

SERVICE
DES
ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

COMPARAISON
ENTRE LES

APPAREILS RESPIRATOIRES
à injecteur et sans injecteur

Un accident survenu à Caeduke, près de Swansea, a donné lieu dans ces derniers temps, en Angleterre, à des échanges de vue dans certaines revues techniques, sur les avantages et inconvénients des appareils respiratoires à injecteur et sans injecteur. Cet accident s'est produit dans les circonstances suivantes : Des ouvriers, porteurs d'appareils Draeger, établissaient un barrage dans une galerie où se répandaient les gaz produits par un incendie survenu dans une partie défilée. Le « superintendent » qui accompagnait les ouvriers perdit connaissance après une heure et demie environ de travail, et succomba à un empoisonnement par l'oxyde de carbone.

Le professeur CADMAN, de l'Université de Birmingham, chargé par le « Home Office » d'examiner l'appareil respiratoire que portait la victime de l'accident, constata que la cartouche de régénération de l'appareil était légèrement perforée en deux points, que deux joints des tubes laissaient à désirer, et que, par ces ouvertures, l'air extérieur chargé d'oxyde de carbone avait pu pénétrer à l'intérieur de l'appareil.

Les conclusions du professeur Cadman furent les suivantes (1) :

« Un appareil respiratoire, du type à injecteur, possédant une

(1) *Colliery Guardian*, décembre 1912, p. 1197.

« zone de pression négative, est une source de grand danger, à moins
 » d'être soumis à un examen très sérieux et systématique avant d'être
 » mis en usage dans une atmosphère irrespirable, et spécialement
 » dans une atmosphère contenant de l'oxyde de carbone. Cet examen
 » doit être fait par une deuxième personne parce que celui qui porte
 » l'appareil ne peut pas vérifier lui-même si toutes les connexions
 » sont imperméables aux gaz.

» Un appareil possédant une zone de pression négative est toujours
 » sujet à des fuites, et il serait de l'intérêt de la sécurité que l'appa-
 » reil soit construit de manière à ne donner que des pressions posi-
 » tives pour que les fuites ne puissent se produire que de l'intérieur
 » vers l'extérieur. »

Le tableau I donne les résultats de mesures de pressions faites par le professeur Cadman, dans le régénérateur de divers appareils respiratoires, ainsi que dans le voisinage immédiat de l'injecteur (1).

TABLEAU I.

Appareils	Pression en millimètres d'eau dans le régénérateur — Sujet au repos	Pression en millimètres d'eau dans le régénérateur — Sujet au travail	Maximum de pression négative en millimètres d'eau près de l'injecteur
Draeger, nouveau type	de -5.1 à -13.2	de 5.1 à -13.2	-67.2
Draeger, ancien type.	-5.1	de 2.5 à -7.6	»
Meco	de 25.4 à -17.8	de 55.9 à -50.8	-83.8
Proté (Fleuss)	de 10.2 à 25.4	de 5.1 à 20.3	sans injecteur
Weg	de 15.2 à 55.9	de 10.2 à 101.6	sans injecteur

Le tableau II donne les résultats d'expériences faites par le professeur Cadman, pour déterminer le volume de gaz susceptible de passer par un orifice de 1^m/_m8 de diamètre, sous diverses pressions (1). Cet orifice peut être assimilé à une légère perforation ou à un joint dont l'étanchéité laisse à désirer.

(1) *Transactions of The Institution of Mining Engineers*, vol. 44, p. 464.

TABLEAU II.

Pression en millimètres d'eau	Volume de gaz en litres par minute
2.5	0.8
5.1	1.3
10.1	1.6
12.7	2.2

Le tableau III donne, d'après le docteur Haldane, pour diverses teneurs de l'atmosphère en oxyde de carbone, le temps nécessaire pour amener la perte de connaissance, si l'on suppose qu'un défaut d'étanchéité permet une rentrée d'air de 1 litre par minute dans un appareil respiratoire, et que les trois quarts de l'oxyde de carbone aspiré sont absorbés par le sang (1). Une absorption de 450 centimètres cubes d'oxyde de carbone détermine la perte de connaissance et sature le sang à 50 %.

TABLEAU III.

Teneur de l'atmosphère en oxyde de carbone.	Temps nécessaire pour déterminer la perte de connaissance.
1/2 %	2 heures
1 %	1 heure
2 %	1/2 heure
3 %	20 minutes
4 %	15 minutes
5 %	12 minutes

Dans le cas d'une atmosphère qui ne renfermerait pas d'oxyde de carbone, dit encore le Professeur Cadman, mais qui serait dépourvue d'oxygène, telle qu'une atmosphère de grisou, si l'on admet que l'appareil débite 2 litres d'oxygène par minute et qu'un défaut d'étanchéité permet une rentrée de gaz, même inférieure à 1 litre par minute, le sauveteur serait exposé à perdre connaissance s'il devait développer un effort considérable. En effet, aussitôt que la consommation d'oxygène atteindrait 2 litres par minute, l'appareil se remplirait rapidement de grisou ou d'azote et, au lieu d'être arrêté dans son travail par le manque d'air résultant de ce que le sac se vide, le sauveteur respirerait bientôt une atmosphère rendue dangereuse par sa faible teneur en oxygène. Il serait exposé à perdre connaissance avant de s'être rendu compte du danger.

(1) *Op. cit.*, p. 466.

Dans le cas d'appareil à pression positive, de légères fuites sont sans danger ; le dégonflement du sac et la difficulté de la respiration attirent l'attention du sauveteur qui peut alors se retirer tranquillement.

Un appareil qui aurait été essayé sans inconvénient dans une salle d'exercice remplie de fumée, peut être dangereux dans une atmosphère contenant de l'oxyde de carbone, car la cartouche absorbante retient l'acide carbonique ou le gaz sulfureux alors qu'elle n'absorbe pas l'oxyde de carbone.

Dans une lettre adressée au *Colliery Guardian* (1) en réponse aux observations du professeur Cadman, M. Richard JACOBSON, représentant de la firme Draeger, fait observer que les fuites dans les appareils sans injecteur, à pression toujours positive, ne sont pas sans danger, car la perte d'oxygène qui en résulte peut avoir des conséquences fatales.

Tous les joints de l'appareil Draeger peuvent être essayés au point de vue de l'imperméabilité aux gaz, avant la mise en service, et il n'est pas nécessaire de recourir à une deuxième personne pour cette vérification. Un appareil possédant une zone de pression négative ne doit pas nécessairement donner lieu à des fuites, et il n'est nullement établi que des fuites ne peuvent pas se produire dans les appareils sans injecteur. Jusqu'en 1901, tous les appareils respiratoires étaient du type sans injecteur. L'invention de l'injecteur de circulation de Draeger ouvrit une ère nouvelle pour les appareils respiratoires, et se serait faire un pas en arrière que de revenir aux appareils sans injecteur.

On peut faire valoir en faveur des appareils sans injecteur :

1° Le fait que l'injecteur, dont l'orifice est très petit, est exposé à être obstrué par les impuretés de l'oxygène ;

2° Le fait qu'en raison de l'existence d'une pression positive, des gaz, tel que l'oxyde de carbone, ne peuvent pas être aspirés dans l'appareil en cas de manque d'étanchéité des joints ou de perforation du régénérateur.

Les appareils à injecteur présentent par contre les avantages suivants :

1° L'injecteur fait circuler l'air et fait fonctionner l'appareil indépendamment de l'action des poumons. Il en résulte que les appareils

(1) *Colliery Guardian*, décembre 1912, page 1197, et janvier 1913, p. 191.

à injecteur permettent un travail plus actif que les appareils sans injecteur dans lesquels l'action des poumons détermine seule la circulation de l'air. La chose a été formellement attestée par la Commission d'expériences des Propriétaires de charbonnages du South Midland, à Birmingham.

2° Le type à injecteur permet l'emploi d'un casque, ce qui est utile quand la figure est exposée à un jet de vapeur, à la chaleur, etc. Avec les appareils sans injecteur, on ne peut pas faire usage d'un casque car l'acide carbonique s'accumulerait dans celui-ci.

3° Le type à injecteur permet l'emploi d'une cartouche absorbante pour épurer l'air respiré, ce qui donne une meilleure régénération.

4° Le type à injecteur permet l'emploi d'un refroidisseur ; l'air respiré peut donc être refroidi à une température agréable. Dans les appareils sans injecteur, l'air devient désagréablement chaud, ce qui est mentionné dans le rapport de la Commission d'expérience des Propriétaires de charbonnages du South Midland.

En comparant les avantages et les inconvénients des deux types d'appareils, on voit que la supériorité réclamée pour le type sans injecteur est uniquement basée sur la supposition que le type à injecteur est employé sans soin. Un appareil sans injecteur employé sans soin peut également donner lieu à des accidents. L'obstruction de l'orifice de l'injecteur de l'appareil Draeger ne s'est jamais produite, ce qui est dû à la présence, dans l'injecteur, d'une fine toile métallique qui retient les impuretés de l'oxygène.

Quant aux petites perforations constatées par le Prof^r Cadman, dans une cartouche de régénération, il y a lieu de faire observer qu'il est difficile de dire dans quelles conditions elles se sont produites. Ces perforations auraient été facilement aperçues si on avait pris soin d'examiner la cartouche ou de l'essayer sous l'eau avant de la mettre en place, ainsi qu'on le fait dans nombre de stations de sauvetage.

Durant les opérations de sauvetage, après la catastrophe de Cadeby, les appareils respiratoires étaient essayés sous l'eau avant d'être remis aux sauveteurs ; on s'assurait ainsi de l'étanchéité des joints. C'est la une précaution bien simple qui peut être vivement recommandée.

A cette occasion, l'appareil Draeger a été employé jour et nuit pendant plus de six semaines dans une atmosphère d'azote et d'acide carbonique, et aucun accident imputable aux appareils respiratoires ne s'est produit.

Il n'est survenu d'accident qu'à un seul sauveteur qui avait retiré de sa bouche l'embouchure de l'appareil, mais l'enquête du « Home Office » a établi qu'aucune faute n'était imputable à l'appareil lui-même. L'Inspecteur en Chef des Mines a rendu hommage aux services rendus par les appareils respiratoires en cette circonstance.

Il y a actuellement en service dans le monde environ 6,000 appareils à injecteur, alors qu'on ne compte que 500 ou 600 appareils sans injecteur.

M. H. S. JENKINS, de la « Meco Works », écrit de son côté à la même revue que si un appareil à pression positive est défectueux et donne lieu à des fuites, par perforation d'un des sacs ou autrement, la pression intérieure tombe immédiatement et l'aspiration produite par les poumons crée alors une pression négative qui permet à l'air extérieur de pénétrer dans l'appareil.

Un autre avantage important des appareils à injecteur, est de pouvoir être rapidement rechargé dans le cas où une équipe de sauvetage revenant à la surface, doit céder immédiatement ses appareils à une nouvelle équipe. La matière régénératrice est contenue dans des boîtes métalliques interchangeable, et l'appareil peut être rechargé en une minute ou deux.

Il n'en est pas de même des appareils sans injecteur. Avec ces appareils, il faut d'abord laver et sécher les sacs contenant la matière régénératrice avant de les recharger, ce qui demande une ou deux heures.

Tous ceux qui ont suivi l'évolution des appareils respiratoires pourront dire que l'introduction de l'injecteur a été un perfectionnement capital pour le cas de travaux pénibles à effectuer.

La suppression de l'injecteur serait sacrifier l'efficacité de la régénération.

L'avantage de la pression positive est le seul que l'appareil sans injecteur puisse réclamer.

L'obstruction de l'injecteur de l'appareil Meco est impossible grâce au système de toile métallique et de rondelle de feutre employé (1).

En réponse à ce qui précède, M. Henry FLEUSS écrit que M. Jenkins fait erreur en disant qu'en cas de perforation du sac d'un appareil à pression positive, une pression négative s'établirait dans l'appareil; il faudrait pour cela non pas une perforation mais une déchirure, et,

(1) *Colliery Guardian*, décembre 1912, p. 1257.

dans ce cas, le porteur de l'appareil serait suffisamment averti pour qu'il puisse momentanément fermer l'ouverture avec la main et se retirer en sûreté.

Avec un appareil à pression négative, il n'est pas possible d'être averti d'une très petite perforation, et, pour ce motif, l'appareil à injecteur est très dangereux.

M. Jenkins fait erreur également en parlant du temps nécessaire pour recharger les appareils sans injecteur. Quand l'appareil doit resservir immédiatement, il suffit de retirer la charge de matière régénératrice épuisée et de la remplacer par une nouvelle, ce qui ne demande que quelques minutes. Ce n'est que pour remiser l'appareil qu'il faut laver la poche et la sécher.

En admettant que l'appareil à injecteur donne un air plus froid, faut-il risquer une vie pour un peu de confort; les hommes entraînés se servent d'ailleurs, sans gêne, de l'appareil Proto (brevet Fleuss-Davis).

On a dit, continue M. Fleuss, que les appareils respiratoires ont fait périr plus d'hommes qu'ils n'ont aidé à en sauver. Cela peut être vrai en général, mais pas un accident mortel ne s'est produit avec le Proto. Les accidents sont imputables au système à injecteur ou au casque. Le jeu des muscles peut causer à tout instant un défaut d'étanchéité entre la face et le masque, et cela sans que le porteur de l'appareil s'en aperçoive. Aussi, après de nombreuses recherches, nous estimons que l'embouchure est préférable au masque.

L'oxygène, tel qu'on le fabrique actuellement, contient un peu d'azote. L'oxygène est absorbé dans la respiration, tandis que l'azote ne l'est pas. C'est pourquoi il est nécessaire, de temps en temps, d'enlever du sac respiratoire une certaine quantité d'air pour se débarrasser de l'excès d'azote. Alors que l'air contenu dans un seul sac respiratoire serait fatal pour le porteur de l'appareil s'il renfermait une forte proportion de gaz délétères, la perte d'une douzaine de sacs d'oxygène serait sans inconvénient pour lui (1).

M. MORRIS, « Superintendent » et instructeur à la station de sauvetage d'Aberaman, écrit de son côté au *Colliery Guardian* qu'après avoir pris connaissance des communications du Professeur Cadman et de MM. Jacobson et Fleuss, il a effectué des expériences à la Station d'Aberaman sur les appareils Draeger et Fleuss et qu'il a

(1) *Colliery Guardian*, janvier 1913, pp. 77 et 130.

constaté que ni le Draeger ni le Fleuss ne donnent de pressions positives quand le porteur expire.

La dépression produite dépend de l'état de gonflement des sacs.

Dans le cas de perforation du régénérateur, le résultat est le même pour les deux appareils.

Le Fleuss, pas plus que le Meco ou le Draeger, n'est un appareil à pression positive (1).

Les échanges de vue, résumés ci-dessus, ont le mérite d'attirer l'attention, d'une manière toute spéciale, sur les dangers qui peuvent résulter d'un défaut d'étanchéité dans le circuit de circulation d'air des appareils respiratoires.

La première conclusion qui s'impose est qu'il importe de soigner d'une manière toute spéciale les joints et assemblages des appareils respiratoires et de vérifier très attentivement l'étanchéité de toutes les parties de l'appareil, par un examen sous l'eau et sous pression d'air avant de le mettre en service dans une atmosphère dangereuse.

En principe, l'existence d'une pression négative à l'intérieure d'un appareil respiratoire doit être considérée comme un défaut, car elle constitue une source de danger et d'appréhension, qu'il est vivement à désirer de voir disparaître.

En cas de pression négative, une négligence ou un défaut d'attention dans la recherche des fuites de l'appareil, le relâchement d'un joint en cours de travail, de légères détériorations avec perforations peuvent avoir des inconvénients plus ou moins graves, en permettant des rentrées d'air irrespirable ou délétère. De légères fuites à un appareil respiratoire présenteraient évidemment moins d'inconvénients dans le cas de pression toujours positive.

Il ne faut pas conclure de ce qui précède que l'injecteur doit être banni de la construction des appareils respiratoires. L'injecteur présente des avantages et il n'est nulle-

(1) *Colliery Guardian*, janvier 1913, p. 191.

ment démontré qu'on ne puisse pas faire disparaître son principal inconvénient actuel qui est de créer une zone de pression négative dans une partie du circuit de circulation d'air.

L'ingéniosité des constructeurs d'appareils respiratoires a déjà triomphé de bien de difficultés et il est à supposer qu'ils ne reculeront pas devant celle-ci. Il est à désirer qu'ils s'attachent à créer des types d'appareils à pressions toujours positives.

La partie la plus résistante du circuit de circulation d'air est constituée par les cartouches de régénération et le refroidisseur. Il n'est pas impossible qu'en plaçant l'injecteur à l'entrée et à l'amont de cette partie du circuit, de manière à ce qu'il souffle dans les cartouches de régénération au lieu d'aspirer sur celles-ci, on n'améliorerait pas notablement le régime des pressions intérieures, tout en fournissant un air convenable au porteur de l'appareil. Il serait peut-être utile également d'augmenter les dimensions des sacs d'aspiration et d'expiration.

Pour éviter les pressions négatives, il serait bon également qu'on ne cherche pas à prolonger la durée de fonctionnement des appareils et à diminuer leur poids, en réduisant d'une manière trop stricte leur débit d'oxygène par minute.

Dans le numéro du 20 mars 1913 du *Colliery Guardian*, M. Jenkins, de la *Meco Works*, fait connaître qu'on est parvenu à faire disparaître la zone de pression négative de l'appareil Meco en intercalant un sac d'égalisation de pression entre les cylindres à oxygène et le régénérateur.

Ce sac est normalement gonflé; en cas de fuite à l'appareil, il se dégonfle, ce qui attire l'attention du porteur.

Mons, mars 1913.

EMMANUEL LEMAIRE.