

Prévention des expositions aux poussières lors du nettoyage des filtres à particules et catalyseurs de moteurs diesels

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).

De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés... Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Les caisses assurent aussi la diffusion des publications édités par l'INRS auprès des entreprises.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).



Sommaire

Introduction	4
1 Description de l'activité	5
2 Risques d'exposition	5
3 Mesures de prévention	6
3.1. Mesures de prévention par type d'opération	6
3.2. Ventilation générale	8
3.3. Mesures d'hygiène	8
3.4. Équipements de protection individuelle	8
Éléments pratiques pour la conception d'une installation de ventilation	9



Introduction

Les moteurs diesels équipant les véhicules légers, les poids lourds et les véhicules non routiers neufs sont, dans leur immense majorité, équipés d'un filtre à particules (FAP) et d'un ou de plusieurs catalyseurs. Le rôle du FAP est de réduire l'émission des particules fines produites par ces moteurs. Les particules piégées par un FAP brûlent en grande partie lorsqu'il atteint sa température nominale, mais il subsiste malgré tout une fraction incombustible des particules diesels qui va petit à petit s'accumuler dans le FAP, rendant le passage des gaz d'échappement de plus en plus difficile. Lorsque la perte de charge provoquée par le colmatage du FAP devient trop importante, il est nécessaire de le nettoyer en profondeur dans un atelier spécialisé. Les catalyseurs servent, quant à eux, soit à réduire les émissions de gaz polluants oxydables (monoxyde de carbone et hydrocarbures imbrûlés), soit à réduire les émissions d'oxydes d'azote. Ces catalyseurs peuvent s'encrasser progressivement, ce qui, à long terme, nuit à leur efficacité.

Les opérations nécessaires au nettoyage des FAP et des catalyseurs, qui comprennent leur démontage/remontage dans l'atelier d'entretien des véhicules et leur nettoyage proprement dit dans un atelier spécialisé, entraînent des risques d'exposition des opérateurs à des poussières. Composées de cendres (résidus de combustion des particules diesels) et de suies (particules diesels non brûlées), elles sont dangereuses pour la santé. Elles contiennent notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), certains de ces composés étant classés comme cancérigène par le Circ (Centre international de recherche sur le cancer) ou par l'Union européenne¹. Elles contiennent par ailleurs des oxydes de métaux provenant du moteur et des catalyseurs.

L'exposition aux poussières provenant des FAP et des catalyseurs a surtout lieu par inhalation, mais il existe également un risque d'exposition à certains composés organiques tels que les HAP par voie cutanée en cas de contacts avec les suies présentes sur les FAP ou avec des poussières déposées sur les surfaces de l'atelier.

Ce document décrit les principales mesures de prévention permettant de limiter les expositions aux poussières lors des opérations de nettoyage des FAP et des catalyseurs.



■ FAP colmaté par des cendres et des suies

1. Pour rappel, les émissions des moteurs diesels sont classées comme cancérigènes pour l'homme par le Circ et la directive (UE) 2019/130 du 16 janvier 2019 introduit dans la liste des procédés cancérigènes les travaux exposant aux émissions d'échappement de moteurs diesels.



1. Description de l'activité

La première étape de l'activité de nettoyage des FAP et des catalyseurs a lieu dans l'atelier d'entretien des véhicules : elle consiste à démonter ces FAP et catalyseurs, à les emballer puis à les expédier.

Les principales opérations réalisées ensuite dans l'atelier chargé du nettoyage des FAP et des catalyseurs sont :

- **le déconditionnement** des FAP et des catalyseurs après réception ;
- **leur pesée et la mesure** de la contrepression avant nettoyage ;
- **leur nettoyage** ;
- **leur pesée et la mesure** de la contrepression après nettoyage ;
- **leur conditionnement** avant expédition à l'atelier d'entretien des véhicules.

Le nettoyage des FAP ou des catalyseurs peut être effectué soit à sec, soit à l'eau.

Leur nettoyage à sec comprend :

- **un premier nettoyage** par soufflage à l'air comprimé et brossage de l'extérieur ;
- **un passage dans un four** afin de brûler les suies résiduelles ;
- **un second nettoyage** par soufflage et brossage de l'extérieur.

Leur nettoyage à l'eau comprend :

- **un brossage** de l'extérieur ;
- **un nettoyage avec de l'eau** sous pression éventuellement additionnée d'un produit de nettoyage.

Pour finir, FAP et catalyseurs nettoyés sont remontés sur les véhicules dans l'atelier d'entretien des véhicules.

2. Risques d'exposition

Dans l'atelier d'entretien des véhicules, les opérations de démontage peuvent entraîner des émissions de poussières provenant des FAP et catalyseurs ainsi que de la ligne d'échappement des véhicules. Le remontage des FAP et catalyseurs nettoyés ne devrait quant à lui pas entraîner d'émission significative de poussières.

Dans l'atelier de nettoyage, les opérations de déconditionnement des FAP et des catalyseurs peuvent être à l'origine de fortes expositions aux poussières. Le nettoyage à sec des FAP et des catalyseurs par soufflage et par brossage entraîne également de fortes émissions de poussières. La combustion des suies dans le four donne des fumées (CO, CO₂, hydrocarbures imbrûlés, particules...). Le nettoyage des FAP et des catalyseurs avec de l'eau sous pression peut entraîner la formation d'aérosols contenant des particules de cendre et de suie. Les autres opérations réalisées dans cet atelier sont responsables d'émissions plus limitées de poussières.



3. Mesures de prévention

Conformément aux principes généraux de prévention prévus par le Code du travail, les mesures de prévention doivent consister par ordre de priorité à :

- **éviter² les émissions de poussières** et d'autres polluants et capter à la source celles qui ont néanmoins lieu (les phases les plus émissives doivent être traitées en priorité) ;
- **traiter² les émissions résiduelles** par la ventilation générale ;
- **mettre en place des mesures d'hygiène et de nettoyage des locaux** de façon à limiter les risques de contamination par voie cutanée et de transfert de pollution hors de l'atelier ;
- **utiliser des équipements de protection individuelle** lorsque cela est nécessaire en complément des mesures précédentes ;
- **informer les opérateurs des risques encourus et les former à la mise en œuvre** des moyens de prévention correspondant...

3.1. Mesures de prévention par type d'opération

Opérations de déconditionnement

Le déconditionnement des FAP et des catalyseurs est l'opération pouvant conduire aux expositions les plus importantes, les emballages des FAP et des catalyseurs, souvent des sacs plastiques, ayant pu être contaminés lors du transport. L'utilisation d'un dispositif de captage, par exemple un dosseret aspirant, est conseillée lors de cette opération. Compte tenu de la taille et de la diversité des conditionnements, l'efficacité du dispositif de captage peut s'avérer insuffisante, le port d'un appareil de protection respiratoire (APR) est alors nécessaire.

2. L'objectif doit être de limiter la concentration en poussières dans l'air au niveau le plus bas possible.

Ces opérations pouvant également entraîner des expositions par contact cutané, il est nécessaire de porter des équipements de protection individuelle adaptés (*voir chapitre 3.4*).

Nettoyage par soufflage et brossage

Compte tenu des fortes émissions de poussières entraînées par ces opérations, il est nécessaire que ces dernières soient réalisées dans une enceinte ventilée de type boîte à gants reliée à un réseau d'aspiration qui la maintient en dépression.

Des entrées d'air permettent une circulation de l'air à l'intérieur de l'enceinte, assurant l'évacuation des poussières émises. Ces ouvertures doivent être réparties de façon à permettre un balayage de l'ensemble du volume, et la vitesse de l'air entrant à leur niveau doit être d'au moins 3 m/s. Le calcul du débit d'air d'aspiration doit prendre en compte le débit d'air apporté par la soufflette.

Il est recommandé de limiter la pression d'alimentation des soufflettes à 6 bars afin de réduire le niveau sonore.

Le port de certains équipements de protection individuelle (EPI) est également nécessaire (*voir chapitre 3.4*).



■ Opération de nettoyage par soufflage dans une boîte à gants



Traitement thermique servant à brûler les suies

Les fumées provenant du four doivent être évacuées à l'extérieur. Cela peut être fait :

- en le raccordant au réseau de ventilation de façon à le mettre en légère dépression (il s'agit de la solution la plus efficace mais elle implique que le four soit suffisamment étanche pour que le débit d'air entrant soit faible afin de ne pas engendrer de surconsommation d'énergie) ;
- par tirage naturel, l'orifice d'évacuation du four étant relié à un conduit de fumée débouchant à l'extérieur du bâtiment.



■ FAP dans un four

Une exposition de l'opérateur peut néanmoins se produire lors du chargement ou du déchargement du four. Il est donc recommandé de placer au-dessus de sa porte une hotte qui permettra de capter les fumées s'échappant lors de son ouverture. Une telle hotte devra être placée aussi près que possible au-dessus de la porte sans toutefois gêner l'accès au four. Pour être efficace, elle devra avoir une dimension et un débit d'aspiration suffisants pour capter l'ensemble du panache thermique.

Le port de certains EPI est également nécessaire (voir chapitre 3.4).

Nettoyage à l'eau sous pression

Afin de protéger l'opérateur des projections d'eau et des aérosols susceptibles de se former, ce type d'opérations de nettoyage doit être effectué dans une enceinte fermée et de préférence ventilée.

Autres opérations et reconditionnement

Les opérations de reconditionnement des FAP et des catalyseurs nettoyés, la pesée et la mesure de la contre-pression entraînent des expositions par inhalation limitées à partir du moment où elles sont réalisées avec un minimum de précaution. Les chocs et vibrations sur les FAP et les catalyseurs notamment sont en général à éviter car ils peuvent remettre en suspension des particules dans l'air.

Ces opérations peuvent néanmoins conduire à des expositions par contact cutané, il est donc nécessaire de porter des équipements de protection individuelle adaptés (voir chapitre 3.4).



■ Emballage de FAP et de catalyseurs nettoyés avant expédition



3.2. Ventilation générale

La ventilation générale a le double rôle d'évacuer les polluants résiduels qui n'ont pas été captés à la source et de maintenir l'atelier en légère dépression par rapport au reste des locaux, évitant ainsi leur pollution par voie aérienne.

Il est conseillé d'aspirer l'air ambiant dans la partie basse de l'atelier et d'introduire l'air neuf en partie haute. Les bouches d'aspiration et de soufflage d'air doivent être réparties dans l'atelier de façon à éviter les zones mortes.

Il est conseillé d'asservir le fonctionnement de la ventilation générale par pressostats de façon à maintenir une dépression constante dans l'atelier.

3.3. Mesures d'hygiène

Afin de limiter les risques de transfert de pollution hors de l'atelier, ce dernier doit être maintenu propre en éliminant au fur et à mesure de leur production les suies et particules s'échappant des FAP et des catalyseurs. Ce nettoyage est à réaliser par aspiration (l'utilisation d'un réseau centralisé d'aspiration à haute dépression ou d'un aspirateur de classe H selon la norme IEC 60335-2-69³ est recommandée) et peut être éventuellement complété par un nettoyage à l'humide.

Les opérateurs doivent se changer et se laver les mains et le visage avant leur pause repas. Ils doivent se doucher après leur journée de travail.

Les vêtements de travail ne doivent pas être mis en contact avec les vêtements de ville.

En conséquence, les vestiaires doivent être équipés de douches et de locaux séparés contenant respectivement des armoires-vestiaires pour vêtements de ville et des armoires-vestiaires pour vêtements de travail.

3.4. Équipements de protection individuelle

Il est fortement recommandé que les opérateurs soient équipés de combinaisons jetables avec capuche de type 5 (vêtements de protection contre les produits chimiques sous forme de particules solides). Le port de gants étanches aux poussières est également nécessaire, par exemple des gants nitrile munis de manchettes.

Le port d'appareils de protection respiratoire (APR) peut ne pas être nécessaire lorsque des mesures de prévention collective efficaces sont présentes. Si besoin, pour des opérations de courtes durées (moins d'une heure), des APR de type FFP3 peuvent être utilisés. En cas de nécessité de port sur de plus longues durées, l'utilisation d'APR à ventilation assistée de type TM3P (masque à ventilation assistée) ou TH3P (cagoule à ventilation assistée) est fortement recommandée.

3. IEC 60335-2-69 : « Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-69 : Exigences particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage commercial », 2016.



ÉLÉMENTS PRATIQUES POUR LA CONCEPTION D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

Une installation de ventilation se compose d'un réseau de transport de l'air relié aux enceintes ventilées et d'un dispositif de dépoussiérage et d'aspiration.

I Réseau de transport

Il est destiné à transporter l'air chargé en poussières extrait sur les enceintes ventilées jusqu'à l'unité de dépoussiérage et d'aspiration. La vitesse de l'air dans le réseau de transport doit être suffisante pour qu'il n'y ait pas de dépôt des poussières dans les conduits, et ce dans toutes les configurations possibles du nombre d'enceintes sur lesquelles l'aspiration fonctionne. Les poussières provenant des enceintes de brossage ou de soufflage étant fines, une vitesse de 10 à 13 m/s est suffisante.

En fonction de la proportion des enceintes susceptibles d'être en fonctionnement simultanément, plusieurs types de réseaux peuvent être envisagés :

- si pratiquement toutes les enceintes peuvent fonctionner simultanément : il est possible de réaliser une installation classique dite en « épi ». Dans ce cas, le débit d'aspiration à mettre en œuvre est égal à la somme des débits de toutes les machines. L'installation sera équipée uniquement de registres de réglage ;
- si toutes les machines ne sont pas susceptibles de fonctionner simultanément, il est possible :
 - soit de réaliser **une installation munie d'une entrée d'air additionnelle depuis l'extérieur placée à l'extrémité du conduit principal (avec prise d'air extérieure)**, permettant de minimiser le débit d'air extrait de l'atelier et par conséquent la consommation d'énergie de chauffage en période froide. Il est nécessaire de prévoir des registres de fermeture asservis au fonctionnement des enceintes,
 - soit de réaliser **une installation d'aspiration à débit variable** permettant de minimiser le débit d'air extrait de l'atelier et la consommation électrique du ventilateur. La vitesse du ventilateur et donc le débit d'air varient en fonction des enceintes en fonctionnement.

Le choix entre ces différents types d'installation nécessite une étude préalable.

Des conduits lisses et rigides doivent être utilisés en priorité pour le raccordement des enceintes, les conduits flexibles induisant de fortes pertes de charge.

I Dépoussiérage et aspiration

Cet ensemble est constitué d'un dépoussiéreur raccordé à un ou plusieurs ventilateurs. En cas de ventilateur unique, celui-ci sera placé de préférence en air propre (après le dépoussiéreur). Le ou les ventilateurs permettront d'assurer le débit d'air nécessaire aux enceintes avec une dépression suffisante compte tenu

des pertes de charge de l'installation et de l'enceinte nécessitant la plus forte dépression. La mise en route de l'aspiration doit être asservie au fonctionnement des enceintes. Le rejet de l'air se fera à l'extérieur.

Cet ensemble sera installé à l'extérieur du bâtiment ou dans un local dédié afin de limiter le bruit dans l'atelier.

La capacité de filtration (m³/heure) doit toujours être supérieure au débit d'air extrait par le ou les ventilateurs.

Les dépoussiéreurs à média filtrants devront être équipés d'un dispositif de décolmatage automatique.

Le système d'évacuation des déchets devra permettre de minimiser l'exposition des opérateurs.

La sortie de l'air du dépoussiéreur sera conçue de façon à ne pas être perturbée par le vent. Cela peut être réalisé par une sortie verticale de l'air située au-dessus du toit de l'atelier.

Compte tenu de la dangerosité des poussières, le recyclage de l'air est à proscrire.

Il convient enfin de prévoir dès la conception des accès pour la maintenance.

I Compensation d'air

La compensation de l'air extrait est obligatoire pour permettre un fonctionnement correct des aspirations et pour éviter des courants d'air mal maîtrisés.

La compensation peut être naturelle par des ouvertures existantes ou spécialement aménagées à cet effet dans des zones, si possible, éloignées des postes de travail.

Afin de maintenir l'atelier en légère dépression par rapport aux autres locaux de l'entreprise, il est fortement recommandé que la compensation soit réalisée par une introduction mécanique au moyen d'un ventilateur raccordé à une gaine de diffusion. Dans ce cas, l'introduction doit être asservie au fonctionnement de l'installation d'aspiration et l'air introduit doit être réchauffé pendant les périodes froides.

L'air de compensation doit être soufflé à faible vitesse afin que les vitesses d'air induites dans les zones de travail soient les plus faibles possibles et toujours inférieures à 0,40 m/s.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6413

1^{re} édition | février 2021 | ISBN 978-2-7389-2629-6

Document uniquement disponible en pdf

Conception graphique : Julie&Gilles. Adaptation graphique : Blue Graphic / Madehok

Photos : © Gaël Kerbaol/INRS

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie / Risques professionnels

www.inrs.fr   

Brochure INRS élaborée par B. Courtois,
à partir d'interventions en entreprises
de la Carsat Rhône-Alpes, de la Cram
Île-de-France et de l'INRS, et avec l'aide
de la société Optym-Ha