Emploi et Développement social Canada | Employment and Social Development Canada

Programme du travail : des milieux de travail équitables, sécuritaires et productifs

MESURES DE CONTRÔLE

des émissions d'échappement des moteurs diesel en milieu de travail

Canada

Mesure de contrôle des émissions d'échappement des moteurs diesel en milieu de travail

Vous pouvez télécharger cette publication en ligne sur le site
canada.ca/publicentre-EDSC.

Ce document est aussi offert sur demande en médias substituts (gros caractères, braille, audio sur cassette, audio sur DC, fichiers de texte sur disquette, fichiers de texte sur DC ou DAISY) auprès du 1 800 O-Canada (1-800-622-6232). Si vous utilisez un téléscripteur (ATS), composez le 1-800-926-9105.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2016

Pour des renseignements sur les droits de reproduction :
droitdauteur.copyright@HRSDC-RHDCC.gc.ca

PDF
Nº de cat. : Em8-23/2016F-PDF
ISSN : 978-0-6600-6745-2

ESDC
Nº de cat. : LT-293-12-16F

MESURES DE CONTRÔLE
des émissions d'échappement des moteurs diesel en milieu de travail

Préparé par:

Eva A. Karpinski, M. Sc., P. Eng.
Ingénieure en hygiène industrielle
Programme du travail – EDSC

5 novembre 2015

Cette ligne directrice a été élaborée par le Programme du travail pour aider les milieux de travail assujettis à la règlementation fédérale en matière de santé et de sécurité au travail à comprendre, gérer et contrôler adéquatement l'exposition des employés aux émissions d'échappement des moteurs diesel (EEMD) en milieu de travail, et permettre l'identification des lieux de travail où ce risque peut-être présent. Cette ligne directrice sera particulièrement utile pour les spécialistes de l'hygiène industrielle et les professionnels de santé et sécurité qui pourraient recommander ou mettre en place différentes mesures de contrôle appropriées pour permettre aux milieux de travail assujettis à la règlementation fédérale de se conformer aux exigences réglementaires canadiennes en matière de santé et de sécurité au travail.

Table des matières

1.	**Introduction**	**1**
2.	**Exposition aux EEMD en milieu de travail**	**2**
3.	**Exigences législatives fédérales**	**2**
4.	**Limite d'exposition en milieu de travail**	**3**
5.	**Mesures de contrôle**	**3**
6.	**Équipement de protection respiratoire**	**4**
7.	**Surveillance et vérification de l'efficacité des mesures de contrôle**	**5**
8.	**Mesures d'ingénierie**	**6**
	Filtres d'échappement de moteur	6
	Ventilation par aspiration à la source d'échappement	7
	Ventilation avec apport d'air neuf (ventilateur d'aspiration)	11
	Autre système de ventilation par aspiration à la source d'échappement	13
	Recirculation des gaz d'échappement (RGE)	13
	Convertisseurs catalytiques	13
	Réduction sélective non catalytique (RSNC)	13
	Autres mesures de contrôle	14
9.	**Pratiques de travail**	**14**
10.	**Éducation et formation des employés**	**14**
Réferences		**15**

1. Introduction

Les moteurs diesel, en raison de leur utilisation de mélange pauvre et à cause des températures et des pressions élevées faisant partie de leur processus de combustion, produisent des taux importants d'oxyde d'azote (NO_x), et la réduction de ces composés s'avère un défi unique. Les moteurs diesel modernes qui sont sur les routes font généralement appel à la réduction sélective non catalytique (RSNC) afin de respecter les lois concernant les émissions, car les autres méthodes comme la recirculation des gaz d'échappement ne peuvent pas réduire suffisamment les émissions de NO_x pour convenir aux nouvelles normes dans bon nombre de pays. Toutefois, les fines particules présentes dans les émissions d'échappement (parfois visibles sous la forme d'une fumée opaque et foncée) ont toujours fait l'objet de plus importantes préoccupations, puisqu'elles présentent différents dangers pour la santé et qu'elles sont rarement produites en grandes quantités dans les moteurs à étincelles. En 2012, on a rapporté, à la suite d'essais dans des conditions réelles, que même si le NO_x total produit par les voitures à essence a diminué d'environ 96 % grâce à l'utilisation du catalyseur, les voitures à moteur diesel produisent toujours des émissions de NO_x à une quantité comparable à celles d'il y a 15 ans, ce qui équivaut à des émissions de NO_x environ 20 fois plus élevées que celles des voitures à essence[1].

Outre le NO_x, les moteurs diesel produisent du carbone (de la suie), des oxydes de soufre (p. ex. du dioxyde de soufre – SO_2), des aldéhydes, des cétones, des alcools, de l'azote, des hydrocarbures, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de l'eau. Les moteurs diesel produisent de très faibles quantités de monoxyde de carbone (CO), puisqu'ils brûlent le carburant dans le surplus d'air, même à plein régime.

La quantité et la composition des émissions d'échappement des moteurs diesel (EEMD) varient selon :

- le type de moteur;
- la composition du carburant;
- l'entretien et le réglage du moteur;
- la température du moteur;
- la charge de travail du moteur.

Par ailleurs, trois types de fumée visible peuvent émaner de la combustion de diesel. La fumée blanche (gouttes d'eau et carburant non brûlé) s'échappe lorsque le moteur est démarré à froid, la fumée bleue (huile et carburant non brûlé) provient de moteurs mal entretenus et mal réglés et la fumée noire (suie, huile et carburant non brûlé) indique des problèmes mécaniques. La teneur en suie varie de 60 % à 80 %, selon le carburant utilisé et l'état du moteur[2].

2. Exposition aux EEMD en milieu de travail

Les travailleurs sont principalement exposés aux gaz d'échappement des moteurs diesel lorsqu'ils respirent les gaz et la suie, qui entrent dans leurs poumons. Les expositions répétées aux gaz d'échappement des moteurs diesel peuvent entraîner le cancer des poumons ou de lavessie, la bronchite chronique, la bronchopneumopathie chronique obstructive et l'asthme. Selon Carex Canada, 897 000 travailleurs canadiens sont exposés aux gaz d'échappement des moteurs diesel en milieu de travail chaque année[3].

Les sources principales de l'exposition des travailleurs aux EEMD sont les véhicules lourds qui utilisent le diesel comme les camions, les trains/locomotives, les autobus et les chariots élévateurs à fourche. Par conséquent, les employés des milieux de travail suivants sont les plus touchés parmi les secteurs d'activités relevant de la compétence fédérale :

- camionnage interprovincial et lieux d'entretien et de réparation de véhicules;
- voies ferrées, lieux de réparation de compagnies ferroviaires et tunnels ferroviaires[4];
- garages d'autobus et lieux d'entretien et de réparation de véhicules;
- postes de péage, entrepôts et garages;
- véhicules de piste et matériel auxiliaire d'aéroport, service de transport de bagages.

3. Exigences législatives fédérales

La Partie X (*Substances dangereuses*) du *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* (RCSST)[5], adopté en vertu de la partie II du *Code canadien du travail*, exige que lorsqu'il existe une possibilité que la santé et la sécurité d'un employé soient compromises par l'exposition à des substances dangereuses (y compris les EEMD) dans le lieu de travail, une enquête soit menée afin d'évaluer ces risques. Une fois l'enquête terminée, il est également exigé que l'exposition de l'employé à la substance dangereuse soit éliminée ou réduite grâce à la mise en œuvre de mesures d'ingénierie et, au besoin, d'autres mesures telles les mesures administratives et l'utilisation d'appareils de protection respiratoire. L'entretien adéquat des mesures de contrôle mises en œuvre, ainsi que la formation des employés, est aussi nécessaire.

4. Limite d'exposition en milieu de travail

La Partie X régit les limites d'exposition aux substances dangereuses en milieu de travail. L'alinéa 10.19(1 (a) stipule qu'aucun employé ne doit être exposé à une concentration d'agent chimique dans l'air dans une concentration excédant la valeur établie pour cet agent chimique par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) dans sa publication intitulée *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*[6].

Toutefois, en raison d'un désaccord parmi les experts concernant quels composants des gaz d'échappement des moteurs diesel il faut mesurer pour obtenir une juste évaluation de l'exposition, l'ACGIH® ne propose aucune valeur limite d'exposition (VLE) pour les EEMD.

En 2012, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), qui relève de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), a classé les EEMD sous la catégorie des agents cancérigènes pour l'homme (Groupe 1), et ce, sur la base d'indications suffisantes que l'exposition à ces gaz augmente le risque de cancer des poumons et d'indications limitées qu'elle augmente le risque de cancer de la vessie[7].

La règle générale veut que les expositions aux agents cancérigènes soient réduites au minimum. Les employés qui sont ou peuvent être exposés aux agents cancérigènes reconnus pour les humains et pour lesquels il n'y a aucune VLE ni aucune limite d'exposition en milieu de travail (LEMT) doivent disposer de l'équipement approprié pour éliminer ou, à tout le moins, réduire autant que possible toute exposition à l'agent cancérigène.

5. Mesures de contrôle

Parmi les moyens permettant de réduire l'exposition aux EEMD, on compte :

- modifier le moteur;
- installer des filtres à particules pour moteurs diesel (FPMD);
- mettre en œuvre la recirculation des gaz d'échappement;
- avoir recours à la réduction sélective non catalytique (RSNC);
- utiliser d'autres carburants, comme le méthoxyméthane ou le diesel à faible teneur en soufre;
- entretenir correctement le moteur et le système d'échappement.

La publication du Health and Safety Executive (HSE) intitulée *Control of diesel engine exhaust emissions in the workplace*[2]représente une excellente source de renseignements.

Elle désigne les entrepôts, les dépôts et les garages d'autobus comme des endroits où l'exposition aux EEMD en milieu de travail est courante. Elle donne en outre des exemples de bonnes pratiques de travail pour contrôler les émissions de gaz d'échappement des véhicules au diesel, comme les chariots élévateurs à fourche, les locomotives, les autobus et les camions, et d'endroits où il risque d'y avoir une accumulation d'EEMD, comme les entrepôts, les dépôts de locomotives, les garages d'autobus, les sites d'essai de véhicules, les casernes de pompiers, etc. Bon nombre de ces solutions s'appliquent aussi aux moteurs à essence.

Substituer le diesel par un autre carburant plus sécuritaire (p. ex. le méthoxyméthane ou le diesel à faible teneur en soufre) ou par une technologie de remplacement, par exemple les véhicules ou l'équipement à batterie, serait la façon la plus efficace de réduire l'exposition. Par contre, dans bien des cas, ces solutions sont soit inapplicables ou impossibles; il faut donc considérer d'autres options ou une combinaison d'options.

Les trois mesures d'ingénierie les plus efficaces pour éliminer ou réduire l'exposition aux EEMD sont l'utilisation de :

- filtres d'échappement de moteur;
- ventilation par aspiration à la source d'échappement;
- ventilation avec apport d'air neuf.

De plus, il est possible d'utiliser des mesures administratives[8], comme :

- modifier les méthodes de travail, par exemple, en limitant les vitesses et en utilisant des routes à sens unique afin de limiter la congestion routière, ou en empêchant ou interdisant l'utilisation superflue des moteurs au ralenti et la surcharge des moteurs;
- modifier les activités, en limitant par exemple la quantité d'équipement fonctionnant au diesel et la puissance moteur totale en activité dans une zone donnée, et s'assurer que l'utilisation des véhicules dans la zone ne surpasse pas la capacité du système de ventilation;
- modifier la disposition des lieux de travail, par exemple en désignant des zones où il est interdit d'utiliser les moteurs diesel ou interdites au personnel;
- laisser les portes et les fenêtres du garage ouvertes (si la température le permet).

Si nécessaire, l'utilisation des appareils de protection respiratoire (APR) aidera les employeurs à réduire les EEMD produites dans le milieu de travail et le nombre d'employés qui y sont exposés.

Remarque : Puisque le travail dans les mines et en mer entraîne des exigences particulières, cette ligne directrice ne s'applique pas aux émissions des véhicules et des appareils diesel utilisés dans ces situations. Elle ne s'applique pas non plus au contrôle des émissions d'échappement des moteurs en espaces clos.

6. Équipement de protection respiratoire

Lorsqu'une substance dans l'air entraîne un danger, la Partie XII (*Matériel, équipement, dispositifs, vêtements de sécurité*) du RCSST[9] exige que l'employeur fournisse un appareil de protection respiratoire répertorié dans la liste d'équipements homologués (*Certified Equipment List*) du *National Institute for Occupational Safety and Health* (*NIOSH*) et que cet appareil soit sélectionné, réglé, entretenu et utilisé conformément à la norme CAN / CSA Z94.4, *Choix, utilisation et entretien des appareils de protection respiratoire*. On ne devrait cependant utiliser l'appareil de protection respiratoire qu'en dernier recours.

7. Surveillance et vérification de l'efficacité des mesures de contrôle[10]

Puisqu'il n'y a aucun consensus scientifique à savoir quelles composantes des gaz d'échappement des moteurs diesel il faut mesurer pour évaluer l'exposition des employés et, puisqu'il n'y a aucune VLE ni aucune LEMT établie pour les EEMD, il est essentiel que les mesures de contrôle utilisées pour éliminer ou réduire l'exposition des employés aux agents cancérigènes soient d'une efficacité maximale.

Même si la quantité et la composition des EEMD varient selon le type de moteur, la composition du carburant et bien d'autres facteurs, certains indicateurs peuvent offrir une évaluation fiable des mesures d'ingénierie et d'autres mesures à utiliser pour s'assurer que les employés sont en toute sécurité.

Comme il en est fait mention dans l'introduction, il y a trois types de fumée visible qui peuvent émaner de la combustion de diesel : la fumée blanche (gouttes d'eau et carburant non brûlé), la fumée bleue (huile et carburant non brûlé) et la fumée noire (suie, huile et carburant non brûlé). Par ailleurs, la teneur en suie varie selon le carburant utilisé et l'état du moteur.

Afin de mener une enquête concernant un danger et d'évaluer l'efficacité des mesures de contrôle utilisées ou afin d'élaborer un programme de prévention des risques en milieu de travail, une personne qualifiée doit répondre aux questions suivantes :

1. Les employés sont-ils ou pourraient-ils être en danger dans leur milieu de travail en raison d'une exposition aux EEMD?
2. Combien d'employés pourraient être exposés aux EEMD?
3. Quelles sont les sources d'exposition et quels employés sont touchés?
4. Quelle serait la durée d'une possible exposition?
5. Y a-t-il eu des plaintes? Si c'est le cas, quels sont les symptômes constatés, s'il y a lieu?
6. A-t-on pris des échantillons sur des personnes ou dans la zone? Quels agents chimiques dans l'air (par exemple, le NO_x, le carbone élémentaire ou le SO_2) ont été échantillonnés? Quelles sont leurs concentrations? Leurs concentrations dépassent-elles les VLE ou les LEMT établies[10]?
7. Quelle est la concentration de dioxyde de carbone (CO_2) dans le lieu de travail? Cette concentration dépasse-t-elle une moyenne de 1000 ppm pondérée dans le temps sur 8 heures (MPT sur 8 heures)?
8. Qu'a fait l'employeur en vue du contrôle des émissions de moteurs diesel afin d'empêcher les employés d'y être exposés?
9. Un programme de surveillance médicale est-il établi dans le milieu de travail au bénéfice des employés? Qu'est-ce qui est inclus dans le programme (p. ex. des examens d'embauchage/périodiques, des examens médicaux, des niveaux d'intervention, de l'éducation sanitaire)?
10. Le programme d'éducation des employés est-il élaboré et mis en œuvre dans le milieu de travail?
11. Combien de pièces d'équipement ou de véhicules fonctionnant au diesel sont en marche dans une zone donnée? La puissance moteur totale dépasse-t-elle ou pourrait-elle dépasser la capacité du système de ventilation des lieux?

12. Les moteurs fonctionnent-ils à plein régime? Les laisse-t-on tourner au ralenti? Pourquoi? Peut-on imposer une limite de régime ou restreindre l'utilisation superflue des moteurs au ralenti?
13. Y a-t-il des zones désignées pour les déplacements du personnel ou pour l'utilisation des moteurs diesel? Est-il possible de modifier la disposition des lieux de travail?
14. Lorsque possible, les portes et les fenêtres du garage sont-elles laissées ouvertes?
15. Aperçoit-on de la fumée blanche, bleue ou noire dans le lieu de travail? Les moteurs sont-ils entretenus et réglés régulièrement? Si on aperçoit de la fumée noire, les moteurs ont-ils été inspectés pour déceler des problèmes mécaniques?
16. Y a-t-il des dépôts de suie visibles dans le lieu de travail? À quels endroits et dans quelles proportions? Quel est le type de carburant utilisé? Dans quel état est le moteur ?
17. En fonction des observations faites, les mesures de contrôle présentes dans le milieu de travail sont-elles adéquates? Si elles ne le sont pas, quelle stratégie de contrôle faudrait-il adopter pour éliminer ou réduire le niveau d'exposition ?

8. Mesures d'ingénierie

Filtres d'échappement de moteur[11]

Les filtres d'échappement de moteur sont conçus pour retirer les particules du flux d'échappement. Ces filtres sont installés dans le système d'échappement ou sur le tuyau d'échappement. L'un des systèmes de filtrage que l'on retrouve sur le marché se compose d'un filtre de céramique poreux, d'une soupape de dérivation et d'un module de commande électronique. La soupape de dérivation est installée dans le tuyau d'échappement et, lorsque le moteur est mis en marche, elle dirige les gaz d'échappement dans le filtre de céramique. Ce filtre « nettoie » les particules de gaz d'échappement du moteur diesel. Après une attente d'entre 20 secondes et 3 minutes environ (un temps suffisant pour laisser le véhicule quitter le garage), le module électronique surpasse le filtre et dirige les gaz d'échappement directement dans le tuyau d'échappement. Lorsque le véhicule est mis en marche arrière de façon à reculer dans le garage, le module dirige à nouveau les gaz d'échappement dans le filtre. Le filtre de céramique pèse entre 20 et 30 lbs (entre 9 et 14 kg) et peut recueillir environ 2 lbs de particules (environ 30 heures de fonctionnement) avant de nécessiter un entretien. Dans l'industrie minière, les filtres de céramique réduisent les concentrations de particules de diesel d'environ 90 %.

Un autre type de filtre à particules est le filtre-piège. Celui-ci permet de réduire les concentrations de particules de diesel d'au moins 80 %.

Il existe également un troisième type de filtre à particules qui est un système de contrôle des émissions de moteur diesel à deux étages conçu pour réguler les émissions en proximité, ou dans des endroits appelées *zones exemptes de smog* (*Smog Free Zones*)[12]. Les gaz d'échappement des moteurs diesel sont interceptés dans le tuyau d'échappement, avant d'être rejeter dans l'air ambiant. Au moyen de signaux radio, le mode de filtration s'active automatiquement lorsque le véhicule entre dans la zone exempte de smog et continue de filtrer les émissions jusqu'à ce que le véhicule la quitte. La filtration a lieu aussi longtemps que le véhicule se trouve dans un rayon de 100 mètres autour d'un transpondeur de fréquences radio (qui est par exemple installé dans un atelier de réparation), et non seulement au démarrage du moteur ou en marche arrière, ni pendant 100 secondes (ou moins) seulement. La filtration a également lieu lorsque le véhicule fonctionne au ralenti ou lorsqu'il avance ou recule, aussi longtemps que nécessaire. À proximité des transpondeurs de fréquences radio, les gaz d'échappement des moteurs diesel sont redirigés vers le filtre en aval du silencieux, réduisant ainsi les émissions de 99 %. Le silencieux sert également de pare-étincelles. Le filtre se trouve en aval du silencieux et forme le dernier piège d'échappement, ce qui n'a aucun effet sur la garantie du moteur.

Ventilation par aspiration à la source d'échappement

La ventilation par aspiration à la source d'échappement consiste à fixer un boyau au tuyau d'échappement et à le relier à un ventilateur [figure 1] [figure 2], qui achemine les gaz d'échappement à l'extérieur du lieu de travail. Les boyaux que l'on trouve sur le marché peuvent comporter diverses caractéristiques. Parmi ceux-ci, il y en a qui sont munis d'une fonction de débranchement automatique, qui débranche le boyau du tuyau d'échappement aussitôt que le véhicule sort du garage. On peut également installer un rail au plafond pour empêcher les boyaux de traîner au sol. Ces boyaux sont suspendus au rail à l'aide d'un balancier qui remonte automatiquement le boyau lorsqu'il n'est pas utilisé. On trouve des boyaux de diamètres différents qui se relient à des tuyaux d'échappement de tailles différentes.

La ventilation par aspiration à la source d'échappement présente l'avantage d'évacuer non seulement les particules de diesel, mais aussi les émissions gazeuses, comme les oxydes d'azote et de soufre. Le boyau qui se branche au tuyau d'échappement capture les gaz d'échappement lorsque le véhicule quitte le garage, mais il n'a aucune emprise sur ces gaz lorsque le véhicule entre à nouveau dans le garage, à moins que l'employé y fixe le tuyau avant l'entrée du véhicule. Cette mesure comporte un désavantage car elle exige que les employés se souviennent de fixer le boyau au tuyau d'échappement.

Pour les véhicules qui se trouvent dans les garages d'entretien, l'ACGIH® recommande soit les systèmes au plafond ou sous le plancher illustrés dans la figure VS-85-01 [figure 3] du document *Industrial Ventilation. A Manual of recommended Practice for Design*[13]. Les volumes de gaz d'échappement en fonction des types de moteurs sont présentés dans la figure VS-85-02 [figure 4].

Exemples de mesures d'ingénierie servant à contrôler les EEMD en milieu de travail (figures 1 à 4) :

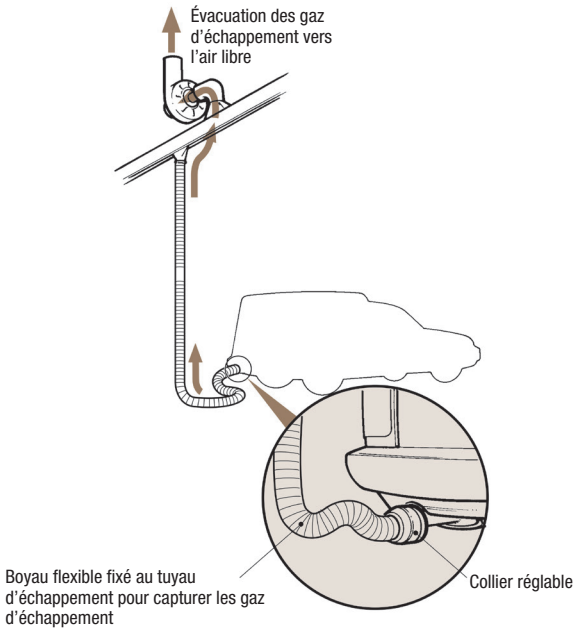


Figure 1 : Boyau flexible à longueur fixe avec système d'évacuation des gaz d'échappement

HSE Books – Control of diesel engine exhaust emissions in the workplace http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg187.pdf

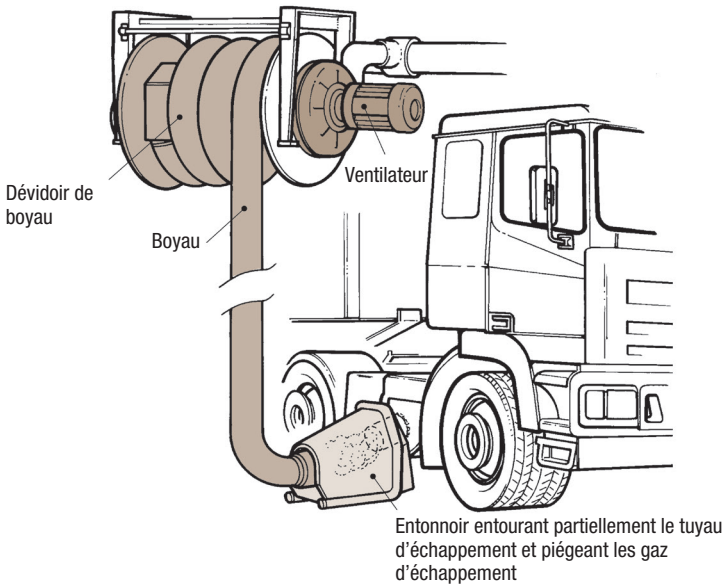


Figure 2 : Boyau fixe et système d'extraction des gaz d'échappement de type entonnoir

HSE Books – Control of diesel engine exhaust emissions in the workplace http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg187.pdf

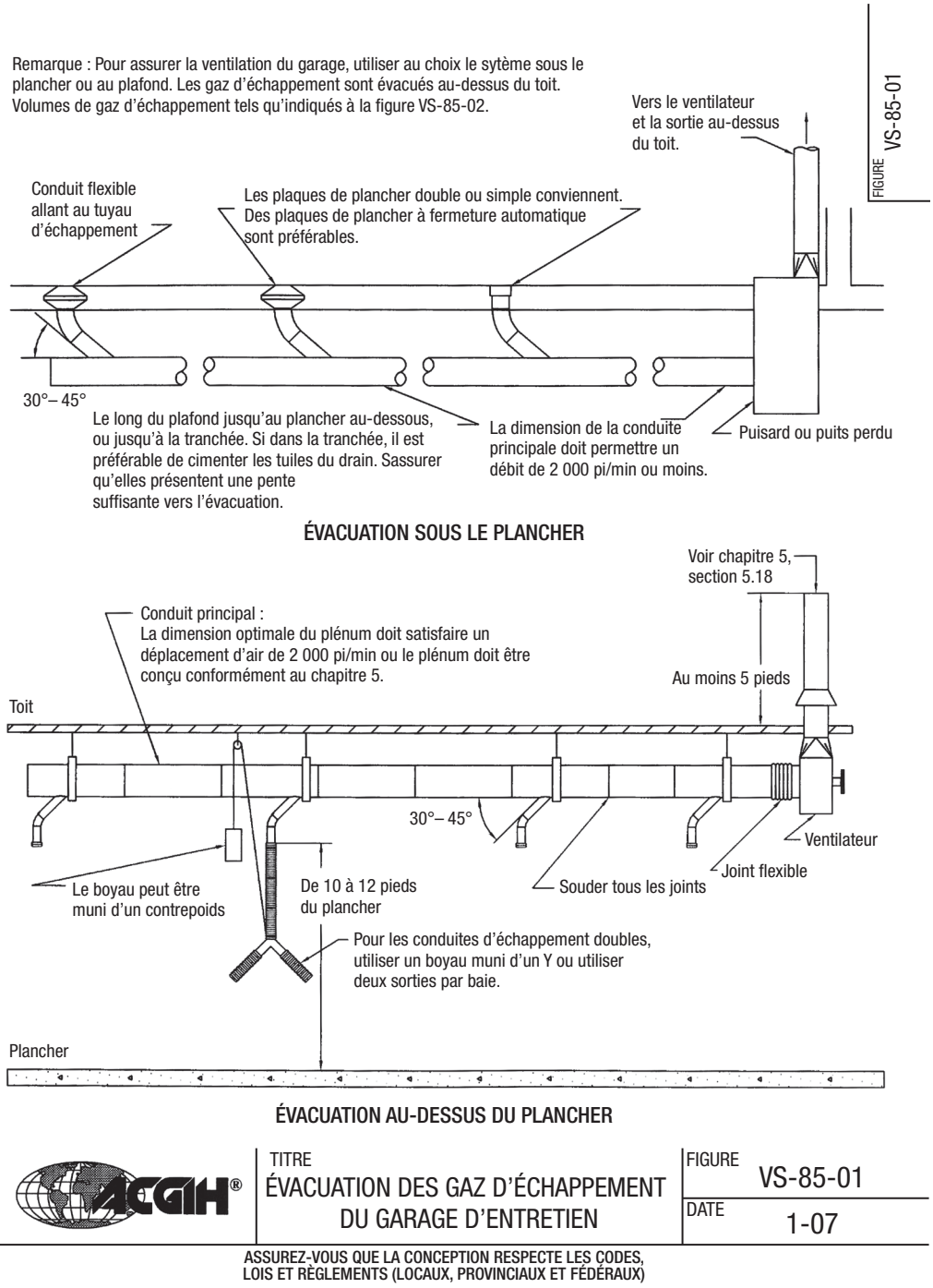


Figure 3 : Ventilation par aspiration à la source d'échappement, sous le plancher et au-dessus du plancher

ACGIH® – Industrial Ventilation. A Manual of recommended Practice for Design, 26e édition, 2007. Reproduction autorisée par l'ACGIH®.

La capacité d'une conduite d'évacuation reliée au tuyau d'échappement d'un moteur en marche est déterminée par la cylindrée du moteur, le régime du moteur et la température du tuyau d'échappement, ce à quoi s'ajoute un facteur de sécurité de 20 %. Cette capacité s'exprime en pied cube réel par minute.

FIGURE VS-85-02

$$Q_e = 1{,}2\,(D_{eng} \times N)\left(\frac{40QF + T_{eng}}{530F}\right)$$

Où :

Q_e = flux des gaz d'échappement en pied cube réel par minute

T_{eng} = température du tuyau d'échappement (F/Fahrenheit)

D_{eng} = cylindre du moteur (ft^3)

N = régime du moteur par minute

Dans le cas des moteurs au propane et à l'essence, ces températures peuvent varier de 350 à 800 °F en fonction de l'utilisation du véhicule. Les températures des gaz d'échappement des moteurs diesel sont plus élevées.

L'expression « sous charge » indique que le moteur génère une puissance supplémentaire et la température des gaz d'échappement du moteur peut être plus élevé que lorsqu'il tourne au ralenti. Dans ce cas, la température des gaz d'échappement varie entre 1000 et 1400 °F.

Par exemple, un moteur de 15 L à 1000 tr/min déplace 530 pi^3 (standard). Pour une température des gaz d'échappement de 1300 °F (sous charge lourde) cela équivaut à 1758 pieds cubes réels par minute. En ajoutant le facteur de sécurité de 20 % on obtient 2110 pieds cubes réels par minute.

$$Q_e = (1{,}2)\left(15L \times \frac{0{,}0353\,pi^3}{L} \times 1000\right)\left(\frac{460F + 1300}{530F}\right) = 2110 \text{ pieds cubes réels par minute}$$

Le calcul est le même pour tous les moteurs, il suffit de connaître la température des gaz d'échappement.

	TITRE	FIGURE
ACGIH®	VOLUMES DE VENTILATION PAR ASPIRATION	VS-85-02
		DATE 1-07

ASSUREZ-VOUS QUE LA CONCEPTION RESPECTE LES CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS (LOCAUX, PROVINCIAUX ET FÉDÉRAUX)

Figure 4 : Volumes de ventilation par aspiration

ACGIH® – Industrial Ventilation. A Manual of recommended Practice for Design, 26e édition, 2007. Reproduction autorisée par l'ACGIH®.

Ventilation avec apport d'air neuf (ventilateur d'aspiration)

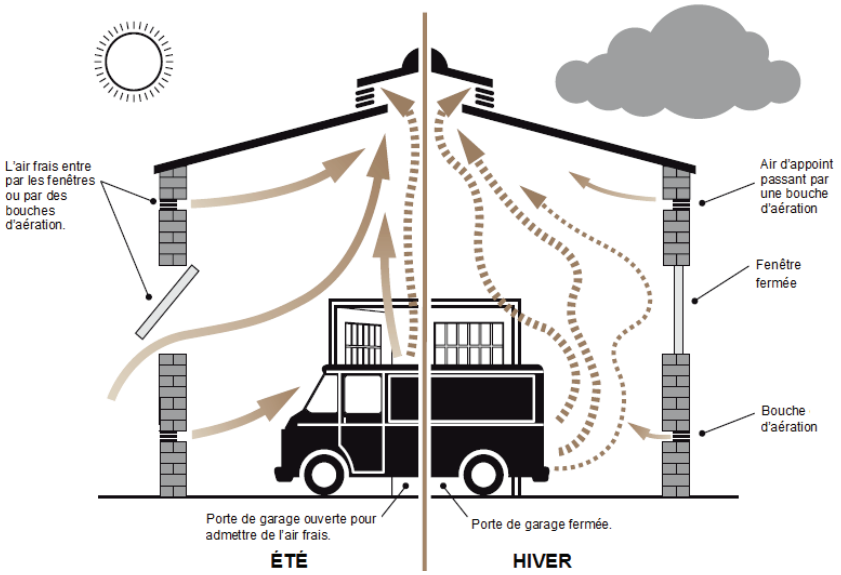
Dans un système de ventilation avec apport d'air neuf [figure 5], l'air contaminé d'EEMD est évacué vers l'extérieur, tandis qu'un apport d'air frais circule dans le garage à partir de portes ouvertes ou d'ouvertures d'admission d'air. L'air est évacué à l'aide d'un ventilateur situé sur le plafond ou sur un mur. Le ventilateur d'aspiration doit être dirigé vers l'arrière du garage, à l'opposé des portes d'entrée, afin que l'air de l'extérieur entre par les portes ouvertes et circule tout le long du bâtiment avant d'être évacué. Les ventilateurs d'évacuation devraient se trouver au haut des murs (ou dans le plafond). Si les portes du garage ne peuvent pas être gardées ouvertes pendant que le ventilateur d'aspiration fonctionne, un ventilateur refoulant peut être installé dans le bâtiment, à l'opposé du ventilateur d'aspiration, afin d'apporter de l'air frais dans le garage.

L'ACGIH® recommande un débit de ventilation avec apport d'air neuf de 100 pi^3/min pour chaque cheval-puissance des moteurs diesel. Le débit de ventilation avec apport d'air neuf recommandé tient compte des conditions de fonctionnement normal.

La ventilation avec apport d'air neuf comporte un inconvénient majeur en ce qu'elle ne permet pas de capturer les émissions à la source. Il se peut donc que les employés soient quand même exposés à certaines EEMD.

Ventillation naturelle

L'air qui contient des matières toxiques s'échappe vers l'air libre à travers les bouches d'aération du plafond ou par les fenêtres



Ventillation mécanique

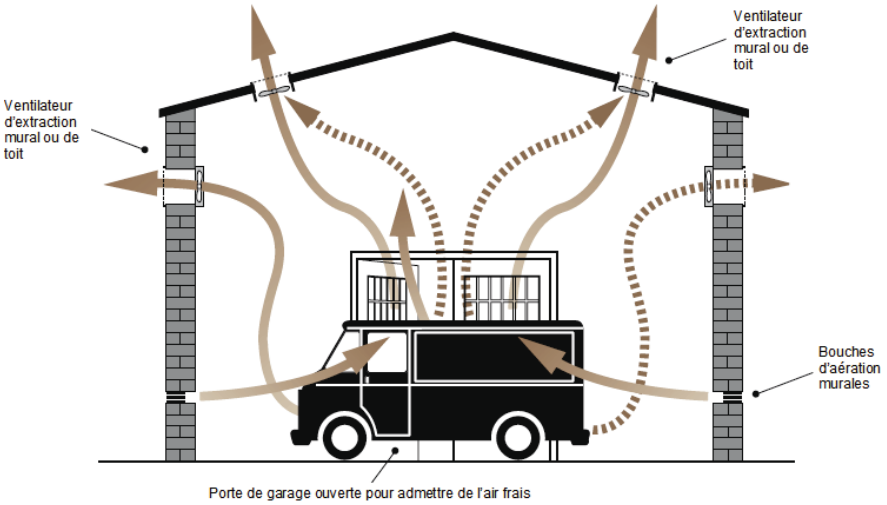


Figure 5 : Ventilation générale dans un garage (p. ex. naturelle et mécanique)

HSE Books – Control of diesel engine exhaust emissions in the workplace http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg187.pdf

Autre système de ventilation par aspiration à la source d'échappement

Outre la ventilation avec apport d'air neuf et la ventilation naturelle, la ventilation par aspiration à la source d'échappement ou par extraction peut s'avérer nécessaire dans les stations de train qui comportent des quais couverts ainsi que dans les ateliers de maintenance et de réparation afin de retirer les EEMD produites des zones où les employés respirent.

Recirculation des gaz d'échappement (RGE)[1]

Pour ce qui est des moteurs à combustion interne, la recirculation des gaz d'échappement (RGE) est une technique de réduction des émissions de NO_x utilisée tant pour les moteurs à essence que pour les moteurs diesel. La RGE consiste à réacheminer une partie des gaz d'échappement d'un moteur vers ses cylindres. Ce processus dilue l'oxygène dans le flux d'air entrant et intègre des gaz inertes dans la combustion, qui absorbent la chaleur afin de réduire les températures maximales dans les cylindres. Les NO_x sont produits dans une mince bande de haute température et de haute pression.

Dans un moteur diesel, les gaz d'échappement remplacent une partie de l'excès d'oxygène dans le mélange de précombustion. Puisque les NO_x se forment principalement lorsqu'un mélange d'azote et d'oxygène est soumis à de hautes températures, la diminution de la température de la chambre de combustion causée par la RGE réduit la quantité de NO_x produite par la combustion (quoiqu'au prix d'une partie de l'efficacité du moteur). De plus, les gaz réintroduits à partir des systèmes de RGE contiendront des concentrations quasiment équilibrées de NO_x et de CO : la mesure pondérée des valeurs moyennes démontre que leur petite quantité qui se trouve d'abord dans la chambre de combustion empêche la production nette totale de ces gaz et d'autres polluants. De nos jours, la plupart des moteurs doivent faire appel à la recirculation des gaz afin de respecter les normes d'émission.

Convertisseurs catalytiques[1]

Un convertisseur catalytique est un dispositif de contrôle des émissions qui transforme les composés toxiques présents dans les émissions de gaz d'échappement en composées moins toxiques à l'aide de la catalyse d'une réaction d'oxydoréduction. Les convertisseurs catalytiques sont utilisés dans les moteurs à combustion interne à essence ou au diesel, y compris les moteurs à mélange pauvre. Puisqu'ils mélangent l'oxygène avec du monoxyde de carbone et des hydrocarbures non brûlés afin de produire du dioxyde de carbone et de l'eau, ils réduisent la quantité d'oxydes d'azote. Les convertisseurs catalytiques sont utilisés dans les systèmes d'échappement des chariots élévateurs, des camions, des autobus et des locomotives.

Réduction sélective non catalytique (RSNC)[1]

La RSNC est une méthode servant à réduire les émissions de NO_x. La réaction qu'elle utilise fait appel à des radicaux d'ammoniac qui se lient aux NO_x avant de se décomposer. Pour être efficace, cette réaction requiert un temps de réaction suffisant dans une certaine plage de température, qui se trouve normalement entre 1 400 et 2 000 °F (entre 760 et 1 090 °C). À des températures plus basses, la réaction entre les NO_x et l'ammoniac n'a pas lieu. Parmi les autres exigences qui compliquent le procédé, on compte le mélange insuffisant d'ammoniac et de NO_x pour effectuer la réaction d'oxydoréduction. Par conséquent, même si la

réduction sélective non catalytique peut en théorie offrir la même efficacité d'environ 90 % que la réduction sélective catalytique, ces contraintes particulières de température, de temps et de mélange produisent souvent des résultats moins importants en réalité. Toutefois, la réduction sélective non catalytique présente un avantage économique par rapport à la réduction sélective catalytique, puisqu'elle n'entraîne pas les coûts relatifs au catalyseur.

Autres mesures de contrôle

D'autres mesures de contrôle devraient être considérées pour réduire davantage l'exposition des employés aux gaz nocifs, par exemple :

- modifier les bourrelets de calfeutrage de toutes les portes entre le garage et les bureaux adjacents pour empêcher l'infiltration d'EEMD;
- garder une pression positive dans les bureaux ou les postes de péage (s'il y a lieu) et y acheminer suffisamment d'air frais provenant d'une source non contaminée.

9. Pratiques de travail

En plus des mesures d'ingénierie, les bonnes pratiques de travail[11] peuvent aider à réduire les EEMD et donc l'exposition des travailleurs, par exemple :

- toujours ouvrir les portes du garage avant de démarrer les véhicules;
- garder les portes du garage ouvertes (si la température le permet) pendant au moins 10 minutes après le fonctionnement du véhicule;
- effectuer un entretien périodique des moteurs des véhicules afin de réduire les EEMD au minimum;
- considérer la mise en œuvre d'un programme de modernisation afin de reconstruire les moteurs diesel lorsqu'ils nécessitent une révision générale de façon à ce qu'ils produisent moins de particules de diesel;
- tenir compte du rendement mécanique et des données d'émission au moment de choisir de nouveaux moteurs.

10. Éducation et formation des employés

Le RCSST exige que les employeurs élaborent et mettent en œuvre un programme de formation des employés visant la prévention et le contrôle des risques dans le lieu de travail. Tous les employés qui sont ou pourraient être à risque en raison d'une exposition aux EEMD sont tenus de recevoir des instructions et une formation concernant les risques qu'elles représentent pour la santé et l'utilisation adéquate des mesures de contrôle.

Références

1 Reşitoğlu, İ.A., Altinişik, K. & Keskin, A. Clean Techn Environ Policy (2015) 17: 15. doi:10.1007/s10098-014-0793-9
http://link.springer.com/article/10.1007/s10098-014-0793-9 *[en anglais seulement]*

2 *Control of diesel engine exhaust emissions in the workplace*. HSG187 (3e édition). Health and Safety Executive (HSE). HSE Books. 2012.
http://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg187.htm *[en anglais seulement]*

3 CAREX Canada.
http://www.carexcanada.ca/en/diesel_engine_exhaust/occupational_estimate
[en anglais seulement]

4 Garshick, E., et coll. *Lung Cancer in Railroad Workers Exposed to Diesel Exhaust*. 2004 Environmental Health Perspectives 112(15), p. 1539 à 1543. DOI : 10.1289/ehp.7195
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15531439 *[en anglais seulement]*

5 *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* DORS/86-304, 2014. Partie X – Substances dangereuses.

6 *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. Industrial Ventilation, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®), 2015. *[en anglais seulement]*

7 *Les gaz d'échappement des moteurs Diesel cancérogènes*. Communiqué de presse nº 213. Organisation mondiale de la santé (OMS). Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), 2012.

8 Hazard Alert – Diesel Exhaust/Diesel Particulate Matter. US Occupational Health and Safety Administration. 2013
https://www.osha.gov/dts/hazardalerts/diesel_exhaust-hazard_alert.html *[en anglais seulement]*

9 *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* DORS/86-304, 2014. Partie XII – Matériel, équipement, dispositifs, vêtements de sécurité.

10 *Ligne directrice canadienne concernant l'échantillonnage professionnel de conformité relatif aux agents chimiques*. EDSC – Programme du travail. 2015.

11 Baldwin, N., TR. Hales et MT Niemeier, *Controlling Diesel Exhaust Exposure Inside Firehouses*. Fire Engineering. 2011.
http://www.fireengineering.com/articles/print/volume-164/issue-2/features/controlling-diesel-exhaust-exposure-inside-firehouses.html *[en anglais seulement]*

12 *Smoke Blotter® 2-Stage System – Phantom Switch™ Zone Filtration*. Air Technology Solutions, Inc. Mississauga, Ontario, Canada, 2010.
http://www.airmation.ca/smokeblotter.php *[en anglais seulement]*

13 *Industrial Ventilation. A Manual of recommended Practice for Design*, (26e édition), Industrial Ventilation, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®), 2007. *[en anglais seulement]*