



Energy, Mines and  
Resources Canada

Énergie, Mines et  
Ressources Canada

## CANMET

Canada Centre  
for Mineral  
and Energy  
Technology

Centre canadien  
de la technologie  
des minéraux  
et de l'énergie

EVALUATION DES SOURCES ET DES NIVEAUX DE POUSSIERE ET TAUX DE  
RADIATION DANS LES MINES. STRATEGIES DE CONTROLE

M.G. GRENIER ET J. BIGU

LABORATOIRE D'ELLIOT LAKE

JANVIER 1988

Présentation au séminaire-recontre: CANMET, partenaire de l'industrie  
minière québécoise, Val d'Or, Québec, le 24 et 25 Février, 1988.

LABORATOIRES DE RECHERCHE MINIERE  
RAPPORT DIVISIONNAIRE MRL 87-182 (OP)

MRL 87-182

(OP) "F" e.1

MRL 87-182 (OP) "F" e.1





EVALUATION DES SOURCES ET DES NIVEAUX DE POUSSIÈRE ET TAUX DE RADIATION  
DANS LES MINES. STRATEGIES DE CONTROLE

par

Michel G. Grenier\* et Jaime Bigu\*\*

RESUME

Bien que les mines canadiennes soient parmi les plus avancées au monde en ce que a trait à la santé et la sécurité au travail, il n'en reste pas moins que l'industrie est toujours à la recherche de façons plus efficaces de réduire les risques à la santé des travailleurs du secteur minier. Les laboratoires de recherche minière (LRM) du CANMET et plus particulièrement le laboratoire d'Elliot Lake en Ontario sont essentiels à l'évaluation des sources et des concentrations de poussière et de radiation ionisante dans les mines. Depuis ses débuts, l'équipe de recherche de l'environnement minier du laboratoire d'Elliot Lake a su développer des techniques et des instruments de mesure qui servent à évaluer l'impact des méthodes et des systèmes de contrôle des contaminants dans les mines. Le laboratoire d'Elliot Lake possède maintenant des installations d'étalonnage d'instruments de mesure de poussière et de radiation qui sont des plus sophistiquées.

---

Mots-clés: Poussière; Radiation ionisante; Industrie minière.

\*Chercheur scientifique; \*\* Chercheur scientifique et Chef de projet Rayonnement/Poussière respirable/Ventilation; Laboratoire d'Elliot Lake, CANMET, Energie, Mines et Ressources Canada, Elliot Lake, Ontario.

## INTRODUCTION

Les poussières que l'on retrouve dans les mines canadiennes peuvent prendre la forme d'irritants ou d'explosifs et peuvent, aussi comme la silice et les particules résiduelles de la combustion du diesel, être à la source de problèmes respiratoires graves. Pour ce qui est des radiations ionisantes, elles sont reliées au cancer pulmonaire aussi bien dans les mines d'uranium que dans les mines conventionnelles. Les compagnies minières sont responsables du bien-être de leurs employés en milieu de travail et doivent établir et assurer le bon fonctionnement des mesures de contrôle de la poussière.

La section de l'étude des poussières de mine des laboratoires de recherche minière (LRM), à ses débuts, avait pour but l'établissement d'une base de données comprenant les différents niveaux et sortes de poussière que l'on retrouve dans les mines canadiennes. Elle devait aussi évaluer les normes et les instruments de mesure utilisés dans d'autres pays industrialisés afin d'aider à la mise en place d'un système de réglementation propice à l'industrie minière canadienne (1-3).

La section de l'étude des radiations ionisantes a fait ses débuts de la même façon. Au départ on se servait d'instruments existants pour établir de façon systématique les niveaux et concentrations de contaminants radioactifs dans les mines d'uranium en fonction des opérations minières. Peu à peu, la section a évolué avec le résultat que quelques années plus tard plusieurs méthodes et instruments de mesure des radiations et plus récemment un centre national d'étalonnage d'instruments de mesure furent développés ou créés au laboratoire d'Elliot Lake.

Présentement, les LRM possèdent les outils nécessaires pour la mesure des niveaux et des types de poussière et de radiation en fonction de la

source et la recherche se fait surtout dans le but d'évaluer ou d'établir des méthodes de contrôle et d'élimination de ces contaminants dans les mines. Ainsi, le travail au LRM se fait en proche collaboration avec l'industrie minière.

#### SOURCES DE POUSSIÈRE ET MÉTHODES DE CONTRÔLE

Les sources de poussière existent à tous les stades de la production et diverses méthodes peuvent être employées pour parvenir à éliminer ou réduire le niveau de poussière et de radiation à la source et ailleurs dans l'air. En premier lieu, le tir et le forage sont des sources de poussière minérale primaire, sans compter que l'emploi d'explosifs est aussi à la source de gaz toxiques et irritants. Pour parvenir à réduire les niveaux de poussière produits au cours de ces opérations on doit, bien sûr, se servir d'eau durant le forage et on doit faire un usage efficace de jets d'eau et d'aération pour parvenir à éliminer les gaz et la poussière générés par le tir le plus rapidement possible. Dans certains cas on peut aussi réduire les concentrations de poussière en modifiant les méthodes d'exploitation ou d'abattage. Les jets d'eau dont on fait mention plus haut peuvent être électrostatiquement chargés, ce qui dans certains cas augmente l'efficacité.

En second lieu, le transport du minerai est aussi une des sources importantes de poussière en milieu souterrain. Les convoyeurs à ruban, la circulation de véhicules ainsi que les points de transfert du minerai contribuent de façon constante à la production de poussière minérale et à celle des résidus de combustion (diesel). Pour réduire les niveaux de poussière minérale il faut rapidement capter par voie d'aspiration les sources denses. Il s'agit ensuite d'éliminer la poussière en utilisant un système de filtration quelconque. Dans les exemples de sources plus denses on retrouve les points de transfert des convoyeurs à ruban ainsi que les

chutes à minerai. Le ruban des convoyeurs doit être nettoyé pendant qu'il est en opération (mouillage et grattage ou brossage de la bande de retour). Le minerai à transporter doit être mouillé en profondeur. Les galeries où la circulation des véhicules est dense, doivent aussi être mouillées à l'aide de jets d'eau.

Le broyage et le concassage de la roche produisent de la poussière en grande quantité, mais puisque ces opérations se font à des stations fixes, il est d'autant plus facile de capter et d'éliminer ces poussières. En utilisant un système d'aspiration bien pensé et en se servant d'un filtre adéquat on peut arriver à contenir la majeure partie des poussières produites. Cependant, dans beaucoup de cas, on dispose de systèmes très dispendieux qui ne fonctionnent qu'à moitié pour éliminer la poussière. Les causes de ce problème sont nombreuses. Mauvaise installation, dépoussiéreur qui n'est pas adéquat pour le type de poussière à éliminer, système de capture inadéquat, manque d'entretien ou tout simplement le cas où les travailleurs, au site, ne se servent pas du système. Pour bien fonctionner, les capteurs et les filtres doivent faire partie intégrante de l'appareillage de production. On ne doit pas l'ajouter, par exemple, après la construction et la mise en place du broyeur mais bien l'intégrer à celui-ci. Plusieurs types de filtres peuvent servir à éliminer la poussière captée. Les filtres les plus utilisés sont les cyclones et les filtres à sacs. Certaines mines se servent de moyens moins conventionnels en utilisant des filtres en phase humide ou à précipitation électrostatique. Le type de filtre à utiliser dépend de la concentration, du genre et de la taille moyenne de la poussière.

Finalement la poussière qui se dépose dans les galeries peut être redistribuée par le passage de véhicules et par les vents continus créés par le système d'aération. On peut aider à réduire ce phénomène en mouillant les parois de la galerie et de façon secondaire en réduisant le montant de

poussière fugitive à la source (broyage, tir, forage, etc.).

A la base, le succès d'une méthode de contrôle dépend en grande partie de l'opération minière, du genre et du montant de poussière ou de radiation. Le système de contrôle (filtre, jet d'eau, etc.) doit ensuite être installé de façon à en tirer le maximum d'efficacité. Après la mise en place du système de contrôle, l'employeur et les employés doivent s'assurer que celui-ci fonctionne en tout temps. Le système doit aussi faire l'objet de vérification et d'un horaire d'entretien constant au même titre que l'équipement minier qui produit la poussière.

Les laboratoires de recherche minière, bien qu'ils s'intéressent aux moyens conventionnels du contrôle de la poussière et des radiations (ventilation, mouillage du minerai, jets d'eau et filtration en phase sèche), se concentrent surtout au niveau des méthodes nouvelles. Pour ce faire, nous utilisons des instruments de mesure modernes qui nous permettent d'évaluer le système de contrôle et son effet sur l'environnement.

#### INSTRUMENTS DE MESURE DE LA POUSSIERE

Des échantillonneurs gravimétriques (microcyclones) sur le personnel et à des postes fixes nous aident à déterminer l'ampleur du problème à résoudre et le taux d'amélioration après la mise en place d'une méthode de contrôle. On se sert aussi d'instruments à lecture directe afin de localiser rapidement les sources de poussière ainsi que les changements dans le niveau de concentration des poussières en fonction du temps.

Finalement, deux types d'instruments (un à fonctionnement gravimétrique et un autre à lecture directe) nous permettent d'examiner le spectre en taille ou la composition granulométrique des poussières. Ces instruments nous aident, dans un premier temps à évaluer le type et la composition granulométrique de la poussière à capter afin de mieux choisir le

ystème de contrôle. On se sert aussi de ces instruments afin d'évaluer un système de filtration après sa mise en place. L'efficacité du filtre en fonction du diamètre des particules de poussière peut être établie en mesurant l'entrée et la sortie du dépoussiéreur.

#### SOURCES ET METHODES DE CONTROLE DES RADIATIONS IONISANTES

Les sources de radiation ionisante sont classifiées en deux groupes distincts; les radiations à désintégration lente (longue période radioactive) et ceux à désintégration rapide. Les radiations du deuxième groupe se retrouvent surtout dans les mines d'uranium mais peuvent aussi contaminer les mines conventionnelles. Les isotopes radioactifs se retrouvent dans l'air des galeries quand le gaz radon (ou thoron) passe du minerai à l'air des galeries par diffusion. Les gaz radioactifs peuvent aussi émaner des cours d'eau souterrains. Des concentrations importantes du type de radiation à longue période radioactive se retrouvent strictement dans les mines d'uranium. Ce sont des poussières respirables ou grossières qui contiennent les isotopes parents (uranium et radium).

Les poussières radioactives respirables ou de taille plus importante peuvent être captées et éliminées de la même façon qu'indiquée dans la section précédente. Cependant, les poussières de plus faible diamètre sont plus difficiles à filtrer et on doit faire appel à des moyens plus sophistiqués. On a tenté d'empêcher la diffusion de radon ou de thoron en pulvérisant un enduit imperméable au gaz sur les parois des galeries. Cette méthode, qui a fait l'objet de recherches aux Etats-Unis, est très onéreuse et les résultats, à date, ne sont pas très encourageants. L'utilisation de techniques de déposition ou d'abattage de la poussière par moyens électrostatiques offre des possibilités intéressantes et font l'objet de recherches intenses au laboratoire d'Elliot Lake. Le méthode la plus



employée dans le contrôle des poussières radioactives consiste à diluer les contaminants en utilisant d'énormes volumes d'air d'aération dans les galeries de mines.

#### INSTRUMENTS DE MESURE DES RADIATIONS IONISANTES

Il existe plusieurs genres d'instruments de détection des radiations qui servent à mesurer les concentrations dans l'air des mines. Ceux-ci se divisent en deux groupes. Le premier genre d'instrument regroupe les appareils de première génération qui permettent seulement de mesurer la concentration à tous les dix minutes environ et cela dans le meilleur des cas. Ce type d'échantillonneur est le plus répandu dans les mines d'uranium. En plus d'avoir à sa disposition les types d'appareils dits de première génération le laboratoire d'Elliot Lake possède aussi une grande variété d'instruments à lecture continue. Plusieurs de ces derniers ont été construits au LRM ou à l'extérieur, sur demande.

#### RECHERCHE EN COLLABORATION AVEC LES MINES

Afin d'avoir un impact à court terme et aussi pour s'assurer que le travail qui se poursuit à nos centres de recherche répond aux besoins de l'industrie minière, la plupart de notre recherche se fait en collaboration avec celle-ci. Les exemples qui suivent illustrent bien le type de recherche qui se fait aux LRM.

- a) La mesure des sources et des quantités de poussière et de radiation dans les environs d'un concasseur et d'un convoyeur à ruban et l'évaluation d'un filtre en phase humide pour en réduire la concentration (4,5).

La mine en question avait un problème de poussière et de radiation

dans les environs d'un concasseur à mâchoires et d'un convoyeur. Le dépoussiéreur à sac qui recevait la poussière produite par le concasseur et le point de transfert sur le ruban du convoyeur ne suffisait pas à la tâche. Dans un premier temps nos études ont démontré que, bien que le concasseur était la source majeure de poussière, l'entrée d'air dans la station de broyage contenait beaucoup de poussière de diesel. Ceci expliquait en partie les raisons pour lesquelles les sacs du dépoussiéreur déchiraient. Les résidus de combustion du diesel collaient aux sacs et ne se détachaient pas quand ceux-ci étaient secoués.

Le système de dépoussiérage à sac fut remplacé par un dépoussiéreur auto-induit en phase humide. Le système de captage de la poussière fut aussi repensé afin d'inclure deux autres voies de captage, une plus près des mâchoires du concasseurs et une autre près des chutes à minerai où la poussière semblait s'accumuler.

Les résultats obtenus par la suite ont démontré que bien que le dépoussiéreur en phase humide a une efficacité qui varie entre 25 et 95%, pour des particules de poussière allant de 0.5 à 2.0  $\mu\text{m}$ , les concentrations de quartz respirable dans les environs furent réduites de 70%, en moyenne, avec un maximum de 79% au poste de travail du concasseur. Pour ce qui est des poussières radioactives à longue période, le dépoussiéreur a réduit la concentration de 68%, au même poste de travail. Les poussières à courte période ne furent réduites que de 10% environ et ce à cause de leurs faibles diamètres.

b) Evaluation sur le terrain de jets d'eau avec charge électrostatique

(6,7).

Il est reconnu que la plupart des poussières en milieu industriel possèdent en général un nombre important de charges électrostatiques. Afin

de tirer profit de cet état de chose, plusieurs manufacturiers ont mis sur le marché des appareils produisant des jets d'eau chargés grâce à un procédé par induction. Bien que ce concept ne soit pas nouveau et que plusieurs industries en font usage, il n'existe pas d'écrits faisant mention d'essais réussis en milieu souterrain.

Un projet d'évaluation fut mis sur pied, qui nécessitait la participation d'un manufacturier de jets d'eau électrostatiques, d'une compagnie minière et de l'équipe de recherche de l'environnement minier du LRM d'Elliot Lake. Les jets d'eau électrostatiques furent installés dans une galerie, à la sortie d'air d'une station de broyage. Les résultats ont démontrés que deux jets fonctionnants à une pression d'air de 350 kPa avec un débit d'eau de 130 mL/min permettent de réduire la concentration de poussière respirable de 38% dans une galerie où la vitesse de l'air était de 0.06 m/sec. Cependant, l'efficacité du système se trouvait appréciablement réduite à des régimes où l'air circulait à plus grande vitesse. En ce qui concerne les poussières à longue période radioactive, les résultats sont à peu près identiques.

- c) Etudes sur le terrain visant à évaluer un nouveau système de ventilateur conçu pour réduire le bruit et filtrer la poussière et les radiations ionisantes (8).

Récemment, un nouveau type de ventilateur, construit en France, a été essayé en milieu minier. Il s'agit d'un ventilateur qui avait été dessiné en fonction de la réduction du bruit. En raison du besoin de protéger les matériaux accoustiques isolants dans le ventilateur, le manufacturier a pensé d'installer une cage entourée d'un filtre à l'entrée d'air du ventilateur. En ajoutant ce module il était aussi possible que le niveau de poussière et de radiation soit réduit à la sortie du ventilateur, ce qui serait bénéfique

dans les situations d'aérage secondaire.

Les études faites par l'équipe du LRM ont démontré que l'efficacité de filtration des poussières n'était que de l'ordre de 10 à 30% pour les poussières de diamètre variant entre 0.2 et 2.0  $\mu\text{m}$ . La concentration de poussière respirable fut néanmoins réduite jusqu'à un maximum de 32% durant un des tests. Dans les mines d'uranium où ces tests ont eu lieu, des diminutions plus modestes (de l'ordre de 10 à 17%) ont été enregistrées dans le niveau de concentration de radiation ionisante à courte période.

#### ANALYSES ET ETUDES EN LABORATOIRE

Le LRM d'Elliot Lake possède des outils de recherche en laboratoire qui sont très utiles, ce sont le système d'analyse du quartz par la méthode de diffraction des rayons-x, une chambre à poussière sous la forme de soufflerie et le centre national d'étalonnage d'instruments de mesure des radiations ionisantes dans le milieu industriel.

Le système d'analyse au rayons-X sert à déterminer le montant de quartz contenu dans les échantillons de poussière prélevés dans les mines. Ce laboratoire d'analyse fonctionne à plein temps depuis plusieurs années. Plusieurs modifications, depuis lors, permettent au système d'analyser avec précision un grand nombre d'échantillons provenant de diverses mines canadiennes.

La chambre à poussière en phase dynamique, récemment aménagée, est un atout majeur en ce qui a trait à la recherche minière au niveau des poussières. La chambre est en fait une soufflerie en circuit fermé où un ventilateur fait circuler l'air chargé de poussière au travers de trois chambres en série qui possèdent des diamètres différents. Cette assemblage permet trois régimes d'opération simultanés. La vitesse de l'air dans les chambres peut aussi être variée en ajustant la vitesse du moteur rattaché au

ventilateur. Divers types de poussières peuvent être injectés dans la chambre afin de reproduire une atmosphère qui va recréer le plus fidèlement possible les conditions qui existent en milieu minier souterrain.

La soufflerie ou chambre à poussière est d'une grande versatilité. Elle nous permet de calibrer et de comparer divers types d'échantillonneurs de poussière dans une atmosphère contrôlée et ceci en phase dynamique. L'aspect dynamique de la chambre se prête aussi très bien à la vérification des anémomètres qui servent à la mesure de la ventilation dans les galeries de mines. Finalement, la chambre nous permet de faire de la recherche plus avancée comme par exemple la vérification de l'effet de la vitesse de l'air ambiant sur l'efficacité des échantillonneurs de poussière.

Finalement, le LRM d'Elliot Lake a créé et a fait construire une installation qui servira à l'étalonnage d'instruments de mesure des radiations ionisantes de l'environnement minier. Cette chambre où des variables comme la température, l'humidité, la concentration des poussières, l'entrée d'air et la concentration des radiations sont strictement contrôlées, est appelée à devenir un centre d'étalonnage national.

#### CONCLUSION

Les techniques et instruments de mesure des contaminants dans le milieu souterrain se sont beaucoup améliorés depuis les dix dernières années. De nouvelles techniques de contrôle sont mises au point régulièrement. Le personnel minier en charge du contrôle de la poussière et des radiations est bien qualifié. Donc, les conditions de travail dans les mines se sont considérablement améliorées. Il reste que, dans plusieurs mines et pour des raisons variées, les concentrations de contaminants dans l'air sont beaucoup trop élevées. Il est évident que le terrain à couvrir est vaste et que les problèmes auxquels font face les hygiénistes industriels sont compliqués.



Même quand on isole un problème il arrive souvent qu'il se passe beaucoup de temps avant qu'une solution puisse être mise en place, qui n'affecte pas l'équilibre du reste de la mine (aération par exemple).

Dans un futur plus moins lointain et avec une technologie qui existe déjà, soit au point de vue des communications, de l'informatique, des sondes ou d'instruments de mesure, on pense déjà à mesurer les contaminants et à contrôler automatiquement les concentrations. En fait il n'est pas difficile d'imaginer un système central d'acquisition des données (SCAD) qui serait relié à des appareils de mesure des poussières, des radiations et du taux d'aération, placés à des endroits stratégiques dans les galeries. On peut ajouter à cela des détecteurs de gaz toxiques, de fumée ou de chaleur. Il serait possible de se servir de cette information en reliant le SCAD à un système de contrôle automatique (SCA) qui permettrait, entre autre, de contrôler le débit d'air à certains endroits à l'aide de ventilateurs ou en ouvrant/fermant automatiquement des portes. En cas d'incendie, on pourrait aussi activer de puissants jets d'eau à divers endroits stratégiques.

En résumé, il ne nous reste qu'à se prévaloir de la technologie de pointe à notre disposition. Les efforts du groupe de l'environnement minier du LRM à Elliot Lake sont concentrés sur le contrôle des polluants industriels miniers ainsi que sur le développement de méthodes et d'instruments adéquats visant à minimiser les risques à la santé des travailleurs miniers.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Cochrane, T.S. et Casey, F.L., "A review of dust standards and dust sampling equipment in the mining industry"; Rapport interne FMP 60/19, Fuels and Mining Practice Division, Mines Branch, Ottawa; 1961.
2. Cochrane, T.S., Knight, G., Richards, L.C. et Stefanich, W., "Comparison

of dust sampling instruments"; Rapport de recherche R-250, Mining Research Centre, Mines Branch, Ottawa; 1971.

3. Knight, G. et Kowalchuk, R., "Testing of respirable dust sampling techniques for use in Ontario Mines"; Rapport interne 72/99, Centre de recherche minière, Direction des mines, Ministère de l'énergie, des mines et des ressources; 1972.
4. Grenier, M.G., Hardcastle, S.H. et Bigu, J., "Characterization of respirable dust in a belt conveyor drift"; CIM Bulletin, vol. 80, no. 908, pp 35-38; 1987.
5. Grenier, M.G., Hardcastle, S.H. et Bigu, J., "Evaluation of a water type dust collector at an underground crushing operation"; à être publié dans Am Ind Hyg Assoc J., 1988.
6. Grenier, M.G. et Bigu, J., "Suppression of airborne dust in hard rock mines by means of electrostatic water sprays"; soumis au Appl Ind Hyg J., 1987.
7. Bigu, J. et Grenier, M.G., "Reduction of airborne radioactive dust by means of a charged water spray"; soumis au Am Ind Hyg Assoc J., 1987.
8. Grenier, M.G. et Bigu, J., "Underground evaluation of a fan/filter system for dust reduction capabilities"; Rapport de division MRL 87-(TR), 1987.