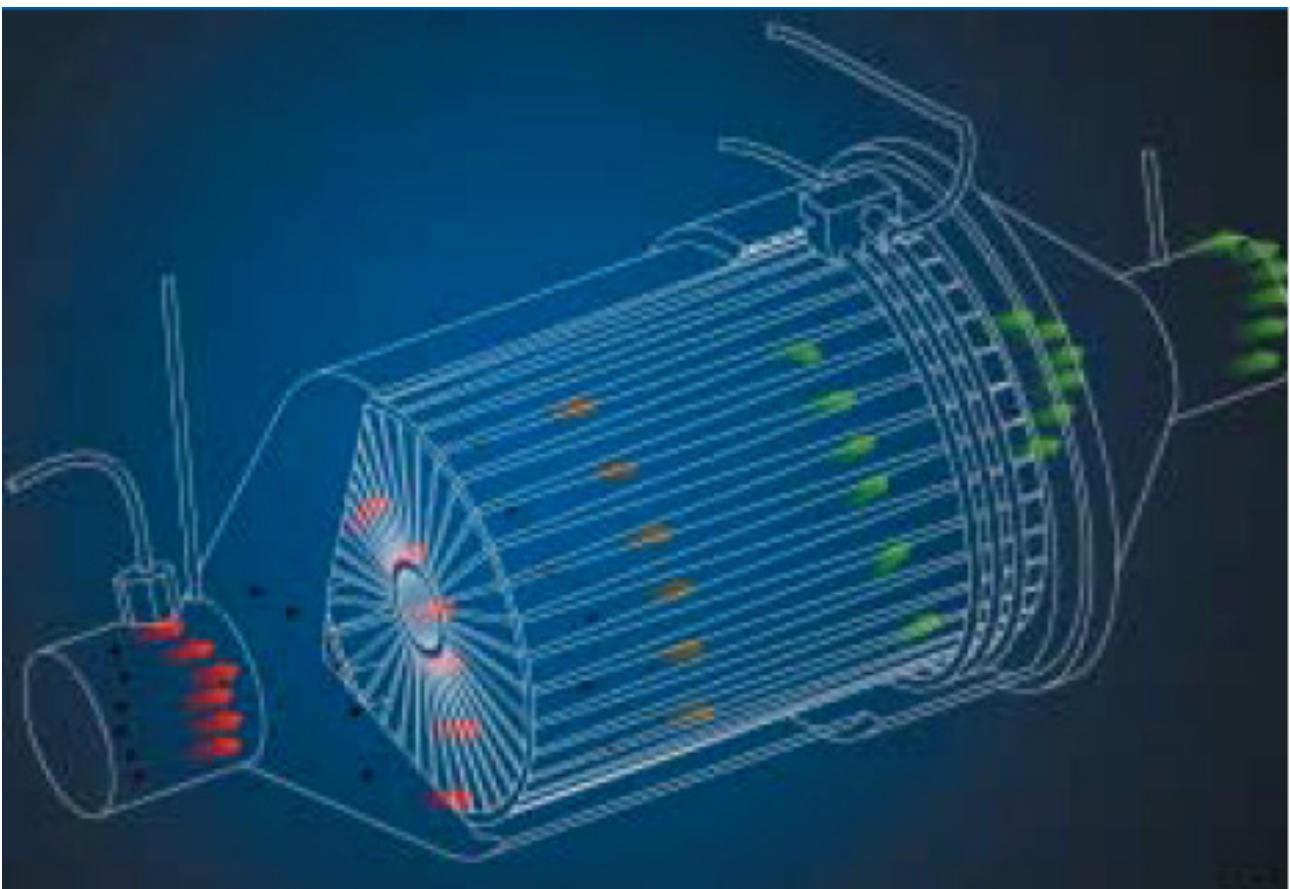


# Filtres à particules pour machines de chantier



**Séminaire SANU 21 février 2011**

## Table des matières

<b>1. Obligation d'entretien du système antipollution.....</b>	<b>3</b>
Obligation d'entretien du système antipollution pour toutes les machines de chantier .....	3
Machines avec moteurs inférieurs à 18 kW (25 CV).....	3
Machines avec moteurs supérieurs à 18 kW (25 CV).....	3
Seuils limites d'opacité .....	3
Liste des travaux d'entretien minimaux .....	4
<b>2. Filtres à particules, genres de filtres.....</b>	<b>5</b>
Régénération de filtres à particules.....	5
<b>3. Régénération active .....</b>	<b>6</b>
Filtres à particules avec brûleur diesel .....	6
Filtres à particules avec chauffage électrique .....	6
Système de filtres interchangeables avec station de décalaminage externe .....	7
<b>4. Régénération passive .....</b>	<b>7</b>
CRT Continuously Regenerating Trap .....	7
CSF Catalysed Soot Filter .....	8
Filtres à particules avec un système d'additif.....	8
Systèmes de régénération combinés .....	9
<b>5. Nettoyage des catalyseurs et des filtres à particules.....</b>	<b>10</b>
Nettoyage des catalyseurs .....	10
Nettoyage des filtres à particules .....	10
Nettoyage des éléments de filtre en silicium carbonate des systèmes Huss MK.....	10
Nettoyage des filtres Cordiérite .....	10
Nettoyage des filtres à métal fritté.....	11
<b>6. DYNTest.....</b>	<b>12</b>
Message d'erreur DYNTest.....	12

## 1. Obligation d'entretien du système antipollution

L'objectif est la diminution de la charge en polluants des gaz d'échappement des moteurs Diesel. Ceci en constatant des aggravations dans la composition des gaz d'échappement des différents moteurs, et en ayant l'obligation d'effectuer les réparations et les mises au point nécessaires.

### Obligation d'entretien du système antipollution pour toutes les machines de chantier

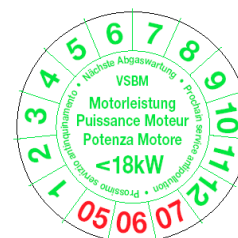
L'OFEV est l'Office fédéral de l'environnement. OFEV est le service fédéral compétent en matière d'environnement.

Les ordonnances y relatives sont publiées sous: Protection de l'air sur les chantiers.

<http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files>

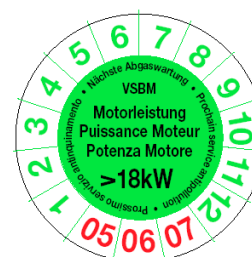
### Machines avec moteurs inférieurs à 18 kW (25 CV)

Liste des travaux d'entretien :	selon indications du fabricant
Liste minimale :	selon ordonnance antipollution
Intervalle :	tous les 2 ans
Mesure des fumées :	non impérative
Document d'entretien officiel :	aucun
Vignette antipollution :	oui



### Machines avec moteurs supérieurs à 18 kW (25 CV)

Liste des travaux d'entretien :	selon indications du fabricant
Liste minimale :	selon ordonnance antipollution
Intervalle :	tous les 2 ans
Mesure des fumée :	oui
Document d'entretien officiel :	oui
Vignette antipollution :	oui



### Seuils limites d'opacité

#### Seuils limites d'opacité pour moteurs sans filtres à particules

Moteurs atmosphériques = 2.5 m<sup>-1</sup>

Moteurs turbocompressés = 3.0 m<sup>-1</sup>

#### Seuils limites d'opacité pour moteurs avec filtres à particules

Tous les moteurs = 0.15 m<sup>-1</sup>

#### Seuils limites d'opacité, machines autorisées à la circulation routière :

Selon homologation (intervalle: 2 ans)

### Liste des travaux d'entretien minimaux

En vertu de la Directive Air Chantiers, il y a lieu de contrôler l'équipement ayant des incidences sur les émissions avant d'effectuer la mesure des émissions et, à cet effet, il est utile d'accomplir au moins les travaux de contrôle suivants :

- Contrôle visuel de l'état et de l'étanchéité du système d'aspiration, de suralimentation ainsi que du dispositif d'échappement.
- Contrôle du filtre à air
- Contrôle de la présence et de l'intégrité des plombs et des sceaux signalés sur la fiche d'entretien.
- Contrôle du régime de ralenti et du régime de coupure
- Contrôle de la contre-pression avant le filtre à particules au régime de coupure

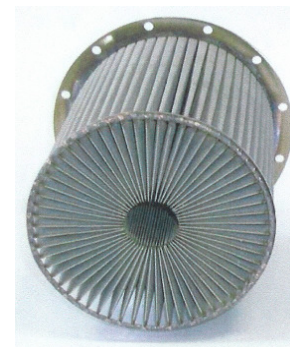
Si la valeur du coefficient d'opacité est inférieure à la valeur de référence prescrite dans la fiche d'entretien du système antipollution, l'essai est terminé, la fiche d'entretien du système antipollution est remplie et signée, et la vignette antipollution collée; un contrôle du commencement du débit n'est pas nécessaire.

Si la valeur de référence pour l'opacité des gaz d'échappement est dépassée, l'entretien nécessite d'autres étapes, notamment :

- Contrôle du commencement du débit
- Contrôle de la butée de pleine charge
- Contrôle de l'attaque de la LDA\* pour les moteurs à suralimentation
- Contrôle du système d'injection (fuites, filtre)
- Contrôle des buses d'injection (dépôts, pression d'injection, forme de la dispersion des jets)
- Vérification de la consommation d'huile de lubrification
- Contrôle d'un éventuel système de réaspiration des gaz d'échappement
- Contrôle du système de filtre à particules

Si, après ces travaux d'entretien et d'éventuels autres travaux prescrits par le fabricant de la machine, la valeur de référence est toujours dépassée, il n'est pas permis de continuer d'utiliser la machine. Si, après de nouvelles révisions ou réparations, la valeur de référence est atteinte, une nouvelle vignette, l'inscription dans la fiche d'entretien du système antipollution et l'autorisation d'exploitation sont à nouveau attribués à la machine concernée.

## 2. Filtres à particules, genres de filtres



Matière:	Cordiérite	Carbure de silicium	Filtre en métal fritté
Structure:	filtre superficiel céramique monolithe	filtre superficiel céramique	matière de base et métal pulvérisé en acier au nickel-chrome résistant à la chaleur
Température de fusion:	> 1400 °C	> 2'200 °C	> 1360 °C
Couleur: non recouvert recouvert	blanc cassé brun	anthracite -	métal brun
Propriétés:	sensible aux impacts	moins sensible aux impacts	bonne capacité (facteur 2 <sup>1/2</sup> ) robuste d'accumulation des cendres, faible contre-pression

**Taux d'épuration** des filtres en céramique et métal fritté dans la plage entière des dimensions alvéolaires (= pénétration dans les vaisseaux sanguins) 0,020 ... 0,300 µm **de > 95%**

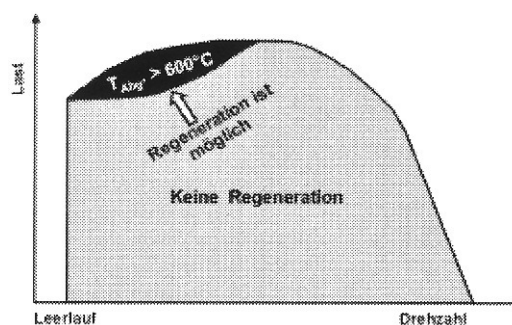
**Pression dynamique maximale admissible :**  
 ≤ 200 mbar (0,2 bar) avec pleins gaz ⇒ régénérer = décalaminer

### Régénération de filtres à particules

**Régénération = oxydation = décalaminer = nettoyer**

La plus grande partie des particules séparées dans le filtre se compose principalement de suie de diesel. La suie de diesel est un carbone et il est donc inflammable. À la régénération du filtre à particules la suie de diesel est brûlée dans le filtre pendant le fonctionnement du filtre (périodiquement ou de façon continue) et il n'en reste qu'un peu de cendres.

Décalaminer de la suie s'effectue dans des conditions atmosphériques à une température de > 600°C. Dans le flux de gaz d'échappement certainement qu'il y aurait suffisamment d'oxygène résiduel, pourtant la température de gaz d'échappement nécessaire est à peine atteinte, même sous pleine charge.

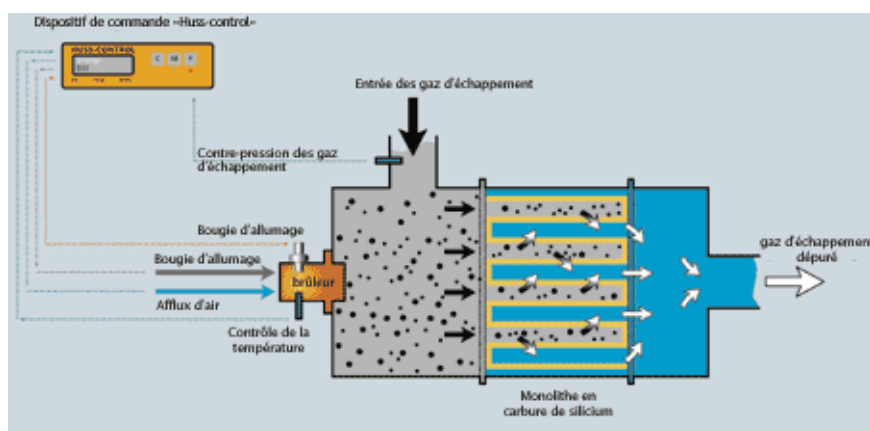


### 3. Régénération active

Avec la régénération active par des systèmes actifs DPF la suie est seulement «recueillie» dans le filtre à particules pendant une durée d'emploi de plusieurs heures. Ensuite, le moteur doit être arrêté pour la durée de la régénération. La suie est alors brûlée, en chauffant le filtre à l'aide d'un brûleur diesel ou d'un chauffage électrique à plus de 600 degrés.

**Application:** pour des machines qui sont souvent utilisées avec peu de charge et qui fonctionnent durant une bonne partie en marche à vide, et ainsi n'ayant que des températures de gaz d'échappement insuffisantes et fortement variables, comme p. ex. petites chargeuses et pelles mobiles etc..

#### Factres à particules avec brûleur diesel



- Puissance du moteur de 30 ... 240 kW
- Genre de filtre = au carbure de silicium
- Durée de travail 6 - 10 h.
- avec contre-pression > 200 mbar avec pleins gaz ⇒ régénération

- Arrêter la machine – activer la régénération – durée de décalaminage env. 10 ... 40 min.
- Le processus de régénération ne doit pas être interrompu.
- Les machinistes doivent planifier la régénération à l'avance : pause de 9 h, pause de midi, fin du travail.
- Attention, lors de basses températures extérieures, décalaminer immédiatement après le fonctionnement. Une régénération effectuée le matin n'est pas conseillée.
- Une tension suffisante de la batterie doit être garantie.
- Consommation diesel 0,1- 0,3 l, excédent de consommation diesel < 1,0 %

#### Factres à particules avec chauffage électrique



- Puissance du moteur de 30 ... 140 kW
- Genre de filtre = au carbure de silicium
- Durée de travail 6 - 10 h.
- Lors de contre-pression maximale de 0,2 bar (200 mbar) on doit décalaminer (régénérer)
- Arrêter la machine – activer la régénération – durée de décalaminage env. 60 min.
- Le processus de régénération ne doit pas être interrompu.
- Branchement 230V 16 A ou 400 V 16 A nécessaire

## Système de filtres interchangeables avec station de décalaminage externe

Avec des filtres interchangeables, la suie est retenue et recueillie, puis le filtre est périodiquement régénéré (p. ex. une fois par jour) dans un four externe.



- Puissance du moteur de 30 ... 60 kW
- Genre de filtre = au carbure de silicium
- Durée de travail env. 8 h.
- Le machiniste doit remplacer le filtre chaque jour.
- Décalaminage sur la station de régénération externe.
- Durée de la régénération env. 120 min. Branchement 230V 16 A ou 400 V 16 A nécessaire

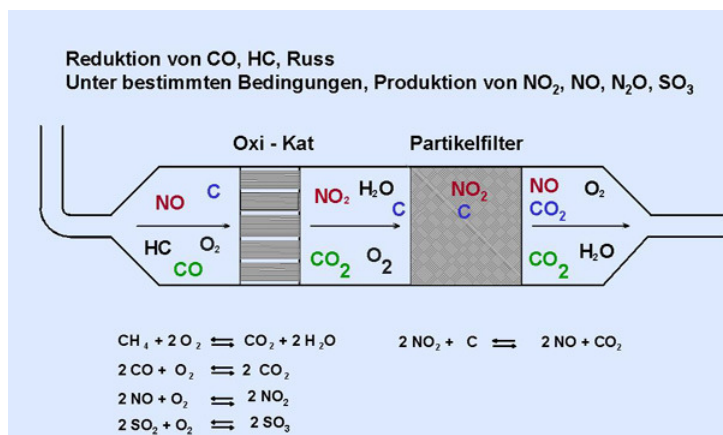
## 4. Régénération passive

### CRT Continuously Regenerating Trap

Des systèmes CRT passifs et des systèmes avec des filtres à revêtement catalytique ont une régénération continue. Catalyseurs couplés en amont, ou/et le revêtement catalytique du filtre, oxyde le NO en NO<sub>2</sub>. Avec l'aide de NO<sub>2</sub>, la suie peut déjà décalaminer à partir de 250 °C. Il faut qu'une relation minimale du NO<sub>2</sub> : C de 12 : 1, respectivement NO<sub>x</sub> : PM >20 : 1, soit assurée. Sur la base de l'équilibre thermodynamique du NO<sub>2</sub>, cette méthode de régénération est stable jusqu' à 450 °C environ. Sous ces conditions, le filtre est régénéré pratiquement en permanence.



modulares CRT®-System

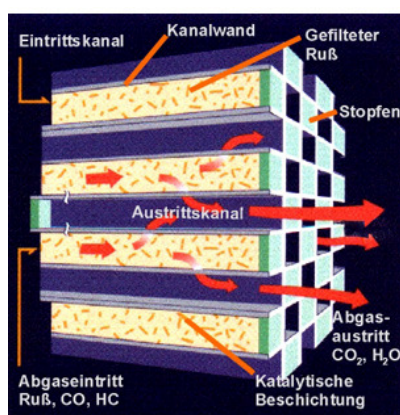


- catalyseur situé à l'avant du filtre
- sans interruption de travail pour la régénération
- diesel sans soufre max. 50 ppm, mieux < 10 ppm de teneur en soufre
- températures des gaz d'échappement 250 ... 450 °C
- émissions NO<sub>x</sub> suffisantes
- décalaminer périodiquement au four et aspirer les cendres

L'oxydation du NO à NO<sub>2</sub> peut être réalisée dans le catalyseur d'oxydation couplé en amont et éventuellement dans le filtre à particules à revêtement catalytique.

### CSF Catalysed Soot Filter

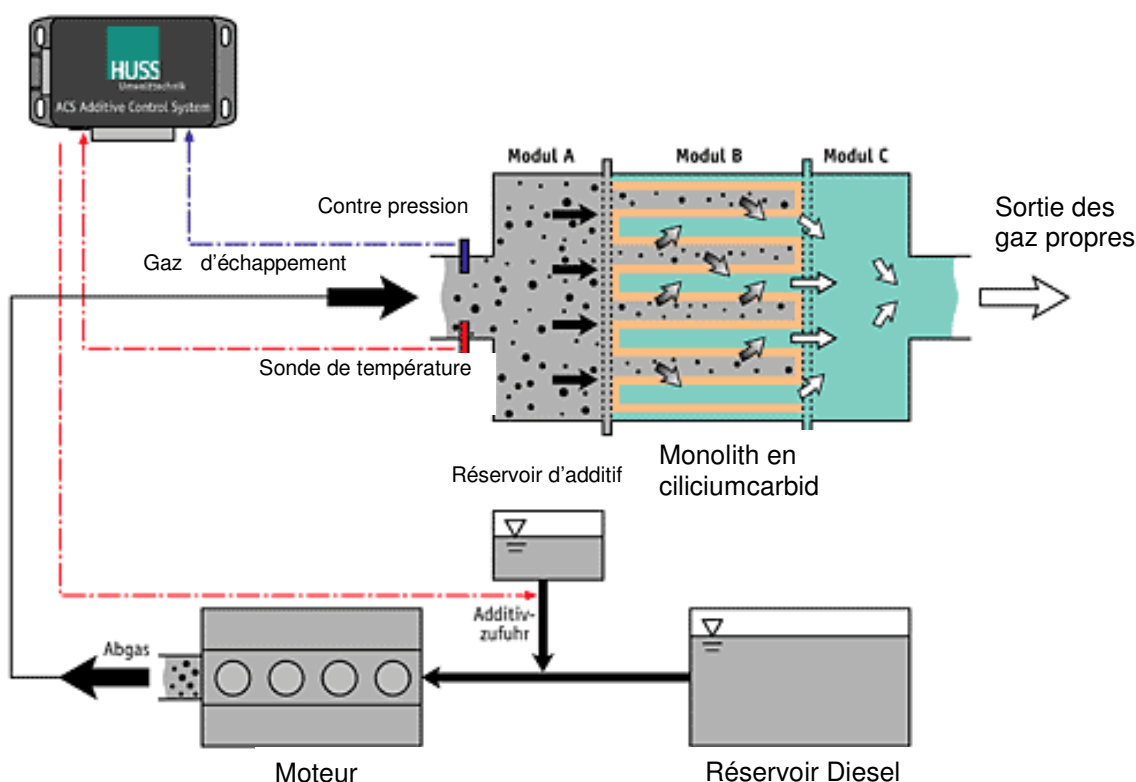
Des filtres céramiques ou filtres avec un revêtement catalytique abaissent la température d'oxydation à environ 350°C. Ainsi la contre-pression de gaz d'échappement augmente, parce que parallèlement à l'oxydation du NO en NO<sub>2</sub> la réduction de NO<sub>2</sub> en NO lors de l'oxydation des particules se produit. Ces processus à la surface du revêtement catalytique se produisent relativement lentement. La température de régénération doit être disponible pendant une certaine période.



- filtre avec revêtement catalytique
- pas d'interruption pour la régénération
- diesel sans soufre max. 50 ppm, mieux < 10 ppm teneur en soufre
- températures de gaz d'échappement 350...450°C
- exige suffisamment d'émissions NOx dans le flux des gaz d'échappement
- contre-pression légèrement supérieure
- décalaminer périodiquement dans le four et aspirer les cendres

### Filtres à particules avec un système d'additif

Une régénération permanente peut aussi être obtenue par l'addition proportionnée des additifs dans le combustible, ainsi, la température de régénération s'abaisse à environ 400°C. Ces additifs sont des métaux catalyseur efficaces. En vue de la limitation des émissions secondaires seulement le cérium, le fer et le platine sont utilisés aujourd'hui. Des problèmes lors de la combustion des additifs sont en particulier la formation des résidus de combustion (cendres) qui entraînent progressivement un bouchage du filtre.



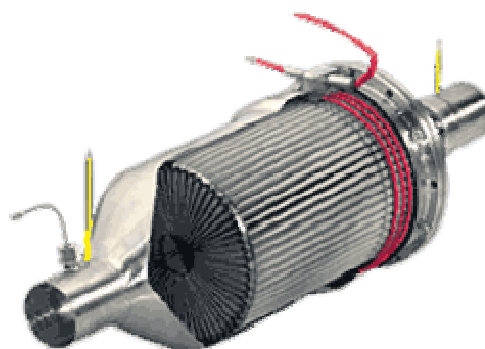
## Systemes de régénération combinés

Pour pouvoir utiliser les qualités des différents systemes de façon optimale, des combinaisons sont également de plus en plus appliquées.

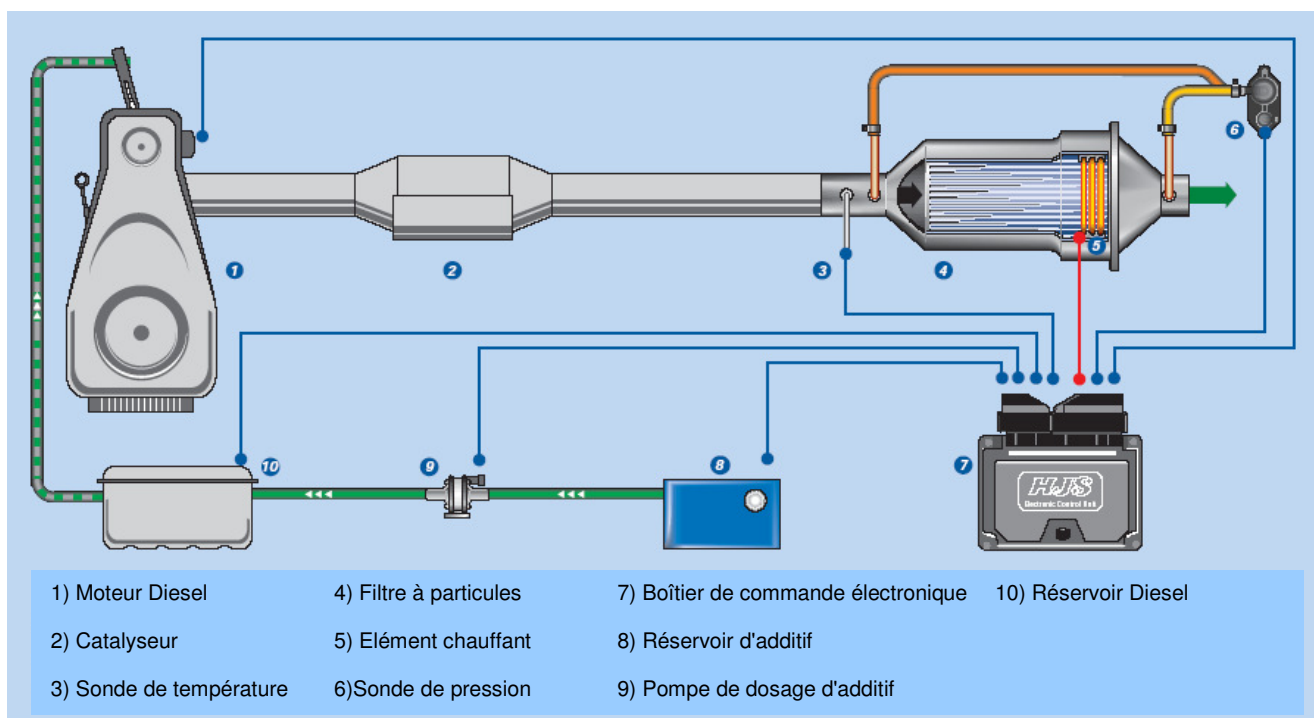
### Régénération SMF AR thermoélectrique active

HJS a développé un processus de régénération actif qui peut régénérer le filtre chargé par la suie dans chaque condition de fonctionnement du moteur.

Ce systeme SMF avec une régénération active se compose du filtre à particules avec une technique sensorielle visant la surveillance de fonctionnement et le contrôle du chargement de suie, un systeme d'additif entièrement automatique, des éléments de chauffage pour la régénération du filtre et le bloc de commande. Sur la base de sa meilleure capacité de réservoir de cendres, 2 fois et demie plus grande qu'avec les filtres nid-d'abeilles, la formation des cendres accrue par l'utilisation d'additif est à peine déterminante.



La mise à feu de la suie du systeme HJS est atteinte par la chaleur rayonnante des éléments de chauffage. Trois éléments de chauffage avec 10 mm de distance les uns des autres couvrent le filtre complètement et assurent un réchauffement laminaire et égal du matériau filtrant rayonné. Par la masse très faible des éléments de chauffage (seulement 2 mm Ø) ressortent aussi une hausse très rapide de la température, qui permet dans les conditions les plus difficiles la mise à feu de la couche de suie avec seulement 60 secondes de durée de chauffage. Tout juste 10% de la surface du filtre chargé de suie est rayonné et la combustion de suie sur la surface totale du filtre est déclenchée.



Si la régénération avec le corps de chauffe est déclenchée, une lampe témoin le signale sur le display. Pendant ce temps, le moteur ne peut pas être arrêté pour que le processus de régénération ne soit pas interrompu.

## 5. Nettoyage des catalyseurs et des filtres à particules

### Nettoyage des catalyseurs

Des catalyseurs, aussi bien plaqués que non plaqués peuvent être lavés des deux côtés avec des nettoyeuses de haute pression avec de l'eau froide ou chaude.

Faites attention : La place de lavage exige de séparateur d'huile. Ne pas utiliser d'additifs de nettoyage chimiques. Le jet d'eau doit être orienté en angle droit sur le catalyseur. Pression 150 bars max. Distance minimum au catalyseur 15 cm. Le réglage de la buse doit être ajusté sur le rayon large.

Après le nettoyage à l'eau, le catalyseur doit être séché pendant environ 1 heure dans le four avec 350 °C pour que la masse d'appui ne se ramollisse pas.

### Nettoyage des filtres à particules

Des filtres à particules céramiques ne doivent pas être lavés, puisque la cendre colle et l'élément de filtre peut être bouché et ainsi les intervalles de nettoyage deviennent plus courts.

De tels filtres à particules sont chauffés dans un four où la suie restante est brûlée. Ensuite le filtre est soufflé à haute pression. En soufflant, on doit assurer qu'aucune cendre ne puisse arriver dans l'environnement.

### Nettoyage des éléments de filtre en silicium carbonate des systèmes Huss MK

Les systèmes MK exigent une régénération au plus tard après 13 heures de fonctionnement, c.-à.-d. que le brûleur intégré décalamine la suie. Normalement il ne reste que peu de cendre blanche avec des travaux de service réguliers. Mais, lors de l'affichage «Weissasche» (cendre blanche) elles seront éliminées en soufflant le filtre à haute pression.

Lors d'une durée de fonctionnement réduite et l'affichage «Weissasche» (cendre blanche) il est recommandé de mettre le filtre dans le four et de le flamber à 650 °C pendant 2 heures. Précaution : enlever la grille de protection en aluminium !

### Nettoyage des filtres Cordiérite

Selon le type d'application, la durée de fonctionnement des systèmes CRT se raccourcit fortement au cours du temps. Normalement, cela devient tangible à partir d'environ 800... 1200 heures de service. Une régénération dans le four est alors nécessaire. Il doit être pris en compte si l'élément de filtre est recouvert.

### Régénération au four

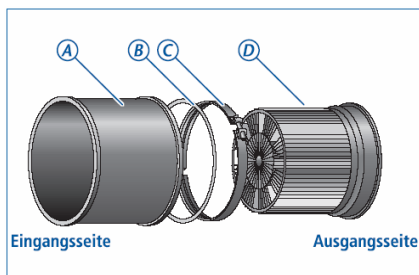
**Filtres non recouvert** couleur : blanche crème  
Décalaminer dans le four à 650 °C pendant env. 3 heures.

**Filtres recouvert** couleur : brune  
Décalaminer dans le four à 450 °C max. pendant env. 4 heures.

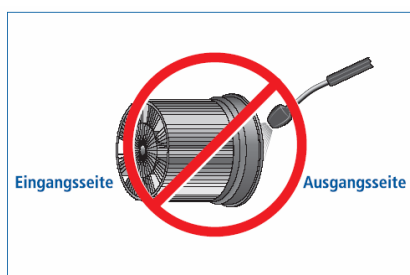


## Nettoyage des filtres à métal fritté

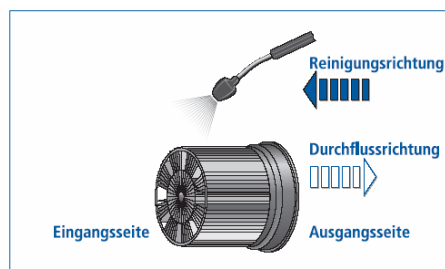
Des filtres en métal fritté, aussi bien revêtus (plaqués) ou non revêtus peuvent être lavés avec de l'eau froide ou chaude à l'aide d'une nettoyeuse à haute pression. Manipulation avec soin et précaution. Aucun additif de nettoyage chimique ne peut être utilisé. Le réglage de bec doit être placé sur le rayon large. Pression 150 bar max. Après le lavage laisser sécher pendant 2 h à l'air ambiant.



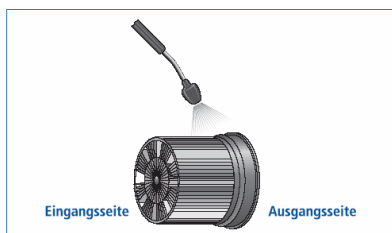
Démonter l'enveloppe A  
Remplacer le joint B pour le remontage.



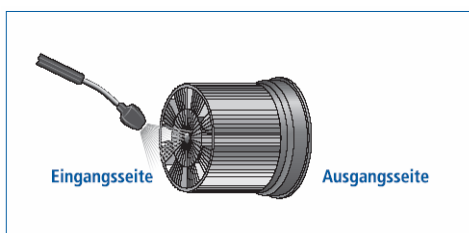
Ne pas nettoyer depuis le côté de sortie  
Ne pas gicler dans les poches du filtre



**1<sup>ère</sup> étape de nettoyage**  
Poser le filtre sur le côté et le nettoyer contre la direction du flux



**2<sup>ème</sup> étape de nettoyage**  
Nettoyer, enlever la suie dans le secteur de la flasque.



**3<sup>ème</sup> étape de nettoyage**  
Nettoyer le filtre du côté de l'entrée.



**4<sup>ème</sup> étape de nettoyage**  
Pour terminer poser le filtre sur l'entrée. Ensuite laisser sécher durant 2 heures.

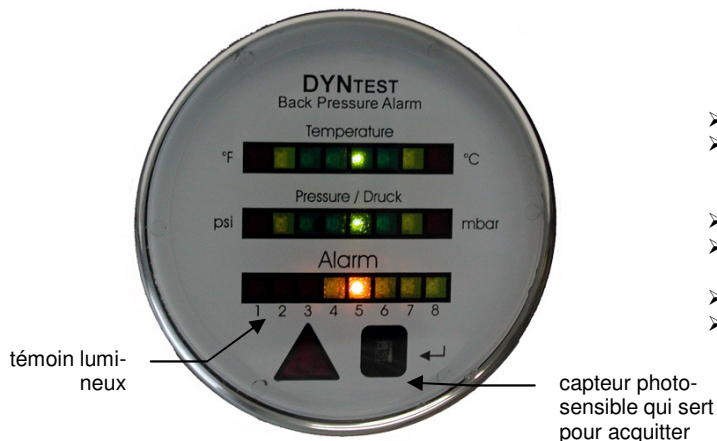
## 6. DYNTest

Le DYNTest est un Analyseur de données qui surveille les données, comme la contre-pression, la température et le régime, et si nécessaire déclenche une alarme.

Deux mémoires des données distinctes sont retenues. Dans la première mémoire la température et la contre-pression sont stockées régulièrement et dans la deuxième mémoire les messages d'alarme et d'erreur ainsi que des modifications de la configuration.

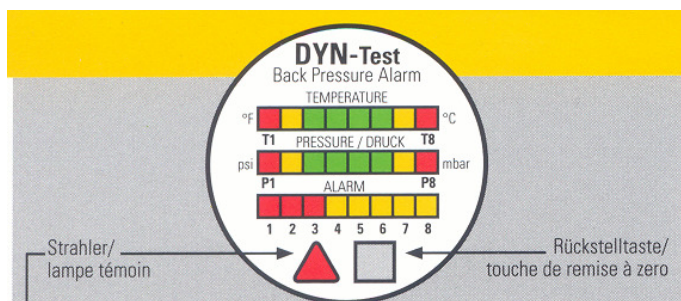
### Les valeurs suivantes sont ajustées (Standard Avesco)

$T_{min}$	80 °C
$T_{max}$	650 °C
$p_{min}$	1 mbar
$p_{max}$	250 mbar
$n$	- (n'est pas utilisé)



- > est inférieure au seuil de pression inférieure (Avesco = off)
- > dépasse le seuil de pression supérieure ( $p_{max}$  250 mbar) > 5 sec  $\Rightarrow$  alarme + témoin lumineux  $\Rightarrow$  acquitter
- > 1<sup>re</sup> répétition en 10 min.  $\Rightarrow$  alarme et clignotement  $\Rightarrow$  acquitter
- > 2<sup>ème</sup> répétition en 10 min.  $\Rightarrow$  alarme et clignotement  $\Rightarrow$  acquitter
- > après avoir actionné 3 fois acquitter  $\Rightarrow$  message d'erreur continu
- > > 10 min. sans changement de pression  $\Rightarrow$  alarme et clignotement

## Message d'erreur DYNTest



		Zusätzlich blinkt / en outre clignote
Strahler blinkt / lampe témoin clignote	P1 A2	Untere Druckschwelle ist erreicht / Le seuil de pression inférieur est atteint
	P1 A4	Keine Druckänderung innerhalb von 10 Min. Aucun changement de la pression en l'espace de 10 min.
	T1 A5	Keine Temperaturänderung innerhalb von 10 Min. Aucun changement de la température en l'espace de 10 min.
	T1 A6	Fühlerbruch Temperatursensor / Rupture palpeur détecteur de température
	P8 A1	Obere Druckschwelle ist erreicht / Le seuil de pression supérieur est atteint
	A3	Kein RPM-Signal von der Lichtmaschine / Aucun signal RPM de la dynamo
	A7	Uhrzeit nicht vorhanden; Fehler bei der Datenaufzeichnung L'heure n'est pas affichée; erreur lors de l'enregistrement des données
	A1	Fehler Additiv-Pumpe / Défaut pompe à additifs
	A8	Füllstand Additiv-Tank / Niveau réservoir d'additifs
	A4	Fehler Slave SPS / Défaut Slave SPS
A5	Fehler Slave GSM / Défaut Slave GSM	
A4-A8	Deckglas reinigen / Nettoyer la calotte	