

**Guide d'évaluation
du temps de service
des cartouches chimiques**

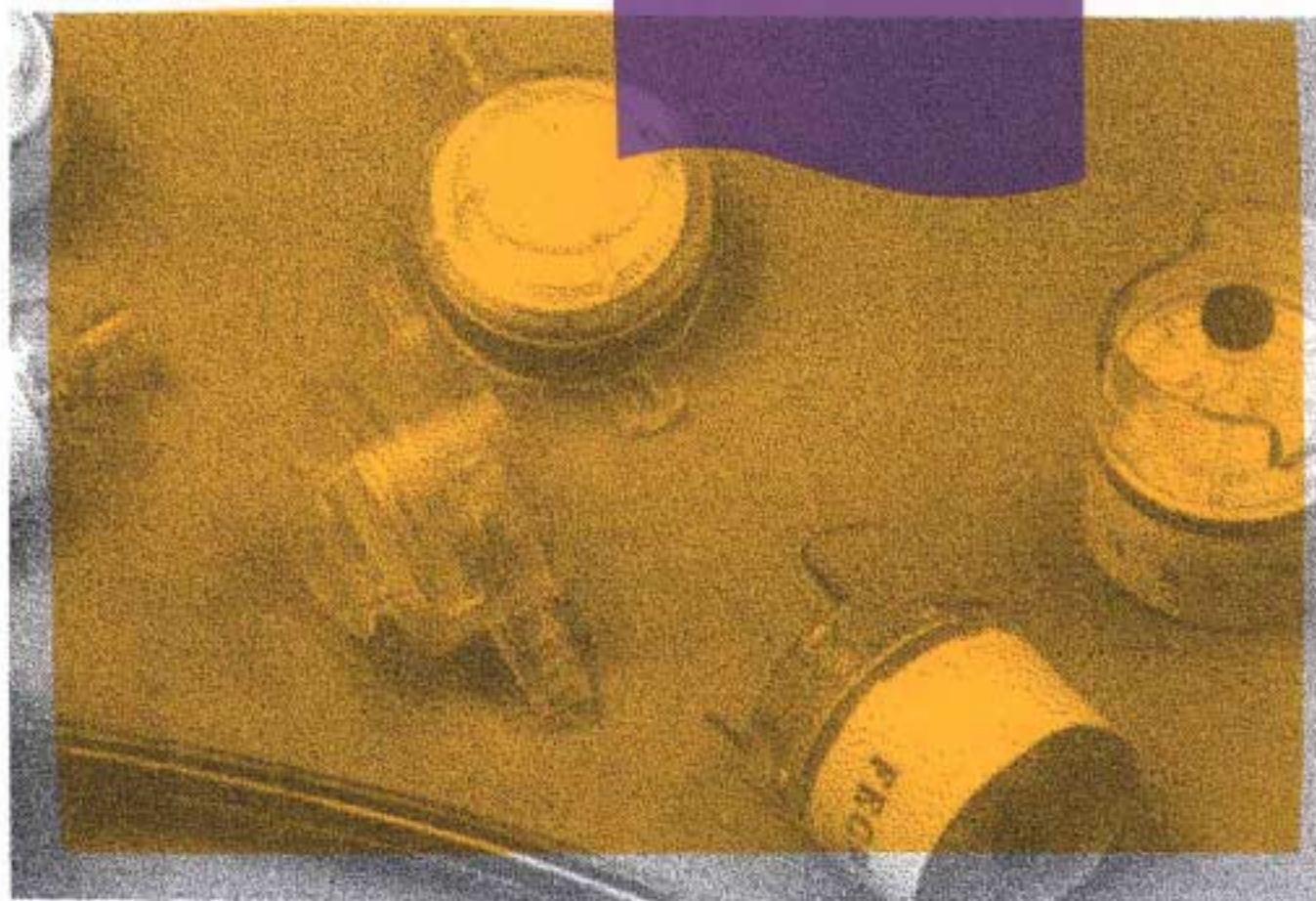


**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Jaime Lara
Robert Lafond
Louis Gendreau

Septembre 1987 T-05

GUIDE TECHNIQUE



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

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.

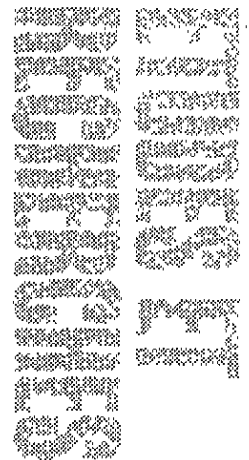
ATTENTION

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
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Guide d'évaluation du temps de service des cartouches chimiques



Jaime Lara, Robert Lafond
Programme sécurité et ingénierie, IRSST

Louis Gendreau
Programme hygiène et toxicologie, IRSST

GUIDE TECHNIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1.- Introduction	1
2.- Définition des termes	3
3.- Les appareils respiratoires à cartouches chimiques	4
3.1 Les cartouches chimiques	4
3.2 Conditions d'utilisation des respirateurs à cartouches chimiques	4
4.- Nature de l'étude à l'IRSST	5
4.1 Le but de l'étude.....	5
4.2 Type d'information obtenue	7
A.- À l'aide de graphiques.....	9
B.- À l'aide de calculs	9
4.3 Exemple d'utilisation	11
A.- À l'aide de graphiques	11
B.- À l'aide de calculs	12
5.- Conclusion	13
6.- Références.....	14
7.- Annexes.....	15-18

1.- INTRODUCTION

Il existe sur le marché une grande variété d'appareils respiratoires. Ces équipements peuvent être classés en deux types; les appareils filtrants et les appareils avec approvisionnement d'air. Les appareils filtrants sont des appareils dont l'air inspiré est de l'air ambiant et les impuretés toxiques sont retirées par filtration lors de son passage dans la cartouche. Les appareils avec approvisionnement d'air sont des appareils dans lesquels l'air respiré est de l'air fourni par une source indépendante du milieu (bombonne, compresseur, etc).

Un des appareils de protection respiratoire le plus répandu est le respirateur à cartouches filtrantes (cartouche chimique). Il a l'avantage d'être léger, facilement utilisable et économique. Cependant, il y a deux problèmes dont il faut tenir compte pour s'assurer de la bonne protection de l'utilisateur. Le premier est le bon ajustement et l'étanchéité de l'appareil, car pour que les impuretés présentes dans l'air respiré soient éliminées, elles doivent passer par la cartouche filtrante. Le second est le temps de service de la cartouche, c'est-à-dire la période durant laquelle la cartouche sera capable de retenir efficacement les impuretés présentes dans l'air respiré.

Des méthodes quantitatives et qualitatives (1) ont été développées pour vérifier le bon ajustement et l'étanchéité des appareils respiratoires. Cependant, il n'existe pas de méthode adéquate pour déterminer le temps de service des cartouches chimiques. Présentement, les utilisateurs se fient à l'odeur et au goût de l'impureté (vapeur ou gaz) ou l'irritation des voies respiratoires pour déterminer le moment où les cartouches doivent être remplacées. Cette pratique est inadéquate. En effet, il est bien connu que la sensibilité aux odeurs varie d'un individu à l'autre. De plus, on constate que la sensibilité de l'utilisateur diminue due au phénomène d'accoutumance aux impuretés (fatigue olfactive).

Ces raisons ont motivé l'IRSST à développer une méthode pour évaluer le temps de service des cartouches chimiques. La méthode développée nous permet d'évaluer les cartouches dans différents types

d'environnement et de simuler le débit respiratoire des travailleurs soumis à différents efforts physiques (léger, moyen, élevé). Le présent document a pour but d'informer les hygiénistes industriels et les utilisateurs des appareils respiratoires à cartouches chimiques des résultats obtenus à l'aide de cette méthode. Pour ce faire, nous avons évalué le temps de service des cartouches chimiques avec quatre vapeurs organiques présentes comme impuretés toxiques dans différents milieux de travail. Le lecteur trouvera ci-après des explications sur la façon d'utiliser cette information.

2.- DÉFINITION DES TERMES

- Masque:

Partie d'un respirateur qui recouvre soit le nez et la bouche (quart de masque), le nez, la bouche et le menton (demi-masque) ou le nez, la bouche et les yeux dans le cas d'un masque complet.

- Cartouche chimique:

Élément filtrant contenant une substance (adsorbant) qui sert à retenir les impuretés toxiques dont sont munis les appareils respiratoires d'épuration d'air.

- Temps de service des cartouches chimiques:

Temps requis pour que l'impureté toxique qui traverse la cartouche atteigne une concentration déterminée. Cette concentration devrait toujours être inférieure à la concentration moyenne admissible.

- Concentration moyenne admissible:

Concentration des impuretés toxiques dans l'air pour une journée de travail de 8 heures, au-dessus de laquelle les travailleurs ne peuvent être exposés sans danger d'intoxication aiguë ou chronique.

- DIVS (Danger immédiat pour la vie ou la santé):

Atmosphère d'exposition aiguë présentant un danger immédiat pour la vie ou pour la santé. Les impuretés toxiques dans l'air entraîneraient la mort d'une personne ou des effets irréversibles sur sa santé en moins de 30 minutes.

- Temps de claquage:

Temps nécessaire pour qu'une certaine quantité d'impureté toxique traverse la cartouche.

- Pourcentage de claquage:

Pourcentage de la concentration des impuretés qui traversent la cartouche par rapport à la concentration d'exposition.

- Régime respiratoire:

Volume d'air respiré qui correspond à un effort physique déterminé (référence 1).

3.- LES APPAREILS RESPIRATOIRES À CARTOUCHES CHIMIQUES

3.1 Les cartouches chimiques

La plupart des cartouches chimiques contiennent du charbon actif pour piéger des vapeurs organiques qui sont présentes dans l'air. Ce charbon, lorsqu'il est traité, peut également être efficace pour d'autres types d'impuretés telles que les vapeurs acides. Sur le boîtier il se trouve une étiquette de couleur qui permet d'identifier le type de cartouche à utiliser selon l'impureté. Voici quelques exemples:

Tableau 1

COULEUR*	TYPE D'IMPURETÉ
Noir	Vapeurs organiques
Jaune	Vapeurs organiques + gaz acides
Blanc	Gaz acides
Vert	Ammoniac + Méthylamine
Vert olive	Formaldéhyde

* Code de l'American National Standard Institute (ANSI)

3.2 Conditions d'utilisation des respirateurs à cartouches chimiques

Il nous apparaît important de préciser aux usagers qu'un appareil respiratoire à cartouches ne peut être utilisé dans les cas suivants:

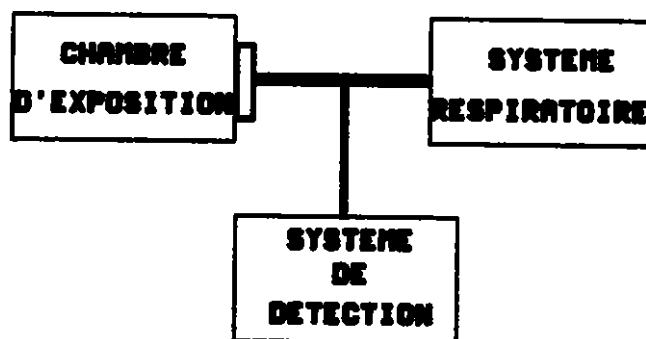
- dans des atmosphères représentant des dangers immédiats pour la vie, la santé ou la sécurité de l'utilisateur;
- lorsque la concentration d'oxygène est inférieure à 19,5% du volume d'air;
- dans des atmosphères ayant des concentrations supérieures à 1 000 ppm pour la plupart des impuretés (vapeurs organiques);
- dans des atmosphères ayant des concentrations supérieures à une certaine concentration pour des impuretés spécifiques (50 ppm dans le cas du SO₂);
- lorsque les concentrations des impuretés sont inconnues.

4.- NATURE DE L'ÉTUDE A L'IRSST

4.1 Le but

Le but de cette étude était de développer un outil simple pour évaluer le temps de service des cartouches chimiques. Pour ce faire nous avons développé un montage permettant d'évaluer le temps de service des cartouches chimiques à différentes concentrations de vapeurs organiques ainsi qu'à différents régimes respiratoires. Ce montage est schématisé à la figure 1. Il est constitué principalement de 3 unités:

- A. Une chambre d'exposition dans laquelle la face externe des cartouches est exposée aux vapeurs organiques et un système de génération qui permet de contrôler les conditions d'exposition (température, humidité, concentration de l'impureté).
- B. Un système permettant de simuler différents régimes respiratoires selon le type d'effort physique (travail demandant un effort physique: fort, moyen ou léger) (référence 2).
- C. Un système de détection qui permet d'analyser la concentration des vapeurs organiques qui traversent la cartouche.



SCHEMA DU MONTAGE EXPERIMENTAL

f i g u r e 1

A l'aide de ce montage nous avons évalué le temps de service de quatre cartouches chimiques parmi les plus utilisées au Québec avec quatre solvants organiques qui sont parmi les impuretés toxiques les plus retrouvées lors des analyses dans les laboratoires de toxicologie à l'IRSST.

Les cartouches chimiques évaluées sont les suivantes:

- Wilson R-21 pour vapeurs organiques
- Wilson R-25 pour vapeurs organiques et vapeurs acides
- Scott 642-OV pour vapeurs organiques
- Scott 642-OA pour vapeurs organiques et vapeurs acides

Les solvants organiques utilisés sont les suivants:

- chlorure de méthylène
- hexane
- toluène
- 1,1,1, trichloroéthane

Le temps de service des cartouches chimiques a été évalué à 500 et 1,000 ppm de concentration de vapeur organique dans l'air à 25°C, l'humidité relative de 30% et le débit respiratoire équivalent à 36 L/min.

4.2 Type d'information obtenue

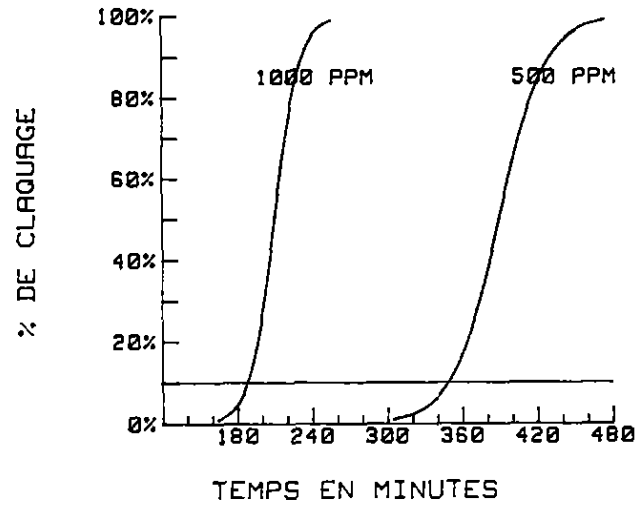
Dans les figures 2a et 2b on présente des exemples typiques des résultats obtenus lors de l'évaluation du temps de service des cartouches chimiques.

A la figure 2a on présente le pourcentage de claquage du 1,1,1, trichloroéthane (TCE) à 500 et 1000 ppm de concentration, en fonction du temps d'exposition de la cartouche (min.). Le TCE est un solvant organique souvent utilisé comme dégraissant. Ce type de graphique a l'avantage de représenter directement le comportement de la cartouche en fonction du temps lorsque la concentration des vapeurs organiques dans l'air est connue.

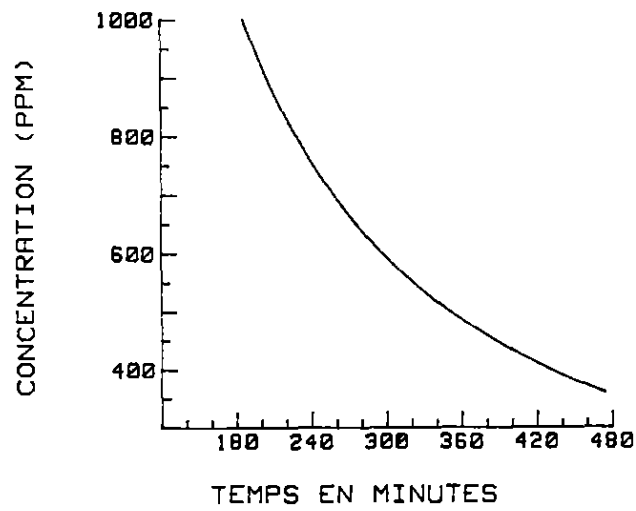
On peut constater à la figure 2a que dans un premier temps, on ne détecte aucune trace de TCE qui traverse la cartouche. Ceci indique que toute la vapeur organique est retenue par la cartouche (efficacité maximale). Dès que les premières traces de TCE traversent la cartouche, l'efficacité de celle-ci diminue très rapidement. En d'autres mots, l'augmentation de la concentration de l'impureté qui traverse la cartouche entre 10 et 80% de claquage est très rapide. Pour cette raison, nous considérons plus pertinent d'évaluer le temps de service des cartouches chimiques seulement à 10% de claquage.

La figure 2b présente les mêmes résultats sous une autre forme. Dans ce cas la figure représente la concentration de vapeur organique en fonction du temps d'exposition pour un pourcentage constant de claquage fixé à 10%. Ce type de courbe a l'avantage de représenter le temps de service des cartouches chimiques exposées à des concentrations de vapeurs organiques inférieures à 1000 ppm.

Pour permettre l'évaluation graphique du temps de service des cartouches chimiques, nous présentons en annexe les résultats obtenus pour les quatre solvants utilisés dans cette étude, en se servant du même type de représentation des figures 2a et 2b.



(a)



(b)

Figure 2. Temps de service des cartouches chimiques en présence de trichloroéthane

- a) à concentration constante
- b) à 10% de claquage

Comment utiliser cette information?

Le temps de service des cartouches chimiques peut être obtenu à l'aide des graphiques ou par un calcul simple.

A.- À l'aide de graphiques

- a) Pour des concentrations de vapeur organique déjà expérimentées, on peut déterminer le temps de service à partir de courbes du pourcentage de claquage en fonction du temps (ex. figure 2a).
- b) Pour les concentrations de vapeurs non testées, le temps d'utilisation des cartouches chimiques peut être déterminé à partir des courbes de concentration de vapeur organique en fonction du temps à 10% de claquage (ex. figure 2b).

B.- À l'aide de calculs

Dans cette étude, nous avons évalué le temps de service des cartouches chimiques à 10% de claquage pour plusieurs concentrations de vapeurs organiques entre 250 et 1 000 ppm. Ceci nous a permis de déterminer que la courbe qui représente la concentration de vapeur en fonction du temps à 10% de claquage (figure 2b) peut être représentée par l'équation suivante:

$$T_c(10\%) = A \times C^b$$

$T_c(10\%)$ est le temps de claquage en minutes à 10% de la concentration d'exposition, "C" est la concentration d'exposition à la vapeur (ppm) et "A et b" sont des constantes obtenues expérimentalement pour chaque vapeur organique.

Les résultats obtenus démontrent que le comportement des cartouches chimiques peut être considéré comme équivalent, par rapport aux quatre solvants organiques utilisé pour cette étude. Ainsi, les valeurs de A et b présentées au tableau 2 représentent la moyenne obtenue pour l'ensemble des cartouches. Avec ces valeurs, on peut calculer le temps de service des cartouches chimiques à 10% de claquage.

Tableau 2

SOLVANTS	A x 10 ⁻⁴	b x 10	Concentration moyenne admissible (3)
1,1,1-trichloroéthane	10,42	-9,16	350 ppm
toluène	13,54	-9,15	100 ppm
hexane	16,52	-10,09	100 ppm
chlorure de méthylène	0,53	-5,67	200 ppm

4.3 Exemple d'utilisation

A.- À l'aide de graphiques

Prenons le cas de deux travailleurs qui sont exposés dans différentes usines à 1 000 et 750 ppm respectivement de trichloroéthane (TCE) et qui exécutent un travail exigeant un effort moyen. Dans ce cas, la concentration moyenne admissible est de 350 ppm (3). Tel que mentionné auparavant il est préférable de déterminer le temps de service des cartouches chimiques à 10% de claquage.

Pendant combien de temps peuvent-ils utiliser ces cartouches?

Pour le travailleur exposé à 1 000 ppm de TCE, la concentration de polluant est déjà expérimentée (voir figure 2). Dans ce cas, le 10% de claquage correspond à 100 ppm. On lit sur la courbe 2a de 1 000 ppm. le temps d'utilisation des cartouches chimiques qui correspond à 10% de claquage. Ce temps est d'environ 190 minutes.

Pour le travailleur exposé à 750 ppm de TCE, cette concentration ne se retrouve pas à la figure 2a. Dans ce cas, on doit se référer à la figure 2b. On peut lire directement sur la courbe le temps d'utilisation pour un 10% de claquage lorsque la concentration est de 750 ppm. Le temps retrouvé est d'environ 240 minutes.

B.- À l'aide de calculs

L'équation présentée précédemment permet de calculer le temps de service des cartouches chimiques à un pourcentage de claquage de 10%.

Pour le trichloroéthane, les valeurs des constantes A et b obtenues expérimentalement sont respectivement:

$$A = 10,42 \times 10^4$$

$$b = -9.16 \times 10^{-1}$$

En se référant aux exemples déjà présentés, le temps de service des cartouches chimiques à 1 000 ppm de polluant est le suivant:

$$T_C(10\%) = 10,42 \times 10^4 \times (1\ 000)^{-.916} = 186 \text{ minutes}$$

Dans le cas où les cartouches chimiques sont exposées à 750 ppm, le temps de service obtenu est:

$$T_C(10\%) = 10,42 \times 10^4 \times (750)^{-.916} = 242 \text{ minutes}$$

N.B. Le temps d'utilisation des cartouches chimiques est proportionnel au débit respiratoire. Alors dans le cas où le débit respiratoire est différent de 36 L/min, le temps d'utilisation des cartouches chimiques peut être obtenu en multipliant le résultat obtenu à 36 L/min par un facteur de correction (Fc) équivalant à:

$$\frac{36 \text{ L/min}}{\text{nouveau débit}} = Fc$$

5.- CONCLUSION

La méthode développée à l'IRSST permet de déterminer le temps de service des cartouches chimiques dans certaines situations représentatives des conditions en milieu de travail.

Il a été établi dans cette étude qu'il suffit d'évaluer le temps de service des cartouches chimiques à 10% de claquage pour assurer une bonne protection aux usagers d'appareils respiratoires filtrants.

Le temps de service des cartouches chimiques à 10% de claquage peut être déterminé graphiquement ou calculé à partir d'une équation simple, pourvu que les constantes des impuretés soient connues. Néanmoins l'évaluation du temps de service des cartouches chimiques ne sera valable que si l'entreposage des cartouches est effectué d'une façon adéquate. En effet, de mauvaises conditions d'entreposage (atmosphère polluée ou humide) peuvent affecter le temps d'utilisation des cartouches chimiques (1).

Il faut toutefois préciser qu'une protection à l'aide d'un respirateur à cartouches chimiques implique pour l'utilisateur une bonne connaissance:

- a) des conditions d'exposition (le type et la concentration des impuretés toxiques, type d'effort);
- b) des limites d'utilisation;
- c) des conditions d'entreposage des cartouches chimiques;
- d) de l'entretien de l'appareil respiratoire;

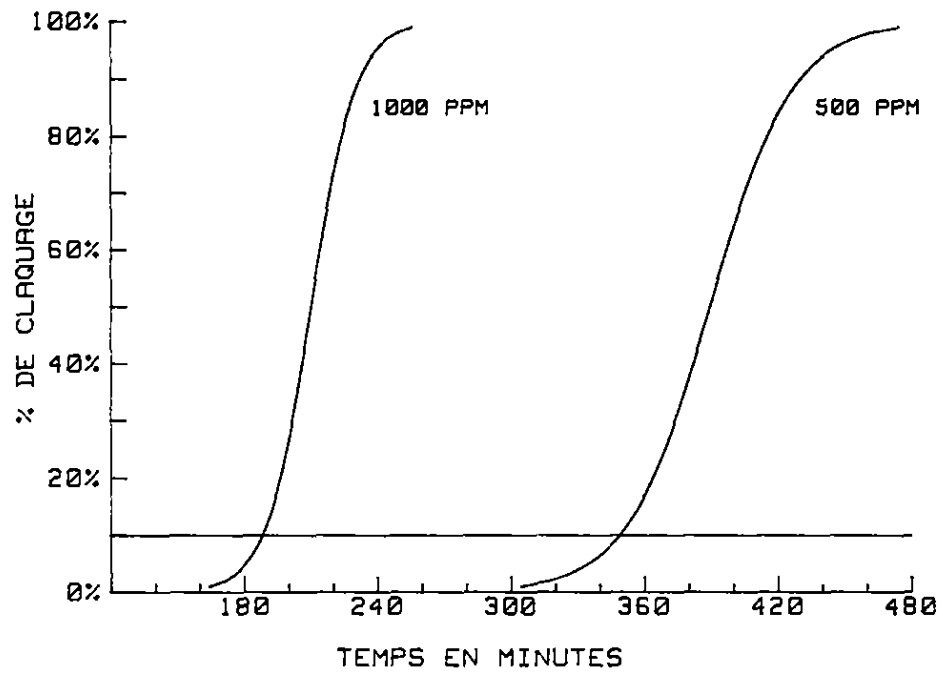
Finalement, nous voulons signaler que les résultats présentés dans ce document ne s'appliquent pas à d'autres vapeurs organiques ou pour des mélanges des vapeurs organiques.

RÉFÉRENCES

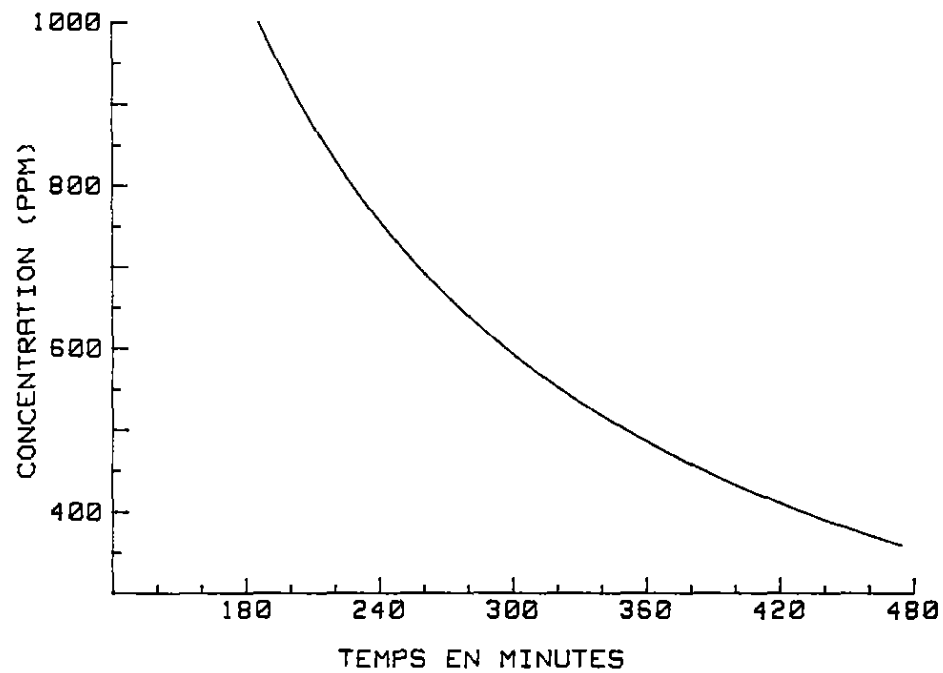
- (1) ACNDR: Association canadienne de normalisation. Choix, entretien et utilisation des appareils respiratoires, Norme Z94.4-M1982, Rexdale, Ontario, Acnor, (Mars 1983), 70 p.

- (2) Selon les données de Silverman et al. (A.M.A. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med., 3:461, 1951) le débit respiratoire pour un effort physique léger est de 22 L/min, le débit respiratoire pour un effort physique moyen est de 36 L/min et le débit respiratoire pour un effort physique fort est de 64 L/min.

- (3) Règlement sur la qualité du milieu de travail. Éditeur officiel du Québec, 23 septembre 1982.



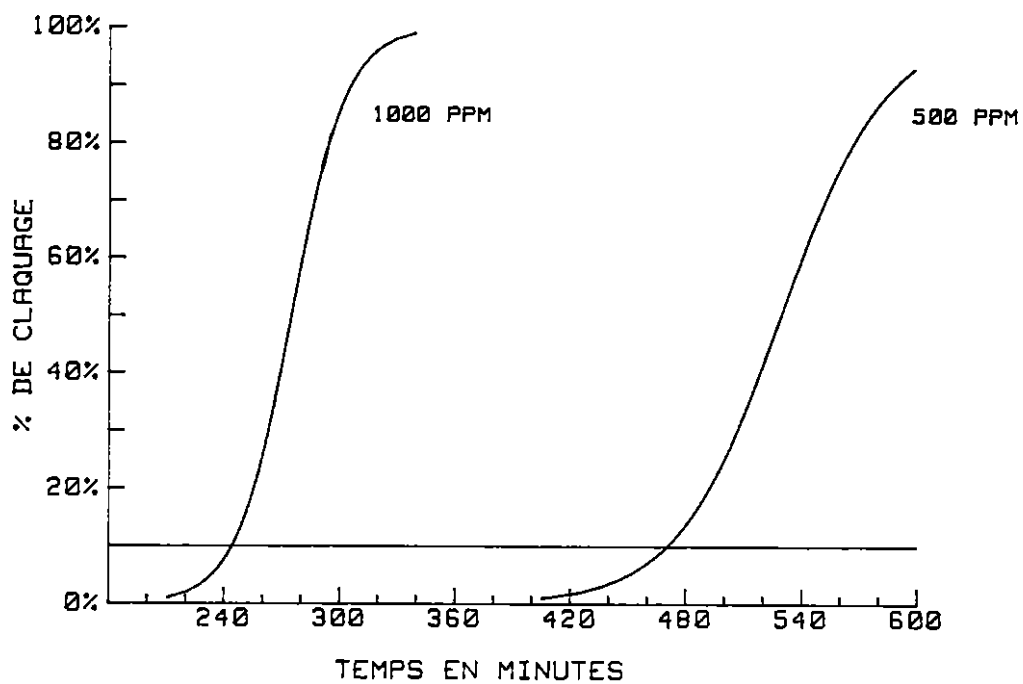
(a)



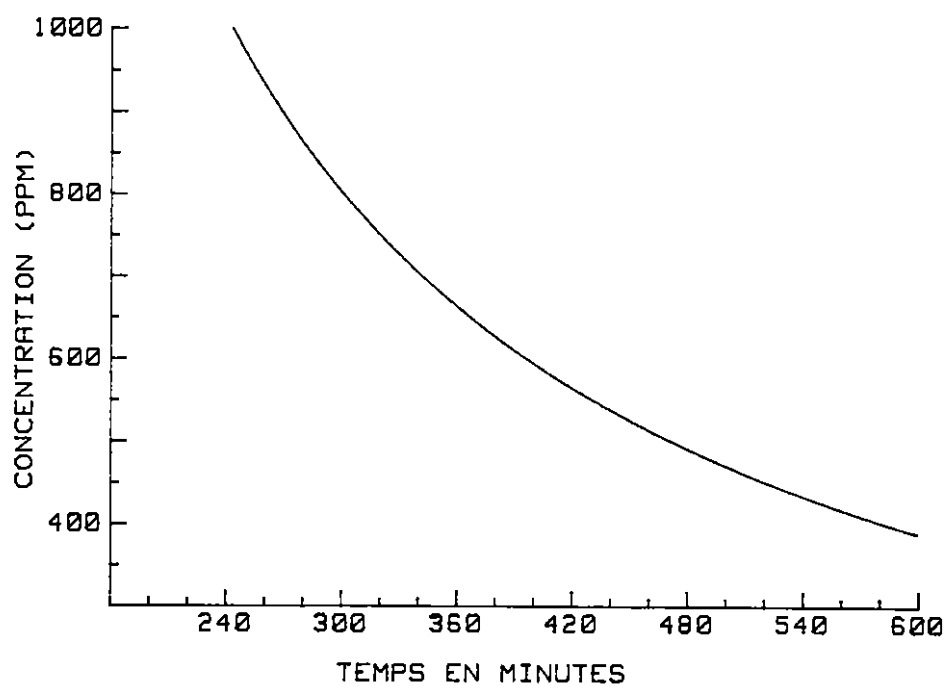
(b)

Annexe I Temps de service des cartouches chimiques
en présence de trichloroéthane

- a) à concentration constante
- b) à 10% de claquage



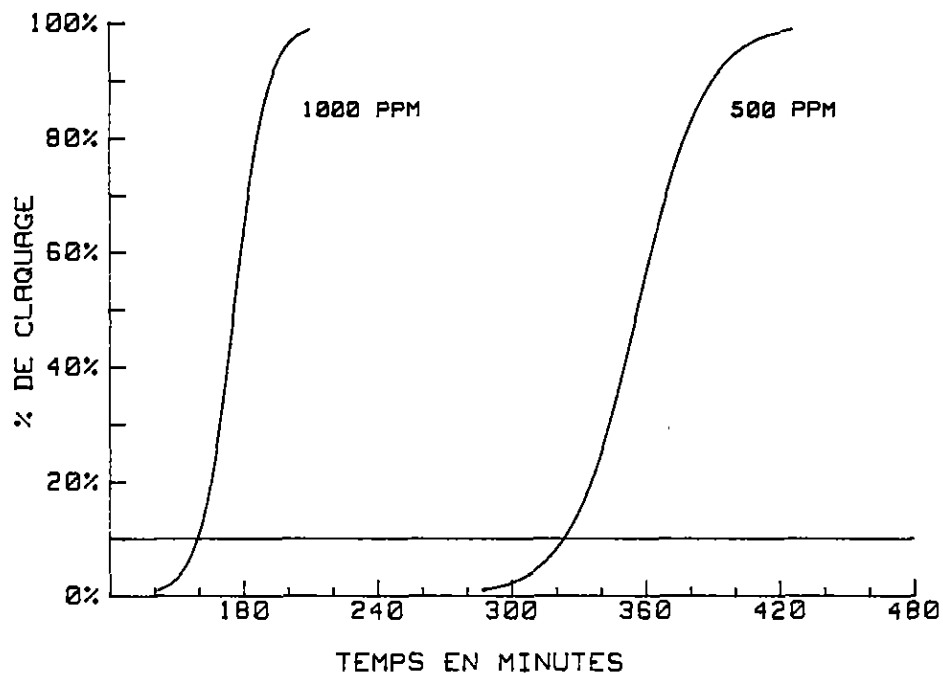
(a)



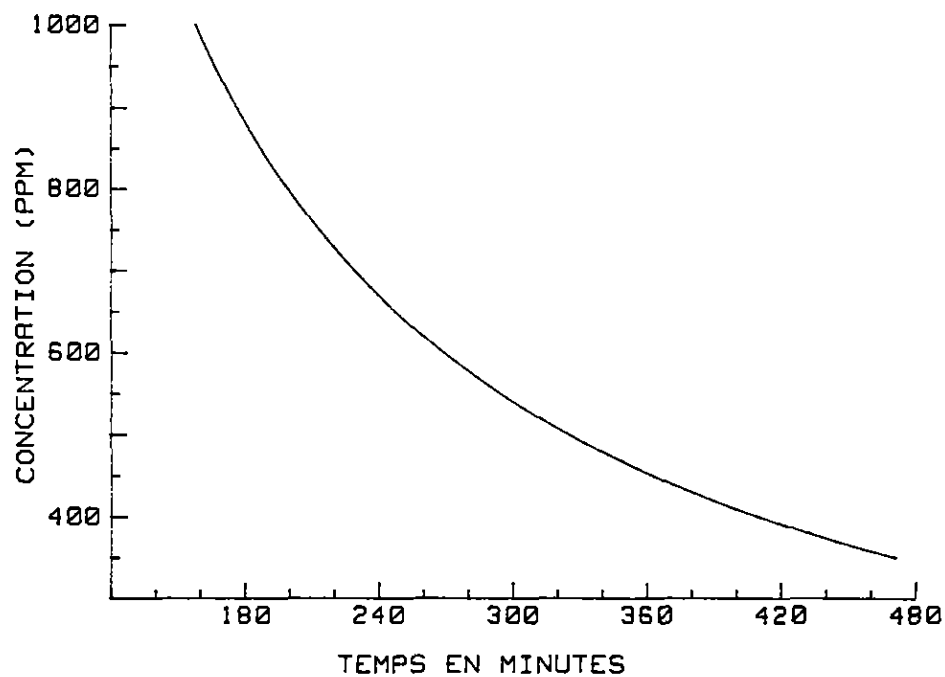
(b)

Annexe II Temps de service des cartouches chimiques en présence de toluène

- a) à concentration constante
- b) à 10% de claquage



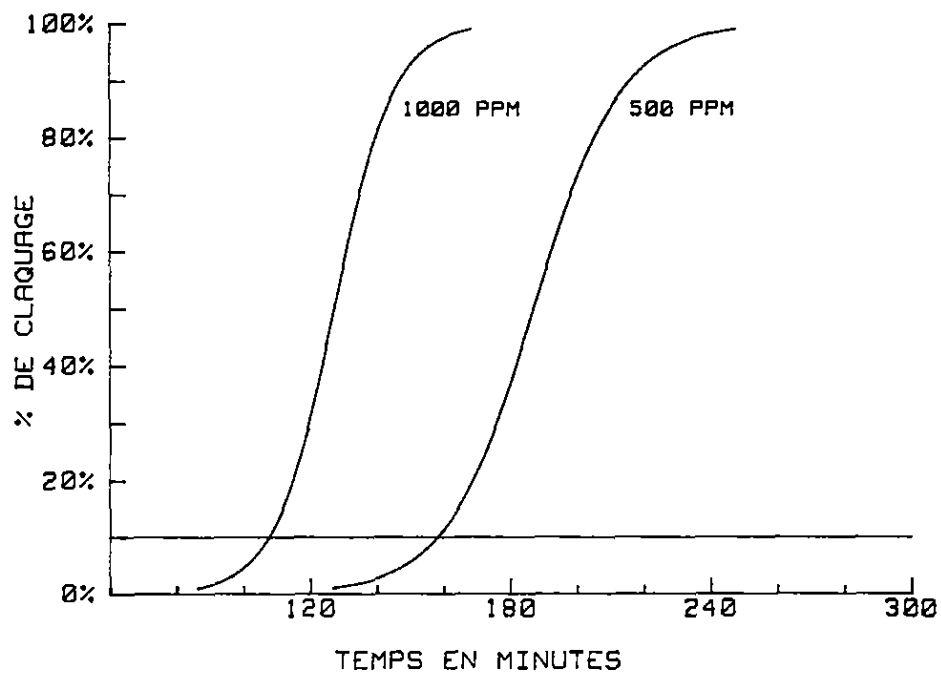
(a)



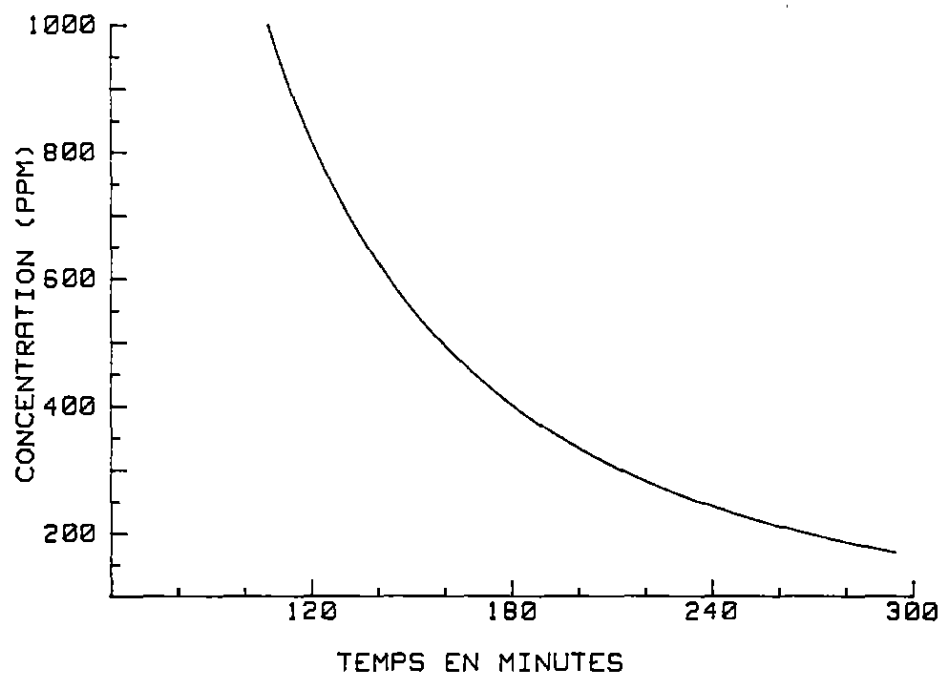
(b)

ANNEXE III Temps de service des cartouches chimiques
en présence d'hexane

- a) à concentration constante
- b) à 10% de claquage



(a)



(b)

Annexe IV Temps de service des cartouches chimiques
en présence de chlorure de méthylène

- a) à concentration constante
- b) à 10% de claquage