

18

Analysis of 5 diesel gases

Diesel

▼ **DANS CETTE EDITION**

INTRODUCTION

2

RÉGLEMENTATION
EUROPÉENNE

8

TRAITEMENT DES
GAZ D'ÉCHAPPEMENT

11

BRÈVE CHRONOLOGIE DU
MOTEUR DIESEL

2

DIMINUTION DES SUBS-
TANCES POLLUANTES

LORS DU PROCESSUS DE
COMBUSTION

9

ANALYSE DES GAZ
DIESEL

16

MOTEUR DIESEL
ALTERNATIF

3

NOTES TECHNIQUES

18



INTRODUCTION

Depuis la création des moteurs à combustion interne, le rendement énergétique des propulseurs diesel a toujours été supérieur à celui de ses concurrents directs, ce qui a permis, avec le coût moins élevé du carburant utilisé, son hégémonie absolue dans les secteurs industriels, des poids lourds et de la mobilité collective.

Au début, son utilisation sur les véhicules légers était rare à cause de son coût élevé, de son poids, de sa flexibilité limitée et des nuisances sonores. La complexité et la précision de son système d'alimentation en carburant ont entraîné un surcoût de production durant des années qui a finalement été compensé par l'évolution des techniques d'usinage et l'automatisation des machines.

Peu après, le développement de l'électronique numérique, et sa mise en place dans les systèmes d'alimentation des moteurs, a révolutionné le panorama automobile mondial, en augmentant les prestations des moteurs diesel de manière spectaculaire.

La réponse des consommateurs finaux à la combinaison économique de fonctionnement supérieur et aux prestations égales ou supérieures, ne s'est pas faite attendre, les véhicules diesel ont monopolisé les statistiques de ventes durant plusieurs années consécutives.

La transformation rapide du parc automobile dans certains pays du monde et la massification des véhicules diesel dans les grandes villes sont devenues une réalité aux conséquences dangereuses en quelques années. Les émissions particulières du moteur diesel l'ont placé sur le devant de la scène ces dernières années en tant que problème de santé publique que



les autorités essaient de résoudre à l'aide de normes d'homologation et d'inspections périodiques de plus en plus restrictives.

L'application obligatoire des normes antipollution a favorisé l'évolution technique des moteurs diesel et le développement de nouveaux systèmes pour la diminution des substances polluantes, dont le rendement et le bon fonctionnement ne peuvent être contrôlés que dans la composition chimique finale des gaz d'échappement. La proportion et la variation de substances déterminées provenant de la combustion permettent également de diagnostiquer certaines anomalies concrètes que les programmes d'auto-diagnostic des véhicules ne parviennent pas à identifier.

BRÈVE CHRONOLOGIE DU MOTEUR DIESEL



En 1892, l'Allemand Rudolf Diesel invente, brevète et étonne le monde avec un moteur à auto-allumage fonctionnant aux fiouls lourds, qui sera plus tard appelé moteur diesel. Après la mort de son créateur, le moteur diesel a accru sa notoriété et amélioré sa réputation. Ses hautes performances l'ont orienté vers le monde de l'industrie et le secteur du transport routier en quelques années, après une première expansion dans les applications militaires.

En 1904, le premier sous-marin à moteur diesel fut construit. Il combinait un moteur électrique pour la navigation en immersion et un moteur diesel pour recharger ses batteries et pour la navigation de surface.

En 1920, la production de camions dotés d'un moteur diesel a débuté, et ce n'est qu'en 1930 que les locomotives diesel ont proliféré, en partie grâce à l'adoption du turbocompresseur, qui a augmenté ses performances de près de 30 %. En 1939, 25% du transport maritime mondial était à propulsion diesel.

En 1922, Robert Bosch a commencé à développer le système d'injection pour les moteurs diesel et a conçu une grande variété de pompes à injection. En 1927, le premier lot de pompes à injection produites en série est sorti, conquérant en peu de temps le secteur des machines agricoles et des véhicules industriels.

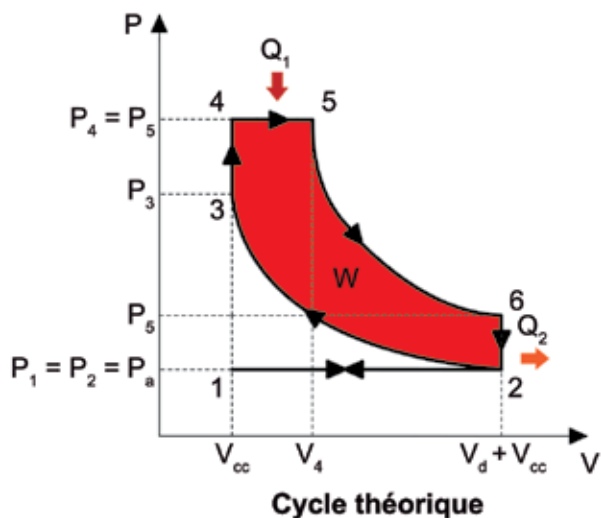
Comparativement, un système d'injection diesel avait besoin de 6 à 10 fois plus de pièces qu'un carburateur conventionnel, avec un coût plusieurs fois supérieur. Par la suite, l'automatisation des machines a constitué une percée dans ce domaine avec une réduction significative des coûts finaux. Ce n'est qu'à la fin des années 80 que les premières pompes à commande électronique sont apparues.

Afin de dépasser les limitations des pompes de distribution compactes, deux « vieux » concepts ont été récupérés : l'injecteur-pompe, développé entre les groupes Volkswagen et Bosch et présenté en 1994 (même si son application en série de débuta pas avant 1998), et le système à Common Rail par Fiat et Magneti Marelli, même s'il fut commercialisé pour sa production en série par Bosch au final.

L'évolution rapide des systèmes de contrôle électronique pour les moteurs diesel a augmenté les prestations en mettant l'accent une fois de plus sur sa consommation réduite et sa rentabilité. Après le sommet et la signature du protocole de Kyoto pour la réduction des gaz à effet de serre, l'achat de véhicules diesel a été encouragé en raison de leur faible production de CO₂ par rapport à ceux équipés de moteurs à essence.

MOTEUR DIESEL ALTERNATIF

Cycles théorique et réel



Phase d'admission (1-2): Dans le cycle théorique, au début de la course descendante du piston, l'ouverture de la vanne d'admission permet l'entrée de l'air atmosphérique, qui remplit le volume croissant du cylindre jusqu'au PMB (point mort bas), moment où la vanne est fermée. Dans le

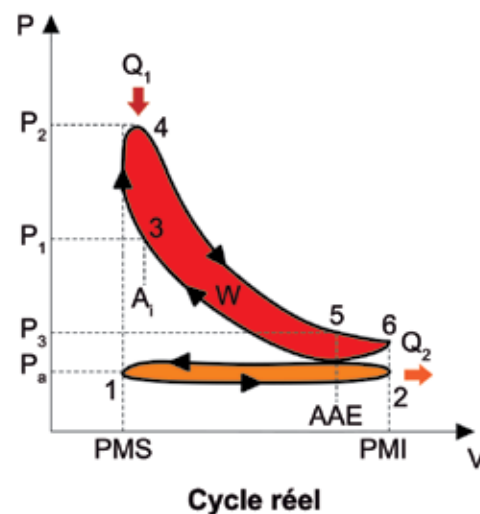
Phase de compression (2-3): Dans le cycle théorique, la course ascendante du piston avec les vannes fermées diminue le volume du cylindre. L'augmentation de la pression entraîne le réchauffement du gaz (air atmosphérique) jusqu'à atteindre au PMH (point mort haut) une température bien supérieure à celle requise pour l'inflammation du carburant. La

Phase de compression et d'expansion (3-4-5): Dans le cycle théorique, le carburant est introduit à l'intérieur du cylindre (3-4) qui, au contact de l'air comprimé, est chauffé et allumé. La combustion apporte la chaleur nécessaire (Q_1) pour maintenir la pression obtenue précédemment durant toute la durée de l'approvisionnement de carburant. La haute pression pousse le piston avec force vers le bas, où l'ensemble bielle-vilebrequin la transforme en couple. Lorsque l'injection est arrêtée, la pression et la température des gaz (5-6) sont réduites. C'est le moment où sont récupérées l'énergie investie dans la compression et celle obtenue sous forme de chaleur de la combustion qui est transformée en énergie mécanique.

Les facteurs qui affectent le plus l'exécution réelle du cycle diesel sont la manière dont le carburant est introduit et le déroulement de la combustion. Le temps de fonctionnement est divisé en trois périodes clairement différenciées : le retard à l'allumage, le temps de retard (T_r) et l'allumage.

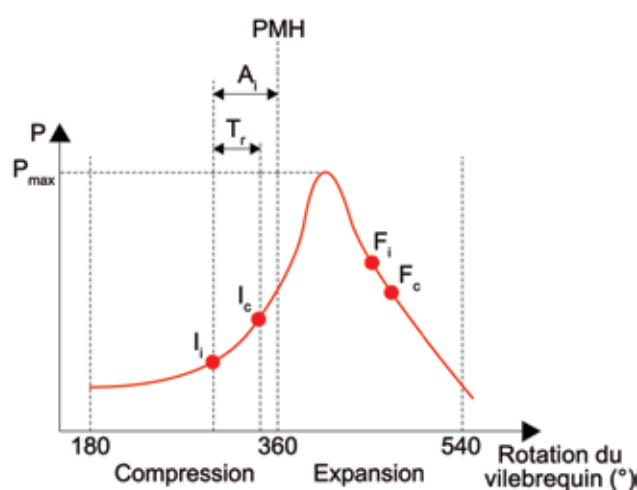
Phase d'échappement (6-2-1): L'ouverture de la vanne d'échappement, dans le cycle théorique, permet la vidange du cylindre par la diminution du volume entraînée par la course ascendante du piston. L'expulsion des gaz d'échappement provoque une perte de chaleur par la sortie de ceux-ci du cylindre. Après le temps d'échappement, le cycle se répète en permanence, de manière à obtenir un travail mécanique positif toutes les quatre courses.

Dans le cycle réel, à la fin de la course de travail, une partie des gaz est automatiquement dirigée vers l'extérieur via la vanne d'échappement par la pression résiduelle existant à la fin du temps de combustion, ce qui



cycle réel, l'efficacité de remplissage du cylindre est affectée par le régime de fonctionnement du moteur, sa fréquence de résonance et la température de l'air atmosphérique.

compression de l'air a besoin d'un apport énergétique. Dans le cycle réel, la pression et la température provoquées par la compression sont influencées par la vitesse de fonctionnement du moteur et la température des parois du cylindre (système de refroidissement).



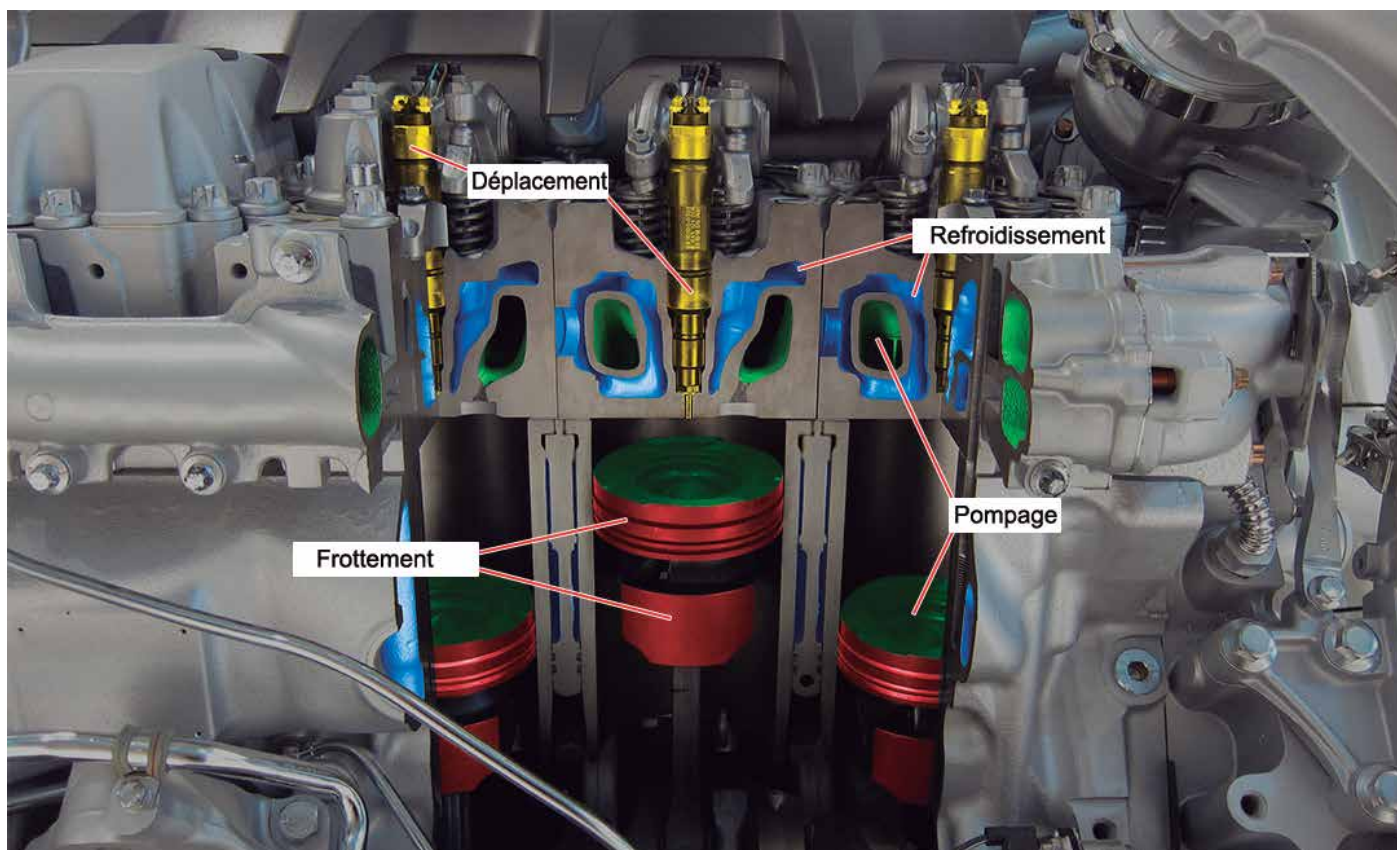
signifie qu'une partie de la chaleur obtenue du carburant est perdue par le conduit d'échappement. L'ouverture de la vanne d'échappement (AAE) avant le PMI est quasiment obligatoire pour pouvoir effectuer une vidange efficace du cylindre, étant donné que l'avancement de sa fermeture (ACE) est inévitable pour des raisons mécaniques.

Pertes d'énergie du moteur

En plus des défauts du cycle Diesel réel, il faut également tenir compte des inconvénients que son exécution pratique entraîne sur les moteurs alternatifs. Les impositions physiques du design mécanique, le comportement thermique des matériaux et le travail à régime variable entraînent des pertes qui affectent le rendement finale, de manière à ce que du total

de l'énergie thermique libérée par la combustion, seulement une partie se transforme en énergie mécanique disponible pour réaliser le travail d'impulsion du véhicule ou de tout autre type de travail.

Les pertes énergétiques les plus importantes dans les moteurs diesel sont dues à :



Refroidissement: Les métaux qui composent les moteurs sont « instables » face à la température qui provoque la combustion du diesel (risque d'expansion et de fusion), ce qui nécessite un système de refroidissement. La chaleur évacuée par le système de réfrigération ne produit pas d'augmen-

Pompage: La section d'ouverture des vannes est limitée par le design des cylindres et les cames, ce qui peut entraîner une restriction du flux de remplissage et de vidange du cylindre à certains moments. La densité de l'air d'admission et des gaz provenant de la combustion sont déterminants dans ce cas. Lorsque la variation de volume du cylindre lors des temps

Déplacement: La pressurisation du carburant pour son injection, la lubrification des éléments mobiles du moteur et le refroidissement de l'ensemble sont réalisés en règle générale par le pompage de liquides. Pour

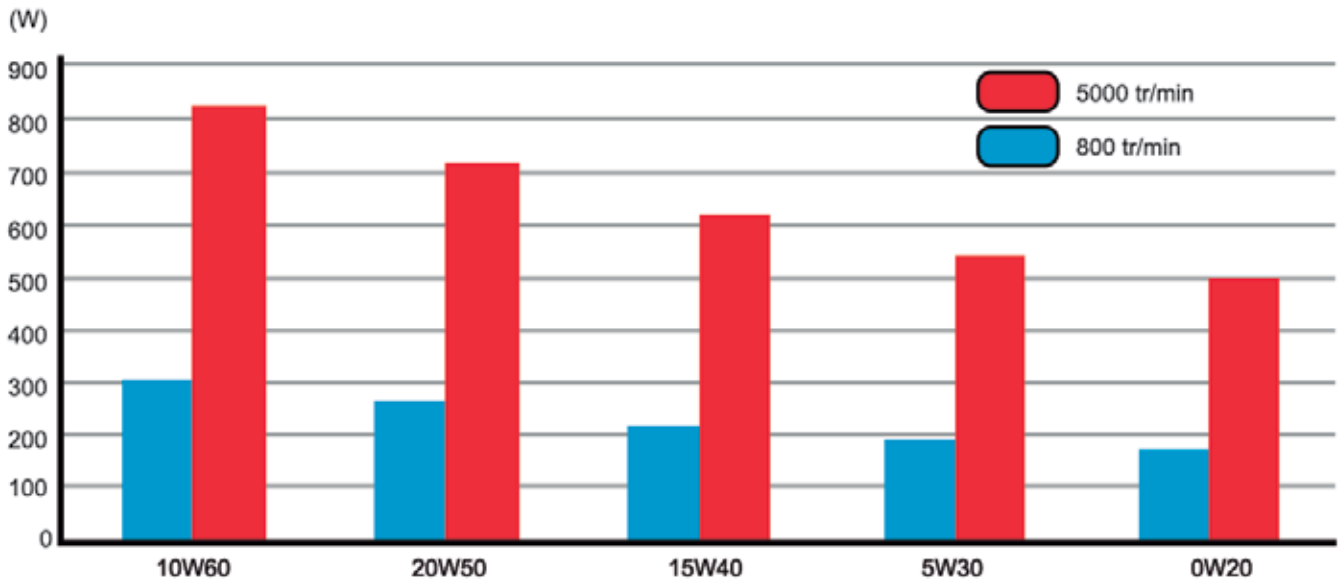
Frottement: Le frottement et les forces de friction entre éléments qui travaillent en contact sont inévitables dans certains composants du moteur qui travaillent sans lubrification. Même dans les éléments qui disposent

de la température et de la pression des gaz, il s'agit donc d'une perte qui se produit principalement au moment de la combustion-expansion et, dans une moindre mesure, pendant la phase de compression.

d'admission et d'échappement est plus importante que le débit de gaz dans les vannes, des forces contraires à la direction du mouvement sont produites sur la tête du piston, créant ainsi une résistance qui doit être vaincue par un apport d'énergie mécanique.

entraîner ces éléments mobiles, une partie de la force de rotation du moteur est généralement utilisée, ce qui génère, par contre, des pertes de puissance dans le moteur.

de lubrification, la viscosité du lubrifiant génère des forces contraires au mouvement à valeur croissante en fonction de la vitesse de travail.



Les pertes par frottement peuvent être considérables, en particulier dans les segments de cylindre en raison de leur vitesse de déplacement élevée et dans les paliers de bielle et les embases en raison de leur grande sur-

face de contact. L'entraînement par le biais de courroies de distribution ou d'auxiliaires implique également un certain frottement.

Combustion des hydrocarbures

La chaleur nécessaire pour augmenter ou maintenir la pression à l'intérieur des cylindres du moteur est obtenue dans les moteurs diesel grâce à l'oxydation des différents hydrocarbures présents dans le gasoil du fait de sa réaction avec l'oxygène de l'air atmosphérique (O₂).

Par la suite, la combinaison de l'oxygène avec le carbone produit du dioxyde de carbone CO₂, alors que sa liaison avec l'hydrogène forme de l'eau (H₂O) lorsque la réaction chimique est complète et parfaite.



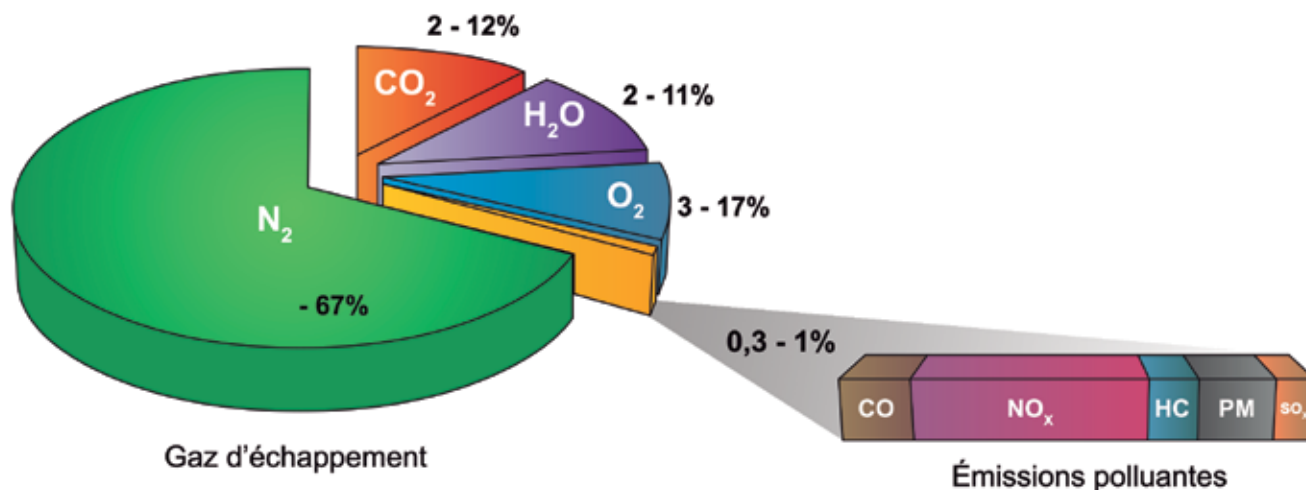
Pour cela, **deux conditions basiques** doivent être respectées, même si chimiquement elles sont relativement simples, elles n'ont pas toujours lieu dans les moteurs rapides.

1. **Proportionnalité entre les éléments réactifs** : Le moteur diesel a besoin de 14,5 grammes d'air pour chaque gramme de carburant (14,5:1) afin d'oxyder complètement le diesel (rapport stœchiométrique). Grâce à cette proportion, il est possible de calculer l'énergie calorifique libérée et la masse des produits correspondants à la fin de la réaction.
2. **Température suffisante** : Pour que la réaction d'oxydation soit déclenchée, il faut un apport d'énergie initial pour augmenter la température des hydrocarbures (C_xH_x) au-dessus de sa température d'inflammation. Le gasoil liquide doit passer à l'état gazeux, moment où les forces d'attraction entre ses molécules disparaissent et où les hydrocarbures peuvent se mélanger avec l'air (oxygène). L'impossibilité d'obtenir une combustion parfaite et homogène fait fonctionner les moteurs diesel avec un excès d'air, même si, dans certaines conditions de fonctionnement, il se produit une combustion partielle (incomplète) qui, en plus de réduire les performances, génère du monoxyde de carbone (CO), des hydrocarbures légers (HC) et des particules solides.

Pollution diesel

Le cycle de travail « réel » diffère sensiblement du « théorique » en raison du changement d'état du carburant ou des pertes de chaleur entre autres. Son exécution rapide, en particulier lors de la combustion, ajoute en plus des défauts liés aux limitations imposées par le système d'alimentation, la vitesse élevée de travail ainsi que quelques réactions chimiques non prévues initialement. Même en travaillant avec un excès d'air, l'oxydation des

hydrocarbures peut être imparfaite à certains endroits, ce qui, en plus de diminuer le pouvoir calorifique du processus, entraîne l'apparition de monoxyde de carbone (CO), de particules solides (PM) et d'hydrocarbures (HC) à l'état gazeux dans les gaz d'échappement.



De plus, la présence dans la chambre de combustion de certaines substances qui « en théorie » ne participent pas à la réaction de combustion, favorise le développement en parallèle de réactions chimiques parasites, avec les produits finaux correspondants (NO_x et SO_x). Pour toutes ces raisons, les gaz d'échappement des moteurs diesel rapides actuels contiennent une petite fraction de substances polluantes, qui ne dépasse généralement pas 1% du total, la partie restante étant du dioxyde de carbone (CO₂) et, de la vapeur d'eau (H₂O) provenant de l'oxydation correcte et complète des hydrocarbures, plus l'excès d'air qui ne participe pas à la combustion (N₂ et O₂).

La proportion relative entre les gaz non polluants dépend principalement de l'état de charge du moteur et de la volonté du conducteur (régulation régime/charge), qui déterminent la quantité de carburant injecté ainsi que sa proportion par rapport à la masse d'air qui remplit les cylindres. La production de substances polluantes est due en grande partie aux conditions dans lesquelles a lieu la combustion, qui est clairement conditionnée par les variations de température, de pression et de turbulence à l'intérieur de la chambre de combustion qui comporte le travail à régime et charge variables, et les limitations propres au système d'injection du carburant.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Les molécules de ce gaz sont composées de deux atomes d'oxygène et d'un autre de carbone. Il se forme avec la combustion complète du carbone, et plus sa concentration est grande, plus la combustion sera efficace. Il n'est pas nocif pour les êtres vivants, mais une augmentation de sa concentration dans l'atmosphère peut provoquer des variations

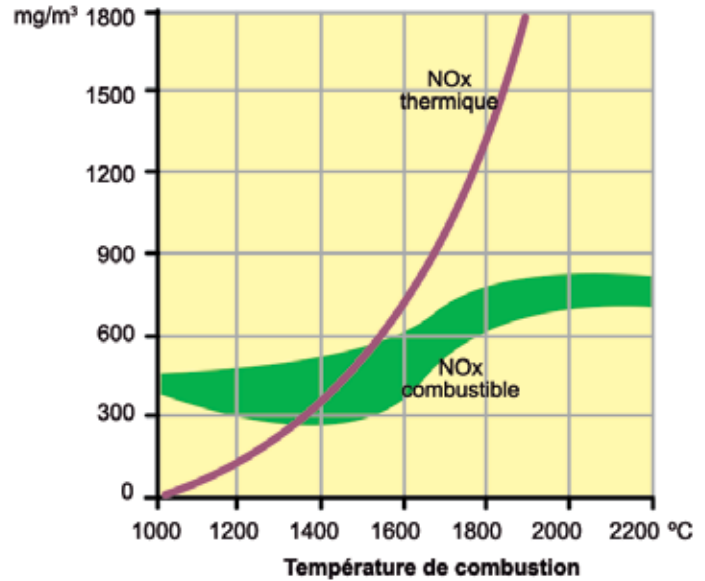
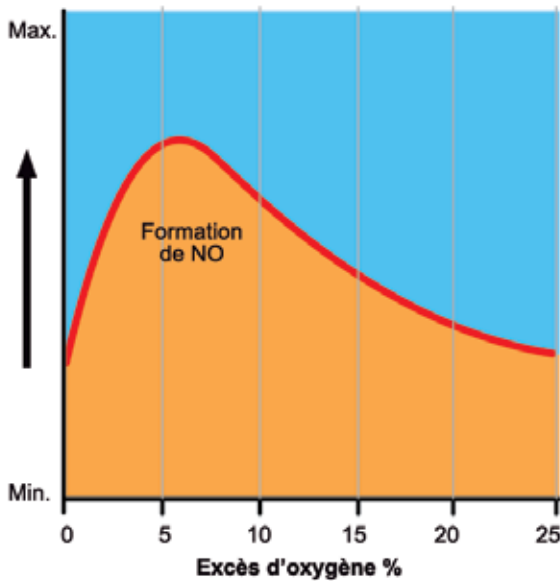
climatiques de grande ampleur dues à ce que l'on appelle l'effet de serre. 41% des gaz à effet de serre d'origine anthropogénique (résultat de l'activité humaine) émis chaque année sont directement attribués au transport, la majorité étant des moteurs diesel.

Oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote (NO et NO₂), qui sont produits lors de la combustion, représentent environ 50 % du total des émissions polluantes des moteurs diesel modernes et sont devenus au cours des dernières années leur principal inconvénient.

il se trouve dans l'atmosphère, alors que le dioxyde d'azote est un gaz ayant une odeur très irritante et asphyxiante. L'association du NO₂ avec l'humidité de l'air forme des acides nitriques et nitreux, qui affectent les organismes vivants sous forme de pluies acides, modifient la composition du minéral des sols et érodent les matériaux et les installations.

En concentration suffisante, il réduit la proportion de O₂ dans l'air et endommage les tissus humides (système respiratoire en particulier) pouvant aller jusqu'à l'asphyxie en fonction de la concentration. Le monoxyde d'azote est un gaz à faible toxicité à la concentration à laquelle



Hydrocarbures (HC)

Leur émission provient du carburant non brûlé, résultat d'une combustion incomplète. Les HC présentent différentes combinaisons selon le type de combustible et agissent de différentes manières sur l'organisme. Certains hydrocarbures émis dans l'atmosphère ont des effets

sans gravité pour la santé, tels que l'irritation des organes sensoriels, mais d'autres, comme le benzène, peuvent être beaucoup plus nocifs et dangereux, et sont considérés cancérigènes.

Monoxyde de carbone (CO)

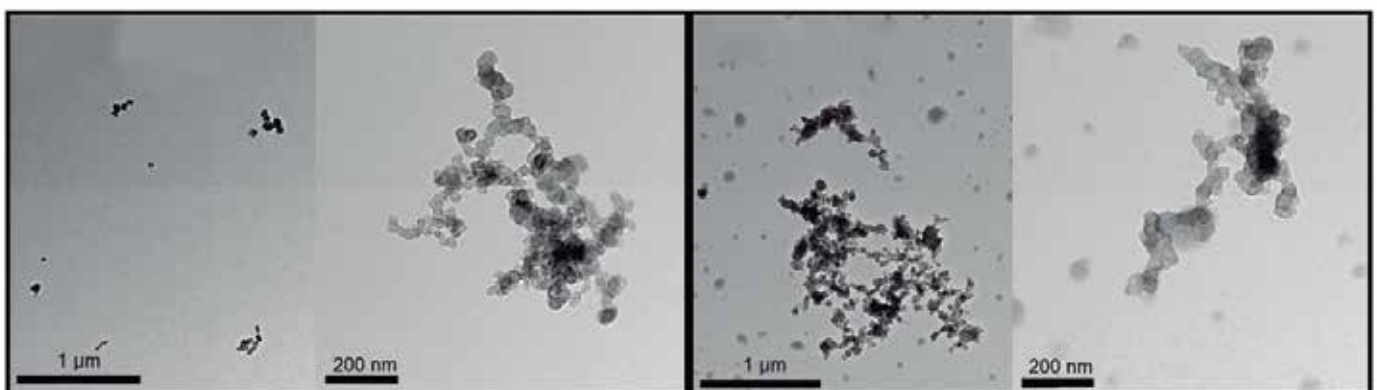
Le manque d'oxygène dans la combustion signifie que la combustion n'est pas complètement produite et que du CO se forme à la place du CO₂. L'apparition de concentration de monoxyde de carbone plus élevées dans les gaz d'échappement indique un mélange riche au départ ou un manque d'oxygène. Il s'agit d'un gaz inodore, incolore, inflammable et hautement toxique, qui peut provoquer la mort en cas d'inha-

lation de niveaux élevés. De fortes concentrations et de longues durées d'exposition peuvent provoquer une transformation irréversible de l'hémoglobine dans le sang, la molécule chargée de transporter l'oxygène des poumons aux cellules de l'organisme. Des concentrations de CO supérieures à 0,3% en volume s'avèrent mortelles.

Particules solides (PM)

Ce sont des émissions facilement perceptibles, par la dense fumée noire qu'elles produisent. Elles sont produites durant une combustion incomplète riche en combustible (carburant, CH), lorsque le moteur travaille à pleine charge et à des régimes faibles ou moyens. Ces particules sont produites lorsqu'une grande quantité de combustible est in-

jectée, mais qu'il n'y a pas suffisamment d'oxygène pour pouvoir compléter l'oxydation, ce qui produit de grandes chaînes d'hydrocarbures partiellement oxydés après la combustion, qui tendent à se regrouper pour former de la suie (escarbille).



La suie est composée de petites particules (jusqu'à 100 nanomètres) de carbone impure pulvérisées, de couleur plus sombre que la cendre. Étant si petites, elles peuvent être respirées et se glissent dans la circulation sanguine. Elles sont ensuite transportées vers les cellules aux côtés des aliments, ce qui peut provoquer des altérations dans

les cellules, et éventuellement être la cause de cancers. Les allergies, l'asthme et les problèmes respiratoires sont d'autres effets sur la santé provoqués par les particules qui restent en suspension dans l'atmosphère.

Dioxyde de soufre (SO₂)

Elles trouvent leur origine dans le contenu de soufre qui existe dans le combustible (carburant), étant un élément naturel présent dans le pétrole brut. La concentration de soufre peut varier en fonction de la qualité du type de pétrole brut. Plus le combustible est lourd, plus le contenu en soufre est élevé et pire est sa qualité, car le soufre ne participe pas dans la combustion pour produire de l'énergie.

Il s'agit d'un gaz incolore à l'odeur pénétrante qui, lorsqu'il brûle, prend la forme d'un sous-produit de dioxyde de soufre. Il s'agit d'un élément très dangereux pour l'environnement, car lorsqu'il rentre en contact

avec l'air il s'oxyde et se transforme en sulfate et en acide sulfurique, et reste suspendu dans l'air sous forme de petites particules qui précipiteront finalement sous forme de pluie acide. Le SO₂ provoque chez les personnes les effets suivants : irritations et dysfonctionnement du système respiratoire (poumons et fosses nasales). De plus, le soufre dégrade rapidement l'huile et réduit l'efficacité du filtre à particules, en contribuant à l'augmentation des émissions de suie. Pour diminuer les émissions de SO₂, il faut obliger les fabricants de combustible à raffiner le brut en réduisant au maximum sa concentration en soufre.

RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE

Dans l'Union européenne, il existe une législation qui régleme les limites des émissions produites par les moteurs à combustion interne au moyen d'une série de normes et de directives, qui sont obligatoires pour tous les véhicules neufs vendus dans les États membres. Les émissions de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO_x), d'hydrocarbures (HC) et de particules de suie (PM) sont réglementées pour la plupart des véhicules et différentes normes s'appliquent selon leurs caractéristiques.

De la législation susmentionnée, est apparu le programme CAFE (Clean Air For Europe), conçu pour améliorer la qualité de l'air avec l'obligation de réduire les émissions produites par le secteur des transports, au moyen de normes et de directives. Au fil des années, ces normes et directives sont devenues de plus en plus strictes en raison de la pollution de l'environnement ; ce sont les fameuses EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4, EURO 5 et EURO 6, chacune plus stricte que la précédente.

Type	Date	Diesel				
		CO	HC	HC + NO _x	NO _x	PM
Euro 1	Juillet 1992	2.72	-	0.97	-	0.14
Euro 2	Janvier 1996	1	-	0.7 (*) - 0.9 (**)	-	0.08 (*) - 0.10 (**)
Euro 3	Janvier 2000	0.64	-	0.56	0.50	0.050
Euro 4	Janvier 2005	0.50	-	0.30	0.23	0.025
Euro 5	Septembre 2009	0.50	-	0.23	0.18	0.005
Euro 6	Septembre 2014	0.50	-	0.17	0.08	0.0045

* Moteur à injection indirecte ** Moteur à injection directe

Le déplacement de l'évolution des normes et des tests des gaz pour l'homologation, toujours plus complets et restrictifs, aux inspections techniques obligatoires dans chaque pays n'est pas directe. Bien qu'il existe une certaine relation entre les valeurs maximales autorisées de CO, toutes les substances polluantes mentionnées dans la norme ne font pas l'objet d'un contrôle périodique, et les mêmes systèmes ou moyens d'évaluation/mesure ne sont pas utilisés.

Afin d'assurer le respect de la réglementation antipollution, la norme EOBD (European On Board Diagnostics) est créée, un système de diagnostic intégré au véhicule pour contrôler les capteurs du véhicule,

enregistrer les valeurs de mesure, mémoriser les défauts des composants de la gestion moteur et visualiser les paramètres relatifs aux systèmes antipollution.

La réduction des émissions polluantes imposée par les normes n'est possible que de deux manières :

- en évitant leur production.
- ou en forçant leur transformation chimique en substances ou en composés non polluants.

DIMINUTION DES SUBSTANCES POLLUANTES LORS DU PROCESSUS DE COMBUSTION

Évolution des moteurs diesel

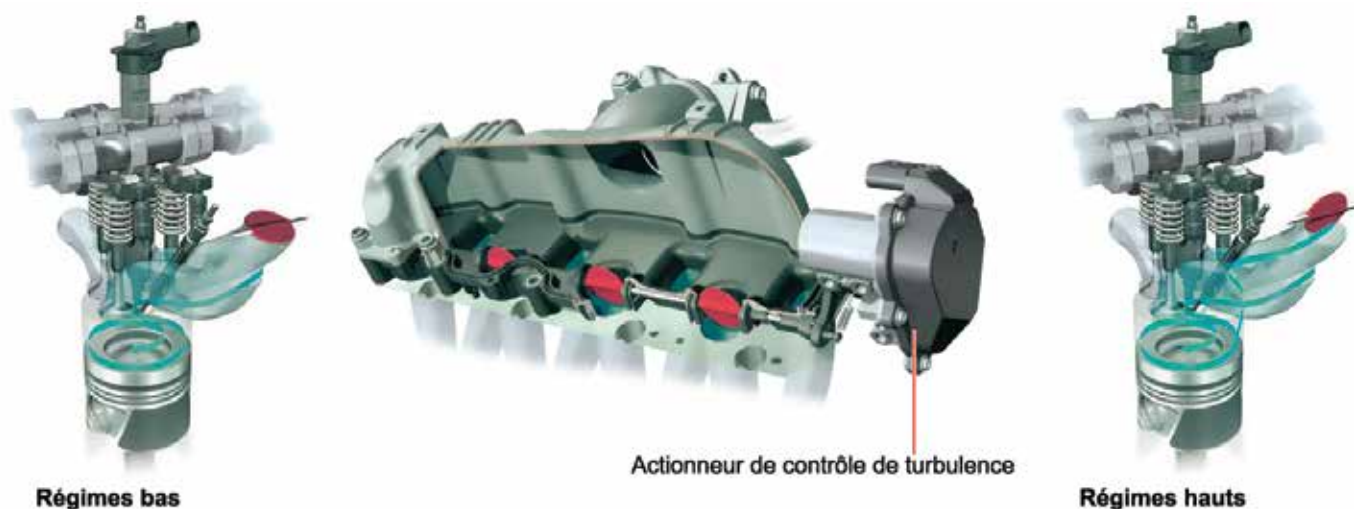
La demande croissante de véhicules diesel sur le marché Européen au détriment de ceux à essence, associée aux normes d'homologation de plus en plus restrictives, ont favorisé la grande évolution technique de ces propulseurs durant les trois dernières décennies. Il est nécessaire d'accroître l'efficacité énergétique du moteur, ce qui, dans le même

temps, réduit la consommation de carburant et réduit directement les émissions de CO₂. Pour y parvenir, deux aspects principaux sont recherchés : le contrôle de la combustion et la réduction des pertes énergétiques directes et indirectes.

Les solutions adoptées les plus notables sont :

- **Suralimentation du moteur** : À l'aide d'un turbocompresseur avec une vanne de décharge, à géométrie variable ou de systèmes à double étape. Il existe de nos jours des motorisations tri-turbo, même si leur présence sur le marché est minime.
- **Régulation du début de l'injection et de la quantité de carburant dosé** : En utilisant des systèmes de contrôle d'injection à commande

électronique et des injecteurs avec une réponse toujours plus rapide et un dosage toujours plus précis, en fonctionnant avec des pressions d'injection progressivement plus élevées et des injecteurs avec plus de trous d'injection de plus petite taille, en réalisant l'injection directement au centre de la chambre de combustion et l'alimentation en carburant de façon discontinue.



- **Contrôle de la turbulence dans la chambre de combustion** : Avec des conduits d'admission multiples et des sections de passage de gaz variable.
- **Refroidissement modulable géré électroniquement**. Rendement du système optimisé en fonction de la charge moteur, de la température ambiante et des gaz d'échappement pour éviter le refroidissement excessif de la chambre de combustion. Refroidissement actif de la tête des pistons avec un jet d'huile contrôlé électroniquement.
- **Réduction de la friction dans les composants du train alternatif du moteur et de la distribution** : Segments et cylindres fabriqués avec des matériaux spécifiques, distribution par chaîne ou courroie en bain d'huile, arbres à cames sur bagues antifriction et pistons avec revêtement à faible frottement.
- **Lubrifiants à basse viscosité et pression de lubrification régulée électroniquement** : Pression / débit d'huile variable en fonction des conditions de travail du moteur.
- **Contrôle de la charge de l'alternateur intelligent** : Rendement du générateur régulé électroniquement en fonction de l'état de charge de la batterie et du couple moteur requis par le conducteur.
- **Réduction de la consommation électrique du système de contrôle du moteur** : Les capteurs et actionneurs utilisés ont besoin de moins de tension et d'intensité de courant pour leur travail. La transmission de signaux au format numérique augmente la précision et la fiabilité de l'information tout en réduisant la consommation électrique.
- **Réchauffement actif du moteur** : Diminution du temps nécessaire pour atteindre la température optimale de service. L'annulation du flux de refroidissement et l'activation des bougies de préchauffage après la mise en marche à froid facilitent le réchauffement rapide de la chambre de combustion, en réduisant la consommation de carburant.

Réduction des NOx

L'oxygène et l'azote dans la chambre de combustion sont comparativement plus élevés dans un moteur diesel suralimenté que dans un moteur atmosphérique de même cylindrée, et par conséquent les émissions de NOx. Cependant, les émissions de CO et de HC sont plus faibles. La solution adoptée par les fabricants pour réduire, dans la

Les avantages suivants sont obtenus :

- Réduction du refroidissement par le renouvellement de la charge.
- Réduction de la quantité d'oxygène par rapport à l'azote tout en enrichissant le mélange.
- Meilleure dispersion, pénétration et gazéification du carburant.
- Ralentissement du processus de combustion.
- Diminution des émissions de HC et CO lorsque la charge est très basse (ralenti).

Évolution du système EGR

Le système se concentre sur l'amélioration de sa précision et l'augmentation de la marge de fonctionnement. Les premiers systèmes ne fonctionnaient qu'au ralenti alors qu'aujourd'hui le système reste actif sauf en cas de fonctionnement avec une charge vraiment élevée. La masse de gaz recyclés est également utilisée durant la phase de chauffage du moteur pour atteindre la température de service le plus rapidement possible. Le débit de gaz recyclés dans les systèmes EGR réduit le débit de gaz sur la turbine d'échappement du turbocompresseur, ce qui réduit sa capacité de soufflage à bas régime et sa vitesse de réponse.

Dans les systèmes à double EGR, les gaz d'échappement à basse pression sont conduits du côté de l'aspiration du turbocompresseur, garantissant ainsi la quantité nécessaire dans le gaz de charge, avec un effet minime sur le rendement du turbocompresseur. L'énergie ci-

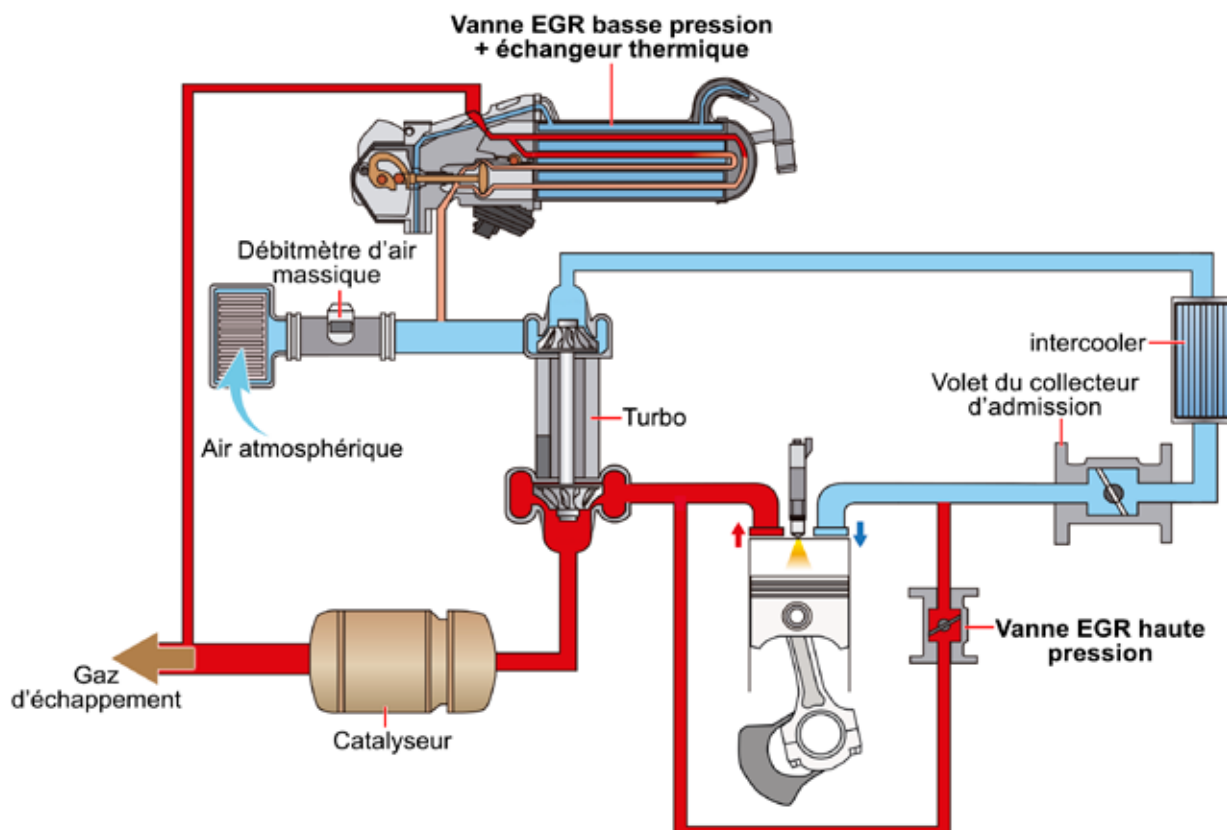
mesure du possible, la formation de NOx dans ces circonstances sans perte de rendement thermique consiste à reconduire une partie des gaz d'échappement dans le circuit d'admission d'air du moteur à l'aide d'une technique appelée EGR (Exhaust Gas Recirculation, ou RGE pour Recirculation des gaz d'échappement).

En même temps, les inconvénients suivants apparaissent :

- Le circuit d'admission est souillé par des dépôts de carbone qui rendent difficile le remplissage des cylindres.
- La production de particules augmente en raison du manque d'oxygène et des basses températures.

nétiq ue qu'ils apportent au rotor lors de son passage par la turbine d'échappement est la même que celle qu'ils volent du côté de l'aspiration et de la compression. La reconduction des gaz d'échappement après traitement par les systèmes de pollution (circuit à basse pression) empêche la présence de particules solides (PM) dans le gaz de charge et diminue encore plus le contenu en oxygène. Une partie de l'O₂ qui ne participe pas à la combustion a été associée à d'autres éléments dans le catalyseur (transformation de CO en CO₂ et de HC en CO₂ + H₂O), c'est pourquoi sa concentration est encore plus réduite.

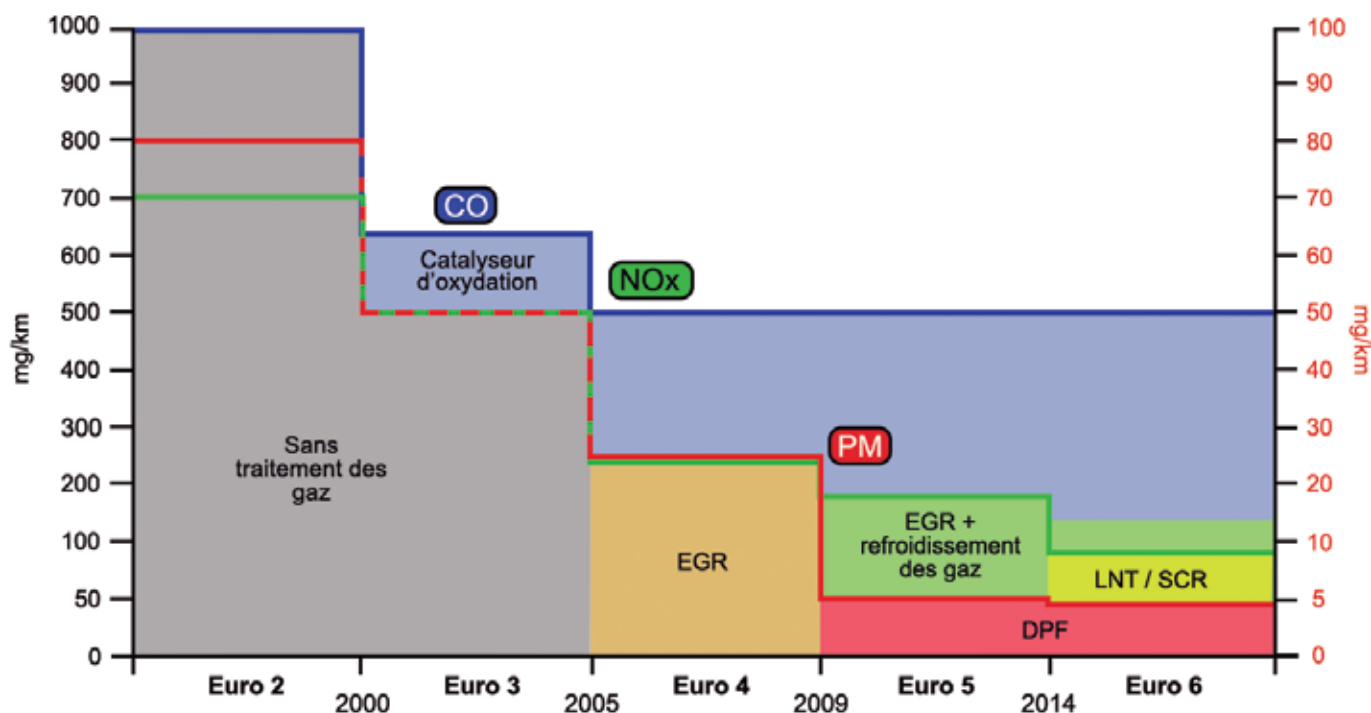
Afin de réduire davantage les émissions d'oxydes d'azote, les gaz d'échappement sont refroidis, avec le moteur chaud, en les faisant passer par un radiateur de recyclage des gaz d'échappement, refroidi par eau.



TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Les solutions techniques tentées par les constructeurs pour améliorer la combustion ne sont pas suffisantes pour satisfaire aux restrictions requises dans les essais d'homologation. Depuis des années, pour obtenir l'homologation, il faut transformer les substances polluantes de la combustion en substances non nocives pour la santé et l'environnement grâce à des systèmes de réduction ou de transformation chimique.

La nature différente des polluants, aussi bien physique que chimique, émis par les moteurs diesel, fait que pour leur transformation, il est nécessaire d'avoir des éléments et des systèmes passifs et actifs, spécifiques pour la réduction de chacun d'entre eux.

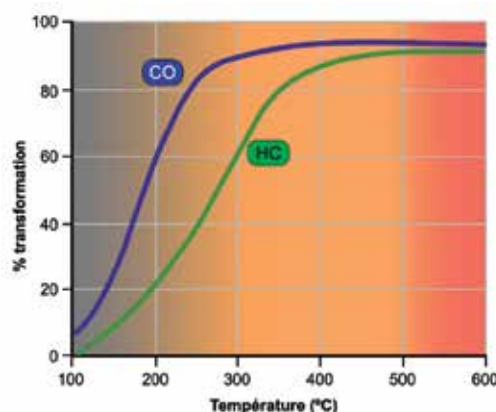


Le développement, l'application ou l'évolution des systèmes antipollution existants à l'heure actuelle suivent généralement l'application des nouvelles normes, aussi bien pour l'ajout des tests de substances non contrôlées auparavant que par une réduction encore plus exigeante des normes existantes.

Les systèmes de transformation et d'épuration des gaz d'échappement utilisés sont, par ordre chronologique d'introduction, les suivants :

Catalyseur d'oxydation (DOC)

Les gaz polluants produits par la combustion, généralement le CO et les HC, subissent une transformation chimique dans le catalyseur d'oxydation intégré aux moteurs diesel. Ce catalyseur oxyde le monoxyde de carbone et transforme les hydrocarbures non brûlés en dioxyde de carbone (CO_2) et en eau (H_2O). À l'entrée du catalyseur, outre les gaz CO et HC, il y a également du NO_x , dont la quantité peut être réduite dans un premier temps par un système de recirculation des gaz d'échappement.

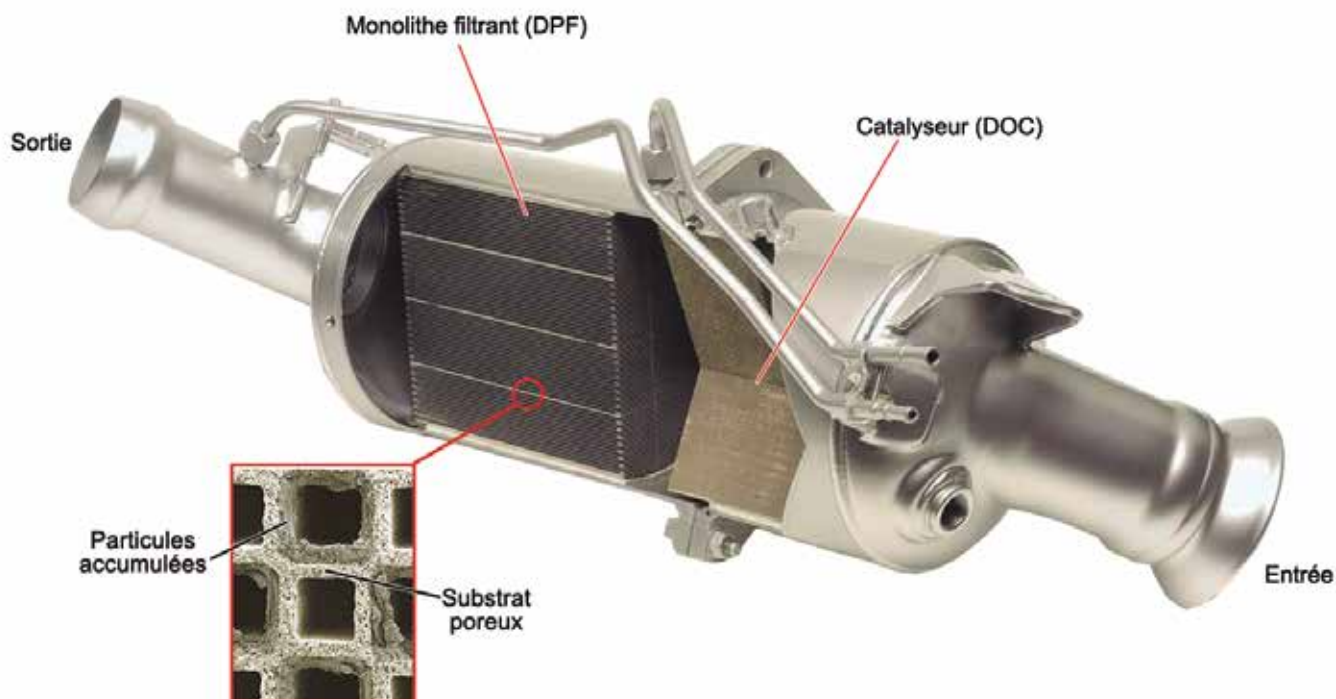


Le catalyseur d'oxydation se compose d'un boîtier en acier inoxydable et d'un monolithe en céramique à l'intérieur. Le corps céramique est constitué d'une armature de cellules dont la surface est recouverte d'une couche d'oxyde d'aluminium vaporisé de platine et de palladium. Les gaz d'échappement qui traversent les alvéoles chauffent le catalyseur, qui commence alors à transformer les polluants en composés inertes. Les métaux nobles oxydent les gaz d'échappement à leur passage, en réussissant ainsi à diminuer la quantité de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures non brûlés.

Les catalyseurs d'oxydation sont installés le plus près possible du moteur afin qu'ils atteignent rapidement la température nécessaire pour remplir leurs fonctions de manière efficace. La réaction chimique d'oxydation du monoxyde de carbone et des hydrocarbures est efficace avec des températures supérieures à 200° C.



Filtres à particules (DPF)



Sa mission est de filtrer et de stocker les particules de suie produites lors du processus de combustion du moteur. Il assure également la combustion des particules de suie pendant la phase de régénération.

Le filtre à particules est composé d'un corps céramique en carbure de silicium logé dans une carcasse en métal. À l'intérieur, les gaz d'échappement circulent dans de petits conduits parallèles qui se ferment alternativement. Ces parois poreuses laissent passer les gaz d'échappement mais retiennent les particules de suie. Les parois du corps céramique sont revêtues d'une combinaison de platine et d'oxyde de cérium. Au contact du revêtement de platine, les

gaz génèrent du dioxyde d'azote (NO_2), qui provoque une oxydation des particules de suie au-dessus de 350° C, en permettant une régénération passive du filtre.

L'oxyde de cérium contenu dans le revêtement accélère la régénération thermique avec oxygène (O_2) à des températures supérieures à 580° C. La régénération est dans ce cas activée par l'unité de commande du moteur. Pour activer la régénération, la mesure réalisée par le capteur de pression différentielle est prise en compte. Ce capteur mesure la pression d'entrée et de sortie du filtre à particules et informe l'unité de commande du moteur où le degré de saturation du moteur est déterminé.

Systèmes de réduction de NO_x LNT

Il s'agit d'un système accumulateur/catalyseur qui retient les NO_x . Il est constitué d'un monolithe à structure de grille carrée ouverte avec un revêtement de platine et d'oxyde de baryum, qui est placé après le catalyseur DOC et généralement avant le DPF.

Lors des périodes de mélange pauvre ($\lambda > 1$) le platine attire les NO_x qui se forment durant la combustion et favorise l'oxydation du NO en l'associant avec l' O_2 excédentaire de la combustion pour former du NO_2 . En raison de sa proximité physique, l'oxyde de baryum (BaO) capte le NO_x pour former des nitrites $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, c'est pourquoi cette phase est appelée absorption.

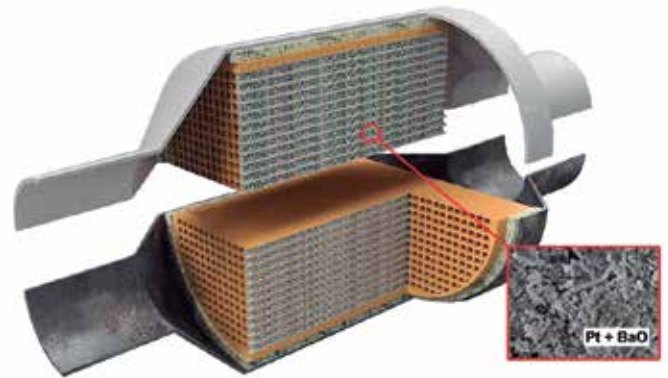
L'unité de commande du moteur évalue la proportion de NOx après l'accumulateur, à l'aide d'un capteur de NOx. La proportion élevée de NOx indique la saturation du filtre, il faut donc le restaurer en transformant les NOx retenus en N₂ et H₂O. Pour cela, l'unité de commande moteur enrichit brièvement la proportion carburant/air jusqu'à dépasser la capacité de transformation instantanée du catalyseur DOC. La présence de HC et de CO dans l'accumulateur ainsi que l'absence de O₂ entraînent la décomposition des nitrites et la libération de N₂ lorsque son oxygène est associé avec le CO pour former du CO₂ ou avec le carbone et l'hydrogène des HC pour former du CO₂ et du H₂O. Le baryum revient ainsi à son état initial (BaO), récupérant alors sa capacité d'absorption et d'accumulation de NOx.

Lors de la phase de réduction, la production de particules solides, de CO et d'hydrocarbures augmente momentanément durant la combustion, ce qui entraîne également une augmentation de la consommation de carburant. Le rendement du catalyseur LNT est maximal entre 150 et 450°C et diminue tout particulièrement durant les phases de régénération du filtre DPF en raison de la température élevée des gaz d'échappement nécessaire lors de périodes prolongées.

Systèmes NOx SCR

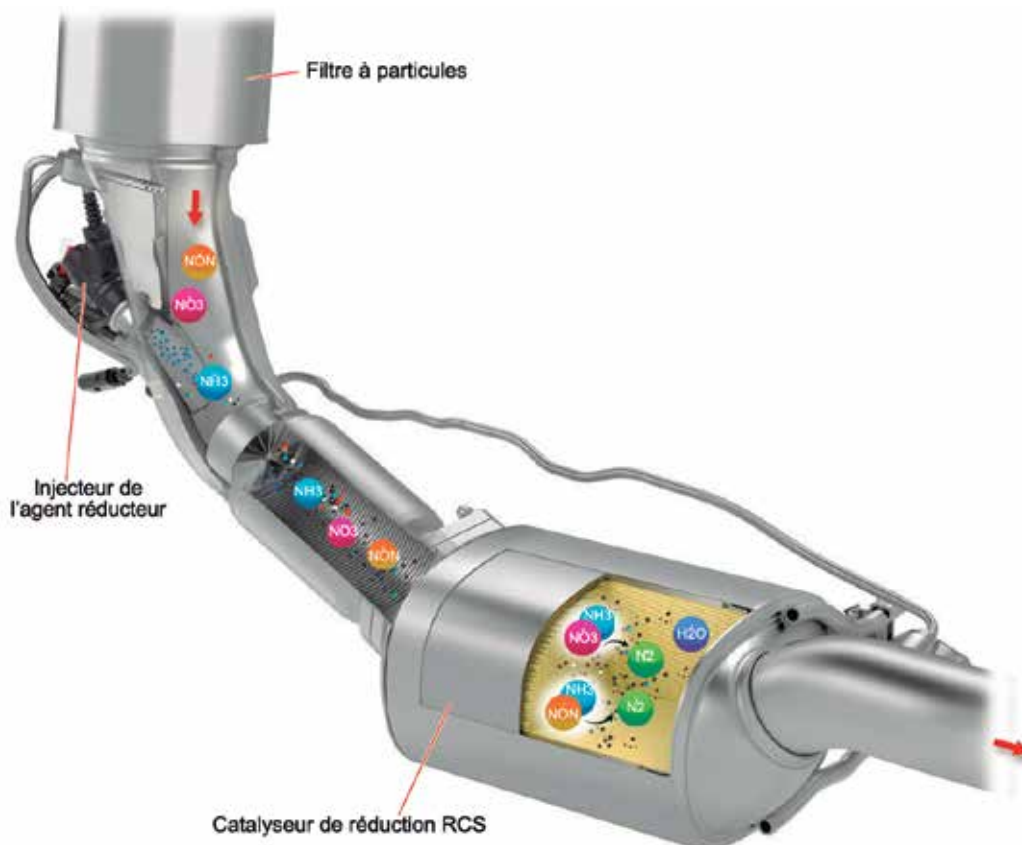
Le système décrit ci-dessus augmente la production de particules solides (PM) et leur accumulation dans le filtre DPF, ce qui implique une régénération plus fréquente et augmente la consommation de carburant. L'alternative actuellement utilisée par la plupart des constructeurs de véhicules légers est basée sur la technologie SCR (Selective Catalytic Reduction, ou Réduction catalytique sélective).

La caractéristique principale de ce système est l'utilisation supplémentaire de l'agent réducteur AdBlue pour son fonctionnement. Les éléments chimiques nécessaires (AdBlue) sont injectés dans le flux de gaz d'échappement à travers un injecteur pour obtenir la transformation continue des NOx en N₂ et H₂O. L'agent réducteur AdBlue est transformé en ammoniac (NH₃) par thermolyse, qui correspond à une réaction chimique conditionnée par la chaleur, et par hydrolyse qui correspond à une réaction chimique conditionnée par l'eau.



- **Thermolyse** : $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HNCO}$
- **Hydrolyse** : $\text{HNCO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$

De cette manière, on obtient une diminution des NOx produits par le moteur comprise entre 90 et 95% en fonction de la température des gaz d'échappement. Les systèmes SCR sont constitués principalement d'un catalyseur spécifique, d'un circuit hydraulique et de capteurs et d'actionneurs nécessaires pour réguler la quantité d'additifs injectés dans l'échappement en fonction de la concentration en NOx.



Eure!Car[®]

CERTIFIED MASTERCLASSES

techn

auto



bilsteingroup[®]



SWAG



BOSCH

brembo

CHAMPION



KYB
Our Precision, Your Advantage

MAHLE

PHILIPS

SCHAEFFLER

SKF

SNR
Brand of NTN corporation

Technical education for professional automotive repairers

www.eurecar.org

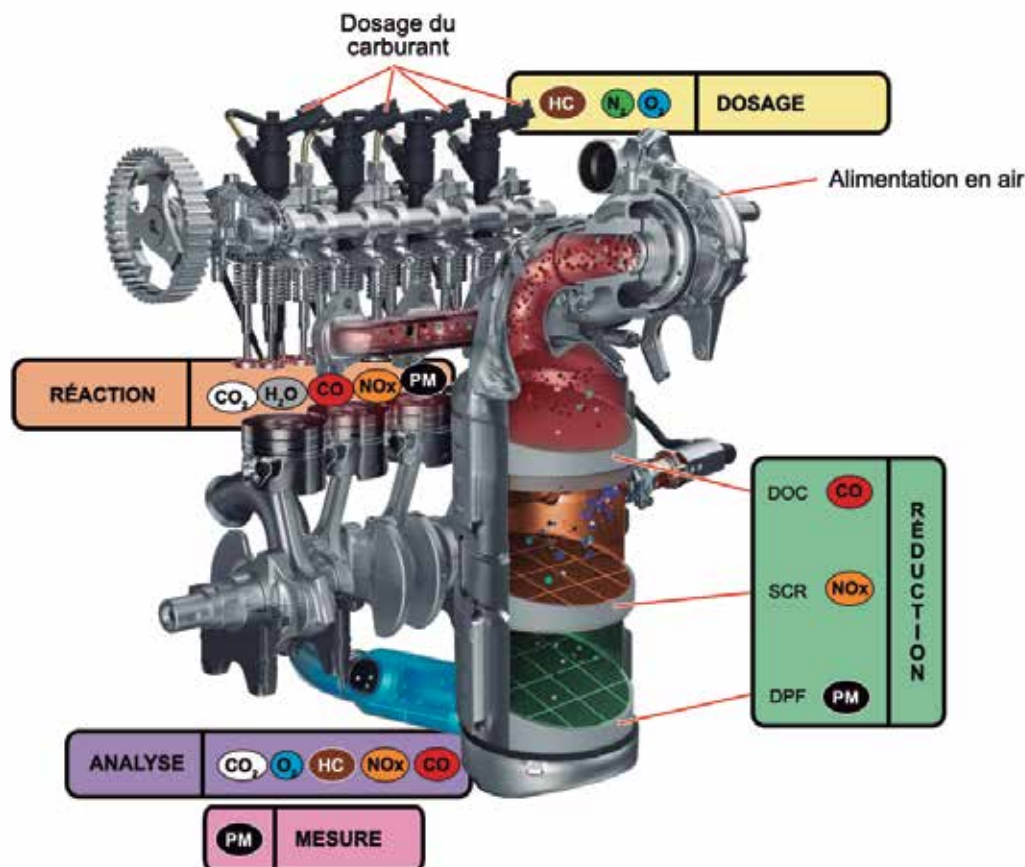


ANALYSE DES GAZ DIESEL

Contrôle des émissions d'échappement dans les moteurs diesel

L'objectif principal de l'analyse des gaz dans les moteurs diesel actuels est le contrôle de l'effectivité des différents systèmes antipollution, dont le mauvais fonctionnement peut ou pas affecter la

performance normale du moteur et être ainsi la cause et la conséquence directe de différentes pannes.



Les valeurs maximales des substances polluantes acceptables pour chaque véhicule dépendent en toute logique des systèmes antipollution équipés et de la norme d'homologation requise, il faut toutefois garder à l'esprit que la capacité de réduction de certains d'entre eux n'est pas absolue et que son effectivité dépend la plupart du temps de la température de travail ainsi que d'autres facteurs externes.

Le travail des systèmes actifs antipollution dépend également de la correcte régulation par l'unité de contrôle, fonction qui doit être contrôlée grâce à un outil de diagnostic. Contrairement aux moteurs à essence, où la composition finale des gaz d'échappement est pratiquement la même pendant toute la durée du régime de fonctionnement, quelle que soit la charge, pour les moteurs diesel, le contrôle

doit se faire dans des conditions de fonctionnement différentes et en tenant compte des émissions de NOx.

La formation de particules solides, dont la plupart sont invisibles, doit également être prise en compte comme étape préalable à la mesure des gaz. En plus du contrôle obligatoire d'opacité des fumées ou du test d'efficacité des systèmes anti-particules, la production d'excès de particules est un indicateur clair de problèmes de dosage ou de combustion. La formation de particules solides modifie le résultat chimique de la combustion, diminue la production de CO₂ et augmente la quantité de O₂ excédentaire, facilitant ainsi la formation de NOx si la température est suffisante.

Dispositif de mesure de l'opacité

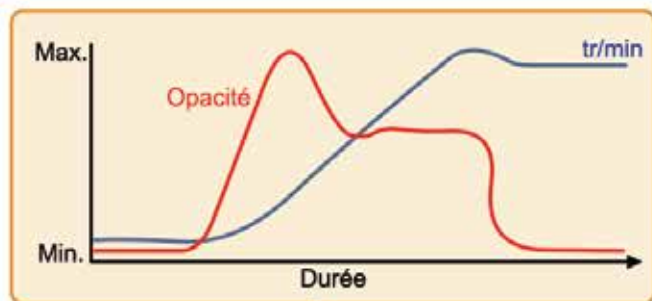
L'éventuelle production de gaz et de particules solides lors de la réaction de combustion, caractéristique des moteurs diesel, rend nécessaire l'utilisation de deux outils de mesure indépendants pour son évaluation.

La quantité de particules solides est contrôlée depuis des années

grâce à des opacimètres avec le moteur en phase d'accélération depuis le régime minimum jusqu'à atteindre la limite de rotation supérieure. De cette manière, la masse d'air qui entre dans les cylindres à chaque cycle de travail augmente jusqu'à un certain régime (efficacité maximale de remplissage et moment du couple

maximum) puis diminue progressivement par la suite. Dans ces conditions, la masse de carburant injecté à chaque cycle est régulée selon la quantité maximale lors de l'accélération et doit être réduite par la suite afin de limiter le régime du moteur.

L'éventuelle formation de particules solides est maximale si le remplissage d'air ou le dosage du carburant sont incorrects ou s'il y a des problèmes avec la combustion, étant donné que le contrôle est effectué à régime variable, en enrichissement extrême et en diminution du débit à haute vitesse.



De nos jours, la plupart des opacimètres commercialisés fonctionnent en association avec un ordinateur personnel fixe ou portable,

qui réalise les fonctions de calcul et d'affichage des résultats.

Analyse de cinq gaz

Les systèmes de mesure des substances polluantes utilisés lors des tests d'homologation sont à mesure absolue et cumulative, étant donné que la réglementation prend en compte les quantités maximales autorisées par km (sur banc de test ou en circulation réelle) dans différentes conditions et cycles de fonctionnement. La mesure absolue (en masse) des substances lorsqu'il s'agit de gaz, exige des volumes d'accumulation et des systèmes de séparation ou de détection dont le coût est très élevé, c'est pourquoi ils sont difficilement adaptés aux ateliers de réparation.

Au contraire, les analyseurs de gaz d'échappement diesel disponibles et abordables pour les ateliers sont des outils de mesure proportionnels, qui fonctionnent en déterminant la composition relative d'un flux de gaz dans des conditions de débit stabilisé continu et suffisant.

Les analyseurs de gaz qui conviennent aux véhicules diesel doivent pouvoir mesurer les éléments suivants :

- CO_2 : Produit de la combustion complète du carburant dosé, la transformation du CO en CO_2 dans le catalyseur, et la formation de CO_2 par décomposition de l'Adblue dans les systèmes de NOx SRC.
- O_2 : Excédent de la combustion qui n'a pas participé aux processus de transformation des substances polluantes.
- CO : Produit de la combustion incomplète des hydrocarbures qui doit être transformé en CO_2 dans le catalyseur.
- HC : Carburant gazéifié qui doit être oxydé dans le catalyseur DOC.
- NOx : Provenant du mélange de O_2 et N_2 lors de la combustion ou

dans le catalyseur DOC. Sa production est limitée grâce à la EGR ou ils se transforment en N_2 et CO_2 via les systèmes LNT ou SCR.

Grâce aux 4 valeurs initiales, il est possible de calculer mathématiquement la proportion air/carburant (facteur λ) dosée en se basant sur la proportion des gaz provenant de la combustion et sur les hydrocarbures non brûlés. Il est également nécessaire de prendre en compte la formation de H_2O comme produit de la combustion. La composition chimique différente de l'essence et du diesel implique des calculs différents pour déterminer le facteur λ sur chacun de ces moteurs.

La plupart des analyseurs 5 gaz sont compatibles avec les deux carburants (configuration au préalable par l'utilisateur), cependant les plus anciens à 4 gaz ne disposent généralement pas de cette fonction. Les valeurs affichées par ces machines sont exprimées en % volumétrique par rapport au total instantané de l'échantillon (valeur 100) ou en nombre concret de particules sur une quantité prédéfinie de l'échantillon analysé (ppm-particules par million), établissant ainsi la proportionnalité mathématique des différentes substances par rapport à un paramètre commun y compris entre elles (respectivement volume total ou million de particules).

En règle générale, ils indiquent en ppm les substances dont la proportion dans le volume total est tellement basse qu'elle aurait besoin de trop de décimales (NOx et HC) pour être significative. 100ppm représentent 0,01%. Le référencement au total de l'échantillon gazeux en tant que dénominateur commun permet de réaliser une analyse comparative entre les gaz d'échappement pour déterminer si leur variation et leur proportion dans différents états de fonctionnement sont conformes ou pas au dosage et les conditions auxquelles ont lieu la combustion.



Cette association permet, en plus de réduire les coûts de l'appareil de mesure, le développement de tests spécifiques et l'exécution de tests spécifiques pour le contrôle des systèmes d'épuration des gaz d'échappement. La représentation graphique de la composition des gaz et de leur évolution facilite la compression des données et l'analyse des résultats.

Pour ces analyseurs de gaz, il est important d'effectuer l'entretien nécessaire, comme le remplacement des filtres et l'étalonnage. De cette façon, la machine peut continuer à être utilisée avec la meilleure précision possible.

NOTES TECHNIQUES

Cette section détaille les pannes les plus courantes liées au traitement des gaz d'échappement. En fonction des fabricants et des modèles, le nombre de pannes survenant au fil des ans peut être différent.

Ces pannes ont été sélectionnées à partir de la plateforme en ligne : www.einavts.com. Cette plateforme comprend une série de sections indiquant : la marque, le modèle, la gamme, le système affecté et le sous-système. Elles peuvent être sélectionnées séparément selon le type de recherche que vous souhaitez exécuter.

CITROËN

C3 (FC_), C4 (LC_)

Symptômes	P20E9 - Pression de l'additif réducteur trop élevée. REMARQUE : Ce bulletin d'informations ne concerne que les véhicules équipés du système anti-pollution EURO 6. Il se peut que, lors de la lecture des codes de panne, des codes différents de ceux mentionnés s'affichent.
Cause	Défaut du système anti-pollution AdBlue après une intervention dans le circuit.
Solution	Procédure de réparation : <ul style="list-style-type: none"> • Lire les codes de défaut enregistrés dans l'unité de commande du moteur à l'aide de l'outil de diagnostic. • Confirmer l'enregistrement du code d'erreur mentionné dans le champ de symptôme du bulletin. • Confirmer que le symptôme mentionné dans le champ des symptômes de ce bulletin est reproduit. • Purger le circuit AdBlue. • Effacer les codes de défaut enregistrés dans l'unité de commande moteur à l'aide de l'outil de diagnostic. • Effectuer une deuxième lecture des codes de défaut dans l'unité de commande de moteur (UCE) à l'aide de l'outil de diagnostic et confirmer que les codes de défaut mentionnés dans le champ de symptôme du bulletin ne sont PAS enregistrés. <p>Pour en savoir plus, consultez votre conseiller technique habituel</p> <p>REMARQUE : Si des défauts autres que le code de défaut mentionné dans le champ symptôme de ce bulletin apparaissent dans le diagnostic, ils doivent être traités individuellement.</p> <p>IMPORTANT : Aucun appareil ou composant n'a besoin d'être remplacé pour réparer ce dysfonctionnement.</p>

LAND ROVER

RANGE ROVER II (LP) 2.5 TD (25 6T (BMW)), RANGE ROVER II (LP) 4.0 (42 D), DISCOVERY II (LJ, LT) 2.5 Td5 (10 P), DISCOVERY II (LJ, LT) 4.0 V8 (56 D), DEFENDER (LD) 2.5 Td5 4WD (10 P), DEFENDER Station Wagon (LD) 2.5 Td5 4WD (10 P), DEFENDER Pick-up (LD_) 2.5 Td5 4WD (10 P)	
Symptômes	Perte de puissance. Mauvais fonctionnement du moteur. Les performances du moteur sont médiocres. Fumée excessive provenant de l'échappement. Fumée noire provenant de l'échappement. Micro explosions.
Cause	Usure du joint interne de la vanne de recirculation des gaz d'échappement (EGR).
Solution	Procédure de réparation : <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état et le fonctionnement de la vanne de recirculation des gaz d'échappement (EGR). • Remplacer la vanne de recirculation des gaz d'échappement en modifiant ses joints.

AUDI

Q5 (8R) 2.0 TDI (CAHA), Q5 (8R) 2.0 TDI (CAHB)	
Symptômes	P20EE00 - Catalyseur SCR oxyde d'azote (NOx), banc 1 - faible rendement. P229F00 - Banc 1, capteur 2 d'oxyde d'azote (NOx) - Signal non plausible. Code défaut enregistré dans l'unité de contrôle moteur. Le véhicule affiche un ou plusieurs des codes de panne précédents. Témoin défaut de moteur (MIL) allumé. Témoin du système de préchauffage allumé. À l'atelier, le symptôme suivant est observé : « Dysfonctionnement du système AdBlue. » REMARQUE : Ce bulletin informatif ne concerne que les véhicules qui se trouvent dans une plage spécifique de date de production.
Cause	Mauvais fonctionnement du capteur de mesure des oxydes d'azote (NOx).
Solution	Procédure de réparation : <ul style="list-style-type: none"> • Lire les codes de défaut enregistrés dans l'unité de commande du moteur (UCE) à l'aide de l'outil de diagnostic. • Confirmer l'enregistrement des codes de défaut mentionnés dans le champ de symptôme du bulletin. • Remplacer le capteur de mesure des oxydes d'azote. • Effacer les codes de défaut enregistrés dans l'unité de commande du moteur (UCE) à l'aide de l'outil de diagnostic. • Faire un essai sur route avec le véhicule. • Effectuer une deuxième lecture des codes de défaut dans l'unité de commande de moteur (UCE) à l'aide de l'outil de diagnostic et confirmer que les codes de défaut mentionnés dans le champ de symptôme du bulletin ne sont PAS enregistrés. ATTENTION : Pendant le test, le système AdBlue effectue un autotest et, une fois terminé, les témoins lumineux du tableau de bord s'éteignent.

OPEL

ASTRA H 1.9 CDTI (Z 19 DT), SIGNUM 1.9 CDTI (Z 19 DT), ASTRA Mk V (H) Fastback 1.9 CDTI (Z 19 DT), VECTRA Mk II (C) Ranchera familiar 1.9 CDTI (Z 19 DT), ASTRA Mk V (H) Ranchera familiar 1.9 CDTi (Z 19 DT), ZAFIRA Mk II (B) 1.9 CDTI (Z 19 DT), ASTRAVAN Mk V (H) 1.9 CDTI (Z 19 DT)	
Symptômes	P1901 - Fonctionnement incorrect de la conduite du circuit du capteur de pression du filtre à particules. Perte de puissance. Véhicule en mode dégradé ou d'urgence. Témoin défaut de moteur (MIL) allumé.
Cause	Le filtre à particules diesel (DPF) s'est colmaté à la suite de plusieurs cycles de régénération interrompus du DPF. Le type de conduite n'est pas en phase avec la technologie du véhicule (cycles continus de trajets courts ou conduite continue en ville).
Solution	Procédure de réparation : <ul style="list-style-type: none"> • Effectuer une régénération statique du filtre à particules avec un outil de diagnostic. • Lire les codes de défaut enregistrés dans l'unité de commande du moteur (UCE) à l'aide de l'outil de diagnostic. • Effacer les codes de défaut enregistrés dans l'unité de commande du moteur (UCE) à l'aide de l'outil de diagnostic. • Reprogrammer l'unité de commande du moteur (UCE) avec le logiciel mis à jour. • Réaliser une seconde lecture de codes défaut dans l'unité de commande avec l'outil de diagnostic. REMARQUE : Informer l'utilisateur du véhicule de la nécessité d'adapter un cycle de conduite continue d'environ 20 minutes à un régime élevé, cette nécessité est signalée par le clignotement d'une résistance en forme de spirale sur le tableau de bord.



Un œil sur la technologie automobile

La newsletter Eure!TechFlash entend compléter le programme de formation d'ADI, Eure!Car, et s'est fixé une mission bien précise :

fournir une connaissance technique actuelle des innovations au sein du secteur automobile.

Avec l'assistance technique de l'AD Technical Centre (Espagne et Irlande) et des principaux fabricants de pièces, Eure!TechFlash vise à démystifier les nouvelles technologies pour les rendre transparentes, afin d'encourager les réparateurs professionnels à emboîter le pas de la technologie et pour les motiver à investir en permanence dans leur formation technique.

Eure!TechFlash paraîtra 3 à 4 fois par an.

Eure!Car
CERTIFIED MASTERCLASSES

Le niveau de compétence technique d'un mécanicien est vital, et sera sans aucun doute décisif pour la survie future du

Le programme Eure!Car comprend une liste détaillée de formations techniques de pointe pour les réparateurs professionnels, dispensées par les partenaires nationaux d'AD et leurs distributeurs de pièces dans 48 pays.

réparateur professionnel.

Eure!Car est une initiative d'Autodistribution International, dont le siège est établi à Kortenberg, en Belgique (www.ad-europe.com).

Visitez le site www.eurecar.org pour plus d'informations ou pour découvrir toutes les formations proposées.

Les partenaires industriels soutenant Eure!Car



Start and charge systems

