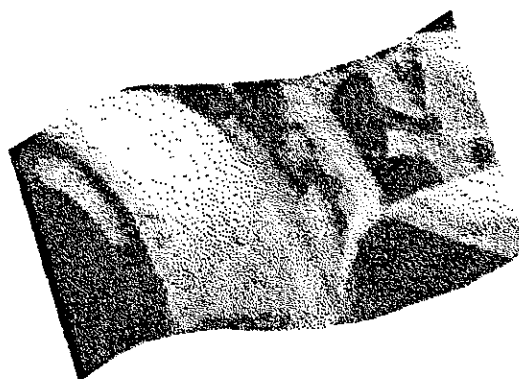


# Répertoire des techniques et technologies de contrôle des émissions des moteurs diesel en milieu minier



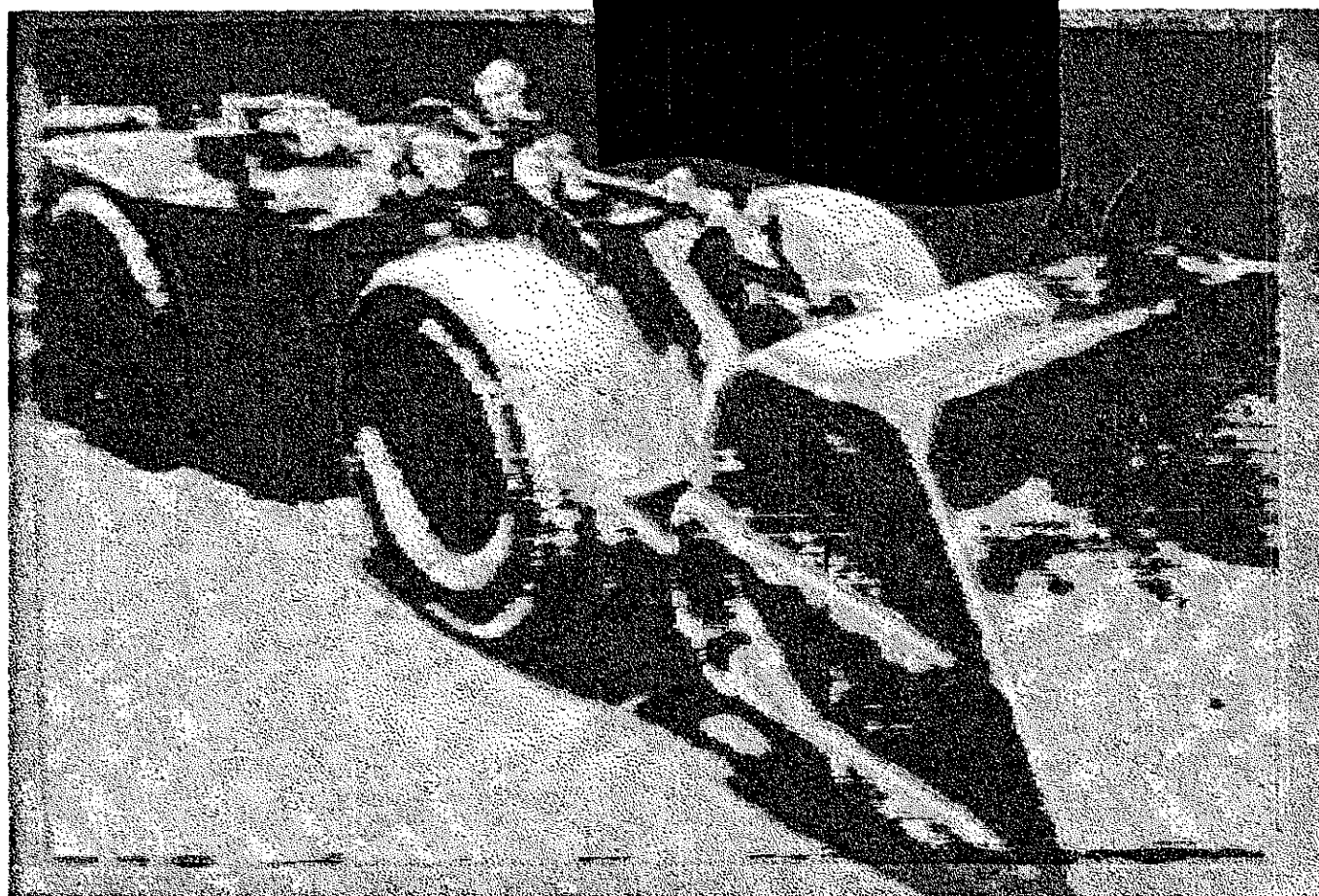
# ÉTUDES ET RECHERCHES

Michel Grenier  
Mahe Gangal  
Stephen Hardcastle  
Don Gainty

Octobre 1997

R-172

RAPPORT



IRSST  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

CANMET



## La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

### ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : (514) 288-1 551  
Télécopieur: (514) 288-7636  
Site internet : [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche en santé  
et en sécurité du travail du Québec,

# **Répertoire des techniques et technologies de contrôle des émissions des moteurs diesel en milieu minier**

**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

**Michel Grenier, Mahe Gangal, Stephen Hardcastle, Don Dainty  
CANMET**

**Collaborateurs :**

**François Gau**

**ASP - secteur minier**

**Claude Ostigué**

**Programme hygiène et toxicologie, IRSST**

**RAPPORT**

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>DESCRIPTION DES ÉMISSIONS DES MOTEURS DIESELS .....</b>	<b>2</b>
MONOXYDE DE CARBONE .....	3
DIOXYDE DE CARBONE .....	3
OXYDES D'AZOTE .....	3
DIOXYDE DE SOUFRE.....	3
HYDROCARBURES.....	4
PARTICULES DIESELS .....	4
<b>ÉMISSIONS DIESELS: IMPACT SUR LA SANTÉ ET LIMITES D'EXPOSITION .....</b>	<b>4</b>
SUBSTANCES GAZEUSES.....	5
PARTICULES DIESELS .....	5
<b>MÉTHODES DE MESURE DES CONTAMINANTS.....</b>	<b>6</b>
<b>MÉTHODES DE CONTRÔLE.....</b>	<b>6</b>
GÉNÉRALITÉS .....	6
MOTEURS DIESELS .....	7
SYSTÈMES D'ÉPURATION DE L'ÉCHAPPEMENT .....	9
QUALITÉ DU CARBURANT DIESEL.....	10
AÉRAGE .....	10
PROTECTION PERSONNELLE .....	13
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>14</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>15</b>

### LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE A :**           **Liste des moteurs diesels et fabricants**  
**ANNEXE B :**           **Liste des systèmes d'épuration et fabricants**

## INTRODUCTION

La question de la toxicité des fumées diesels remonte aux années 1950 (1), quand certains tests en laboratoire ont révélé que des composantes des fumées en question pouvaient provoquer l'apparition de certaines formes de cancers quand celles-ci étaient appliquées sur la peau d'animaux de laboratoires. Les résultats de ces tests, cependant, n'ont pas réellement attiré l'attention. Il faudra attendre la fin des années 1970 pour que les chercheurs et les législateurs réagissent, à l'annonce des manufacturiers d'automobiles, de mettre en marché des voitures familiales munies de moteurs diesels.

Pendant ce temps, l'utilisation du diesel est devenu très populaire en milieu minier. Les moteurs diesels sont performants, durables et offrent aux exploitations minières une source de puissance mobile économique. Bien qu'il y ait des alternatives au diesel, celles-ci sont habituellement trop onéreuses ou non compatibles au type de travail requis dans les mines.

Ce document contient de l'information générale au sujet des émissions diesels. En particulier, il décrit brièvement certaines des propriétés des émissions diesels au niveau de la présence en milieu minier et de l'impact sur la santé. Suivent ensuite les méthodes de contrôle et les outils qui peuvent aider à réduire l'exposition aux émissions diesels. Finalement, on dressera la liste des techniques et technologies sur le marché qui peuvent contribuer à abaisser les concentrations des émissions diesels.

## DESCRIPTION DES ÉMISSIONS DES MOTEURS DIESELS

Pour mieux parvenir à réduire l'exposition des travailleurs du secteur minier, il est important d'en savoir un peu plus au sujet des émissions des moteurs diesels. La fumée de diesel est composée de milliers de substances chimiques qui résultent de la combustion plus ou moins complète du carburant. La composition exacte de ladite fumée dépend de plusieurs facteurs dont, le type de moteur, l'état de l'entretien de ce moteur, le type de travail effectué, les appareils utilisés pour nettoyer l'échappement et même les habitudes de travail de l'opérateur.

Ces substances sont des gaz, des vapeurs ou des particules de carbone auxquelles sont attachées toutes sortes de composés organiques. Les vapeurs, aussi bien que les solides, contiennent des substances potentiellement cancérigènes et/ou pouvant causer une multitude de problèmes, selon le degré de concentration, à la santé et au bien être en milieu de travail.

Les gaz sont composés, en majorité, de substances que l'on retrouve dans l'atmosphère, entre autres, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et l'azote (N<sub>2</sub>). Si on y ajoute les vapeurs d'eau, on arrive à 99% de la masse de l'échappement (2). Dans l'autre 1% on retrouve le monoxyde de carbone (CO), le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ainsi que

des hydrocarbures (HC) de toutes sortes, retrouvés sous forme de vapeurs. Toutes ces substances en concentration suffisante, sont toxiques, asphyxiantes ou tout simplement irritantes.

### ***Monoxyde de carbone***

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz inodore et incolore. Il forme un mélange explosif quand on le retrouve à des concentrations qui dépassent 12.5% par volume d'air. Au niveau de l'organisme, le CO est un gaz extrêmement toxique puisqu'il s'attache facilement à l'hémoglobine et prend ainsi la place de l'oxygène dans le sang. L'échappement diesel et la fumée de cigarette sont des sources de CO.

### ***Dioxyde de carbone***

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est aussi incolore et inodore mais il n'est pas explosif ou combustible. Ce gaz est plus dense que l'air et dans des endroits où l'aération est déficiente, on le retrouve plutôt près du niveau du sol. Bien qu'il ne soit pas considéré comme un gaz toxique, le CO<sub>2</sub> peut, en concentration suffisante, déplacer suffisamment d'oxygène pour poser un danger à la santé. L'air frais contient en moyenne 350 ppm de CO<sub>2</sub>.

### ***Oxydes d'azote***

Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) se retrouvent sous deux formes dans l'échappement diesel: le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Le NO est un gaz inodore qui se convertit spontanément en NO<sub>2</sub>. Ces gaz sont formés par le processus de combustion du moteur à partir de l'azote (N<sub>2</sub>) et de l'oxygène (O<sub>2</sub>) que l'on retrouve dans l'air en grande quantité. L'exposition à ces substances, à de fortes concentrations, peut provoquer diverses réactions au niveau du système respiratoire incluant l'œdème des poumons, qui résulte en un engorgement aigu du tissu alvéolaire, et la mort à des concentrations élevées.

### ***Dioxyde de soufre***

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est un gaz incolore qui dégage de fortes odeurs. À des concentrations assez élevées, ce gaz peut provoquer des irritations sérieuses au niveau des yeux et du système respiratoire. Le SO<sub>2</sub> est formé à partir du soufre qui se retrouve dans le carburant. Les carburants de bonne qualité, contenant peu de soufre, peuvent donc réduire de façon appréciable les concentrations de ce gaz.

## **Hydrocarbures**

Des centaines d'hydrocarbures différents ont été identifiés dans les vapeurs diesels. Parmi ceux-ci, les aldéhydes, tel le formaldéhyde sont des irritants au niveau des yeux, de la peau et du système respiratoire. Ces composés sont formés à partir de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Ces hydrocarbures sont habituellement responsables de l'odeur caractéristique de l'échappement diesel. Les vapeurs du carburant diesel dégagent aussi plusieurs hydrocarbures polycycliques aromatiques.

## **Particules diesels**

Les particules solides du diesel sont formées à partir de petites sphères de carbone de 0.2 microns de diamètre. Ces sphères se regroupent pour former des particules qui sont, en général, très petites soit moins de 1 micron en diamètre (3). Le problème, en ce qui concerne la fraction solide, vient du fait que la surface des particules de carbone est très efficace pour adsorber les composés toxiques et potentiellement cancérigènes tels les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les gaz mentionnés plus haut ainsi que les acides formés à partir de ces gaz. La petite taille de ces particules fait aussi qu'elles peuvent facilement atteindre les parties profondes des poumons. Dans ces régions du système respiratoire, on retrouve les alvéoles qui servent à absorber l'oxygène. Malheureusement, les processus d'élimination des poussières dans cette région sont très lents.

## **ÉMISSIONS DIESELS: IMPACT SUR LA SANTÉ ET LIMITES D'EXPOSITION**

A partir des années 1970, des travaux en laboratoire, et plusieurs études épidémiologiques, ont démontré, de façon assez évidente, que l'exposition aux émissions diesels doit être minimisée. Des institutions, tels le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) et le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), ont statué au sujet des émissions diesels. En 1988, le NIOSH recommandait que les émissions diesels soient considérées comme un élément cancérigène potentiel en milieu de travail (4). Le CIRC, pour sa part considérait en 1989 qu'il y avait suffisamment de données pour conclure que les émissions diesels sont un élément cancérigène probable pour l'être humain (5).

Des recherches, faites pour le compte de CANMET (6), ont aussi démontré qu'il y a une relation entre les composés gazeux et solides de l'échappement diesel qui fait que l'effet toxique de l'ensemble des substances est potentiellement plus grand que la somme des effets toxiques de chacun des composés. L'équation de l'indice de la qualité de l'air (IQA) tente de tenir compte de ce fait. L'indice de la qualité de l'air est aussi un moyen pratique qui aide à déterminer si les débits d'air sont suffisants dans chaque endroit de travail sous terre. L'IQA est donc aussi à la

base du calcul des volumes d'air requis au niveau de l'homologation des moteurs diesels d'après les normes canadiennes.

$$IQA = \frac{CO}{50} + \frac{NO}{25} + \frac{PCR}{2} + 1.5 \left( \frac{SO_2}{3} + \frac{PRC}{2} \right) + 1.2 \left( \frac{NO_2}{3} + \frac{PCR}{2} \right)$$

Dans cette équation, les symboles chimiques pour les gaz (CO, NO, NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>) sont les concentrations ambiantes de ces gaz en ppm, et la concentration des particules combustibles respirables (PCR) est en milligrammes par mètre cube d'air (mg/m<sup>3</sup>). Bien qu'on ne se serve pas de cette équation au Québec, le Comité Canadien ad hoc Diesel recommande que l'IQA ne dépasse pas une valeur de 3.0 dans l'air ambiant.

### **Substances gazeuses**

En ce qui concerne les principaux gaz que l'on retrouve dans l'échappement diesel, les limites d'exposition, pour un quart de travail, pour la province de Québec se trouvent dans le tableau qui suit et sont exprimées en parties par million (ppm):

<b>Gaz</b>	<b>Formule chimique</b>	<b>Limite d'exposition pour un quart de travail normal *</b>	<b>Limite pour exposition de courte durée **</b>
monoxyde de carbone	CO	35	200
dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	5000	30000
monoxyde d'azote	NO	25	-
dioxyde d'azote	NO <sub>2</sub>	3	-
dioxyde de soufre	SO <sub>2</sub>	2	5

\* Quarts de huit heures et semaines de quarante heures.

\*\* Exposition moyenne maximale pour des périodes des 15 minutes.

### **Particules diesels**

En réponse aux rapports du NIOSH et du CIRC, la plupart des pays industrialisés ont déployés des efforts visant à établir ou à abaisser les limites d'exposition aux particules diesels. En particulier, en 1990, le Comité Canadien ad hoc Diesel recommandait que l'on fasse la mesure de l'exposition des travailleurs aux poussières diesels en échantillonnant les particules combustibles respirables (PCR) dans l'air que respire les travailleurs. De plus, le même comité suggéra alors que la limite d'exposition aux PCRs soit de 1.5 mg/m<sup>3</sup> (7). Depuis lors, cette limite a été adoptée dans plusieurs provinces canadiennes incluant le Québec.

Récemment, l'ACGIH a placé les particules diesels sur la liste des substances pour lesquelles on envisage d'appliquer des limites d'exposition. L'ACGIH veut proposer un TLV® (threshold limit value) de 0.15 mg/m<sup>3</sup> (8). Cette limite d'exposition est très basse, et bien que l'ACGIH n'ait pas de juridiction au niveau de la réglementation, ses propositions ont habituellement beaucoup d'influence.

## MÉTHODES DE MESURE DES CONTAMINANTS

Pour parvenir à contrôler l'exposition des travailleurs, il est important de pouvoir mesurer les concentrations des produits de combustion diesel. En ce qui concerne les gaz, les mesures sont faites à l'aide de tubes colorimétriques et/ou de dosimètres qui fonctionnent habituellement d'après le principe de cellules électrochimiques.

Pour ce qui est des particules diesels, la méthode de mesure au Québec sera celle développée par CANMET, pour les mesures de particules combustibles respirables (9). Cette méthode est très semblable à la méthode utilisée pour faire la mesure de poussière de silice en milieu industriel. Il s'agit de prélever un échantillon de poussière respirable à l'aide d'une pompe à débit contrôlé. Cette pompe sert à faire passer un échantillon d'air (et de poussière) au travers d'un cyclone de 10-mm à un débit de 1.7 litres à la minute. Ce procédé sépare et élimine la portion non respirable (grossière) de la poussière. La fraction respirable est prélevée à l'aide d'un filtre à membrane d'argent. Ces filtres sont ensuite chauffés dans un four à une température de 400°C. Le filtre est pesé avant et après le processus de chauffage et la différence donne la masse des particules combustibles respirables.

## MÉTHODES DE CONTRÔLE

### *Généralités*

Les limites d'exposition qui s'appliquent au niveau de la réglementation sont des limites d'exposition maximale, calculées sur la moyenne des concentrations pendant un quart de travail normal. En fait, au niveau de la santé des travailleurs, et même pour ce qui est de la productivité de la main d'oeuvre on se doit d'utiliser tous les moyens disponibles afin de réduire les concentrations des émissions diesels. Ceci est d'autant plus vrai quand on sait que les émissions en question sont un produit cancérigène potentiel.

Il est important de réaliser qu'il faut prendre une approche globale pour parvenir à réduire de façon appréciable les concentrations des émissions diesels. En fait, il faut faire appel aux nouvelles technologies, aussi bien au niveau des moteurs et des dispositifs d'épuration de

l'échappement. Il faut aussi s'assurer de faire l'entretien des moteurs et des systèmes d'épuration de façon régulière et d'après les normes suggérées par le manufacturier. Les habitudes de travail et les méthodes de travail peuvent aussi avoir un impact sur la qualité de l'air en milieu de travail. L'aérage doit être utilisé de façon optimale afin de diluer les émissions diesels. Finalement, on peut aussi faire appel, en tout dernier recours, à des dispositifs de protection personnelle.

Cet effort global implique une approche concertée, de l'opérateur de l'équipement jusqu'à la gestion de la mine. Dans cet effort, la contribution de chacun est tout à fait critique. En son absence, l'impact global des initiatives, qui sont mises en oeuvre, sera diminué ou annulé.

En premier lieu, l'opérateur est responsable de voir à ce que le chantier de travail soit sécuritaire (aérage) et que l'équipement diesel soit également en bon état de fonctionnement. Le superviseur doit donc s'assurer que ces tâches sont accomplies régulièrement et il se doit aussi de faciliter et de coordonner les efforts quand ils impliquent du personnel d'autres départements (entretien ou ventilation). Le système d'aérage doit faire l'objet d'inspections régulières au niveau de l'entretien et de l'amélioration si nécessaire.

La sélection, l'achat et l'entretien des véhicules demandent la collaboration du personnel rattaché à la production, à l'aérage et à l'entretien des véhicules. Ceci permettra la sélection d'un véhicule performant, tout en assurant une efficacité maximale quant au contrôle et réduction des émissions nocives. Par la suite, l'entretien de l'équipement doit être fait à intervalle régulier tel que suggéré par le manufacturier. Habituellement, les représentants des manufacturiers de moteurs, ou des mécaniciens accrédités par ces derniers, se chargent de l'entretien des moteurs.

La section suivante décrit, en détail, ces méthodes de contrôle, et leur impact en milieu minier.

### ***Moteurs diesels***

Les moteurs diesels ont beaucoup évolués depuis les cinq dernières années. Ceci est dû surtout aux normes environnementales strictes qui ont vu le jour aux États-Unis. Grâce à ces normes, les manufacturiers produisent maintenant des moteurs plus "propres" et l'industrie minière peut en profiter.

La plupart des manufacturiers de moteurs de véhicules de production (200c.v. et plus) peuvent maintenant commercialiser des moteurs homologués fonctionnant à l'aide de modules de contrôle électroniques. Sur ces derniers, le carburant diesel est injecté de façon précise afin d'améliorer l'économie de carburant et de réduire les émissions. Plusieurs tests, en milieu minier, ont démontré les bénéfices liés à l'utilisation de moteurs munis de contrôles électroniques (10,11).

L'utilisation de moteurs homologués, d'après les méthodes du conseil canadien des normes (CSA/CANMET) ou du MSHA, est fortement recommandée. Cette procédure donne l'assurance que le moteur a été évalué pour fin d'utilisation en milieu minier. Ceci permet aussi à l'opérateur minier de faire l'acquisition de moteurs performants au niveau de la production et de la réduction des contaminants. Ceci s'applique aux véhicules de production ainsi qu'aux véhicules de service et de transport du personnel.

Ci-après, d'autres facteurs qui influencent la qualité de l'échappement:

- La sélection de la combinaison véhicule/moteur afin de s'assurer que la puissance du moteur est choisie en fonction du travail à faire.
- L'entretien du moteur doit être fait à intervalle régulier et strictement selon les normes du manufacturier.
- Maintien des pressions, au niveau du filtre à air et du système d'échappement, à l'intérieur de l'intervalle de travail, en deçà des normes prescrites par le manufacturier. Ceci afin de ne pas annuler la garantie du moteur et afin aussi de réduire les émissions diesels.
- Élimination des fuites d'huile à moteur, d'huile hydraulique et de carburant. Celles-ci peuvent causer des incendies mais elles contribuent aussi à la concentration de particules combustibles respirables quand elles entrent en contact avec les parties chaudes du moteur et du système d'échappement.
- Les normes prescrites par le manufacturier, au niveau de l'approvisionnement des injecteurs de carburant (ajustements aux injecteurs et à la pompe), ne doivent pas être modifiées. Ces normes sont développées afin d'en arriver à un minimum du total de la toxicité des produits de combustion. Un ajustement, par exemple, qui peut réduire certaines émissions, pourrait se traduire en une hausse de la concentration d'autres composantes toxiques.
- Au niveau du véhicule, on peut souvent reconfigurer la sortie du système d'échappement afin de réduire l'exposition directe de l'opérateur. Il faut cependant s'assurer que les gaz d'échappement ne sont pas dirigés en direction de l'opérateur ou directement vers le sol où ils pourraient redisperser des poussières minérales. Habituellement, il suffit de respecter la géométrie originale du système d'échappement.

Finalement, il faut réaliser que les émissions diesels font présentement l'objet de beaucoup d'attention. Les manufacturiers de moteurs diesels savent que la sélection de moteurs sera basée de plus en plus sur la "propreté" des émissions de leurs moteurs. Tous les manufacturiers se font un devoir de discuter des options qui s'offrent à leurs clients. L'annexe "A" contient de l'information générale qui provient des manufacturiers de moteurs diesels, ainsi que les noms et les coordonnées de représentants.

## **Systèmes d'épuration de l'échappement**

Il y a une multitude de systèmes d'épuration de l'échappement disponibles sur le marché. Il faut savoir cependant que ces technologies varient grandement au niveau de l'efficacité, du prix et sont parfois très restreintes au niveau de l'application (type de moteur, carburant ou travail). Ces technologies changent aussi de façon rapide, ce qui fait qu'il est difficile de se tenir au courant des changements. L'annexe "B" contient une liste sommaire des types de technologies dont on peut se servir afin de contrôler les émissions gazeuses et solides. On y retrouve aussi le nom et les coordonnées des principaux manufacturiers. Ceux-ci pratiquent généralement une approche personnalisée par des visites des sites miniers suivies de recommandations au niveau du choix de système d'épuration. Dans certains cas, comme pour les filtres en céramiques par exemple, le manufacturier devra s'assurer que le type de moteur et de travail produisent des températures qui réussiront à régénérer les filtres (brûler la suie).

Voici certains facteurs qui peuvent influencer le choix et/ou la performance des systèmes d'épuration:

- L'efficacité des technologies d'épuration dépend, en grande partie, de la température des gaz d'échappement. Ceci veut dire qu'il faut choisir le type de système en fonction de la température d'échappement laquelle dépend du type de moteur et de l'utilisation que l'on en fait. Si on transfère un type de système d'épuration à une autre application il se peut que les émissions diesels augmentent de façon considérable (même comparé à l'échappement non traité). Il se peut même que la performance du moteur soit affectée.
- Les convertisseurs catalytiques éliminent jusqu'à 95% du monoxyde de carbone et des hydrocarbures. On reconnaît aussi qu'ils parviennent à réduire considérablement les odeurs associées au diesel. Les émissions de NOx ne sont en général que peu affectées. Un des problèmes, associé à l'usage de convertisseurs catalytiques, est qu'ils peuvent causer un brouillard de composés de sulfate si on s'en sert avec un carburant qui contient une haute concentration de soufre (plus de 0.05% par volume).
- Les dilueurs de fumée sont en usage courant au Québec présentement. Il est important de réaliser que ceux-ci ne réduisent aucunement les produits toxiques de l'échappement. Ils ne font que les diluer rapidement à la sortie et peuvent réduire l'exposition de l'opérateur seulement. Les travailleurs en aval de ce véhicule ne bénéficient aucunement de l'utilisation de cette technologie.
- Les filtres en céramique servent à réduire de façon importante les concentrations de particules diesels, et donc l'exposition aux particules combustibles respirables (PCR). Des réductions de l'ordre de 95% et plus ont été observées. Ce type de système d'épuration fonctionne comme un filtre à haute efficacité. Les particules de suie sont retenues dans de longs canaux de céramique poreuse. Ces filtres se bouchent progressivement et requièrent une température d'échappement qui dépasse régulièrement 500°C pour se régénérer. Il est donc important de

connaître la température de l'échappement au cours du quart de travail avant de décider d'utiliser cette technologie. On peut aussi se servir de versions catalysées de ce type de filtre. Ces derniers peuvent se régénérer à des températures aussi basses que 400°C. Il est fortement recommandé de discuter de l'application de cette technologie avec le manufacturier avant d'en faire l'achat et l'installation.

- Il existe aussi de toutes nouvelles technologies qui parviennent à réduire la fraction organique, et donc la masse de particules, diesel ainsi que les gaz, comme le font les convertisseurs catalytiques. Ces technologies sont décrites sommairement dans l'annexe "B" qui inclue aussi le nom des fournisseurs.

### **Qualité du carburant diesel**

La qualité du carburant joue un rôle de tout premier plan dans le contrôle des émissions. Au Canada, le conseil des normes recommande l'utilisation de carburant pour usage dans les mines selon la norme CAN/CGSB-3.16 (12). En plus, il faut s'assurer de voir à ce que le contenu en soufre soit aussi bas que possible, afin de réduire les émissions de SO<sub>2</sub> et permettre, si désiré, l'utilisation de convertisseurs catalytiques. Tel que discuté plus haut, les convertisseurs catalytiques et les carburants à haute teneur en soufre produisent un brouillard de composés de sulfate qui réduit la visibilité et augmente la concentration de particules diesels.

Il faut aussi s'assurer que les systèmes d'entreposage, et de distribution du carburant, sont adéquats et inspectés régulièrement, et ceci afin de réduire les facteurs qui peuvent contribuer à la contamination du carburant. Les acheteurs devraient demander un rapport d'analyse du carburant de leur fournisseur et devraient ensuite faire le prélèvement d'échantillons, à divers endroits où le carburant est entreposé, afin d'en contrôler la qualité.

### **Aérage**

Le faible diamètre des particules solides fait que celles-ci peuvent être entraînées sur de très longues distances sous terre. En ce sens, elles ressemblent beaucoup aux gaz qui, une fois dans l'atmosphère ne peuvent être dilués que par un système d'aérage adéquat. Aussi, en milieu minier, on ne bénéficie pas de la dilution naturelle des contaminants qui se fait plus facilement en surface. Ceci fait que les émissions diesels produites dans un chantier se trouvent à polluer tous les endroits de travail en aval de ce site, et ceci jusqu'à la sortie de la mine.

Les contaminants produits par la combustion du diesel sont formés de gaz et de petites particules de carbone sur lesquelles on retrouve la majorité des substances toxiques et cancérigènes. La nature des gaz et le petit diamètre des particules diesels font qu'il est très difficile de les capter et de les éliminer (ex. filtration) une fois qu'ils sont dans l'atmosphère. Il faut donc tout mettre en oeuvre pour s'assurer que ces substances sont contrôlées à la source en se servant des méthodes et des technologies décrites dans les sections précédentes. Pour les émissions qui parviennent à

s'échapper dans l'atmosphère du milieu de travail, l'aéragé peut aider à diluer les produits d'échappement à des concentrations plus basses.

Au Québec, la réglementation, relative à la ventilation respective par engin diesel, qui sera bientôt en vigueur exigera un volume d'air conformément aux certificats d'homologation du laboratoire CANMET selon le Conseil Canadien des Normes (CAN/CSA-M424.2-M90) ou d'après les normes du Mine Safety and Health Agency (MSHA). A défaut de ceci, les volumes de ventilation seront calculés sur une base de  $5.5 \text{ m}^3/\text{min}/\text{kW}$  ( $144.5 \text{ pi}^3/\text{min}/\text{c.v.}$ ). Par la suite, pour un circuit autonome d'aéragé, 100% du volume d'air doit être fourni pour le véhicule le plus puissant, 75% pour le second moteur en puissance et finalement 50% de l'air pour les autres moteurs. Dans certaines provinces canadiennes, les débits d'air sont toujours calculés selon 100% de la capacité des moteurs.

Donc, l'air fourni à la mine en totalité doit être calculé en fonction des normes requise par la réglementation tel que décrit précédemment. Il faut aussi tenir compte des pertes en air qui résultent des court-circuits de l'air de l'entrée de la mine directement vers la sortie. Même dans les mines où on tente de réduire ces effets, il faut compter sur un minimum de 15% de pertes en air frais (13). Afin d'assurer une quantité suffisante dans tous les chantiers de travail il est prudent de tenir compte de ces pertes.

Une connaissance des principes de base de ventilation minière sert à identifier les situations où quelques simples modifications peuvent réduire, de façon appréciable, l'exposition d'un opérateur de véhicule diesel de production. Bien que les normes soient connues, il s'avère que la gestion de cet air peut souvent être améliorée.

Par exemple, un travailleur fait la navette entre un chantier de production au bout d'une section de galerie de 100m de longueur. L'air qui provient de la galerie principale est tout à fait propre et en quantité suffisante selon les normes requises. Les résultats d'échantillonnage, pour l'exposition aux poussières combustibles respirables (PCR), démontrent que les opérateurs de véhicules de production, qui travaillent à cet endroit, sont exposés à  $0.10 \text{ mg}/\text{m}^3$  de PCR. Deux mois plus tard, l'échantillonnage démontre que les travailleurs sont exposés à des concentrations 4 ou 5 fois plus élevées, en dépit du fait que rien d'apparent n'ait changé, sauf que la galerie est maintenant d'une longueur de 200m.

Auparavant, le travailleur ne respirait presque jamais son échappement puisque les volumes d'air faisaient en sorte que le chantier de travail était tout à fait purgé durant le temps que le travailleur faisait la navette et revenait dans le chantier. Maintenant, le travailleur voyage directement dans les résidus de son échappement sur une distance de 100m. Il est possible de réduire l'exposition du travailleur à ce qu'elle était auparavant sans augmenter le volume total fourni à la mine. Il suffit d'ajuster sensiblement le volume d'air dans la galerie pour s'assurer que celle-ci est purgée avant que le véhicule ne revienne. Ceci peut se faire, si on a planifié la capacité du système pour tenir compte de la nouvelle configuration physique des lieux.

### Principes de base - circuit d'aérage secondaire

- Au niveau des systèmes de ventilation secondaire (dans les chantiers individuels) on se doit de fournir l'air selon les normes décrites par la réglementation. Bien que dans certains cas l'aérage se fasse de façon naturelle et selon les normes, la plupart du temps, l'air est forcé dans un chantier. C'est à dire, que l'air est redirigé à partir de la galerie principale par un ventilateur et poussé près de la face d'abattage (bout du chantier) par un conduit rigide ou flexible. Afin de réduire les pertes d'air reliées à la friction, il est important que le conduit soit aussi uni que possible à l'intérieur et que le nombre de courbes et coudes soit réduit à un minimum. Il est aussi important que les conduits soient bien raccordés entre eux et au ventilateur. De plus, il faut que le conduit soit en bon état. S'il y a lieu, il faut réparer les trous dans le conduit. Certaines parties du conduit peuvent être endommagées par les tirs de sautage. Ceci peut être minimisé en se servant d'une section rigide au bout du conduit, c'est à dire celle située près de la face d'abattage.
- Le conduit doit être assez près de la face d'abattage, et la vitesse de sortie de l'air suffisante pour produire un jet d'air d'une vitesse de 3.3m/s (660pi/min) au mur. Habituellement, le conduit doit se trouver à environ 20 diamètres de la face d'abattage, donc entre 12 et 18 mètres (40 pi. à 60 pi.) pour les diamètres de conduits typiques.
- On ne doit jamais étrangler le bout du conduit pour essayer d'augmenter la vitesse de l'air aux dépens du volume total. On ne doit pas non plus perforer le conduit ici et là afin de livrer l'air un peu partout dans la galerie. Ceci prive la région de la face d'abattage, où la dilution des contaminants est essentielle. Si l'entrée au chantier est contaminée quand le véhicule y revient, il faut voir à ajuster l'aérage tel que discuté dans l'exemple ci-avant.
- Le ventilateur, qui dessert le chantier, doit fonctionner dans des conditions optimales. Souvent on se sert de grillage fait d'acier extrudé dont les ouvertures ont la forme d'un losange et ont des ouvertures d'un peu plus de 2 cm. Ce type de recouvrement est dans le but de protéger les travailleurs et les pales du ventilateur. Ce genre de grillage bloque une grande partie de la surface d'entrée du ventilateur. De plus il s'encrasse facilement, ce qui augmente encore la résistance à l'entrée. Il est préférable de positionner le ventilateur pour faire en sorte qu'un grillage ne soit pas nécessaire. Si on doit se servir de grillage, celui-ci doit avoir des ouvertures de l'ordre de 4 à 6cm (14,15).
- La position du ventilateur dans la galerie principale est de loin l'aspect le plus critique. Le ventilateur ne doit jamais être placé trop près de l'entrée de la galerie. Ceci rend l'appareillage tout à fait inutile à cause de la re-circulation de l'air, et donc des contaminants, à l'entrée du ventilateur. Le ventilateur doit être placé à plus de 5 mètres en amont de l'entrée, c'est-à-dire dans la direction d'où vient l'air non contaminé.
- La quantité d'air qui circule dans la galerie principale doit être suffisante pour alimenter la galerie secondaire. On doit donc avoir au moins 50% plus de débit dans la galerie principale sinon le phénomène de re-circulation, à l'entrée du ventilateur, pourra se produire même si celui-ci est localisé loin de l'entrée du chantier.

- Il faut, en tout temps, réduire le fardeau total des contaminants qui affecte la qualité de l'air. Ceci peut se faire en s'assurant que les moteurs des véhicules de production, et même ceux des petits véhicules, ne tournent pas inutilement. Étant donné la nature toxique et potentiellement cancérigène des produits de combustion, on se doit d'éteindre le moteur de tout véhicule en attente.

Finalement, il est important de bien connaître le chantier de travail et les demandes du cycle de production pour faire les ajustements qui s'imposent afin de réduire l'exposition des travailleurs. Les travailleurs bien informés, qui ont une connaissance des principes de base de l'aérage minier, peuvent souvent faire ces ajustements eux-mêmes.

### Recherche au niveau de l'aérage

Depuis que l'on sait que les particules diesels ont un effet nocif sur la santé, de grands efforts ont été faits pour rendre disponible une technologie de pointe réduisant l'exposition des travailleurs (moteurs et traitement de l'échappement). De même il est raisonnable de s'attendre à ce que les techniques d'aérage soient réévaluées. Les recherches, présentement en cours à CANMET, visent le contrôle à distance des composantes majeures des circuits d'aérage (portes, régulateurs et ventilateurs). Si on ajoute la mesure, en temps réel, des concentrations des contaminants diesels et la technologie requise pour localiser, en tout temps, le personnel et l'équipement diesel, il est possible d'entrevoir un système pleinement automatisé de l'aérage. Ceci voudrait dire que l'air serait distribué en quantité là où il est requis, d'après les demandes reliées à la production. Un projet pilote à la mine laboratoire de CANMET à Val d'Or sera bientôt prêt à faire la démonstration d'un tel système.

### ***Protection personnelle***

En tout dernier recours, on peut faire appel aux dispositifs de protection personnelle. Il existe de l'équipement qui peut filtrer la majorité des particules diesels. Il faut cependant s'assurer, que le type de protection choisi, soit accepté par la majorité des travailleurs. Un appareil qui a fait ses preuves dans plusieurs mines est le masque respiratoire à adduction d'air. Si les autres types de masques à modules filtrants peuvent être portés pendant quelques minutes lors de périodes d'exposition sporadiques, il est peu probable qu'un travailleur porte ce type de masque pendant un quart entier de travail.

Les masques à adduction contiennent un module de filtration et un petit ventilateur qui s'approvisionne en air à l'arrière du chapeau. L'air est forcé au travers des filtres et relâché dans une visière claire qui recouvre tout le visage du travailleur. La visière est scellée au visage grâce à des lamelles de caoutchouc qui encadre le visage du travailleur. L'air s'échappe de la visière par un espace sous le menton. Ce type de protection ne restreint en aucune façon le processus de la respiration, n'irrite pas la peau du visage, produit un courant d'air rafraîchissant, ne bloque pas la vision du tableau de bord et peut, en dépit de barbes ou moustaches, réduire l'exposition aux particules diesels de façon appréciable.

## **CONCLUSION**

Les choix du type de méthode de contrôle, et de l'approche à prendre, peut varier beaucoup d'une mine à une autre et même au sein d'une même opération. Il est évident aussi que le contrôle des émissions diesels pose un problème qui est assez complexe. Il faut donc se servir de tous les moyens disponibles afin de parvenir à protéger, de façon adéquate, les opérateurs de véhicules diesels, et les mineurs en général. Puisque c'est un problème qui demande des solutions diverses et parfois originales, l'appui de tout le personnel minier, dont les gestionnaires, les responsables de l'entretien, les responsables de l'aérage et aussi celui des travailleurs et des opérateurs d'équipement diesel, est nécessaire.

## RÉFÉRENCES

1. Diesel Exhaust: A Critical Analysis of Emissions, Exposure and Health Effects, Rapport spécial du groupe de travail sur le diesel du Health Effects Institute, Cambridge, MA; avril 1995.
2. Diesel in Underground Mines: Measurement and Control of Particulate Emissions, rapport du Bureau of Mines, U.S. Department of the Interior, circulaire d'information no. IC-9324; septembre 1992.
3. Stewart, D.B., Mogan, J.P. et E.D. Dainty, "Some Characteristics of Particulate Emissions in Diesel Exhaust", Bulletin canadien des mines et de la métallurgie; avril 1975.
4. Carcinogenic Effects of Exposure to Diesel Exhaust, National Institute for Occupational Safety and Health, Current Intelligence Bulletin 50, Department of Health and Human Services, publication 88-116; 1988.
5. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans; Diesel and Gasoline Engine Exhausts and some Nitroarenes, Centre International de Recherche sur le Cancer, Lyon, France, vol. 46; 1989.
6. French, I.W. et C.A. Mildon, "Health Implications of Exposure of Underground Mine Workers to Diesel Exhaust Emissions - An Update", Ressources Naturelles Canada, Rapport du Travail No. OSQ82-00121; 1984.
7. Procès verbal de la réunion du Comité Canadien ad hoc Diesel de décembre 1990, Sudbury, Ontario; 1990.
8. 1996 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, Biological Exposure Indices, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); 1996.
9. Grenier, M. et K. Butler, "Méthode d'échantillonnage et d'analyse de poussières combustibles respirables", Ressources Naturelles Canada, CANMET, Laboratoires des Sciences Minières et Minérales, rapport de division LMSM 96-029(TR); 1996.
10. Grenier, M., Gangal, M., Scott, R. et A. Dasys, "On-site Evaluation of Diesel Contaminants Produced by an Electronically Controlled Diesel Engine", Bulletin canadien des mines et de la métallurgie; octobre 1994.
11. Grenier, M., Gangal, M. et K. Butler, "Evaluation of Contaminant Concentrations Produced by an 8-Yard Scooptram Powered with a Detroit Diesel Series 60/DDEC Engine", Ressources Naturelles Canada, CANMET, Laboratoires des Sciences Minières et Minérales, rapport de division LRM 95-006(CL); 1995.

12. **CAN/CGSB-3.16, Mining Diesel Fuel, National Standard of Canada, Canadian General Standards Board (CGSB), Ottawa, Ontario, K1A 1G6.**
13. **The Mine Ventilation Practitioner's Data Book, The Mine Ventilation Society of South Africa, Dr. A.M. Patterson, éditeur, Johannesburg, Afrique du Sud; octobre 1992.**
14. **Standard Practice Manual for Mine and Plant Ventilation and Environment, The Mines Accident Prevention Association of Ontario, 3ième édition; mai 1983.**
15. **Measuring and Monitoring Hazardous Agents Series - Measuring Airflow, The Ontario Natural Resources Safety Association, 1996 of Ontario, 3ième édition; 1996.**

## **ANNEXE "A"**

### **LISTE DES MOTEURS DIESELS ET FABRICANTS**

**1. CATERPILLAR**

Moteur	Nombre de cylindres	Cylindrée (L)	Injection directe ou indirecte	Alimentation en air	Rev./min. nominale	Puissance nominale (BHP)	Refroidissement
3304 PCNA	4	6,8	Indir.	atmosphérique	2200	de 87 à 100	eau
3304 PCT	4	6,8	Indir.	turbocompressée	2200	de 141 à 165	eau
3306 PCNA	6	10,5	Indir.	atmosphérique	2200	de 130 à 150	eau
3306 PCT	6	10,5	Indir.	turbocompressée	2200	de 215 à 250	eau
3306 PCTA	6	10,5	Indir.	turbocompressée et à admission refroidie	2200	de 215 à 270	eau
3306 DITA (Swirl)	6	10,5	Dir.	turbocompressée et à admission refroidie	2200	de 200 à 270	eau
3306 DITA	6	14,6	Dir.	turbocompressée et à admission refroidie	2100	de 275 à 350	eau
3406-E* ATAAC	6	14,6	Dir.	turbocompressée et à admission refroidie air-air	2100	de 360 à 500	eau
3406 PCTA	6	14,6	Indir.	turbocompressée et à admission refroidie	2100	de 285 à 375	eau
3408 PCTA	8	18,0	Indir.	turbocompressée et à admission refroidie	2100	de 375 à 475	eau

\* Moteur à module de commande électronique

Type de refroidissement: à liquide

Restriction maximale relative à l'admission d'air:

- 1) filtre à air sale: 30 po d'H<sup>2</sup>O
- 2) filtre à air propre: 15 po d'H<sup>2</sup>O

Contre-pression maximale: 27 po d'H<sup>2</sup>O

Additifs recommandés pour le carburant: aucun

Dispositifs d'épuration de l'échappement recommandés: aucun

Entretien recommandé: dans le manuel de l'opérateur.

## 2. DETROIT DIESEL

(Tous les moteurs sont équipés de modules de commandes électroniques)

Moteur	Nombre de cylindres	Cylindrée (L)	Injection directe ou indirecte	Alimentation en air	Rev./min. nominale	Puissance nominale (BHP)	Température des gaz d'échap. (°C) (régime nom.)
4-71TI	4	4,65	Directe	turbocompressée	2200	de 150 à 225	350
6V-92TA	6	9,05	Directe	turbocompressée	2200	de 250 à 330	338
Séries 50	4	8,5	Directe	turbocompressée	2100	de 250 à 315	391
8V-92TA	8	12,1	Directe	turbocompressée	2200	de 350 à 450	358
Séries 60, 11.1L	6	11,1	Directe	turbocompressée	2100	de 285 à 325	393
Séries 60, 12.7L	6	12,7	Directe	turbocompressée	2100	de 350 à 475	374

Type de refroidissement: à liquide

Restriction maximale relative à l'admission d'air:

- 1) filtre à air sale : 20 po d'H<sub>2</sub>O
- 2) filtre à air propre : 12 po d'H<sub>2</sub>O

Contre-pression maximale: 40 po d'H<sub>2</sub>O pour tous les moteurs ci-dessus, sauf 34 po d'H<sub>2</sub>O pour le moteur 6V-92TA

Additifs recommandés pour le carburant: aucun

Dispositifs d'épuration de l'échappement: uniquement si le dispositif est testé sur le moteur et donne des résultats positifs et si la contre-pression maximale admissible n'est pas dépassée avec un entretien normal.

Entretien recommandé: - entretien normal prescrit dans le manuel de l'opérateur.  
- réglage moteur après 1500 heures pour les moteurs des séries 50 et 60.

**3. DEUTZ**

Moteur*	No. de cylindres	Cylindrée (L)	Alimentation en air	Rev./min. nominale	Puissance nominale (BHP)	Refroidissement
F3L912W à F6L912W	de 3 à 6	de 2,8 à 5,7	atmosphérique	2300	de 42 à 83	à air
F6L413FW à F12L413FW	de 6 à 12	de 9,6 à 19,1	atmosphérique	2300	de 141 à 282	à air
BF12L413FW	12	19,1	turbocompressée	2300	377	à air
BF4M1013C	4	4,76	turbocompressée	2100/2300	de 135 à 157	à liquide
BF4M1013EC	4	4,76	turbocompressée	2100/2300	de 137 à 161	à liquide
BF6M1013CP	6	7,14	turbocompressée	2100/2300	de 219 à 258	à liquide
BF6M1013ECP	6	7,14	turbocompressée	2100/2300	de 224 à 265	à liquide
BF6M1015C	6	11,9	turbocompressée	1800/2100	de 337 à 408	à liquide
BF8M1015C	8	15,8	turbocompressée	1800/2100	de 449 à 544	à liquide

- \* C = avec refroidisseur d'air comprimé d'admission sur les moteurs BF  
 E = refroidissement externe  
 P = uprating  
 W = injection indirecte  
 B = turbocompression  
 F = haute vitesse, à quatre temps.

Restriction maximale relative à l'admission d'air:

- 1) filtre à air sale: 40 po d'H<sub>2</sub>O
- 2) filtre à air propre: 12 po d'H<sub>2</sub>O

Additifs recommandés pour le carburant: aucun

Dispositifs d'épuration de l'échappement: aucun

Entretien normal recommandé: comme prescrit dans le manuel de l'opérateur.

#### 4. ISUZU

(Tous les moteurs sont des moteurs atmosphériques)

Moteur	No. de cylindres	Cylindrée (L)	Injection directe ou indirecte	Couple maximum (ft/lb)	Rev./min. nominale	Puissance nominale (BHP)	Temp. gaz d'échapp. (°C)
2KCI MC	2	0,65	Indirecte	de 27,3 à 2100 rev./min.	3000	13,5	582
3KCI-MC	3	0,98	Indirecte	de 41,0 à 2000 rev./min.	3000	20,2	582
3KR1-MC	3	1,4	Indirecte	de 57,7 à 1800 rev./min.	3000	29,2	582
C240 MC	4	2,4	Indirecte	de 108 à 2000 rev./min.	3000	57,0	677
4BD1-MC	4	3,9	Directe	de 175 à 2000 rev./min.	2800	79,0	607
6BD1-MC	6	5,8	Directe	de 281 à 2000 rev./min.	2800	135,0	643

Type de refroidissement: à liquide

Restriction maximum relative à l'admission d'air:

- 1) filtre à air sale: 25 po d'H<sub>2</sub>O
- 2) filtre à air propre: 15 po d'H<sub>2</sub>O

Contre-pression maximum: 61 po d'H<sub>2</sub>O pour les moteurs à 2 et à 3 cylindres  
24 po d'H<sub>2</sub>O pour les moteurs à 4 et à 6 cylindres

Additifs recommandés pour le carburant: aucun

Dispositifs d'épuration de l'échappement: aucun

**5. KUBOTA**

(Tous les moteurs sont des moteurs ETVCS, Environment Triple Vortex Combustion System)

Moteur	No. de cylindres	Cylindrée (L)	Injection	Couple maximum (ft/lb)	Rev./min. nominale	Puissance nominale (BHP)	Temp. gaz d'échapp. (°C)
D722	3	0,72	Indirecte	de 31,5 à 2600	3600	18,8	580
D905	3	0,90	Indirecte	de 40,5 à 2000	3000	20,0	580
V1305	4	1,34	Indirecte	de 61 à 2000	3000	30,0	580
D1105	3	1,12	Indirecte	de 50,3 à 2000	3000	25,0	580
V1505	4	1,50	Indirecte	de 67,5 à 2000	3000	33,5	580
D1403	3	1,39	Indirecte	de 68 à 1600	2800	29,0	580
D1503	3	1,5	Indirecte	de 70,9 à 1600	2800	31,5	580
D1503T-RP	3	1,5	Indirecte	de 88,5 à 1600	2600	37,5	580
D1703	3	1,6	Indirecte	de 80,9 à 1600	2800	34,5	580
V1903	4	1,9	Indirecte	de 91,5 à 1600	2800	39,0	580
V2203	4	2,2	Indirecte	de 108 à 1600	2800	46,0	580
F2803	5	2,7	Indirecte	de 135 à 1600	2800	57,5	580

Type de refroidissement: à liquide (antigel 50 % + eau 50 %)

Restriction maximum relative à l'admission d'air:

- 1) filtre à air sale: 20 po d'H<sub>2</sub>O
- 2) filtre à air propre: 8 po d'H<sub>2</sub>O

Contre-pression maximum: 37,5 po d'H<sub>2</sub>O pour tous les moteurs, sauf 42 po d'H<sub>2</sub>O pour le modèle D722.

Additifs recommandés pour le carburant: aucun (carburants à faible teneur en soufre fortement recommandé)

Dispositifs d'épuration de l'échappement: seulement après consultation avec le manufacturier.

**Fabricants de moteurs diesels:**

1. American Isuzu Motors Inc.  
Sales Engineering Dept.  
42775 Nine Mile Road  
Novi, Michigan  
É.-U. - 48375  
Téléphone: (810) 380-6000, poste. 248  
Télécopieur: (810) 380-6030  
Attention: Gene Biron
  
2. Caterpillar Inc.  
P.O. Box 610  
Engine Division, MOS-7  
Mossville, Illinois  
É.-U.- 61552-0610  
Téléphone: (309) 578-8983  
Télécopieur: (309) 578-7152  
Attention: Gary Keighley
  
3. Detroit Diesel of Canada Ltd.  
150, ave. Dufferin, bureau 701  
London (Ontario)  
N6A 5N6  
Téléphone: (519) 661-0149  
Télécopieur: (519) 661-0171  
Attention: Bob Scott
  
4. Deutz Corporation  
3883 Steve Reynolds Boul.  
Norcross, Georgia  
É.-U. - 30093  
Téléphone: (770) 564-7250  
Télécopieur: (770) 564-7222  
Attention: Jaime Sauerteig
  
5. Kubota Canada Ltd.  
1495, rue Denison  
Markham (Ontario)  
L3R 5H1  
Téléphone: (905) 475-1090  
Télécopieur: (905) 475-3032  
Attention: John Baxter

## **ANNEXE "B"**

### **LISTE DES SYSTÈMES D'ÉPURATION ET FABRICANTS**

## DISPOSITIFS D'ÉPURATION DE L'ÉCHAPPEMENT

Le tableau ci-après renferme les dispositifs de post-traitement couramment utilisés dans l'industrie minière pour réduire les quantités de gaz et/ou de suie. Chaque dispositif joue un rôle bien précis. Les exigences de base des dispositifs, y compris les avantages et les inconvénients d'un dispositif particulier, sont assez semblables d'un fabricant à l'autre. Les plages typiques des exigences relatives à la réduction des émissions, et à la température des gaz d'échappement, sont données dans le tableau. Pour rendre les données plus complètes, nous avons aussi ajouté l'adresse des fabricants; il y aurait lieu de consulter le fabricant avant de procéder à l'installation d'un dispositif. Pour chaque dispositif, les fabricants offrent un certain nombre de modèles convenant aux divers moteurs.

**TABLEAU - RÉSUMÉ DES DISPOSITIFS D'ÉPURATION**

Type	Réduction des émissions, %			Plage typique pour le dispositif		Compagnie*
	CO	HC	Particules	Temp. (°C)	Pression, (po. H <sub>2</sub> O)	
Convertisseur catalytique	80-95	60-95	15-50	200-400	3-8	1, 2, 3, 4, 5, 6
Dilueur de fumée	dilution des gaz et de la suie			s/o	8-20	4, 6
Filtre pour suie	-	-	90-95	500-550	8-20	2, 3, 4,
Filtre catalytique pour suie	-	-	90-95	380-420	8-20	2, 3, 4, 6
Système de piégeage sur fibres de la suie	-	-	jusqu'à 80	toute temp.		5
Piège à suie à oxydation	jusqu'à 90	jusqu'à 90	jusqu'à 95	plus de 375		5
Revêtements pour moteurs à éléments en céramique	réduction jusqu'à 40 % des Nox		50-60			5

\* Voir la liste des manufacturiers et distributeurs à la page suivante.

**Fabricants:**

Liste des fabricants mentionnés dans le tableau ci-dessus:

1. Catalytic Exhaust Products Ltd. (CEP)  
30, promenade Intermodal, Unités 19 et 20  
Brampton (Ontario) L6T 5K1  
Téléphone: (905) 799-9770  
Télécopieur: (905) 799-9771  
Attention: M. John Stekar
  
2. Degussa Corporation  
300 Galleria Orricentre, Suite 322  
Southfield, MI 48034  
Téléphone: (810) 350-8333  
Télécopieur: (810) 350-8330  
Attention: Alan Statetzivy
  
3. Diesel Controls Limited (DCL)  
C.P. 20010  
Concord (Ontario) L4K 4T1  
Téléphone: (905) 660-6450  
Télécopieur: (905) 660-6435  
Attention: Thierry Leprince
  
4. Engine Controls Systems Ltd. (ECS)  
165, promenade Pony  
Newmarket (Ontario) L3Y 7V1  
Téléphone: (905) 853-5500  
Téléphone: (905) 853-5801  
Attention: Suat Ozturk
  
5. Engelhard Corporation  
101 Wood Avenue  
Iselin, NJ 08830  
Téléphone: (908) 205-5460  
Télécopieur: (908) 205-6146  
Attention: Dwayne Johnson
  
6. NETT Technologies Inc.  
C.P. 43134  
Mississauga (Ontario) L5B 3X0  
Téléphone: (905) 602-7747  
Télécopieur: (905) 602-7747  
Attention: Brant Roenger