

Protection respiratoire

Les cartouches contre les gaz et les vapeurs



Stacey Blundell, M. SC, CIH
Spécialiste
Service technique,
produits d'hygiène
industrielle et de sécurité
environnementale
3M Canada

L'air ambiant du milieu de travail peut contenir des substances nocives. S'il est impossible de protéger les travailleurs contre l'exposition aux atmosphères dangereuses à l'aide de moyens techniques ou administratifs, il faut alors utiliser un équipement de protection individuel. Ces équipements doivent être utilisés uniquement dans le cadre d'un programme de protection respiratoire correctement mis en œuvre¹. Entre autres, ce programme prévoit l'identification des contaminants, la formation des travailleurs, les essais d'ajustement et le suivi médical.

Les cartouches contre les produits chimiques

Les respirateurs sont dotés de cartouches qui contribuent à réduire l'exposition des travailleurs aux vapeurs (substance qui s'évapore d'un liquide ou d'un solide) et aux gaz (substance ni solide ni liquide à température ambiante). En présence de particules, un

filtre est aussi nécessaire pour réduire l'exposition des travailleurs. Il existe deux catégories de respirateurs :

→ **les respirateurs à pression négative (photos 1, 2)**, toujours à ajustement serré, sont dotés d'un demi-masque ou d'un masque complet et un essai d'ajustement est nécessaire.

Leur fonctionnement repose sur le joint d'étanchéité entre le masque et le visage. Lorsque le travailleur inhale, il crée un vide à l'intérieur du respirateur ; bien ajusté, il force l'air ambiant à pénétrer dans la zone de respiration en passant par la cartouche et non par les fuites autour du joint facial ;

1. Respirateur à pression négative à ajustement serré seulement.



2. Respirateur à pression négative à masque filtrant ou en élastomère.



→ **les respirateurs d'épuration d'air propulsé (photo 3)** sont munis d'une pièce faciale à ajustement lâche (casque, cagoule) ou serré (demi-masque ou masque complet - ajustement requis). Ils sont dotés d'un souffleur et d'une pile qui aspirent l'air à travers la cartouche pour le diriger dans la pièce faciale.

Plusieurs types de cartouches sont offerts : vapeurs organiques, gaz acides, ammoniac, formaldéhyde, vapeurs de mercure, etc. Les fabricants de respirateurs offrent également des cartouches combinées contre plusieurs gaz ou vapeurs.



3. Respirateur d'épuration d'air propulsé à ajustement lâche ou serré.



Le fonctionnement des cartouches

Les cartouches contre les produits chimiques sont constituées essentiellement d'un petit contenant rempli d'un sorbant, un matériau poreux qui réagit de diverses manières avec le gaz ou la vapeur pour l'extraire de l'air ambiant. Le sorbant est habituellement du charbon activé provenant surtout de la noix de coco ou de la houille. La matière première est d'abord broyée, ensuite carbonisée pour enlever l'eau et les éléments autres que le carbone, et, finalement, activée par chauffage dans une atmosphère inerte.

Il résulte du procédé d'activation un matériau à structure poreuse caractérisée par une très grande surface. Grâce à cette grande surface, le charbon activé devient très propice à extraire les gaz et les vapeurs de l'air ambiant. Dans les cartouches contre les produits chimiques, le charbon activé réagit principalement de trois façons :

→ **adsorption physique** : les molécules de vapeur organique sont captées à la surface du charbon activé par les forces de *Van der Waals*. En raison de la faiblesse de ces forces, cette méthode d'extraction présente plusieurs limites : la migration chimique (pendant les périodes d'inutilisation, les contaminants peuvent migrer de la couche de charbon activé extérieure vers l'intérieur ou être délogés par des gaz ou des vapeurs moins volatils), le rendement insuffisant contre les substances très volatiles (pression de vapeur > 100 mmHg à 25 °C), l'influence de l'humidité (l'adsorption concurrente de l'eau apparaît à partir de 65 % d'humidité relative) et la diminution de la capacité d'adsorption avec l'augmentation de la température ;

→ **adsorption chimique** : une liaison chimique se crée entre le gaz et la surface du charbon. Cette méthode plutôt limitée est quand même utile pour les substances comme l'ozone et le fluorure d'hydrogène ;

→ **réaction chimique** : le charbon est traité ou imprégné de divers produits chimiques qui améliorent l'extraction des gaz difficiles à adsorber (ex. : formaldéhyde, vapeurs de mercure, gaz

Il faut établir un calendrier de changement chaque fois que l'on utilise des cartouches contre les produits chimiques.

acides). Les liaisons créées par ces réactions chimiques sont très fortes, de sorte que cette méthode présente peu de migration chimique. Par contre, le rendement peut être affecté par de faibles niveaux d'humidité (< 50 %).

Le choix de la bonne cartouche

Certains gaz et vapeurs ne peuvent être captés adéquatement, par exemple le monoxyde de carbone. Afin de sélectionner la bonne cartouche, il faut tenir compte de plusieurs facteurs : la concentration en oxygène, le contaminant et sa concentration dans l'air, les limites d'exposition applicables, le seuil de détection sensoriel du contaminant, ainsi que la présence (ou non) de brouillard ou d'aérosol à base d'huile. Il faut aussi prendre en considération les besoins requis par la situation : protection oculaire et faciale, protection de la tête, respirateur pouvant refroidir ou réchauffer l'air, respirateur qui ne nécessite pas d'essai d'ajustement et qui autorise une certaine pilosité faciale, respirateur d'épuration d'air propulsé ou à adduction d'air.

Les principaux fabricants de respirateurs (ex. : 3M, MSA, North Safety) offrent des guides de sélection en version papier ou des logiciels pour choisir la cartouche qui convient. Dans certaines juridictions, comme au Québec, en vertu de la norme CSA Z94.4-93 art. 6.3.2.3.1, on ne doit pas utiliser d'appareils d'épuration d'air lorsque le contaminant est difficilement décelable, c'est-à-dire une substance dont le seuil de détection par l'odeur, la saveur ou l'irritation est supérieur à la limite d'exposition admissible. Dans ce cas, le travailleur doit porter un respirateur à adduction d'air.

Le remplacement des cartouches

Il faut établir un calendrier de changement chaque fois que l'on utilise des cartouches contre les produits chimiques. Le charbon activé de la cartouche ne peut retenir qu'une certaine quantité des gaz et des vapeurs. Lorsque le charbon activé est saturé, il y a pénétration du contaminant dans la zone respiratoire. Les cartouches doivent être remplacées avant d'atteindre le point de pénétration (**encadré**).

Le calendrier doit être préparé par une personne compétente en la matière. Il peut s'établir à partir d'un indicateur de fin de durée utile (IFDU), de bonnes propriétés de détection, de calculs de durée utile et de la migration chimique.

Un IFDU consiste en un petit indicateur situé sur la cartouche et qui change de couleur lorsque l'on doit la remplacer. Ces indicateurs ne sont offerts que pour un très petit nombre de substances (ex. : vapeurs de mercure). On devrait

également remplacer les cartouches qui ne réussissent pas l'inspection physique effectuée selon les directives du fabricant.

Certaines juridictions autorisent la détection sensorielle (goût, odorat, irritation) comme indicateur du point de pénétration pour déterminer le calendrier de changement des cartouches. Cela est possible à la condition que le contaminant possède des caractéristiques de détection adéquates, c'est-à-dire lorsque l'odeur, la saveur ou l'irritation qu'il provoque sont décelables à des concentrations inférieures à la limite d'exposition admissible. Cependant, il faut prendre en considération les facteurs suivants :

- les seuils de détection sensoriels proviennent des valeurs moyennes d'une grande population de sujets et peuvent varier selon un facteur de 100 ;
- 15 % des gens ne détectent pas du tout ces seuils jusqu'à des concentrations équivalant à quatre fois le seuil moyen ;
- la perte progressive de la perception, ou fatigue sensorielle, existe avec certaines substances (ex. : sulfure d'hydrogène) ;
- pour nombre de substances, ces seuils sont inconnus.

La plupart des fabricants de cartouches pour respirateurs offrent des logiciels pour estimer la durée utile et déterminer un calendrier de changement. Il s'agit toutefois d'estimations reposant sur les facteurs indiqués plus haut et consignées par l'utilisateur pour refléter le milieu de travail. Il est important d'utiliser uniquement le logiciel recommandé par le fabricant et conçu précisément pour la cartouche en question. L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail a aussi développé un outil d'estimation du temps de service des cartouches².

La migration du contaminant dans la cartouche peut également être un facteur déterminant pour établir le calendrier de changement ou pour entreposer des cartouches usées en vue d'une utilisation ultérieure. Le phé-

PRINCIPAUX FACTEURS POUR DÉTERMINER LA DURÉE UTILE DES CARTOUCHES OU LE POINT DE PÉNÉTRATION

- TYPE DE CARTOUCHE : si le choix est inapproprié, il n'y aura pas d'extraction efficace du gaz ou des vapeurs ou la durée utile sera plus courte qu'escomptée ;
- CONCENTRATION DES GAZ OU DES VAPEURS DANS L'AIR AMBIANT : en général, des concentrations élevées de contaminants abrègent la durée utile ;
- PRÉSENCE D'AUTRES GAZ OU VAPEURS : dans le cas des mélanges, il peut y avoir plusieurs gaz ou vapeurs qui se font concurrence pour trouver des points où se lier au charbon activé, d'où une durée utile plus courte ;
- HUMIDITÉ RELATIVE : taux élevé (> 65 %), la vapeur d'eau fait concurrence aux vapeurs organiques et réduit la durée utile ; taux faible (< 50 %), peut écourter la durée des substances extraites par réaction chimique (ex. : ammoniac, formaldéhyde, vapeurs de mercure et gaz acides) ;
- TEMPÉRATURE AMBIANTE : la durée utile décroît avec l'augmentation de la température ;
- FRÉQUENCE RESPIRATOIRE ET DÉBIT D'AIR : la durée utile décroît avec l'augmentation du volume d'air (rythme de travail plus élevé, respirateur d'épuration d'air pulsé).

nomène de migration est à prendre au sérieux pour les vapeurs organiques retenues par adsorption physique par le charbon activé. Habituellement, le phénomène présente un risque plus élevé avec les composés plus volatils (point d'ébullition < 5 °C). La migration réduit la durée utile prévue et si elle vous préoccupe, il vaut mieux mettre les cartouches au rebut après chaque quart de travail.

Recommandations des fabricants

En ce qui concerne le choix et la durée d'utilisation des cartouches, les principaux fabricants fournissent des outils pour guider votre démarche et vous assurer de considérer tous les facteurs pertinents. Vous devez également savoir que certains gaz et vapeurs ne peuvent être éliminés par les cartouches contre les produits chimiques et qu'on ne peut utiliser de cartouches dans une atmosphère présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé ou une concentration en oxygène inférieure à 19,5 %.

À l'aide de ces informations, vous serez outillé pour assumer votre responsabilité d'établir un calendrier de changement des cartouches conformément au programme de protection respiratoire. ●

RÉFÉRENCES

1. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (art. 45). *Choix, entretien et utilisation des respirateurs* (norme CSA Z94.4-93).
2. Saturisk (www.irsst.qc.ca/fr/_outil_100045.html). Voir aussi : LARA, J., D. DROLET, F. LEMAY. « Estimer la durée de vie des cartouches pour les vapeurs organiques », *Objectif prévention*, vol. 32, n° 2, 2009, p. 12-13 (www.asstas.qc.ca).