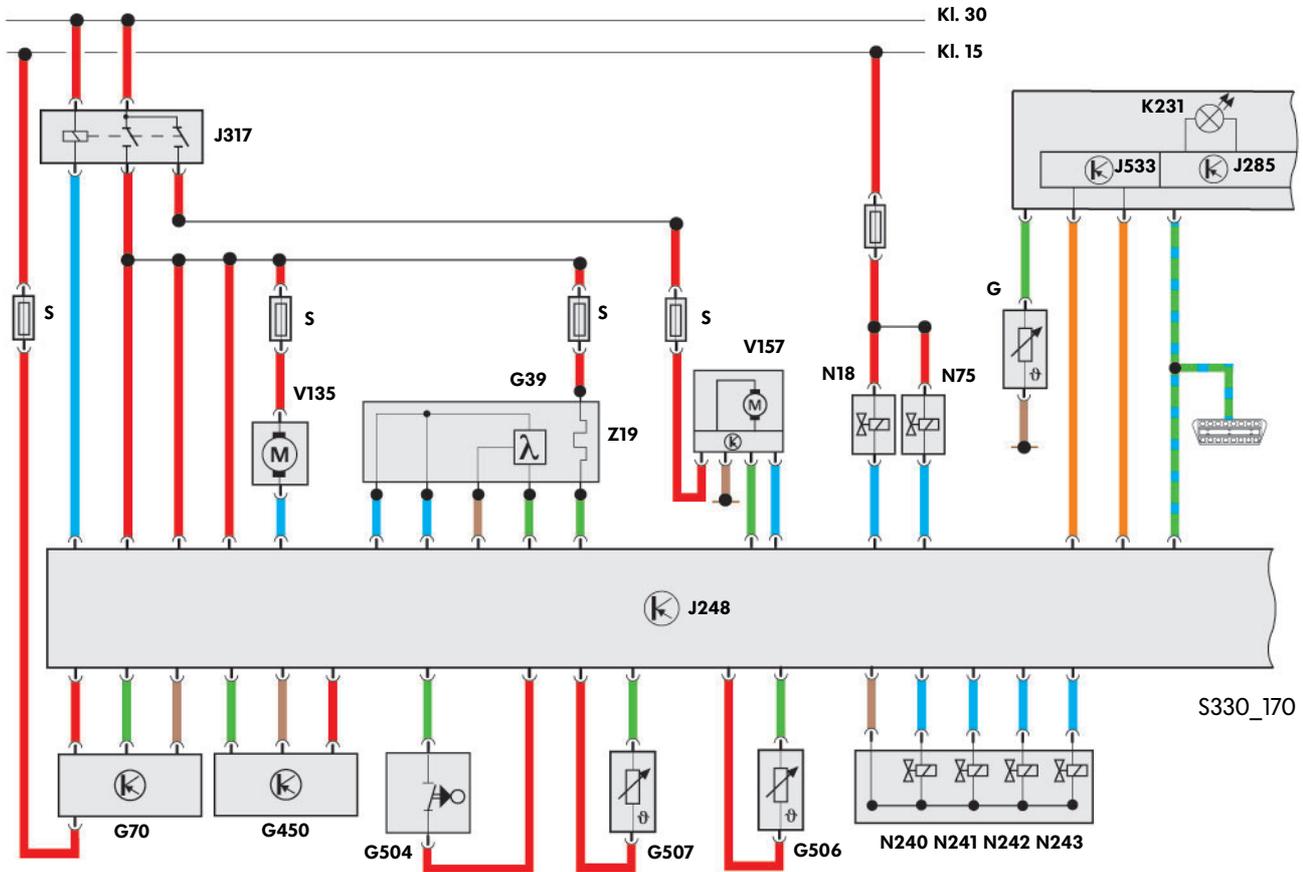


Vous trouverez des informations plus détaillées sur le témoin de dépollution et le système EOBD dans le programme autodidactique N° 315 „Diagnostic embarqué européen pour moteurs Diesel“.



S330_188

Schéma fonctionnel



- G Transmetteur pour affichage de réserve de carburant
- G39 Sonde lambda
- G70 Débitmètre d'air massique
- G450 Détecteur de pression 1 pour gaz d'échappement
- G504 Transmetteur de réserve pour additif au carburant
- G506 Transmetteur de tempéra. en amont du filtre particules
- G507 Transmetteur de tempé. en amont du turbocompresseur
- J248 Calculateur de système d'injection directe Diesel
- J285 Calculateur dans porte-instruments
- J317 Relais d'alimentation en tension, borne 30
- J533 Interface diagnostic pour bus de données
- K231 Témoin de filtre à particules
- N240-N243 Vannes d'injecteur/pompe

- N18 Soupape de recyclage des gaz d'échappement
- N75 Electrovanne de limitation de pression de suralimentation
- V135 Pompe pour additif de filtre à particules
- V157 Moteur de volet de tubulure d'admission
- Z19 Chauffage de sonde lambda

des coloris / Légende

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



Les limites du système

La conduite sur de courtes distances

Afin de déclencher le processus de régénération dans le filtre à particules, la température des gaz d'échappement est augmentée par une gestion ciblée du moteur.

En cas de conduite prolongée sur de courtes distances il n'est pas possible d'élever suffisamment la température des gaz d'échappement. La régénération ne peut pas se faire correctement. Les phases de régénération suivantes risquent de provoquer des températures trop élevées lors de la combustion de la suie et d'engendrer un endommagement du filtre à particules. Ou alors le filtre peut se colmater en raison d'une charge trop élevée en impuretés. Le colmatage du filtre risque de provoquer l'arrêt du moteur.

Afin d'éviter ces cas de figure, le témoin du filtre à particules sera activé dans le porte-instruments à partir d'un certain seuil d'encrassement du filtre ou d'un nombre déterminé de régénérations sans succès.



Pour de plus amples détails concernant le témoin de filtre à particules, veuillez vous reporter à la page 27 du présent programme autodidactique.

L'aptitude du carburant utilisé

Pour que le système fonctionne de façon impeccable, il faut conserver un certain rapport entre l'additif et les particules de suie dans le filtre à particules. Il convient de veiller à ce que le carburant (gazole) utilisé soit conforme à la norme DIN.

Il n'est pas possible d'utiliser du biogazole en raison de la qualité actuellement disponible et de la stabilité nettement réduite à l'oxydation de ce carburant.

Si le carburant considéré contient une teneur très élevée en soufre, cela peut aboutir à la détérioration du fonctionnement du filtre à particules et s'accompagner d'une surconsommation de carburant par de multiples régénérations.

Les émissions

Des émissions accrues peuvent être constatées pendant le cycle de conduite où a lieu la régénération. Au cours de la régénération, se produit une oxydation de la suie en gaz carbonique (CO₂). S'il n'y a pas suffisamment d'oxygène disponible lors de ce processus de régénération, il se dégagera aussi de l'oxyde de carbone CO.

Pour calculer les émissions de gaz d'échappement, on procède à un test d'émissions (selon la norme NEFZ - Nouveau cycle de conduite européen).

Pour ce faire, les valeurs d'un cycle sans mais aussi avec régénération sont analysées. Le véhicule doit être conforme aux prescriptions de la norme antipollution Euro4 quand on fait la moyenne des valeurs.

L'entretien du filtre à particules

Le filtre à particules retient non seulement les particules de suie mais aussi les cendres. Cette cendre inorganique est composée de résidus de combustion de l'huile et de l'additif contenant du fer, mélangé dans un certain dosage au carburant. Comme la cendre ne peut brûler, elle provoque au cours du temps une réduction du volume effectif du filtre et nuit ainsi au fonctionnement du filtre à particules.

La quantité de cendres accumulées dans le filtre à particules est calculée par le calculateur moteur. La valeur indiquant la masse de cendres peut être consultée en utilisant le Système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information VAS 5051 en mode "Fonctions assistées" dans un bloc de valeurs de mesure.

Si la consommation de carburant s'inscrit dans la moyenne, la durée de vie du filtre est prévue pour 120 000 km. Si la consommation de carburant est plus élevée, le filtre à particules atteindra prématurément la fin de son cycle de vie et devra être remplacé au bout de 90 000 km.



Après remplacement du filtre à particules, la valeur indiquant la masse de cendres devra être remise à „0“ en utilisant le Système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information VAS 5051. Après un remplacement du calculateur moteur, il faudra consulter la valeur de la masse de cendres mémorisée dans l'ancien calculateur moteur à l'aide du VAS 5051, puis mémoriser cette valeur dans le nouveau calculateur moteur. Veuillez à cet effet suivre les instructions précises du Système électronique d'information Service (ELSA).



L'entretien du réservoir à additif

La taille du réservoir à additif est prévue pour que la quantité de remplissage suffise pour un kilométrage de 120 000 km avec une consommation moyenne de carburant.

Si la consommation de carburant est plus élevée, le conducteur sera convié à se rendre à l'atelier par le témoin du système de préchauffage qui s'allumera lorsque la quantité résiduelle d'additif est tombée à 0,3 litre et par un texte expliquant le défaut dans l'afficheur du porte-instruments.

La composition chimique de l'additif est stable pendant une durée de 4 ans, même dans des conditions climatiques extrêmes.

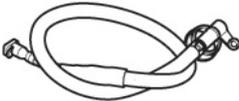
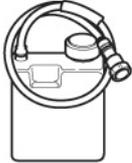
Au bout de 4 ans, 120 000 km ou après un affichage d'alerte dans le porte-instruments, il faudra procéder à des travaux d'entretien concernant l'additif. Il s'agira de vidanger la quantité résiduelle d'additif par aspiration et ensuite de remplir le réservoir avec de l'additif frais.



Veuillez tenir compte des mesures de sécurité à respecter pour effectuer les travaux d'entretien sur le réservoir à additif, qui sont décrits dans le système.

Service après-vente

Nouveaux outils spéciaux

Désignation	Outil	Utilisation
VAS 6277/1 Aspirateur	 S330_164	Pour aspirer l'additif et vider ainsi le réservoir à additif
VAS 6277/2 Flexible de remplissage	 S330_166	Pour remplir le réservoir d'additif
VAS 6277/3 Flexible de trop-plein	 S330_168	



Contrôle des connaissances

1. Quel est le rôle de l'additif ?

- a) L'additif ralentit le processus de combustion dans le filtre à particules.
- b) L'additif a pour fonction d'abaisser à 500 °C environ la température de combustion des particules de suie afin de permettre une régénération du filtre à particules, même en fonctionnement à charge partielle.
- c) L'additif est mélangé au carburant en empruntant la conduite de retour de carburant après chaque ravitaillement à la pompe. Le carburant brûle mieux et il se dégage moins de particules de suie pendant le processus de combustion du moteur.

2. Il existe une série de solutions techniques pour réduire les émissions de gaz d'échappement. Quelle affirmation est correcte ?

- a) Une réduction des émissions peut être obtenue par des interventions internes sur le moteur.
- b) Le dégagement des particules de suie, qui se forment au cours de la combustion, peut être réduit par des mesures externes au moteur.
- c) La réduction des émissions de gaz d'échappement est obtenue par coupure du recyclage interne des gaz d'échappement.

3. Quels sont les capteurs dont le calculateur moteur a besoin pour calculer la charge en suie du filtre à particules ?

- a) la sonde lambda
- b) le débitmètre d'air massique
- c) le transmetteur de température en amont du turbocompresseur
- d) le détecteur de pression 1 en amont du filtre à particules
- e) le transmetteur de température en amont du filtre à particules

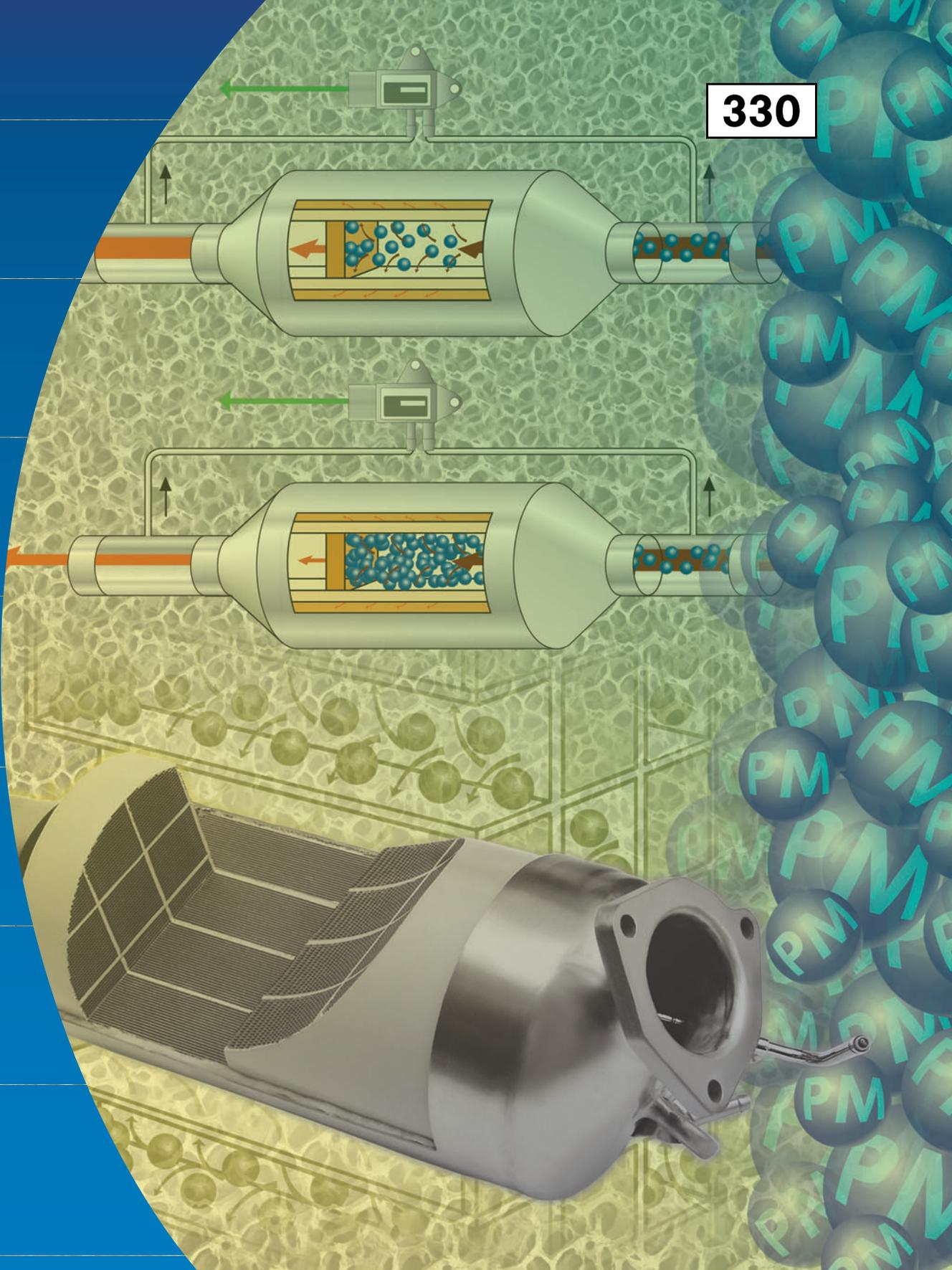
3.) b, d, e

2.) a, b

1.) b

Solutions





© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg, VK-21 Service Training

Tous droits et modifications techniques réservés

000.2811.46.40 Définition technique 05/04

✿ Ce papier a été fabriqué à partir
d'une pâte blanchie sans chlore.