

Estimer la durée de vie des cartouches pour les vapeurs organiques



Jaime Lara
Chimiste,
chercheur senior



Daniel Drolet
Chimiste



François Lemay
Analyste en informatique
Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail
(IRSST)

Parmi les appareils de protection respiratoire (APR) les plus utilisés pour se protéger contre les gaz ou les vapeurs délétères, on retrouve ceux de type filtrant. Avec ces APR, l'air ambiant passe à travers une cartouche contenant un adsorbant qui capte les polluants pour que l'utilisateur respire de l'air purifié.

Cette cartouche contient, en fait, du charbon actif qui retient les contaminants à sa surface avec une faible énergie d'adsorption. Il est difficile de prédire la capacité d'adsorption de la cartouche, son efficacité étant fonction de plusieurs paramètres (**encadré 1**).

Indicateur de fin de service

La pratique qui consiste à se fier à l'odeur du contaminant passant à travers une cartouche est dangereuse. Dans bien des cas, le seuil de détection olfactive se situe à une concentration plus élevée que les valeurs d'exposition admises réglementaires. Aux États-Unis, la réglementation interdit d'ailleurs cette façon de faire. Il est plutôt recommandé d'utiliser des cartouches avec un indicateur de fin de service (ESL, pour *End of Service Life Indicator*) ou un modèle mathématique.

Il existe très peu d'ESL sur le marché. Ainsi, le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) a développé un outil informatique qui nécessite, toutefois, certaines connaissances du charbon de la cartouche (caractéristiques de porosité et autres informations difficilement accessibles

à la plupart des utilisateurs d'APR). Certains fabricants d'APR offrent aussi un outil de calcul qui se limite, bien entendu, à leurs appareils.

Outil informatique

L'IRSST a développé un outil d'estimation du temps de service des cartouches, *Saturisk* (évoquant la saturation, le risque et Saturne, le dieu du temps !). Il est basé sur des modèles mathématiques qui font appel à des propriétés du charbon, des solvants et de la cartouche, tout en tenant compte du débit d'air pour différentes charges de travail. Facile à utiliser, cet outil

assiste les responsables des programmes de protection respiratoire et les utilisateurs d'APR pour une meilleure gestion du remplacement des cartouches respiratoires.

Présentation de *Saturisk*

L'outil est disponible sur le site Internet de l'IRSST¹. À l'entrée, deux options se présentent dont l'une permet de consulter le rapport de recherche. L'autre option, *Pour accéder à l'utilitaire*, offre différentes informations de départ : portée et limites de l'outil, utilisation et interprétation des résultats, différentes variables et quelques cas spéciaux (ex. : acrylonitrile, alcool méthylique, benzène, 1,3-butadiène et chlorure de méthylène pour lesquels une attention particulière doit être portée compte tenu de leur toxicité et de leur volatilité). Il suffit de lancer l'outil et d'y inscrire les données requises.

Section A – Cartouches

Indiquer le modèle de la cartouche et si une ou deux cartouches sont requises par la pièce faciale (l'option trois cartouches est prévue ultérieurement, car certains appareils motorisés en utilisent parfois).

Section B – Paramètres de calcul

Inscrire la température de l'air ambiant (en °C ou °F) (entre 0 à 40 °C) et l'humidité relative de l'air ambiant (< 65 % ou ≥ 65 %) ; sélectionner la charge de travail estimée (faible, moyenne, élevée) qui

La pratique qui consiste à se fier à l'odeur du contaminant passant à travers une cartouche est dangereuse.

est en lien avec le débit respiratoire. L'humidité de l'air peut diminuer la durée de vie des cartouches, en particulier pour les solvants hydrophobes et volatils : < 65 %, la durée de vie des cartouches est peu affectée ; ≥ 65 %, l'effet peut être important. Le logiciel envoie alors un message pour que l'utilisateur se renseigne sur l'effet de l'humidité décrit à la page d'information.

Section C – Substances

Identifier le ou les contaminants parmi une liste de 146 substances (recherche par nom ou numéro CAS) ; entrer la concentration du contaminant dans l'air en ppm ou en mg/m³ (le calcul tient compte de la concentration en ppm, l'outil fera la conversion le cas échéant).

Afficher le résultat

Une fois les trois sections remplies, le résultat apparaît au bas de la page. **L'encadré 2** présente deux exemples d'application.

Des contaminants multiples

Les cas de présence d'un seul contaminant dans l'air en milieu de travail sont rares. Le plus souvent, l'exposition est multiple. Ces situations peuvent présenter des risques accrus pour l'utilisateur d'un APR, si la gestion de remplacement des cartouches ne se fait pas de façon adéquate.

Saturisk tient compte de la présence de plusieurs contaminants (jusqu'à huit). Dans ce cas, il faut entrer l'information sur la concentration de chacun des contaminants. L'outil

Les cas de présence d'un seul contaminant dans l'air en milieu de travail sont rares. Le plus souvent, l'exposition est multiple.

choisit le plus volatil pour calculer la durée de vie à une concentration qui sera la somme des concentrations de tous les contaminants présents. *Saturisk* offre d'autres options, notamment dans le cas des substances dont la concentration excède la valeur permise ou le niveau de DIVS (danger immédiat pour la vie ou la santé), il n'autorisera pas le calcul du temps de service et avertira l'utilisateur de la situation particulière.

La base de données du logiciel compte, pour le moment, des informations sur 146 solvants organiques et 6 modèles de cartouche. Un projet subséquent permettra d'augmenter la base de données des cartouches et aussi des boîtiers pour les appareils motorisés (PAPR). ●

RÉFÉRENCE

1. *Saturisk* est accessible sur le site de l'IRSST (www.irsst.qc.ca/fr/_outil_100045.html).

1. CONTRIBUTION DES VARIABLES À LA DURÉE DE VIE DES CARTOUCHES

- **Concentration du contaminant** : plus elle est élevée, plus courte sera la durée de vie des cartouches.
- **Point d'ébullition du contaminant** : les solvants plus volatils sont plus faiblement retenus ; la durée de vie est donc plus courte par rapport à des solvants peu volatils.
- **Débit d'air** : plus le débit respiratoire est élevé, plus d'air contaminé traversera la cartouche et plus la durée de vie sera courte.
- **Température et humidité** : plus la température ou l'humidité est élevée, plus courte sera la durée de vie des cartouches ; dans le cas de l'humidité, l'eau adsorbée sur le charbon actif est un contaminant de plus.
- **Présence simultanée de contaminants** : cela affecte significativement la durée de vie des cartouches. Comme l'énergie d'adsorption des molécules organiques à la surface du charbon actif est faible, un phénomène de désorption peut se produire. Les molécules peu volatiles vont déloger de la surface du charbon actif celles qui sont volatiles. Dans ce cas, la concentration des molécules volatiles désorbées s'ajoutera aux molécules volatiles provenant de l'air ambiant. L'utilisateur du masque risque même de respirer une concentration de contaminants plus élevée que celle de l'air ambiant. Dans ce cas, le port d'un APR avec des cartouches saturées devient plus dangereux que de ne pas en porter !

2. EXEMPLES DU TEMPS DE SERVICE CALCULÉ AVEC SATURISK

EXEMPLE 1. La durée de vie des cartouches de la compagnie Scott modèle 642-OV, deux cartouches, exposées à 200 ppm de MEK, avec une charge de travail faible et une température de 20 °C est de 16 h. Elle serait de 5 h, si la charge de travail était élevée. Dans les mêmes conditions, pour une charge de travail élevée, à une température de 28 °C, la durée de vie de la même cartouche est de 4 h 10.

EXEMPLE 2. Considérons le cas de la cartouche Scott 642-OV, à une température de 20 °C et en présence de trois contaminants : MEK à 200 ppm, toluène à 200 ppm et cyclohexane à 200 ppm. Le temps de service pour cette situation est de 6 h 54 à une charge de travail faible et de 2 h 5 à une charge élevée. La durée de vie de la cartouche a été calculée sur la base d'une concentration totale de 600 ppm attribuée au MEK (substance la plus volatile) en considérant que dans les cas de mélange les concentrations sont additives.

