



GUIDE DES MEILLEURES PRATIQUES FAP FILTRES À PARTICULES DIESEL

Systemes applicables à tous les moteurs diesel /
Conseils de sélection, d'installation et d'utilisation

VERT

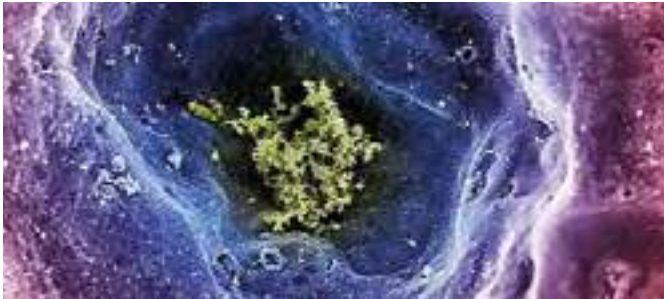
LA MEILLEURE TECHNOLOGIE DISPONIBLE
POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS

MOTIVATION

Seuls les filtres sont en mesure d'éliminer efficacement les particules ultrafines cancérigènes provenant des moteurs à combustion. Des filtres à particules de grande efficacité sont disponibles depuis 1982. Aujourd'hui, plus de 100 millions de filtres équipent des véhicules routiers, des engins de chantier, des chariots élévateurs, etc. Le coût d'installation de ces filtres sur un véhicule existant est inférieur au dixième des dépenses de santé occasionnées.

PROBLÈME :

Particules ultrafines émises par les moteurs à combustion



Particules dans des alvéoles pulmonaires humaines
Lennart Nilsson, 2004

MORTALITÉ : plus de 10 000 personnes meurent chaque jour en raison des particules émises par les moteurs de véhicules. 35 % d'entre elles décèdent d'une crise cardiaque, 45 % d'un accident vasculaire cérébral et 15 % d'un cancer. Les habitants des grandes villes, les enfants vivant à proximité des rues fréquentées, les femmes enceintes et les personnes malades sont particulièrement vulnérables.

LA TAILLE DES PARTICULES constitue le paramètre critique. Les particules de poussière naturelle ne peuvent pas passer dans la circulation sanguine du fait de leur trop grande taille. Mais les particules émises par les moteurs à combustion sont 100 fois plus petites, de l'ordre de 0,1 µm ou 100 nm (à titre de comparaison, la taille des virus va de 20 à 300 nm). Elles s'introduisent facilement dans les poumons, puis passent dans la circulation sanguine et pénètrent enfin dans le cerveau et le placenta. Les particules transportent avec elles dans l'organisme d'autres substances nocives qui s'accumulent : des substances toxiques persistantes, difficiles à éliminer ou à métaboliser.

LES DÉPENSES DE SANTÉ représentent environ 2 000 \$ par kg de particules de suie. L'OCDE estime que 41 000 décès en Allemagne sont dus chaque année à ce problème, ce qui représente un coût de 144 milliards \$, soit 1 800 \$ par habitant. La mortalité augmente linéairement avec la pollution de l'air, les coûts à prévoir sont donc proportionnellement plus élevés pour les grandes villes et les zones de trafic particulièrement dense.

LES POLLUANTS CANCÉRIGÈNES sont dangereux, quelle que soit la dose. Depuis 2012, les particules diesel sont considérées par l'OMS comme substance cancérigène de classe 1, tout comme l'amiante.

L'EFFICACITÉ DES NOUVELLES TECHNOLOGIES N'EST QUE PROGRESSIVE car seuls les véhicules neufs sont concernés par les nouvelles normes. Le renouvellement de la flotte automobile prend de 15 à 20 ans, parfois même plus. Il est donc impératif d'installer des filtres à particules diesel (FAP) sur les véhicules existants, et cela est mis en œuvre avec succès dans de nombreuses villes européennes depuis 1994.

SOLUTION :

Les filtres à particules (FAP) éliminent les particules ultrafines



Filtre à particules (FAP) isolé dans une enveloppe en acier, avec catalyseur d'oxydation pour moteur diesel (DOC) et capteurs de contrôle en amont ; PSA, 2000

LA FILTRATION est le seul moyen d'éliminer vraiment efficacement les particules hautement toxiques de suie et d'oxydes métalliques (provenant des sources d'abrasion et de lubrification) contenues dans les gaz d'échappement. Mais attention : tous les filtres ne se valent pas.

L'EFFICACITÉ D'UN FILTRE ne dépend pas du moteur, mais de la structure des pores du milieu filtrant et de la pertinence de sa conception. Quel que soit le moteur, un bon filtre peut atteindre un taux de filtration supérieur à 98 % pour les particules dont la taille se situe dans la gamme des tailles toxiques, qui va de 10 nm à 500 nm. Ces filtres à particules sont adaptés à toutes les applications de moteurs à combustion, qu'il s'agisse d'un véhicule diesel ou essence, circulant sur la route ou non.

LES MAUVAIS FILTRES ne font que stocker temporairement les particules de suie pour les relarguer ensuite. D'autres filtres de mauvaise qualité éliminent seulement les grosses particules et laissent passer les petites particules toxiques. Certains filtres de mauvaise qualité génèrent des substances toxiques supplémentaires.

LA RÉGÉNÉRATION consiste en un auto-nettoyage du filtre par conversion complète des particules de suie emprisonnées en CO₂, un gaz non toxique. Le choix de la méthode de régénération dépend de la façon dont le véhicule est équipé.

LE NETTOYAGE DU FILTRE peut se limiter à une fois par an environ, pour éliminer les cendres. Cette opération nécessite un démontage du filtre.

LES FILTRES NE VIEILLISSENT PAS ET NE S'USENT PAS. Mais ils nécessitent un montage minutieux et des tests à intervalles réguliers pour mesurer les émissions.

DEPUIS 1982, on trouve sur le marché des filtres à particules de grande efficacité. Aujourd'hui, plus de 100 millions de filtres équipent des véhicules routiers et des machines. Les avantages financiers en terme de santé pour la société sont au moins 10 fois supérieurs aux coûts d'installation sur les véhicules existants. L'US EPA (Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis) estime que le rapport bénéfice/coût est actuellement de 13:1.

CORRESPONDANCE ENTRE VÉHICULES ET SÉLECTION DU FILTRE

Il est impératif, pour préserver la qualité de l'air, que chaque moteur diesel soit équipé d'un filtre.
Un véhicule non équipé d'un filtre émet plus de particules que 100 véhicules équipés réunis.



UN FILTRE PEUT ÊTRE INSTALLÉ APRÈS COUP SUR CHAQUE VÉHICULE EXISTANT, MAIS

- En accélération libre, l'opacité K doit être $< m-1$.
- Le véhicule doit être parfaitement entretenu conformément aux spécifications du fabricant, en particulier en ce qui concerne le filtre à air, le filtre à huile, l'injection, le turbocompresseur, l'étanchéité du tuyau d'échappement, la suspension et l'émission de bruit.
- Consommation de lubrifiant $< 0,5 \%$ de la consommation de carburant.
- Teneur en soufre dans le carburant < 10 ppm.
- Éviter de tourner au ralenti sur de longues périodes.
- Les véhicules munis d'un filtre doivent être contrôlés de façon plus minutieuse, car les problèmes du moteur ne se manifestent pas dans les gaz d'échappement (fumée bleue, particules de suie, etc.).

IL N'Y A PAS D'ÂGE LIMITE d'un véhicule existant pour installer un filtre. Cependant les avantages liés à l'installation d'un filtre sur ces véhicules diminuent avec le temps d'utilisation. C'est pourquoi il vaut mieux mettre au rebut les vieux véhicules plutôt que de les équiper, malgré les fortes émissions toxiques qu'ils dégagent.

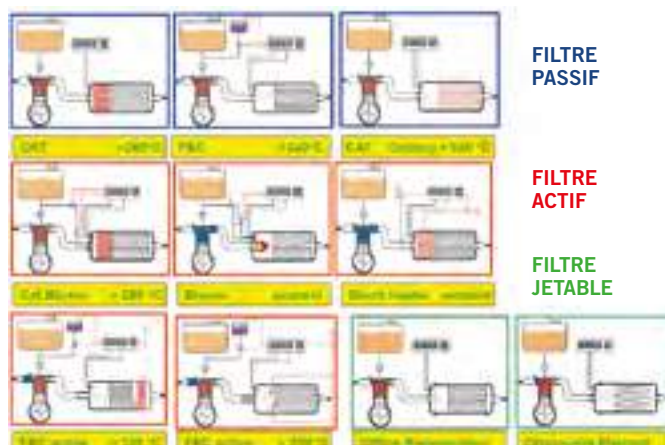
EXIGENCES POUR LA CERTIFICATION VERT

- Filtration $> 98 \%$ pour les particules de 10 nm à 500 nm
- Pas d'émission secondaire toxique
- Contre-pression à neuf < 50 mbar
- Contre-pression maximale < 200 mbar
- Test d'endurance : 2 000 h sans détérioration
- Intégration d'un système de diagnostic électronique embarqué (OBD)
- Vérification de la construction

Consulter la VERT Filter List (liste des filtres VERT) à l'adresse www.vert-certification.eu

LES FABRICANTS DE FILTRE VERT font l'objet d'un audit et leurs filtres sont garantis pendant 2 ans en termes de fonctionnement et d'utilisation.

DIVERS SYSTÈMES DE FILTRATION sont nécessaires pour répondre aux divers types d'installation possibles, par exemple sur un bus de ville, un camion poubelle, une excavatrice, un chariot élévateur ou une grue.



L'EXPÉRIENCE est un facteur clé. Toutes les applications ont été mises en œuvre à maintes reprises au cours des 20 dernières années. Les fabricants de filtre VERT sélectionnent dans leur portefeuille de produits le filtre le plus adapté à l'application souhaitée. Environ 8 000 installations sur véhicule existant sont documentées jusqu'à 2008 et présentées dans la base de données VERT à l'adresse :

vert-certification.eu/j3/index.php/filters/filter-list-database

LA SÉLECTION D'UN FILTRE POUR UNE APPLICATION PARTICULIÈRE

nécessite une analyse du profil d'utilisation, notamment en ce qui concerne la température des gaz d'échappement. Le fabricant de filtre met en place un enregistreur de données pendant 2 à 3 semaines pour déterminer les conditions d'utilisation habituelles. déterminer las condiciones típicas de operación durante 2-3 semanas.

Les résultats permettent de voir si le filtre peut être régénéré de façon passive ou s'il nécessite une régénération active. Les deux méthodes peuvent être utilisées et ont été éprouvées sur de nombreuses familles de produits.



MONTAGE / TESTS / VALIDATION

LES SYSTÈMES DE FILTRATION ASSURENT LES FONCTIONS DE

Filtration – Régénération – Surveillance électronique – Atténuation du bruit



Conception modulaire avec éléments d'entrée et de sortie interchangeables



La fixation sur le châssis du véhicule doit pouvoir supporter un niveau très élevé de vibrations



Disposition des éléments en parallèle pour les gros moteurs



Système de filtration FBC avec activation électrique de la régénération



Tous les systèmes de filtration comportent un dispositif de surveillance électronique (5) et des alarmes (1) ; ce système actif utilise un catalyseur soluble (FBC, 6)

AVANT MONTAGE

- Vérifier que le moteur est en bon état du point de vue technique.
- Faible consommation de lubrifiant. Passer sur une huile « low SAPS » ;
- Mesurer les gaz d'échappement (opacité pendant l'accélération)

Opacité de l'échappement $k < 1 \text{ m}^{-1}$

- Fournir les données relatives au moteur et au véhicule, les valeurs mesurées sur l'échappement et le schéma du silencieux au fournisseur de filtre.
- Choisir la méthode de régénération : informer le fournisseur de filtre des conditions d'utilisations ; mesurer éventuellement la température des gaz d'échappement en cours d'utilisation.
- Dimensionner le filtre (fournisseur du filtre).
- Ne pas dépasser la contre-pression maximale spécifiée par le fabricant du moteur.

PROCÉDURE DE MONTAGE

- Placer le filtre le plus près possible du moteur.
- Démonter le silencieux (remplacé par le filtre à particules).
- Monter le filtre en l'isolant bien des vibrations du moteur et en installant une suspension pour absorber les chocs.
- Prévoir un accès aux éléments du filtre afin de le nettoyer et à l'instrumentation en amont du filtre.
- Isoler le filtre. Sa température de surface peut être bien supérieure à celle du silencieux. L'isolation permet également de maintenir le filtre chaud, ce qui favorise la régénération.
- Monter l'OBD en le protégeant contre les projections d'eau. Prévoir un accès pour la récupération des données.
- Raccorder les capteurs de pression et de température. Installer éventuellement une antenne pour transmettre les données de surveillance de la flotte ou de surveillance à distance.
- Placer l'afficheur d'alarme dans le poste de conduite ou (mieux) le poste de surveillance centralisée de la flotte
- Former l'équipe d'entretien.
- Stocker les pièces de rechange et les éléments du filtre pouvant être remplacés.

TEST DE FONCTIONNEMENT / VALIDATION

- Tester le fonctionnement du filtre, de l'électronique et de l'affichage.
- Vérifier le nombre de particules des gaz d'échappement à l'aide d'un compteur de particules
- Le fabricant du filtre et le propriétaire du véhicule/moteur doivent signer le rapport de validation.

Celui-ci contient :

Adresse de l'opérateur et du fabricant de filtre ;
Données concernant le véhicule, le moteur et le filtre ;
Contre-pression en régime maximal ;
Opacité avant et après installation du filtre ;
niveau de bruit avant et après installation du filtre ;
vérification du fonctionnement de l'OBD et de l'afficheur d'alarme ;
Signature de l'opérateur et de l'installateur du filtre.



Cette validation a un caractère contractuel entre l'acheteur et le vendeur et vis-à-vis des autorités. Les résultats du test doivent être consignés dans un rapport de validation signé (deux signatures) et daté.

Ce document constitue un document de garantie.



ASPECTS LIÉS À LA SÉCURITÉ

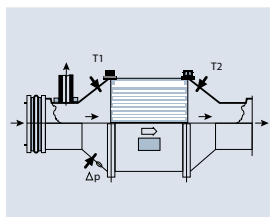
- Ne pas obstruer le champ de vision du conducteur.
- Éviter les températures superficielles excessives.
- Le cas échéant, utiliser une protection thermique et isoler le filtre.
- Ne pas modifier la garde au sol du véhicule.
- Utiliser une protection contre les étincelles lors d'utilisations en intérieur et en forêt.
- Respecter les spécifications de montage et de fixation (les filtres à particules sont plus lourds que le silencieux qu'ils remplacent).

FORMATION L'installation d'un filtre à particules sur un véhicule existant inclut la mise en place d'un module d'affichage de la contre-pression dans la cabine du conducteur. Les conducteurs/opérateurs doivent être formés de façon approfondie et efficace. Ils doivent savoir réagir correctement face à l'afficheur d'alarme (clignotement ou éclairage permanent). Le fabricant de filtre ou l'installateur peuvent aider à la formation. L'achèvement de la formation doit être documenté.



UTILISATION ET ENTRETIEN

Les recommandations suivantes s'appliquent à tous les véhicules diesel munis de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, qu'ils soient d'origine ou qu'ils aient été installés après coup.



Le filtre comporte des capteurs et un moyen d'accès pour procéder à des mesures en amont du filtre



Chaque filtre possède un système de surveillance électronique de bon fonctionnement



Mesure de la température et de la pression



Extraction de données ou GSM pour surveiller la flotte



L'étiquette indique la date limite de l'entretien suivant

GÉNÉRALITÉS

Pour garantir la stabilité des émissions, le fabricant recommande de réaliser des inspections en temps opportun, et il est obligatoire d'entretenir le système de filtration et le moteur. La surveillance électronique fournit des informations complémentaires. Les opérations d'entretien doivent être documentées. Un autocollant indique la date de la prochaine opération d'entretien. La mise en place d'une maintenance préventive permet de réduire les coûts.

VÉRIFICATION PÉRIODIQUE

Les éléments suivants doivent être vérifiés à intervalles stricts : étanchéité des tuyaux de gaz d'échappement, suspension du système de filtration, connexions électriques et continuité de la conduite de mesure de la pression. Toute décoloration des matériaux indique une surchauffe. Un dépôt de suie dans le tuyau d'échappement traduit la mauvaise efficacité du filtre.

DONNÉES DE DIAGNOSTIC

Le système de surveillance électronique de bon fonctionnement (OBD) fournit des données temporelles concernant la température et la contre-pression des gaz d'échappement. Toute valeur excessive déclenche l'alarme de l'OBD. L'évaluation des données enregistrées permet d'étudier en détails le système de filtration et facilite la prise de décision concernant d'éventuelles mesures correctives.

TEST D'ÉMISSION

Lors d'une opération d'entretien, l'émission de particules doit être mesurée au ralenti à l'aide d'un compteur de particules certifié. Si le nombre de particules (PN) limite est dépassé, une seconde mesure du PN doit être réalisée en amont du filtre afin de déterminer l'efficacité de filtration. Une mauvaise efficacité peut être due à une dégradation du filtre. Ceci peut être réparé si le problème concerne moins de 10 % de la surface du filtre. Dans le cas contraire, le filtre doit être remplacé. Un PN trop important en amont du filtre indique que le problème vient du moteur : celui-ci doit alors être examiné et le problème corrigé.

ADDITIF DE RÉGÉNÉRATION

Certains systèmes de filtration nécessitent des additifs de carburant (catalyseur soluble (FBC)). N'employer que des additifs certifiés VERT. Demander aux vendeurs d'additifs la preuve et la garantie que ces additifs ne peuvent avoir aucun impact négatif sur le moteur. Ne pas utiliser d'additif sans FAP.

IMPACT SUR LE MOTEUR

Le seul impact du système de filtration sur le moteur concerne la contre-pression, qui est légèrement supérieure à celle du silencieux qu'il remplace. La consommation de carburant peut

augmenter de 2 à 3 %. Il ne devrait y avoir aucun effet négatif sur le moteur et son fonctionnement, sauf si la contre-pression dépasse la limite de 200 mbar. L'OBD garantit le respect de cette valeur.

ALARMES

Surveiller rigoureusement les voyants d'avertissement et tout autre affichage relatif au fonctionnement du système, et agir en conséquence le cas échéant. Ignorer une alarme peut entraîner une surchauffe dangereuse du système. Le système de surveillance enregistre toutes les alarmes ignorées dans son journal d'erreurs qui ne peut être effacé, et la non mise en œuvre d'action entraîne l'annulation de la garantie.

CARBURANT ET LUBRIFIANTS

Pour éviter tout empoisonnement du système de filtration, seul les carburants diesel contenant moins de 10 ppm de soufre sont autorisés. Le carburant diesel et les lubrifiants contiennent tous deux des constituants non combustibles entraînant la formation de cendres. Ces cendres, ainsi que les particules résultant de l'abrasion métallique du moteur, se déposent dans le filtre. C'est pourquoi il ne faut utiliser que des lubrifiants à faible formation de cendres (appelés huiles « low SAPS »). Ceux-ci sont disponibles auprès de tous les fournisseurs de lubrifiants et sont approuvés par tous les fabricants de moteurs. Une consommation de lubrifiant supérieure à 1 % de la consommation de carburant nécessite une réparation du moteur.

NETTOYAGE DU FILTRE

Le filtre doit ainsi être nettoyé régulièrement lorsque la contre-pression dépasse 200 mbar, même si le processus de régénération fonctionne correctement. Le nettoyage doit généralement être réalisé toutes les 1 000 heures de fonctionnement environ. Cet intervalle peut être beaucoup plus long si un lubrifiant pour moteur à faible formation de cendres est utilisé. Les filtres en métal peuvent être nettoyés manuellement à l'aide d'un nettoyeur haute pression. Les filtres en céramique ne doivent pas être nettoyés avec de l'eau chaude ou de la vapeur. Une machine spécifiquement conçue pour le nettoyage du filtre doit être utilisée. La figure ci-dessous présente un système de nettoyage de filtre de la société PURITECH. Après inspection, l'élément filtrant est chauffé dans un four à 650 °C afin de brûler la suie ; les cendres sont ensuite éliminées à l'aide d'un jet d'air pulsé. Le nettoyage permet d'éliminer plus de 95 % des cendres présentes et peut être répété 5 à 6 fois. Les cendres sont des déchets toxiques et doivent être éliminées conformément aux réglementations locales. Afin de protéger la santé au travail, le filtre doit être nettoyé dans une machine hermétiquement fermée.

DÉFAILLANCES ET ACTIONS CORRECTIVES

La plupart des défaillances et des dommages sont dus : à des alarmes ignorées, à un mauvais entretien des systèmes de filtration et du moteur, ou à l'emploi d'un carburant ou d'un lubrifiant inadaptés.



Absence d'isolation thermique, absence de mesures contre la dilatation, absence d'amortisseurs de chocs → Fissures inévitables

Dépôts au niveau de la surface d'entrée du filtre → Détérioration du filtre à air ? Formation de sulfate ?

Domage causé par les vibrations dues aux oscillations du soufflet

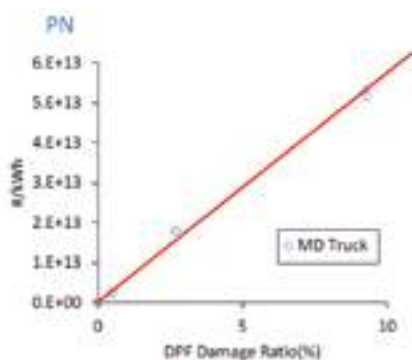
Dépôt important de cendres → Remplacer le filtre

Filtre en parfait état → Échappement propre

DÉFAILLANCES Consulter le guide de dépannage VERT disponible à l'adresse www.vert-certification.eu

OBSTRUCTION DU FILTRE en raison d'une régénération insuffisante. Une solution d'urgence consiste à vaporiser sur le filtre un liquide qui décolle les dépôts de suie. Sinon, démonter le filtre et le nettoyer. Un dépôt excessif est probablement dû à une modification de l'utilisation du véhicule aux basses températures de gaz d'échappement. Ceci ne peut être toléré que de façon exceptionnelle. La méthode de régénération doit être revue. Le colmatage du filtre est souvent lié à une augmentation de la quantité de suie causée par la dégradation de la combustion du moteur (injection, turbocompresseur) ou à une consommation d'huile de lubrification accrue, ou éventuellement à un turbocompresseur défectueux.

UNE RUPTURE DU FILTRE se traduit par l'apparition de traces de suie dans le tuyau d'échappement. La surface de sortie de l'élément filtrant révèle le type et l'étendue des dommages. Il peut s'agir d'une petite fissure thermique. Cela peut être dû à un choc thermique lié à une surcharge, ou éventuellement à une alarme qui a été ignorée. Les dommages mineurs au niveau du filtre peuvent être réparés en bouchant les cellules endommagées à l'aide d'une pâte spéciale en céramique.



Le niveau de détérioration peut être déterminé en mesurant le nombre de particules (PN)

Source : Yamada, ETH-NPC 2015



Des cellules noires sur la surface de sortie du filtre indiquent clairement la présence de petites fissures internes

DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME DE SURVEILLANCE OBD : il s'agit d'une défaillance grave qui doit être immédiatement corrigée pour garantir la sécurité et la validité de la garantie. Procéder comme suit : étudier les codes d'erreur ; inspecter les tuyaux, les connexions de câbles et les capteurs ; examiner les données enregistrées.

UNE HAUSSE DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT ET UNE PERTE NOTABLE DE PUISSANCE sont des problèmes liés au moteur et non au filtre. L'effet du filtre sur la consommation de carburant et la puissance n'est lié qu'à la contrepression. L'impact n'est que de 2 à 3 % pour une contre-pression maximale de 200 mbar.

NETTOYAGE DU FILTRE La contre-pression des gaz d'échappement peut progressivement dépasser 200 mbar en dépit d'une régénération satisfaisante. Ceci est dû à la présence d'une grande quantité de cendres dans le filtre, le filtre doit alors être nettoyé. Un nettoyage doit généralement être réalisé toutes les 1.000 heures de fonctionnement environ. Cet intervalle peut être beaucoup plus long si un lubrifiant pour moteur à faible formation de cendres est utilisé.

Les filtres en céramique ne doivent pas être nettoyés avec de l'eau chaude ou de la vapeur. Une machine spéciale doit être utilisée pour nettoyer le filtre. Les filtres en métal sont plus robustes et peuvent être nettoyés manuellement à l'aide d'un nettoyeur d'eau haute pression.

La figure ci-dessous présente un système de nettoyage de filtre de la société SFX. Après inspection, l'élément filtrant est chauffé dans un four pour brûler la suie ; les cendres sont ensuite éliminées à l'aide d'un jet d'air pulsé. Le filtre fait alors l'objet d'une nouvelle inspection.

Le nettoyage permet d'éliminer plus de 95 % des cendres présentes et peut être répété 5 à 6 fois. Les cendres sont des déchets toxiques et doivent être éliminées conformément aux réglementations locales. Afin de protéger la santé au travail, le filtre doit être nettoyé dans une machine hermétiquement fermée.

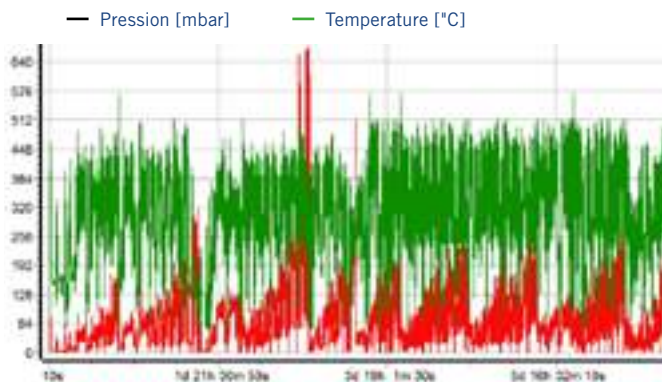
CONTRÔLE ET DIAGNOSTIC

La réduction des émissions dépend des outils et méthodes mis en œuvre pour les traiter.
On peut citer notamment le diagnostic embarqué, la vérification en atelier et l'inspection réglementaire officielle.



UN SYSTÈME DE SURVEILLANCE ÉLECTRONIQUE (OBD) EST OBLIGATOIRE pour tous les filtres certifiés VERT. Les données sont enregistrées toutes les secondes, et ce pour au moins la contre-pression et la température en amont du filtre. Les données enregistrées doivent être stockées pendant au moins 3 mois d'utilisation. Les données complémentaires relatives aux erreurs ne peuvent pas être effacées. Les données stockées peuvent être récupérées au niveau local ou bien transmises sans fil via GMS à un poste de surveillance centrale.

L'OBD surveille les capteurs ainsi que son propre fonctionnement, indique les alarmes, évalue en permanence les informations concernant la réponse du filtre et le moteur et propose des mesures de maintenance préventive.



LES ALARMES sont signalées au conducteur de façon sonore ou visuelle, ou bien transmises sans fil à un superviseur central. De plus, ces alarmes ne peuvent pas être modifiées une fois stockées. Ceci permet de déterminer la cause d'une défaillance en cas de réclamation suite à un dommage. Les types d'alarme habituellement rencontrés sont :

- Pré-alarme si la contre-pression est supérieure à 150 mbar (orange)
- Alarme principale si la contre-pression est supérieure à 200 mbar (rouge) pendant plus que 5% du temps
- Endommagement du filtre visible par cas de chute rapide de la contre-pression
- Nettoyage si la contre-pression est supérieure à 200 mbar

Il est possible d'utiliser des contre-mesures pour réduire la puissance du moteur en cas de dépassement des seuils d'alarme ; cela doit toutefois être approuvé par l'opérateur. Utiliser une dérivation pour contourner le filtre n'est pas autorisé.

IL EST OBLIGATOIRE DE MESURER LES ÉMISSIONS DE PARTICULES EN ATELIER sous forme d'un nombre de particules (PN) [/cm³] en présence d'un filtre à particules. Des instruments conformes aux directives suivantes ont été développés pour mesurer les émissions sur site ou sur le terrain :

- La directive Suisse VAMV 2000 spécifie l'instrumentation pour la mesure des émissions gazeuses,
- La directive VAMV 2012 spécifie l'instrumentation pour la mesure de la concentration en nombre de particules.

<http://www.admin.ch/ch/d/as/2012/5371.pdf>

POUR MESURER LE NOMBRE DE PARTICULES, QUI EST UNE GRANDEUR EXTRÊMEMENT SENSIBLE, utiliser soit le compteur de noyaux de condensation (CNC) fabriqué par TSI, soit la charge de diffusion électrique des nanoparticules des fabricants TESTO et AVL. Ces instruments sont disponibles dans le commerce et ont fait leurs preuves. Ils permettent de mesurer avec précision le taux de filtration, même au ralenti ; leur précision est si grande qu'il est possible de détecter une détérioration de la filtration de 1 % permettant ensuite les réparations.

En ce qui concerne la mesure des émissions gazeuses, de nombreux instruments de terrain sont disponibles auprès de TESTO, AVL, MAHA et d'autres fabricants. Ils fonctionnent avec des cellules électrochimiques ou des capteurs infrarouges. Ces mesures sont importantes afin d'établir le diagnostic d'une détérioration du moteur.

LE DIAGNOSTIC DU MOTEUR est rendu plus complexe par la présence d'un filtre. Les fumées et les odeurs provenant du moteur sont piégées dans le filtre et ne peuvent donc plus être utilisées pour déceler une défaillance imminente du moteur ; le tuyau d'échappement n'émet ni fumée ni odeur. C'est pourquoi il est nécessaire de procéder à des mesures sur les gaz d'échappement, pour détecter dès que possible les problèmes de moteur et mettre en place une maintenance préventive permettant de réduire les coûts.



Fabricants de filtres et d'instruments certifiés VERT

Baumot AG | marcus.hausser@twintec.de

Baumüller & Partner GmbH | info@baumueller-partner-gmbh.de

CDTi | IMacDonald@cdti.com

CPK Automotive GmbH & Co KG | kovac@cpk-automotive.com

EHC Tecnic AG | rolf.johnson@ehcteknik.se

ESW Group | mstreichsbier@eswgroup.com

EMINOX | luke.donnely@eminox.com

HJS Emission Technology GmbH & Co.KG | axel.middendorf@hjs.com

HUG Engineering AG | peter.schippers@hug-eng.ch

Johnson Matthey GmbH | peter.werth@matthey.com

Krone Filtertechnik GmbH | rkrone@krone-filter.de

Paul Nöthiger Electronic | pne@pop.agri.ch

Physitron GmbH | waldemar.karsten@physitron.de

Pirelli & C. Ambiente S.r.l | liliana.baldassarre@pirelli.com

PURITech GmbH & Co. KG | bernhard.kahlert@puritech.de

StarfilterSystems Pte. Ltd. | richard.hell@starfilter-systems.com

Tehag AG | b.franken@tehag.com

Testo AG | LCachon@testo.de

TSI GmbH | jurgen.spiegelvogel@tsi.com

GLOSSAIRE

Charge de diffusion : apparition d'une charge électrique sur les particules avant comptage

CNC : compteur de noyaux de condensation

DOC : catalyseur d'oxydation pour moteur diesel

FAP : filtre à particules diesel

Émissions secondaires : produits dans le DPF

GMS : transmission de données sans fil

« **Low SAPS** » : lubrifiant à faible teneur en soufre (S), phosphore (P) et cendres sulfatées (SA)

mbar : 1/1000 bar

Nanomètre (nm) : 10^{-9} m, soit un millionième de millimètre

OBD : diagnostic embarqué = surveillance électronique

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OMS : Organisation mondiale de la santé

Opacité : opacité des gaz d'échappement (K), exprimée par dégradation relative de lumière sur un mètre [m⁻¹]

PM : masse totale de particules par kWh

PN : nombre de particules

ppm : parties par million

VAMV : directive suisse relative aux gaz d'échappement

VERT : Vérification de la technologie de réduction des émissions (« Verification of Emission Reduction Technology »)

Auteurs

Dr. h.c. Andreas Mayer, TTM | Thomas W. Lutz, ETH/LAV | Volker Hensel, VERT

Traduction française

Denis Bémer / INRS

Édition

VERT-Association • c/o JCA Treuhand AG • Aemetstrasse 3 / CH-8166 Niederweningen, Suisse • www.VERT-certification.eu

Publié en juin 2017

Images et copyright

Couverture et dernière page : istock

Page 2 : image en haut à gauche, Lennart Nilsson ; image en haut à droite, G. Belot PSA

Page 4 : HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co. KG

Page 5 : 3^{ème} et 4^{ème} image en partant de la gauche, CPK Automotive GmbH & Co KG

Page 6 : image en bas à droite, PURITech GmbH & Co. KG

Page 7 : image en haut à gauche, Paul Nöthiger Electronic ; 2^{ème} image en partant de la gauche, CPK Automotive GmbH & Co KG ; 3^{ème} image en partant de la gauche, TSI GmbH ; 4^{ème} et 5^{ème} image en partant de la gauche, Testo AG

Avertissement légal

Malgré une vérification minutieuse de toutes les informations contenues dans cette publication, la diffusion de données erronées et d'omissions ne saurait être totalement exclue. Par conséquent, rien ne garantit le caractère exact et complet de son contenu. Les auteurs et l'éditeur déclinent catégoriquement toute responsabilité et toute réclamation suite à des dommages.

L'Association VERT publie sur son site web de nombreuses informations concernant l'installation de filtres à particules sur des véhicules existants. Son site dispose également d'une base de données complète sur les véhicules et les machines déjà équipés. La « VERT Filter List » (liste des filtres VERT) contient des informations sur les systèmes de filtration certifiés et leurs fabricants. www.VERT-dpf.eu

Les droits d'auteur de l'ensemble du contenu, sauf indication contraire, sont la propriété de l'Association VERT. La reproduction de tout ou partie du document n'est autorisée qu'après accord écrit spécifique.

La version PDF de cette publication peut être téléchargée à l'adresse www.VERT-certification.eu