



**Ministère de la Santé  
et des Services sociaux**

**Critères de monoxyde de carbone  
et de dioxyde d'azote  
et surveillance de la qualité de l'air  
dans les arénas**

Juin 2014

## Membres du Comité sur la qualité de l'air dans les arénas

M<sup>me</sup> Monique Beausoleil — Direction de santé publique de Montréal

M<sup>me</sup> Sonia Boivin — Direction de santé publique de l'Estrie

M. Jean-Bernard Drapeau — Direction de santé publique de la Montérégie

M<sup>me</sup> Lucie Laflamme — Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

M<sup>me</sup> Rosalie Lefebvre — Direction de santé publique de la Mauricie et du Centre-du-Québec

M. Michel Legris — Direction régionale de santé publique de la Capitale-Nationale

M. Benoit Lévesque — Institut national de santé publique du Québec

### ÉDITION

La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux

Le présent document s'adresse spécifiquement aux intervenants du réseau québécois de la santé et des services sociaux et n'est accessible qu'en version électronique à l'adresse :

**[www.msss.gouv.qc.ca](http://www.msss.gouv.qc.ca)** section **Documentation**, rubrique **Publications**

Le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Dépôt légal  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014  
Bibliothèque et Archives Canada, 2014

ISBN : 978-2-550-71165-0 (version PDF)

Les photographies contenues dans cette publication ne servent qu'à illustrer les différents sujets abordés. Les personnes y apparaissant sont des figurants.

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction, par quelque procédé que ce soit, la traduction ou la diffusion de ce document, même partielles, sont interdites sans l'autorisation préalable des Publications du Québec. Cependant, la reproduction de ce document ou son utilisation à des fins personnelles, d'étude privée ou de recherche scientifique, mais non commerciales, sont permises à condition d'en mentionner la source.

## Table des matières

Introduction.....	1
1. Incidents survenus dans les aré纳斯 de 2000 à 2012 .....	2
2. Monoxyde de carbone (CO).....	3
2.1 Effets sur la santé .....	3
2.2 Normes et recommandations .....	4
2.3 Critères proposés pour le CO .....	7
3. Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	12
3.1 Généralités et effets sur la santé .....	12
3.2 Normes et recommandations .....	13
3.3 Critères proposés pour le NO <sub>2</sub> .....	16
4. Ventilation .....	19
5. Détecteurs de gaz .....	20
5.1 Description .....	20
5.2 Principe de fonctionnement.....	20
5.3 Détecteurs fixes reliés au système de ventilation ou détecteurs portatifs .....	21
5.4 Installation des détecteurs fixes reliés au système de ventilation .....	22
5.5 Seuils d'alarme des détecteurs .....	26
5.6 Entretien des détecteurs fixes reliés au système de ventilation .....	26
5.7 Avantages des détecteurs fixes reliés au système de ventilation.....	27
Conclusion .....	29
Annexe.....	36

## Liste des tableaux

Tableau I : Recommandations pour le CO dans différents milieux.....	6
Tableau II : Recommandations pour le NO <sub>2</sub> dans différents milieux .....	15
Tableau III : Seuils de déclenchement des alarmes des détecteurs de CO et de NO <sub>2</sub> .....	26

## Liste des schémas

Schéma 1 : Conduite à tenir en cas de dépassement de CO quand les mesures sont faites avec des détecteurs portatifs non reliés au système de ventilation de l'aréna .....	9
Schéma 2 : Conduite à tenir en cas de dépassement de CO quand les mesures sont faites avec des détecteurs fixes reliés au système de ventilation de l'aréna .....	10
Schéma 3 : Conduite à tenir en cas de dépassement de NO <sub>2</sub> quand les mesures sont faites avec des détecteurs portatifs non reliés au système de ventilation de l'aréna .....	17
Schéma 4 : Conduite à tenir en cas de dépassement de NO <sub>2</sub> quand les mesures sont faites avec des détecteurs fixes reliés au système de ventilation de l'aréna .....	18

## Liste des images

Image 1 : Détecteur de CO installé sur le mur en arrière du banc des joueurs .....	24
Image 2 : Détecteur de CO protégé des chocs par une armature de métal.....	24
Image 3 : Détecteur de NO <sub>2</sub> installé au plafond d'un aréna. L'emplacement facilite l'étalonnage du détecteur .....	25
Image 4 : Détecteur de NO <sub>2</sub> installé au plafond .....	25

## Liste des sigles et symboles

[ ]	Concentration
<b>AQAIRS</b>	Association québécoise des arénas et des installations récréatives et sportives
<b>ACGIH</b>	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
<b>CMPSATQ</b>	Comité médical provincial en santé au travail du Québec
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>COHb</b>	Carboxyhémoglobine
<b>Hb</b>	Hémoglobine
<b>INSPQ</b>	Institut national de santé publique du Québec
<b>NAAQS</b>	National Ambient Air Quality Standards
<b>NIOSH</b>	National Institute for Occupational Safety and Health
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxygène
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>OSHA</b>	Occupational Safety and Health Administration
<b>ORFA</b>	Ontario Recreation Facilities Association
<b>ppm</b>	Parties par million
<b>RSST</b>	Règlement sur la santé et la sécurité du travail
<b>STEL</b>	Limite d'exposition à court terme ( <i>Short-term exposure limit</i> )
<b>TLV</b>	Limite tolérable d'exposition ( <i>Threshold limit value</i> )
<b>TWA</b>	Concentration moyenne maximale ( <i>Time weighted average</i> )
<b>USEPA</b>	Agence de protection de l'environnement américaine
<b>VEMP</b>	Valeur d'exposition moyenne pondérée
<b>VECD</b>	Valeur d'exposition de courte durée



## Introduction

La qualité de l'air intérieur des arénas est toujours une préoccupation d'actualité puisque chaque année, des incidents impliquant des intoxications au monoxyde de carbone (CO) et au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont rapportés aux directions de santé publique du Québec.

Les principales sources de contamination par le CO et le NO<sub>2</sub> dans un aréna sont les surfaceuses et les coupe-bordures munis d'un moteur fonctionnant avec un combustible tel que le propane, l'essence, le gaz naturel ou le diesel. Les systèmes de chauffage fonctionnant avec un carburant comme le gaz naturel ou le propane peuvent également être source de contamination, particulièrement les panneaux radiants utilisés comme chauffage d'appoint dans plusieurs arénas. Bien que d'autres contaminants puissent affecter la qualité de l'air dans les arénas, par exemple l'ammoniac utilisé comme gaz réfrigérant, ce document ne porte que sur la situation relative aux gaz émis par des moteurs à combustion (CO et NO<sub>2</sub>).

Le présent document, destiné aux intervenants des directions de santé publique, propose des seuils d'action et des délais d'intervention pour le CO et le NO<sub>2</sub>, décrit les mesures à prendre en cas de dépassement des critères et définit les concentrations auxquelles il est possible de reprendre le jeu ou de réintégrer les lieux à la suite d'un incident impliquant ces gaz. Il donne des balises utiles pour l'intervention mais, en aucun moment, il ne saurait se substituer au jugement professionnel.

### **Le lecteur trouvera dans ce texte :**

- 1) un résumé des différents incidents survenus dans les arénas du Québec entre 2000 et 2012 et qui ont été portés à l'attention des directions de santé publique;
- 2) un résumé des effets du CO et du NO<sub>2</sub> sur la santé, les principaux critères et normes relatifs aux concentrations de ces deux gaz établis pour différents milieux ainsi que les critères recommandés pour les arénas et la conduite à tenir lorsque les niveaux de CO ou de NO<sub>2</sub> sont trop élevés pour que les activités puissent se poursuivre dans l'aréna;
- 3) des informations concernant les détecteurs de CO et de NO<sub>2</sub> telles que leur principe de fonctionnement, l'installation et l'entretien de ces appareils, les avantages des détecteurs fixes reliés à la ventilation ainsi que les seuils d'alarme recommandés.

## **1. Incidents survenus dans les aré纳斯 de 2000 à 2012**

Entre 2000 et 2012, quinze incidents survenus dans les aré纳斯 du Québec ont été portés à l'attention de sept directions régionales de santé publique (voir l'annexe). Deux de ces incidents mettaient en cause l'ammoniac du système de refroidissement de la glace, huit, le monoxyde de carbone, quatre, le dioxyde d'azote, et un dernier a impliqué le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote. Dans tous les cas, un certain nombre de personnes présentes dans l'aré纳斯, généralement les utilisateurs de la glace (joueurs, patineurs), ont été incommodées. La gravité des symptômes était variable, mais quelques personnes ont été très affectées et ont dû être admises aux soins intensifs.

Des correctifs ont été apportés dans les aré纳斯 concernés à la suite de ces incidents, tels l'achat de nouvelles surfaceuses (dont certaines fonctionnant à l'électricité), la mise en place de détecteurs de gaz et la modification des pratiques de travail.

## 2. Monoxyde de carbone (CO)

### 2.1 Effets sur la santé

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz toxique qui peut être mortel. Ce gaz est inodore, incolore et sans goût, ce qui rend sa détection impossible sans détecteur.

Absorbé par voie respiratoire, le CO passe rapidement dans le système circulatoire. Dans le sang, ce gaz présente une affinité avec l'hémoglobine (Hb) de 200 à 250 fois plus grande que l'oxygène (Meredith et Vale, 1988). Il s'associe donc à cette protéine pour former la carboxyhémoglobine (COHb), principal marqueur de l'absorption de ce gaz (Kuller et Radford, 1983). Celle-ci se situe généralement entre 0,4 et 0,7 % chez les non-fumeurs et peut atteindre 5 à 10 % chez les fumeurs (Meredith et Vale, 1988; Shephard et Wilber, 1983; OMS, 1999).

L'action délétère du CO est directement tributaire du déplacement de l'oxygène de ses sites de liaison avec l'hémoglobine. Cette propriété induit des bouleversements physiologiques qui aboutissent à l'hypoxie cellulaire, qui se traduit par une diminution de la quantité d'oxygène (O<sub>2</sub>) au niveau cellulaire (Lauwerys, Buchet et Roel et coll., 1974). Il n'est donc pas surprenant que le cœur et le système nerveux central, en raison de leurs besoins élevés en O<sub>2</sub>, soient des organes particulièrement sensibles au CO (Dolan, 1985). Les symptômes d'intoxication au CO peuvent aller de légers à sévères, et comprennent des maux de tête, de la fatigue, des nausées, des vomissements, des étourdissements, de la somnolence, de la tachycardie, une diminution des réflexes et du jugement, une perte de conscience, des convulsions et même le coma ou le décès.

Plusieurs études ont démontré qu'une exposition à des concentrations de CO suffisantes pour augmenter la concentration de COHb de 2 à 3 % et plus est susceptible d'induire des effets nocifs sur la santé d'individus atteints de problèmes coronariens (Anderson et coll., 1973; Aronow et coll., 1972; Aronow et Isbell, 1973; Aronow, 1981; Aronow et Cassidy, 1975; Allred et coll., 1989). On parle ici principalement de la diminution de l'intensité de l'effort nécessaire pour déclencher la crise angineuse.

Également, de nombreux travaux ont mis en évidence l'effet de faibles doses de CO sur le système nerveux. Citons, entre autres, une détérioration de l'acuité visuelle (McFarland et coll., 1944; Beard et Grandstaff, 1970), du temps d'action raisonnée (Ramsey, 1973) et même des attitudes sécuritaires en situation de conduite automobile (Wright et coll., 1973).

On considère comme des populations plus vulnérables les individus affligés de problèmes cardiovasculaires ou d'une maladie pulmonaire obstructive chronique, mais également les personnes anémiques, les nouveau-nés, les jeunes enfants, les femmes enceintes et leur fœtus, ainsi que les personnes vivant en haute altitude (OMS, 1999).

## **2.2 Normes et recommandations**

Comme pour d'autres substances toxiques, on compte deux types de normes pour le CO : des normes pour les travailleurs et d'autres pour la population en général (OMS, 1979).

Généralement, les normes sont établies en fonction d'une concentration moyenne maximale de CO dans l'air pour différentes périodes de temps ou encore d'une limite maximale acceptable à ne jamais dépasser. Quoique cela puisse être discutable, notamment en ce qui concerne la protection des travailleurs plus vulnérables, on accepte des niveaux de CO qui génèrent une concentration de COHb de moins de 3,5 % (ACGIH, 1992) à 5 % (NIOSH, 1973) pour les travailleurs et de moins de 2,0 % pour le public (Santé Canada, 2008; OMS, 2010).

Le tableau I de la page 6 présente différentes normes et recommandations pour le CO.

### **Milieu de travail**

En milieu de travail, l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) a fixé une TWA-8 heures de 25 ppm (ACGIH, 2013). De son côté, le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), un organisme américain, recommande, pour 8 heures de travail, une concentration moyenne maximale (TWA-8 heures) de 35 ppm et une limite maximale acceptable de 200 ppm (NIOSH, 2013).

Au Québec, le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1, r. 13) établit actuellement la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) sur une période de 8 heures à ne pas dépasser à 35 ppm, et la valeur d'exposition de courte durée (VECD) pour 15 minutes à ne pas dépasser à 200 ppm (Gouvernement du Québec, 2013). Il est toutefois indiqué pour le CO, comme pour toutes les substances réglementées, que les expositions supérieures à la valeur d'exposition moyenne pondérée et inférieures à la valeur d'exposition de courte durée doivent être d'une durée d'au plus 15 minutes consécutives et ne doivent pas se produire plus de quatre fois par jour.

Il doit y avoir une période d'au moins 60 minutes entre de telles expositions (Gouvernement du Québec, 2013). Cependant, le Comité médical provincial en santé au travail du Québec (CMPSATQ, 2001) a suggéré, comme l'ACGIH (ACGIH, 1999), un critère d'intervention plus restrictif de 25 ppm pour 8 heures d'exposition.

### **Air extérieur**

Pour l'air extérieur, l'USEPA a recommandé pour le CO des concentrations à ne pas excéder plus d'une fois par an de 35 ppm et de 9 ppm respectivement pour 1 heure et 8 heures d'exposition (USEPA, 2012). Au Québec, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a récemment revu ses critères de qualité de l'air. Pour le CO, la valeur limite est une concentration de 30 ppm pour 1 heure d'exposition (MDDEP, 2010).

### **Air intérieur**

Au Canada, il est recommandé de limiter l'exposition au CO dans l'air intérieur à 25 ppm pour 1 heure et à 10 ppm pour 24 heures (Santé Canada, 2008). Pour sa part, l'OMS-Europe suggère 87 ppm, 30 ppm, 9 ppm et 6 ppm comme les limites à ne pas dépasser pour des périodes de 15 minutes, 1 heure, 8 heures et 24 heures (OMS, 2010).

### **Arénas**

Quelques provinces canadiennes et États américains proposent des critères justifiant une action correctrice ou une évacuation. Les concentrations réclamant une action correctrice varient de 20 à 35 ppm. Certains gouvernements ont établi des valeurs justifiant une évacuation qui varient de 100 à 200 ppm.

**Tableau I : Recommandations pour le CO dans différents milieux**

Organisme	Concentration (ppm)	Durée	Basé sur		
<b>Milieu de travail</b>					
RSST – Québec, 2013	35	8 heures (VEMP)	Les expositions supérieures à la VEMP et inférieures à la VECD doivent être d'une durée d'au plus 15 minutes consécutives et ne doivent pas se produire plus de 4 fois par jour. Il doit y avoir une période d'au moins 60 minutes entre de telles expositions		
	200	0,25 heure (VECD)			
Comité médical provincial en santé au travail du Québec, 2001	25	8 heures	Critère d'intervention		
ACGIH, 2013	25	8 heures			
NIOSH, 2011	35	8 heures			
	200	Plafond			
<b>Air extérieur</b>					
USEPA, NAAQS, 2012	35	1 heure	Ces critères ne doivent pas être excédés plus d'une fois par année		
	9	8 heures			
MDDEP, 2010	30	1 heure			
<b>Air intérieur</b>					
Santé Canada, 2008	25	1 heure			
	10	24 heures			
OMS-Europe, 2010	87	0,25 heure			
	30	1 heure			
	9	8 heures			
	6	24 heures			
<b>Arénas</b>					
			Action correctrice	Déclaration aux autorités	Évacuation
Pennsylvania Department of Health Ice Arena Public Exposure Guidelines	20	1 heure	✓		
	100				✓
Massachusetts State Sanitary Code : CH X1	30	Plafond	✓		
	60 <sup>1</sup>	Plafond		✓	
	> 30 <sup>1</sup>	6 éch. consécutifs		✓	
	125				✓
Rhode Island Health and Safety, Air Quality in Ice Arenas	35	1 heure	✓		
	100	1 heure			✓
	200	Plafond			✓
Minnesota's Enclosed Sports Arena Rule : 144-1222	30	Plafond	✓	✓	
	125				✓
Nova Scotia – Air Quality Guidelines for Arenas	< 25	1 heure	✓		
Saskatchewan Arena Air Quality Program – Air Quality Standards	< 25 <sup>2</sup>	1 heure	✓		

1. Une action correctrice doit être entreprise si un échantillon ponctuel révèle une concentration de plus de 30 ppm. Il doit ensuite y avoir une déclaration aux autorités si un échantillon contient plus de 60 ppm ou si 6 échantillons consécutifs contiennent plus de 30 ppm.
2. Les utilisateurs de la glace peuvent être admis sur la glace si le responsable de l'aréna peut assurer que les standards de CO et de NO<sub>2</sub> seront atteints dans les 30 prochaines minutes.

### 2.3 Critères proposés pour le CO

Pour protéger la population, y compris les populations les plus vulnérables, on vise à éviter une exposition qui peut entraîner des concentrations de COHb supérieures à 2,0 %. C'est dans cette optique qu'une limite de référence de 20 ppm a été établie en se basant sur une étude réalisée auprès de joueurs de hockey adultes de la région de Québec (Lévesque et coll., 1990). Cette étude tenait compte de l'effort considérable fourni par les joueurs. Cette limite demeure toujours d'actualité. Si la concentration mesurée est de plus de 75 ppm, il devrait y avoir fermeture de l'aré纳斯, ce dernier devrait être ventilé et la cause, recherchée et corrigée.

Cette dernière valeur a été déterminée en utilisant les tableaux de l'OMS (OMS, 1979) basés sur l'équation de Coburn (Coburn, Forster et Kane et coll., 1965) de façon à estimer les valeurs de COHb générées chez un homme adulte pour différentes concentrations de CO en fonction du niveau d'activité (OMS, 1979).

Une exposition à 75 ppm durant 30 minutes pendant une activité correspondant à un travail léger devrait générer une concentration de COHb de 2,6 %, ce qui est légèrement supérieur à la concentration acceptable. C'est donc la concentration qui a été choisie comme limite pour entraîner une fermeture de l'aré纳斯 jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

#### En tout temps :

**Si la concentration de CO  $\leq$  20 ppm :**

Les activités peuvent se poursuivre (ou reprendre si elles avaient été arrêtées).

**Si la concentration de CO  $>$  75 ppm :**

L'aré纳斯 doit être fermé.

Cependant, lorsque les concentrations de CO sont supérieures à 20 ppm et inférieures à 75 ppm, les actions à poser peuvent être différentes selon le mode de surveillance des concentrations dans l'air ambiant (mesures ponctuelles ou en continu).

**Arénas non munis d'un système de surveillance en continu des gaz dans l'air ambiant (mesures ponctuelles avec détecteurs portatifs)**

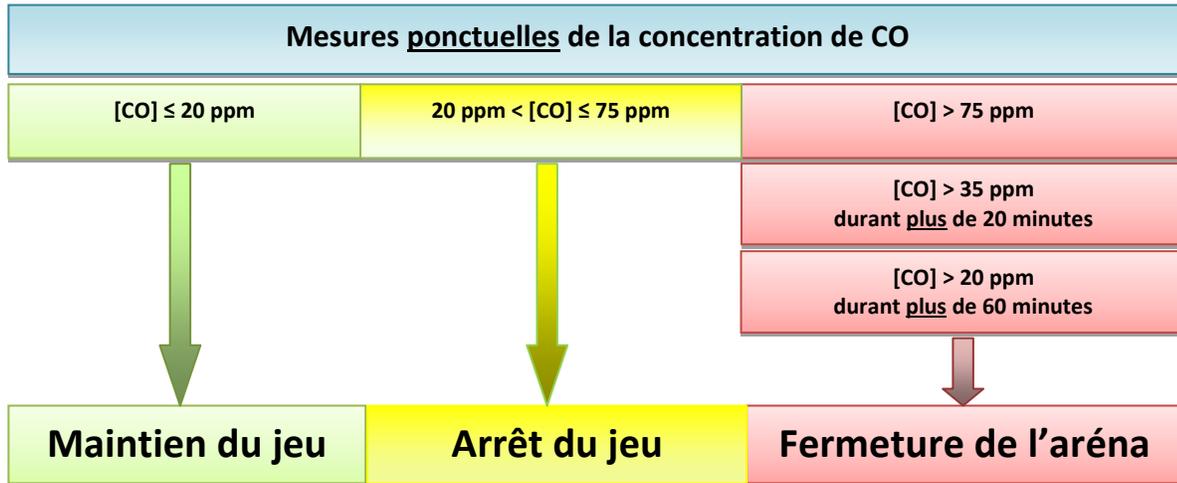
Quand les concentrations de CO ne sont pas vérifiées en continu, on doit prendre en considération la part d'incertitude qui existe concernant l'exposition des personnes présentes durant la période précédant la mesure (schéma 1). Ainsi, plusieurs mesures peuvent être nécessaires afin de bien établir les actions à mettre en place.

Dans le cas où les mesures de CO sont effectuées avec un détecteur portatif non relié au système de ventilation :

- Première mesure ponctuelle :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 20 ppm et inférieure à 75 ppm : les activités sont arrêtées, la cause est recherchée et la ventilation de l'aréna est augmentée pendant 20 minutes.
- Deuxième mesure (après 20 minutes) :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 20 ppm et inférieure à 35 ppm : les activités sont toujours arrêtées et la ventilation accrue est maintenue pendant 20 minutes.
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 35 ppm : il y a fermeture de l'aréna jusqu'à ce que la situation soit rétablie.
- Troisième mesure (après 40 minutes) :
  - Même conduite que précédemment.
- Quatrième mesure (après 60 minutes) :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 20 ppm : il y a fermeture de l'aréna jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

En tout temps, si la concentration mesurée est supérieure à 75 ppm, l'aréna est fermé jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

**Schéma 1** : Conduite à tenir en cas de dépassement de CO quand les mesures sont faites avec des détecteurs portatifs non reliés au système de ventilation de l'aréna



**Arénas munis d'un système de surveillance en continu des gaz dans l'air ambiant (détecteurs fixes reliés au système de ventilation)**

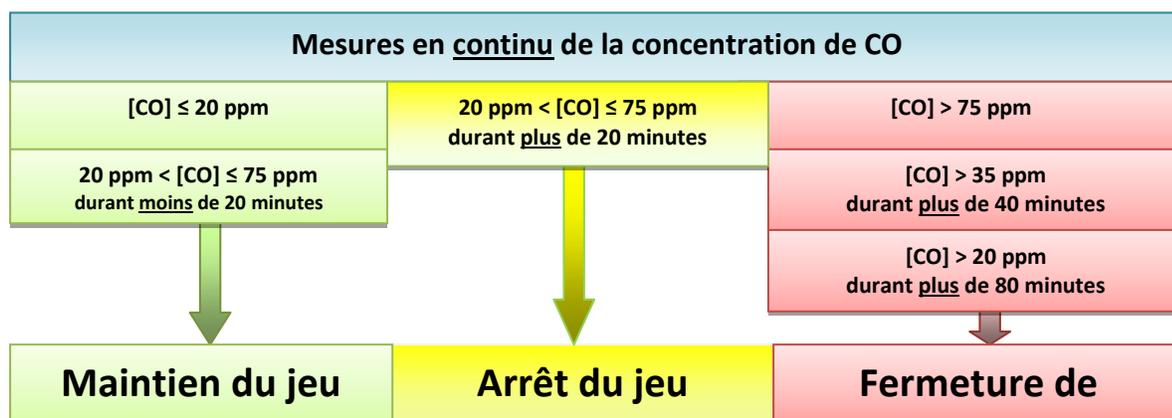
Lorsque les concentrations sont mesurées en continu, le système devrait être programmé dès son installation pour qu'une concentration supérieure à 20 ppm entraîne automatiquement une augmentation de la ventilation pour abaisser les niveaux à 20 ppm ou moins à l'intérieur d'une période de 20 minutes (schéma 2).

- Après 20 minutes de ventilation accrue :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 20 ppm : les activités sont arrêtées, la ventilation de l'aréna est augmentée, la cause est recherchée et corrigée. Il faudrait également vérifier les données sur les concentrations de CO pour s'assurer qu'elles ne sont pas hors de contrôle (ex. : concentrations continuellement au-delà de 50 ppm). Le jugement reste de mise.
- Après 40 minutes de ventilation accrue :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 20 ppm et inférieure à 35 ppm : les activités sont toujours arrêtées, la ventilation est augmentée et la cause est recherchée.
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 35 ppm : il y a fermeture de l'aréna jusqu'à ce que la situation soit rétablie.
- Après 60 minutes de ventilation accrue :
  - même conduite que précédemment.

- Après 80 minutes de ventilation accrue :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 20 ppm : il y a fermeture de l'aréna jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

En tout temps, si la concentration mesurée est supérieure à 75 ppm, il y a fermeture de l'aréna jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

**Schéma 2 :** Conduite à tenir en cas de dépassement de CO quand les mesures sont faites avec des détecteurs fixes reliés au système de ventilation de l'aréna



**Justification**

L'équation de Coburn nous indique que pour une période de 45 minutes, une exposition à 35 ppm chez un homme adulte exerçant un travail léger devrait générer une concentration de COHb de 1,9 %, soit un niveau relativement sécuritaire. Cependant, une exposition supplémentaire de 20 minutes à 35 ppm (60 minutes au total) entraînerait un taux de COHb de 2,2 %, soit un taux légèrement supérieur au seuil visé de 2,0 %. Une telle exposition contrevient en outre aux limites de référence récemment établies par l'OMS et Santé Canada, soit respectivement 30 et 25 ppm pour 60 minutes.

On peut donc présumer qu'une exposition de 40 minutes à 35 ppm pourrait être acceptable. Cependant, étant donné que, lorsque les mesures sont ponctuelles, il y a une part d'incertitude concernant l'exposition avant la première mesure, nous considérons qu'il est judicieux d'ajouter un facteur de sécurité de 20 minutes. L'aréna devrait donc être fermé après 20 minutes d'exposition à une concentration de plus de 35 ppm.

Si la surveillance est faite en continu, il est probable que l'exposition sera relativement faible puisque tout dépassement de la limite de 20 ppm devrait entraîner une augmentation simultanée de la ventilation, prévenant ainsi une perte de contrôle des concentrations. Si c'est le cas, la fermeture de l'aréa devrait se faire après une troisième mesure révélant une concentration au-delà de 35 ppm (40 minutes).

En se basant sur le fait que 60 minutes et 90 minutes d'exposition à 25 ppm généreront des concentrations de COHb respectives de 1,7 % et 2,1 %, on peut établir que la durée d'exposition tolérée à des concentrations entre 20 et 35 ppm devrait se situer entre ces deux durées. Si les mesures sont faites en continu, cette période pourrait être de 80 minutes. Par contre, nous considérons que, si les mesures sont ponctuelles, une plus grande prudence est nécessaire. Dans ce cas, une période de 60 minutes d'exposition (1 échantillonnage toutes les 20 minutes, soit un total de 4 échantillonnages) à une concentration de plus de 20 ppm devrait légitimer une fermeture de l'aréa.

### 3. Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

#### 3.1 Généralités et effets sur la santé

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant pour les poumons et ses effets peuvent être insidieux : une personne exposée à des niveaux importants (ou qui effectue un exercice intense en présence de niveaux moyens de NO<sub>2</sub>) peut présenter des symptômes légers et transitoires (irritation, toux) au moment de son exposition, alors que des symptômes beaucoup plus dramatiques (crachats sanguinolents, œdème pulmonaire) peuvent apparaître jusqu'à deux jours après l'exposition (Karlson-Stiber et coll., 1996).

Lorsqu'un combustible brûle, environ 90 à 95 % des oxydes d'azote émis se présentent sous forme de NO, alors que seulement de 5 à 10 % sont sous forme de NO<sub>2</sub>. Après un court laps de temps, le NO est oxydé et forme alors du NO<sub>2</sub>. C'est pourquoi les oxydes d'azote rejetés dans l'air d'un aréa sont mesurés sous forme de NO<sub>2</sub>. Le NO<sub>2</sub> est un gaz rouge-brun, plus lourd que l'air et qui présente une odeur piquante perceptible à partir de 0,1 ppm (OMS, 2010). Souvent, les utilisateurs des aréas rapportent avoir vu un nuage jaune-rougeâtre au-dessus de la patinoire à des moments où des intoxications au NO<sub>2</sub> sont survenues.

Hesterberg et coll. (2009) ont revu une cinquantaine d'études expérimentales menées chez l'humain exposé pour de courtes périodes au NO<sub>2</sub>. Il en ressort que les sujets en santé ne sont généralement pas affectés lorsqu'ils sont en présence de concentrations inférieures à 1 à 2 ppm. Cependant, les personnes asthmatiques ou présentant une maladie pulmonaire obstructive chronique sont plus sensibles aux effets du NO<sub>2</sub>. Plusieurs études portant sur des réponses à des agresseurs spécifiques et non spécifiques des voies respiratoires suggèrent que les individus asthmatiques ne sont pas affectés par des niveaux de NO<sub>2</sub> allant jusqu'à 0,6 ppm, bien que quelques sujets sensibles puissent réagir à des niveaux aussi faibles que 0,2 ppm.

Il n'existe pas de mesures biologiques qui pourraient être utilisées comme indicateurs de l'exposition au NO<sub>2</sub> telle la COHb pour l'exposition au CO. Dans la littérature, les niveaux de NO<sub>2</sub> rapportés dans des cas d'intoxications ont généralement été mesurés quelques jours après l'accident. Ainsi, des concentrations de l'ordre de 1,25 à 4 ppm de NO<sub>2</sub> ont été mesurées *a posteriori* dans des cas d'intoxications chez des joueurs pratiquant leur sport en aréa (Dewailly et Allaire, 1988; Hedberg et coll., 1989; Rosenlund et Bluhm, 1999).

### **3.2 Normes et recommandations**

Le tableau II de la page 15 présente différentes normes et recommandations pour le NO<sub>2</sub>.

#### **Milieu de travail**

Au Québec, le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1, r. 13) prescrit que les travailleurs ne doivent pas être exposés à une concentration moyenne de plus de 3 ppm de NO<sub>2</sub> durant 8 heures de travail (VEMP) (Gouvernement du Québec, 2013).

En 2012, l'ACGIH a abaissé sa recommandation en milieu de travail, qui était de 3 ppm (TLV-TWA sur 8 heures), à 0,2 ppm (TLV-TWA pour 8 heures) et a retiré sa recommandation pour une exposition de courte durée, qui était de 5 ppm (TLV-STEL pour 15 minutes). Les anciennes recommandations visaient à réduire la possibilité d'irritation aux yeux, aux muqueuses et aux voies respiratoires; la recommandation pour 15 minutes visait à réduire la possibilité d'effets irritatifs aussi bien que la survenue d'œdème pulmonaire en cas d'expositions répétées à des valeurs au-delà de la TLV-TWA. La nouvelle recommandation de 0,2 ppm (TLV-TWA sur 8 heures) vise à protéger les travailleurs asthmatiques et non asthmatiques des effets du NO<sub>2</sub> sur le système respiratoire. En 2012, l'ACGIH considérait cependant qu'il n'y avait pas suffisamment de données pour recommander une TLV-STEL pour 15 minutes (ACGIH, 2012; ACGIH, 2013).

Aux États-Unis, la OSHA a établi une valeur plafond de 5 ppm de NO<sub>2</sub> en milieu de travail, tandis que le NIOSH recommande que la concentration de NO<sub>2</sub> ne dépasse pas 1 ppm durant 15 minutes (OSHA, 1989; NIOSH, 2011).

#### **Air extérieur**

En 2010, le MDDEP a mis à jour ses critères de qualité de l'air extérieur pour le NO<sub>2</sub>. Ils sont actuellement de 0,25 ppm pour 1 heure, de 0,1 ppm pour 24 heures et de 0,05 ppm pour 1 an (MDDEP, 2010). Les standards américains (NAAQS) sont de 0,1 ppm pour 1 heure (il s'agit de la moyenne des 98<sup>es</sup> percentiles des valeurs mesurées durant une heure pour trois années) et de 0,05 ppm pour une année (USEPA, 2010).

### **Air intérieur**

Au Canada, il est recommandé de limiter l'exposition au NO<sub>2</sub> à 0,25 ppm durant 1 heure (Santé Canada, 1987). Cette recommandation est basée sur les résultats d'études cliniques qui indiquent que les sujets normaux et les sujets asthmatiques peuvent ressentir des effets sur le plan respiratoire lorsqu'ils sont exposés à environ 0,5 ppm durant de courtes périodes.

L'OMS (2010) recommande des critères de NO<sub>2</sub> de 0,1 ppm pour 1 heure et de 0,025 ppm pour 1 an. La recommandation pour une exposition de courte durée se base sur les études expérimentales menées chez l'humain, qui indiquent des changements mineurs de la fonction pulmonaire chez les personnes asthmatiques exposées à 0,28 ppm de NO<sub>2</sub> durant 2,5 heures et de petites augmentations de la réactivité des voies respiratoires à différents stimuli lors de courtes expositions répétées à 0,25 ppm de NO<sub>2</sub>.

### **Arénas**

Quelques provinces canadiennes et États américains ont proposé des valeurs de NO<sub>2</sub> dans l'air des arénas à partir desquelles il est recommandé d'apporter une action correctrice (0,25 à 1 ppm), de déclarer la situation aux autorités (1 ppm) et d'évacuer l'aréna (2 ppm) (Recreation Facility Association of Nova Scotia, 1999; Saskatchewan Labour, 2000; Manitoba Health Branch, 2009; ORFA, 2011; Baltrusaitis et Cocciardi, 2011).

Certaines directions régionales de santé publique du Québec ont également proposé des valeurs de NO<sub>2</sub> à partir desquelles il faut ventiler tout en permettant la poursuite des activités (0,5 à 2 ppm), cesser les activités sur la glace et ventiler (0,5 ppm), et cesser toutes activités ou évacuer l'aréna (2 à 3 ppm) (Lavoie et Légaré, 2001; Lefebvre et coll., 2012; Bessette, 2012).

Tableau II : **Recommandations pour le NO<sub>2</sub> dans différents milieux**

Organisme	Concentration		Durée	Basé sur		
	ppm	µg/m <sup>3</sup>				
<b>Milieu de travail</b>						
RSST – Québec, 2013	3	5 600	8 heures (VEMP)			
ACGIH, 2013	0,2	380	8 heures			
OSHA, 1989	5	9 000	Plafond			
NIOSH, 2011	1	1 800	15 minutes			
<b>Air extérieur</b>						
MDDEP, 2010	0,25	414	1 heure			
	0,1	207	24 heures			
	0,05	103	1 an			
USEPA, NAAQS, 2010	0,1	200	1 heure		98 <sup>e</sup> percentile, moyenne sur 3 ans	
	0,05	100	1 an		Valeur du Federal Register de 1996	
<b>Air intérieur</b>						
Santé Canada, 1987	0,25	480	1 heure		Les études cliniques indiquent que les sujets normaux et asthmatiques peuvent être victimes d'effets lorsque exposés à court terme; un facteur de sécurité de 2 ppm a été retenu	
OMS, 2010	0,1	200	1 heure		Petite diminution de la fonction pulmonaire chez les asthmatiques à 400 µg/m <sup>3</sup>	
	0,025	40	1 an		Des études épidémiologiques récentes soutiennent l'occurrence d'effets respiratoires à ce niveau	
<b>Arénas</b>						
				<b>Action correctrice</b>	<b>Déclaration aux autorités</b>	<b>Évacuation</b>
Pennsylvania Department of Health Ice Arena Public Exposure Guidelines	0,25		1 heure	✓		
	2					✓
Massachusetts State Sanitary Code : CH X1	0,5		Plafond	✓		
	1		Plafond		✓	
	2		Plafond			✓
Nova Scotia	1		1 heure	✓		
Saskatchewan Arena Air Quality Program – Air Quality Standards	1 <sup>3</sup>		1 heure	✓		
INSPQ, 1997 (2005)	0,5				Cesser les activités; mesurer après 15 minutes	
Outaouais, 2001	0,5				Cesser les activités et ventiler	
	2				✓	✓
Abitibi-Témiscamingue, 2012	0,5 à 2				Poursuivre les activités et ventiler jusqu'à < 0,5 ppm	
	2 à 3				Cesser les activités et ne reprendre les activités que lorsque < 0,5 ppm	
Mauricie-Centre-du-Québec, 2011	0,5				Cesser les activités et ventiler	
	3		15 minutes			✓

3. Les utilisateurs de la glace peuvent être admis sur la glace si le responsable de l'aréna peut assurer que les standards de CO et de NO<sub>2</sub> seront atteints au cours des 30 prochaines minutes.

### 3.3 Critères proposés pour le NO<sub>2</sub>

En considérant les effets du NO<sub>2</sub> sur la santé et surtout en tenant compte du manque de précision des détecteurs utilisés dans les arénas pour mesurer des niveaux très faibles de NO<sub>2</sub>, la valeur de 0,5 ppm demeure la concentration à ne pas dépasser durant les activités sur la glace. De plus, si le niveau de NO<sub>2</sub> excède 2 ppm, il est recommandé de fermer l'aréna jusqu'à ce que la cause de cette augmentation de NO<sub>2</sub> soit trouvée et corrigée.

En tout temps :

**Si la concentration de NO<sub>2</sub> ≤ 0,5 ppm :**

Les activités peuvent se poursuivre (ou reprendre si elles avaient été arrêtées).

**Si la concentration de NO<sub>2</sub> > 2 ppm :**

L'aréna doit être fermé.

Cependant, lorsque les concentrations de NO<sub>2</sub> sont supérieures à 0,5 et inférieures à 2 ppm, les actions à poser peuvent être différentes selon le mode de surveillance des concentrations dans l'air ambiant (mesures ponctuelles ou en continu).

#### Arénas non munis d'un système de surveillance en continu des gaz dans l'air ambiant (mesures ponctuelles avec détecteurs portatifs)

Quand les concentrations de NO<sub>2</sub> ne sont pas vérifiées en continu, on doit prendre en considération la part d'incertitude qui existe concernant l'exposition des personnes présentes durant la période précédant la mesure (schéma 3). Ainsi, plusieurs mesures peuvent être nécessaires afin de bien établir les actions à mettre en place.

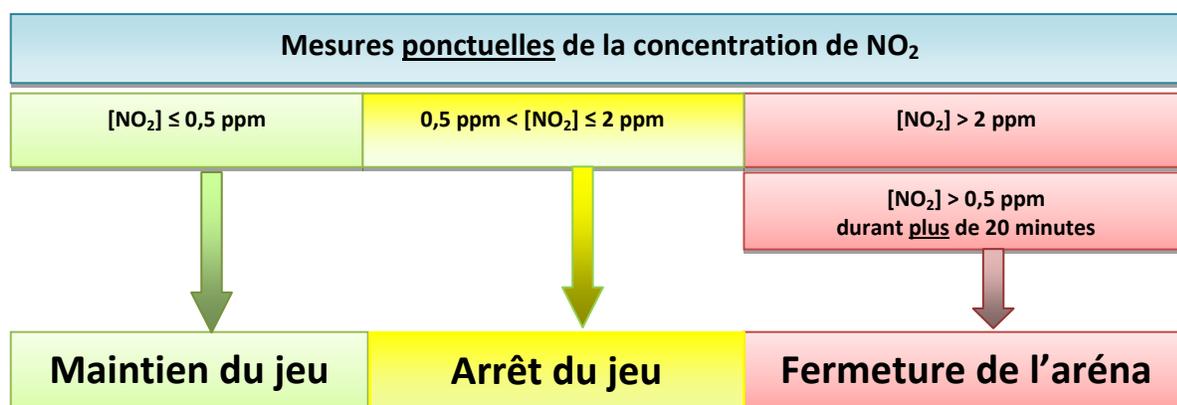
Dans le cas où les mesures de NO<sub>2</sub> sont effectuées avec un détecteur portatif non relié au système de ventilation :

- Première mesure ponctuelle :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 0,5 ppm et inférieure à 2 ppm : les activités sont arrêtées, la cause est recherchée et la ventilation de l'aréna est augmentée pendant 20 minutes.

- Deuxième mesure (après 20 minutes) :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 0,5 ppm : il y a fermeture de l'aréa jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

En tout temps, si la concentration mesurée est supérieure à 2 ppm, il y a fermeture de l'aréa jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

**Schéma 3 :** Conduite à tenir en cas de dépassement de NO<sub>2</sub> quand les mesures sont faites avec des détecteurs portatifs non reliés au système de ventilation de l'aréa



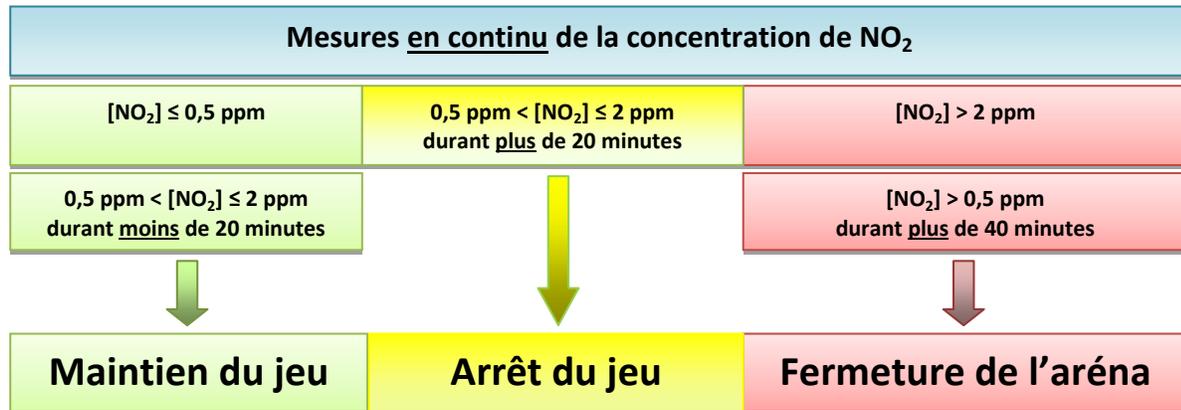
**Aréas munis d'un système de surveillance en continu des gaz dans l'air ambiant (détecteurs fixes reliés au système de ventilation)**

Lorsque les concentrations sont mesurées en continu, le système devrait être programmé dès son installation pour qu'une concentration supérieure à 0,5 ppm entraîne automatiquement une augmentation de la ventilation pour abaisser les niveaux à 0,5 ppm ou moins à l'intérieur d'une période de 20 minutes (schéma 4).

- Après 20 minutes de ventilation accrue :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 0,5 ppm et inférieure à 2 ppm : les activités sont arrêtées, la ventilation de l'aréa est augmentée, la cause est recherchée et corrigée.
- Après 40 minutes de ventilation :
  - Si la valeur mesurée est supérieure à 0,5 ppm : il y a fermeture de l'aréa jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

En tout temps, si la concentration mesurée est supérieure à 2 ppm, il y a fermeture de l'aréa jusqu'à ce que la situation soit rétablie.

**Schéma 4 :** Conduite à tenir en cas de dépassement de NO<sub>2</sub> quand les mesures sont faites avec des détecteurs fixes reliés au système de ventilation de l'aréna



## 4. Ventilation

Afin de protéger la santé des usagers, un aréna devrait impérativement être muni d'un système de ventilation mécanique. Lors d'un dépassement des critères de qualité de l'air intérieur proposés dans les sections 2 et 3, la ventilation doit être augmentée rapidement pour abaisser et maintenir les concentrations de CO ou de NO<sub>2</sub> à des niveaux acceptables.

On peut distinguer normalement trois principaux types de systèmes de ventilation dans les arénas :

- La ventilation en continu;
- La ventilation actionnée manuellement par le personnel (lorsqu'il y a surfaçage, par exemple);
- La ventilation automatique actionnée soit par des détecteurs fixes de contaminants, soit par des détecteurs de mouvements (dans certains locaux peu fréquentés), soit selon un horaire prédéterminé (pour les vestiaires des joueurs, le restaurant, etc.).

Dans un aréna qui n'est pas muni d'un système de ventilation, il est indispensable que le personnel crée un apport d'air extérieur par l'ouverture des portes, des fenêtres ou de toute autre ouverture donnant sur l'extérieur. Cette situation exige une réaction rapide du personnel en cas de dépassement des critères de qualité de l'air intérieur. Toutefois, l'efficacité de cette ventilation peut être grandement affectée par les conditions météorologiques et l'emplacement des ouvertures (portes, fenêtres). Le suivi de la qualité de l'air intérieur dans ces arénas devrait donc être effectué rigoureusement. De plus, à la fin d'une journée d'activités, il est recommandé de ventiler l'aréna afin d'abaisser et de maintenir les niveaux de polluants sous les limites de référence. Rappelons cependant que l'absence de ventilation dans un aréna est à proscrire.

## 5. Détecteurs de gaz

### 5.1 Description

La mesure des concentrations de monoxyde de carbone (CO) et de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'air ambiant d'un aréna est indispensable au maintien d'une bonne qualité de l'air, puisque ces gaz sont indétectables ou difficilement perceptibles sans appareil de mesure. Les résultats de cette mesure permettent de renseigner le responsable de l'aréna sur la présence de gaz de combustion émanant de la surfaceuse et des autres sources de combustion ainsi que sur l'efficacité réelle du système de ventilation utilisé dans l'aréna pour éliminer ces contaminants. Si les concentrations mesurées dépassent les limites de référence suggérées, le gestionnaire devra rechercher les causes possibles de cette contamination de l'air, soit notamment une panne ou une omission d'utiliser le système de ventilation, un blocage des sorties d'air des ventilateurs par le frimas, une émission accrue de gaz d'échappement de la surfaceuse ou de tout autre appareil de combustion de gaz, etc. Le responsable devra également se référer à la conduite à suivre présentée aux sections 2.3 (CO) et 3.3 (NO<sub>2</sub>).

### 5.2 Principe de fonctionnement

La plupart des détecteurs de CO et de NO<sub>2</sub> mesurent les gaz par l'intermédiaire de cellules électrochimiques. Généralement, ils font appel à une pile électrochimique contenant des électrodes et un électrolyte qui permettent de quantifier le gaz pour lequel ils ont été sélectionnés. Parfois, certaines substances, en l'occurrence les alcools, peuvent interférer avec les détecteurs, notamment avec la cellule de CO<sup>4</sup>. La durée de vie des cellules est indiquée par le fabricant et peut atteindre deux années. En conséquence, l'étalonnage de la cellule doit être fait régulièrement pour assurer l'exactitude des mesures. Les détecteurs peuvent fonctionner généralement à des températures variant entre -20 °C et 40 °C. Dans les arénas, les détecteurs devraient être reliés à une alarme et au système de ventilation afin de permettre une évacuation rapide des contaminants de l'air. Lorsque les limites de référence recommandées sont dépassées, une alarme sonore ou visuelle doit avertir les personnes responsables de l'aréna afin que des actions concrètes soient entreprises en fonction du risque couru.

---

4. L'alcool utilisé pour faire fonctionner des véhicules lors de certains spectacles pourrait potentiellement avoir une influence sur les résultats.

### 5.3 Détecteurs fixes reliés au système de ventilation ou détecteurs portatifs

La meilleure méthode pour mesurer les contaminants présents dans l'air d'un aréna consiste en une surveillance continue à l'aide de détecteurs fixes reliés au système de ventilation.

Ces appareils fonctionnent continuellement et ils ont plusieurs seuils d'alarme. De plus, ils peuvent enregistrer continuellement les mesures, ce qui permet de les conserver pour une analyse ultérieure (AQAIRS, 2013).

L'utilisation de détecteurs de type résidentiel est à proscrire pour les arénas. Il est impératif d'utiliser des détecteurs de type industriel. En effet, les détecteurs à usage résidentiel ne sont pas conçus pour être utilisés dans des milieux comme les arénas, car les seuils d'alarme sont inadéquats et le temps de réponse à une concentration de gaz donnée est trop élevé.

En l'absence de détecteurs fixes reliés au système de ventilation et dans l'attente de leur installation, des évaluations de la qualité de l'air ambiant doivent être faites périodiquement à l'aide d'appareils de mesure portatifs pour le CO et le NO<sub>2</sub>. Il est préférable de toujours effectuer les prélèvements au même endroit, afin de faciliter la comparaison entre les résultats obtenus d'une mesure à l'autre. Il est suggéré d'effectuer les mesures près du banc des joueurs. Les mesures peuvent être réalisées à l'aide d'appareils à lecture directe<sup>5</sup> ou à l'aide d'une pompe d'échantillonnage manuelle à laquelle sont couplés des tubes colorimétriques (AQAIRS, *Guide de sécurité et de prévention dans les arénas*, chapitre 4, 2013).

Bien que ces appareils portatifs puissent être utiles pour vérifier les concentrations ponctuelles de gaz dans l'air, les résultats ne sont qu'une capture d'un moment précis et ne peuvent pas représenter l'exposition en temps réel des utilisateurs ou des spectateurs lors des activités.

L'utilisation de détecteurs portatifs implique également que des employés soient formés pour s'en servir adéquatement. Les employés doivent aussi être capables d'étalonner les appareils avec un gaz de calibration, de prendre les mesures et d'interpréter les résultats en fonction des seuils d'action. Des tests de dérive de l'exactitude de la lecture doivent être faits avant chaque usage de l'appareil. Les employés doivent donc être en mesure de réaliser ces tests.

---

5. Il existe aussi des détecteurs portatifs à usage unique dont la durée de vie est d'environ deux années. Il importe de noter qu'il faut étalonner ces détecteurs pour assurer l'exactitude des mesures, et ce, même si certains fabricants ne le suggèrent pas.

En l'absence de détecteurs fixes reliés au système de ventilation, le *Guide de sécurité et de prévention dans les arénas* recommande d'effectuer des prélèvements :

- Au moins trois fois par semaine, à une période correspondant à la plus forte utilisation de la surfaceuse;
- Au cours d'activités entraînant une utilisation intensive de la surfaceuse (ex. : tournoi);
- Après chaque entretien ou réparation mécanique de la surfaceuse.

Certains États américains recommandent également de mesurer les gaz trois fois par semaine<sup>6</sup>.

#### **5.4 Installation des détecteurs fixes reliés au système de ventilation**

Le nombre de détecteurs de CO et de NO<sub>2</sub> à installer dans un aréna dépend de la superficie de l'aréna, qui comprend la patinoire et les gradins. Les fabricants suggèrent d'installer les détecteurs en fonction de leur rayon d'action de mesure. Il importe de suivre les recommandations des fabricants dans ces circonstances.

Les détecteurs doivent être installés dans des endroits qui permettent de mesurer l'exposition des utilisateurs de l'aréna tout en tenant compte du risque pour la santé des spectateurs.

De plus, ils doivent être facilement accessibles pour l'entretien et l'étalonnage, et doivent être protégés contre les chocs. Traditionnellement, les détecteurs de CO sont installés près des bancs des joueurs et les détecteurs de NO<sub>2</sub>, près des plafonds ou à la mi-hauteur de l'aréna.

Il y a toutefois lieu de s'interroger sur l'emplacement traditionnel des détecteurs de CO et de NO<sub>2</sub> dans un aréna. Si de prime abord il apparaît logique d'installer les détecteurs de CO près du banc des joueurs puisqu'ils sont les plus susceptibles d'être exposés au CO et d'en subir les effets sur la santé, qu'est-ce qui justifie de placer les détecteurs de NO<sub>2</sub> en hauteur? En effet, la distribution du CO (tout comme celle du NO<sub>2</sub>) à l'intérieur des arénas est mal connue et dépend de plusieurs facteurs :

- La surfaceuse est l'appareil le plus susceptible d'émettre de fortes quantités de CO ou de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant, notamment lors d'un dérèglement. Or, le pot d'échappement est situé à plus de deux mètres au-dessus du niveau de la glace.

---

6. [www.portal.state.pa.us/portal/server.pt/community/environmental\\_health/14143/guidelines\\_on\\_ice\\_skating\\_rink\\_resurfacing\\_machine\\_and\\_indoor\\_air\\_quality\\_issues/557074](http://www.portal.state.pa.us/portal/server.pt/community/environmental_health/14143/guidelines_on_ice_skating_rink_resurfacing_machine_and_indoor_air_quality_issues/557074); [www.mass.gov/eohhs/docs/dph/regs/105cmr675.pdf](http://www.mass.gov/eohhs/docs/dph/regs/105cmr675.pdf).

- Le CO est un gaz plus léger que l'air, alors que le NO<sub>2</sub> est plus lourd que l'air.
- Dans les deux cas, les gaz sont plus chauds que l'air lorsqu'ils sortent du pot d'échappement de la surfaceuse. Les gaz ont donc tendance à migrer et à se concentrer vers le haut de l'aréa.
- Toutefois, les nombreux mouvements d'air engendrés par le déplacement de la surfaceuse et des utilisateurs de la glace, jumelés à la ventilation, devraient contribuer à répartir uniformément les concentrations des gaz dans l'air.
- Il est cependant à noter que lors d'épisodes d'intoxication au NO<sub>2</sub>, la couleur du gaz peut être observée à l'œil nu sous les luminaires du plafond.
- Les caractéristiques de chaque aréa sont aussi à considérer. Par exemple, la taille de l'installation et l'endroit où sont situées les bouches d'aération sont susceptibles de venir modifier le patron de distribution du NO<sub>2</sub> et du CO à l'intérieur de l'aréa.

Vu la complexité de la distribution du NO<sub>2</sub> et du CO à l'intérieur d'un aréa et le peu de connaissances à ce sujet, il serait pertinent, afin d'identifier les meilleurs emplacements des détecteurs de gaz, d'améliorer les connaissances actuelles sur le comportement des gaz émis par les différents équipements.

**Image 1** : Détecteur de CO installé sur le mur en arrière du banc des joueurs



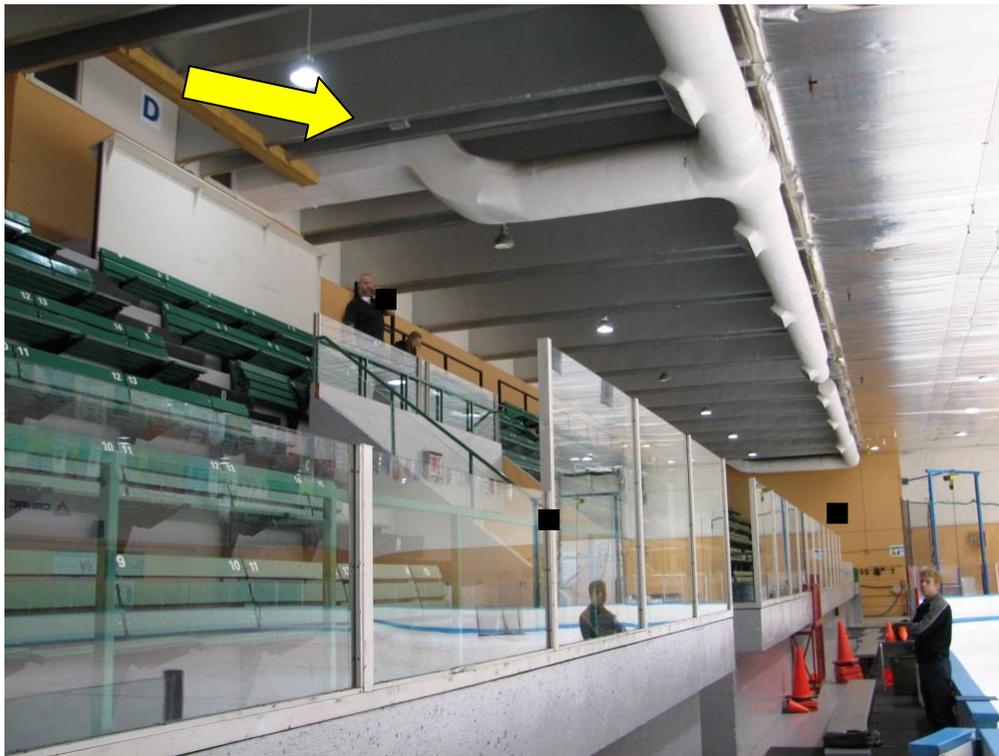
Source : Michel Legris

**Image 2** : Détecteur de CO protégé des chocs par une armature de métal



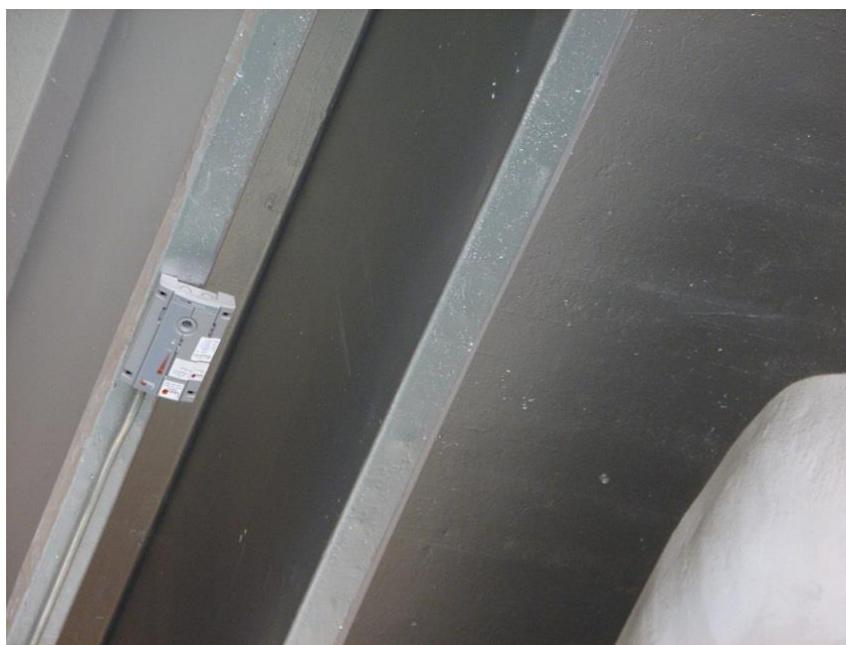
Source: Michel Legris

**Image 3 :** Détecteur de NO<sub>2</sub> installé au plafond d'un aréna. L'emplacement facilite l'étalonnage du détecteur



Source : Michel Legris

**Image 4 :** Détecteur de NO<sub>2</sub> installé au plafond



Source : Michel Legris

## 5.5 Seuils d'alarme des détecteurs

Afin de protéger la santé des personnes fréquentant l'aréma, que ce soit les utilisateurs, les spectateurs ou les employés, il est recommandé que, lorsque les concentrations de CO et de NO<sub>2</sub> atteignent les seuils stipulés au tableau III, une action adéquate soit entreprise.

**Tableau III** : Seuils de déclenchement des alarmes des détecteurs de CO et de NO<sub>2</sub>

Gaz	1 <sup>re</sup> alarme	Réponse	2 <sup>e</sup> alarme	Réponse
CO	20 ppm	Ventilation accrue Alarme visuelle et sonore	75 ppm	Fermeture de l'aréma Recherche de la source d'émission et correction de la situation
NO <sub>2</sub>	0,5 ppm	Ventilation accrue Alarme visuelle et sonore	2 ppm	Fermeture de l'aréma

Plusieurs types d'alarmes peuvent être installés selon les réponses envisagées. La programmation des systèmes d'alarme peut faire en sorte d'aviser de différentes façons le responsable de l'aréma ou le personnel.

Par exemple, on peut établir qu'au déclenchement de la première alarme, un signal lumineux ou sonore est généré dans le local du préposé à la surfaceuse, que la ventilation est accrue et que le responsable de l'aréma est automatiquement avisé. La procédure à suivre en cas de dépassement des seuils sera enclenchée (voir les schémas des processus décisionnels pour les cas de dépassement des seuils).

## 5.6 Entretien des détecteurs fixes reliés au système de ventilation

Afin d'assurer le bon fonctionnement des détecteurs de gaz, un programme d'entretien rigoureux effectué par du personnel qualifié doit être mis en place. Ce programme comprend plusieurs éléments, tels que :

- l'inspection visuelle de l'état des détecteurs;
- la vérification du réglage à 0;
- la calibration avec un gaz étalon;
- la vérification des interrelations avec les systèmes mécaniques (alarme, cloche, éclairage, arrêt-départ de la ventilation, etc.);
- la vérification des alarmes et de leur transmission;

- le remplacement des pièces défectueuses;
- le remplacement des cellules de détection (selon la période de garantie).

Toutes ces informations devront être consignées dans un registre. Pour assurer l'exactitude des mesures, les détecteurs doivent être étalonnés régulièrement. Un étalonnage nécessite l'exposition des cellules du détecteur à une concentration connue du gaz (exemple : CO); celui-ci doit alors donner une mesure correspondant à la concentration du gaz étalon. L'étalonnage régulier des détecteurs est garant de la fiabilité des mesures de la qualité de l'air.

Il faut se référer aux fabricants pour connaître la fréquence souhaitable des étalonnages des détecteurs de gaz. Il est recommandé de faire effectuer les étalonnages par une compagnie spécialisée dans la détection des gaz et l'étalonnage des détecteurs.

Un bris ou un mauvais fonctionnement des détecteurs peut mener à l'accumulation de concentrations importantes de gaz non détectées et ainsi causer une détérioration de la qualité de l'air et des intoxications.

### **5.7 Avantages des détecteurs fixes reliés au système de ventilation**

Les détecteurs fixes reliés au système de ventilation dans un aréa ont de nombreux avantages par rapport aux détecteurs de gaz portatifs :

- Mesure des gaz en continu;
- Absence d'intervention humaine dans la mesure des gaz;
- Présence d'alarmes visuelles et sonores;
- Possibilité d'accumulation des données pour analyse ultérieure;
- Possibilité de déclencher automatiquement une action préventive étant donné qu'ils sont reliés à la ventilation de l'aréa.

Les détecteurs fixes reliés au système de ventilation présentent un coût plus élevé que les détecteurs portatifs et nécessitent un entretien régulier effectué par une firme spécialisée. Ces inconvénients sont toutefois largement compensés par le niveau de sécurité qu'ils procurent. L'usage de détecteurs fixes reliés au système de ventilation est recommandé, car ils détectent les gaz à tout moment. Les dépassements de critères peuvent donc être rapidement connus par les responsables des aréas.

En l'absence de détecteurs fixes reliés au système de ventilation, les détecteurs portatifs doivent être utilisés par un travailleur qualifié et formé pour mesurer de façon ponctuelle les concentrations de gaz dans l'aréna. L'utilisation de détecteurs portatifs implique également que des tests de calibration soient effectués régulièrement, que des mesures de CO et de NO<sub>2</sub> soient faites chaque semaine dans les moments d'utilisation intensive de la surfaceuse et que les résultats soient inscrits dans un registre. De plus, dès l'atteinte des limites de référence, il doit y avoir arrêt du jeu jusqu'à ce que la situation soit revenue à la normale.

Dans un contexte où plusieurs des personnes travaillant dans un aréna ne sont pas qualifiées pour utiliser des détecteurs portatifs (il s'agit souvent de bénévoles) et où le personnel peut changer d'une saison à l'autre, l'usage efficace et sécuritaire de ces détecteurs peut être compromis.

Pour toutes ces raisons, les autorités de santé publique déconseillent l'utilisation de détecteurs portatifs et recommandent fortement l'utilisation de détecteurs fixes reliés au système de ventilation.

## Conclusion

Les travaux du comité ont permis de mettre à jour les critères de qualité de l'air intérieur des arénas pour le CO et le NO<sub>2</sub>. Trois critères sont à surveiller pour le CO (20, 35 et 70 ppm), alors que deux critères ont été établis pour le NO<sub>2</sub> (0,5 et 2 ppm). Lorsqu'un de ces critères est dépassé, différentes actions sont recommandées (augmentation de la ventilation, arrêt temporaire du jeu ou fermeture de l'aréna). Étant donné qu'il n'est pas possible d'estimer la durée d'exposition à une certaine concentration d'un gaz quand les mesures sont faites ponctuellement, certains critères sont plus contraignants pour les mesures ponctuelles que pour les mesures faites en continu.

Ces critères, lorsque respectés, devraient assurer la santé et la sécurité des utilisateurs et des spectateurs des arénas. En effet, lorsque des cas d'intoxication ont été signalés, ces critères étaient fort probablement largement dépassés. Les autorités de santé publique rappellent donc l'importance de surveiller la qualité de l'air à l'intérieur des arénas et recommandent l'emploi de détecteurs fixes reliés au système de ventilation dans les arénas utilisant une surfaceuse ou un coupe-bordure fonctionnant avec des moteurs à combustion.

## Références

### Pour le CO

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *Documentation of the Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs)*, 7<sup>e</sup> ed., Cincinnati (Ohio), ACGIH, 2001.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *TLVs and BEIs Based on the Documentation for Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*, Cincinnati (Ohio), ACGIH, 2013.
- ALLRED, E.N., et coll. "Short-term effects of carbon monoxide exposure on the exercise performance of subjects with coronary artery disease", *The New England Journal of Medicine*, vol. 32, n° 21, November 23, 1989, p. 1426-1432.
- ANDERSON, E.W., et coll. "Effect of low-level carbon monoxide exposure on onset and duration of angina pectoris", *Annals of Internal Medicine*, vol. 79, n° 1, July 1973, p. 46-50.
- ARONOW, W.S., et coll. "Effect of freeway travel on angina pectoris", *Annals of Internal Medicine*, vol. 77, n° 5, 1972, p. 669-676.
- ARONOW, W.S., et M.W. ISBELL. "Carbon monoxide effect on exercise-induced angina pectoris", *Annals of Internal Medicine*, vol. 79, n° 3, September 1973, p. 392-395.
- ARONOW, W.S. "Aggravation of angina pectoris by two percent carboxy-hemoglobin", *American Heart Journal*, vol. 101, n° 2, 1981, p. 154-157.
- ARONOW, W.S., et J. CASSIDY. "Effect of carbon monoxide on maximal treadmill exercise", *Annals of Internal Medicine*, vol. 83, n° 4, October 1975, p. 496-499.
- ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DES ARÉNAS ET DES INSTALLATIONS RÉCRÉATIVES ET SPORTIVES. *Guide de sécurité et de prévention dans les arénas*, 3<sup>e</sup> éd, Québec, ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, juillet 2013, chapitre 4.
- BEARD, R.R., et N. GRANDSTAFF. "Carbon monoxide exposure and cerebral function", *Annals of The New York Academy of Sciences*, vol. 174, October 1970, p. 385-395.
- COBURN, R.F., R.E. FORSTER et P.B. KANE. "Considerations of the physiological variables that determine the blood carboxyhemoglobin concentration in man", *The Journal of Clinical Investigation*, vol. 44, n° 11, November 1965, p. 1899-1910.
- COMITÉ MÉDICAL PROVINCIAL EN SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL DU QUÉBEC (CMPSATQ). *Guide de pratique professionnelle : surveillance des travailleurs exposés au monoxyde de carbone*, Québec, Le Comité, 2001.
- DOLAN, M.C. "Carbon monoxide poisoning", *Canadian Medical Association Journal*, vol. 133, n° 5, September 1985, p. 392-399.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RLRQ, c. S-2.1, r. 13), Québec, Les Publications du Québec, 2013.

- KULLER, L.H., et E.P. RADFORD. "Epidemiological bases for the current ambient carbon monoxide standards", *Environmental Health Perspectives*, vol. 52, October 1983, p. 131-139.
- LAUWERYS, R., J.-P. BUCHET et H. ROELS. « Les effets toxiques d'une exposition modérée au monoxyde de carbone : un risque souvent ignoré », *Louvain Medical*, vol. 93, 1974, p. 231-326.
- LÉVESQUE, B., et coll. "Carbon Monoxide in Indoor Skating Rinks: Evaluation of Absorption by Adult Hockey Players", *American Journal of Public Health*, vol. 80, n° 5, June 1990, p. 594-598.
- MCFARLAND, R.A., et coll. "The effects of carbon monoxide and altitude on visual thresholds", *The Journal of Aviation Medicine*, vol. 15, 1944, p. 381-394.
- MEREDITH, T., et A. VALE. "Carbon monoxide poisoning", *British Medical Journal*, vol. 296, 1988, p. 77-78.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). *Mise à jour des critères québécois de qualité de l'air*, Québec, Le Ministère, 2010.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). *Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to carbon monoxide*, Cincinnati (Ohio), NIOSH, 1975.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). *Pocket guide to chemical hazards*, Cincinnati (Ohio), NIOSH, 2011. Disponible à [www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0105.html](http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0105.html) (mise à jour le 4 avril 2011).
- RAMSEY, J.M. "Effects of single exposures of carbon monoxide on sensory and psychomotor response", *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 34, 1973, p. 212-216.
- SANTÉ CANADA. *Lignes directrices proposées pour la qualité de l'air intérieur des résidences : Monoxyde de carbone*, Ottawa, Santé Canada, 2008.
- SHEPHARD, R.J., et C.G. WILBER. *Carbon monoxide: The Silent Killer*, Springfield, Charles C. Thomas, 1983.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). *National ambient air quality standards (NAAQS)*, December 2012. Disponible à [www.epa.gov/air/criteria.html](http://www.epa.gov/air/criteria.html).
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS). *Environmental Health Criteria 213: Carbon monoxide*, Geneva, WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1979, 224 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS). *Environmental Health Criteria 213: Carbon monoxide*, 2<sup>e</sup> ed., Geneva, World Health Organization, 1999, 224 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – REGIONAL OFFICE FOR EUROPE (OMS-Europe). *WHO guidelines for indoor air quality: Selected pollutants*, Copenhagen, World Health Organization – Regional Office for Europe, 2010, 484 p.
- WRIGHT, G., P. RANDELL et R.J. SHEPHARD. "Carbon monoxide and driving skills", *Archives of Environmental Health*, vol. 27, n° 6, 1973, p. 349-354.

## Pour le NO<sub>2</sub>

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*, 7<sup>e</sup> ed., Cincinnati (Ohio), ACGIH, 2001.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *TLVs and BEIs Based on the Documentation for Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*, Cincinnati (Ohio), ACGIH, 2013.
- BALTRUSAITIS, M., et J.A. COCCIARDI. "Case Study: Air quality testing in indoor ice arenas", *Synergist*, vol. 22, n° 7, August 2011, p. 38.
- BESSETTE, S. *Portrait de la qualité de l'air intérieur des arénas de l'Abitibi-Témiscamingue 2010-2011*, Rouyn-Noranda, Agence de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2012, 24 p.
- DEWAILLY, R., et S. ALLAIRE. « Intoxication par les oxydes d'azote dans une patinoire – Québec », *Rapport hebdomadaire des maladies au Canada*, 1988, p. 14-15 : 61-62.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RLRQ, c. S-2.1, r. 13), Québec, Les Publications du Québec, 2013.
- HEDBERG, K., et coll. "An outbreak of nitrogen dioxide-induced respiratory illness among ice hockey players", *Journal of the American Medical Association*, vol. 262, n° 21, December 1989, p. 3014-3017.
- HESTERBERG, T.W., et coll. "Critical review of the human data on short-term nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) exposures: Evidence for NO<sub>2</sub> no-effect levels", *Critical Reviews in Toxicology*, vol. 39, n° 9, 2009, p. 743-781.
- KARLSON-STIBER, C., et coll. "Nitrogen dioxide pneumonitis in ice hockey players", *Journal of Internal Medicine*, vol. 239, n° 16, May 1996, p. 451-456.
- KEATING, B. *Air quality guidelines for arenas in Nova Scotia*, Halifax Canadian Parks and Recreation Association, 1999, 24 p.
- LAVOIE, M.-A., et C. LÉGARÉ. *Seuils d'intervention pour la qualité de l'air dans les arénas*, Gatineau, Direction de la santé publique de l'Outaouais, 2001, 6 p.
- LEFEBVRE, R., et coll. *Étude sur la qualité de l'air dans les arénas de la Mauricie et du Centre-du-Québec 2009-2011*, Trois-Rivières, Agence de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec, janvier 2012, 24 p.
- MANITOBA HEALTH BRANCH. *Air Quality Guidelines for Arena Operations in Manitoba*, Winnipeg, Manitoba Government, 2009, 21 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP). *Mise à jour des critères québécois de qualité de l'air*, Québec, Le Ministère, 2010, 10 p. Disponible à [www.mddefp.gouv.qc.ca/air/criteres/](http://www.mddefp.gouv.qc.ca/air/criteres/).

- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). *1988 OSHA PEL Projet Documentation – Nitrogen dioxide*, 2011. Disponible à [www.cdc.gov/niosh/pel88/10102-44.html](http://www.cdc.gov/niosh/pel88/10102-44.html) (mise à jour le 28 septembre 2011).
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). “Nitrogen Dioxide”, dans *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*, 2011. Disponible à [www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0454.html](http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0454.html) (mise à jour le 4 avril 2011).
- OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA). *Nitrogen dioxide*, OSHA, 1989. Disponible à [www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_257400.html](http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_257400.html)
- RECREATION FACILITY ASSOCIATION OF NOVA SCOTIA. *Air quality guidelines for arenas in Nova Scotia*, 1999. Disponible à <http://www.rfans.com/Portals/12/AIR%20QUALITY%20GUIDELINES%20FOR%20ARENAS%20IN%20NOVA%20SCOTIA%20-%20Bethany.doc>.
- ROSELUND, M., et G. BLUHM. “Health effects resulting from nitrogen dioxide exposure in an indoor ice arena”, *Archives of Environmental Health*, vol. 54, n° 1, 1999, p. 52-57.
- SANTÉ CANADA. *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel*, Ottawa, Santé Canada, 1987. Disponible à [www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/res-in/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/res-in/index-fra.php) (mis à jour le 7 août 2012).
- SASKATCHEWAN LABOUR. *Saskatchewan Arena Air Quality Program – Air Quality Standards*, 2000. Disponible à [www.irws.gov.sk.ca/sk-arena-air-quality-program](http://www.irws.gov.sk.ca/sk-arena-air-quality-program).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*, 2000. Disponible à [www.epa.gov/air/criteria.html](http://www.epa.gov/air/criteria.html) (mis à jour en octobre 2011).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). *Indoor Air – an introduction to indoor air quality (IAQ) – Nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>)*, 2012. Disponible à [www.epa.gov/iaq/no2.html#Standards](http://www.epa.gov/iaq/no2.html#Standards) (mis à jour le 21 juin 2012).
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS). *OMS guidelines for indoor air quality – Selected pollutants*, World Health Organization – Regional Office for Europe, 2010, 454 p. Disponible à [www.euro.OMS.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf](http://www.euro.OMS.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf).

**Publications, rapports, articles et conférences des directions de santé publique sur la qualité de l'air dans les arénas**

- ALLAIRE, S., et coll. *La qualité de l'air dans les arénas*, Départements de santé communautaire : Saint-Sacrement, Enfant-Jésus, Hôtel-Dieu de Lévis et CHUL, 1989.
- ALLAIRE, S., et coll. *La qualité de l'air dans les arénas. La qualité de l'air, c'est notre affaire!*, Québec, Institut national de santé publique, mai 1997, 14 p.
- ALLAIRE, S., M. LEGRIS et L. ROBERGE. *Guide de surveillance de la qualité de l'air dans les arénas – Modifications*, CLSC Haute-Ville, Chutes Chaudières/Desjardins et Frontenac, 1994.
- ASSELIN, S., M. BEAUSOLEIL et L.-F. LEFEBVRE. *Évaluation de la qualité de l'air dans les arénas de l'île de Montréal – Saison 1999-2000*, Montréal, Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, 2000, 5 p.
- ASSOCIATION DES ARÉNAS DU QUÉBEC. *Guide de surveillance de la qualité de l'air dans les arénas*, Départements de santé communautaire : Saint-Sacrement, Enfant-Jésus, Hôtel-Dieu de Lévis et CHUL, 1991.
- BEAUSOLEIL, M., et L.-A. ROY. « Intoxications au monoxyde de carbone et au dioxyde d'azote dans les patinoires », *Médecine Sport*, décembre 1998.
- BOIVIN, S., et J. MARTEL. *Bilan de la campagne de prévention des intoxications dans les arénas de l'Estrie*, Sherbrooke, Agence de la santé et des services sociaux de l'Estrie, 2013.
- DAUPHINAIS, L., M. BEAUSOLEIL et L. LEFEBVRE. *Enquête réalisée auprès des gestionnaires d'arénas de la région de Montréal-Centre sur la qualité de l'air intérieur dans les arénas*, Montréal, Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, 1995, 9 p.
- GODBOUT, G. *Évaluation de la qualité de l'air dans les arénas de l'Estrie*, Sherbrooke, Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Estrie, 2001.
- LEFEBVRE, L., et M. BEAUSOLEIL. *Bilan des mesures de CO et de NO<sub>2</sub> dans l'air des arénas municipaux de l'île de Montréal, période 1996-1997*, Montréal, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, octobre 1997, 9 p.
- LEGRIS, M., S. ALLAIRE et B. LÉVESQUE. *La qualité de l'air dans les arénas*, Conférence scientifique du CHUL, avril 1989.
- LEGRIS, M. *Projet arénas : Échantillonnage Octobre-Novembre 1989*, Lévis, Département de santé communautaire de Lévis, 1990.
- LEGRIS, M., et coll. *La qualité de l'air dans les arénas*, XII<sup>e</sup> Congrès de l'Association pour l'hygiène industrielle au Québec, mai 1990.
- LEGRIS, M., et coll. « La qualité de l'air dans les arénas s'améliore », *Travail et santé*, vol. 7, n° 3, 1991, p. 14-18.

- LÉVESQUE, B., et coll. *Le monoxyde de carbone dans les arénas : Évaluation de l'absorption chez une population de joueurs de hockey adultes*, Québec, Département de santé communautaire, Centre hospitalier de l'Université Laval, 1989, 44 p.
- LÉVESQUE, B., et coll. *Le moto-cross 1994 au Colisée de Québec : Analyse de la qualité de l'air*, Québec, Centre de santé publique de la région de Québec, août 1994, 38 p.
- PRICE, K., M. BEAUSOLEIL et L. LEFEBVRE. *Évaluation de la qualité de l'air dans les arénas de l'île de Montréal – Hiver 2006-2007*, Montréal, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, 2007, 12 p.
- ST-AMAND, A., L. LEFEBVRE et S. ASSELIN. *Évaluation de la qualité de l'air dans les arénas de l'île de Montréal – Saison 2003-2004*, Montréal, Agence de développement de réseaux locaux de services de santé, 2005, 13 p.
- TURCOTTE, J.-J., et coll. « Éclosion de problèmes respiratoires parmi des joueurs de hockey due à l'exposition au dioxyde de carbone », Saint-Hyacinthe, Département de santé communautaire du Centre hospitalier Honoré-Mercier, 1992.
- SAVARD, M. *Intoxication au monoxyde de carbone dans un aréna de la région – Bulletin de santé publique, région des Laurentides*, 1994.
- VEILLEUX, C. *État de situation sur la qualité de l'air dans les arénas de l'Estrie*, Sherbrooke, Agence de la santé et des services sociaux de l'Estrie, mars 2009.

## Annexe

### Incidents survenus dans les arénas et rapportés aux directions de santé publique entre 2000 et 2012

Région	Date	Gaz	Source	Concentrations mesurées <sup>7</sup>	Personnes affectées	Correctifs apportés
<b>Bas-Saint-Laurent</b> <sup>8</sup>	Novembre 2006	CO	Surfaceuse	100-150 ppm	Plusieurs joueurs de hockey incommodés	Remise en état de la surfaceuse
<b>Capitale-Nationale</b>	Décembre 2008	NO <sub>2</sub>	Surfaceuse	ND Présence d'un nuage jaunâtre lors de la partie de hockey	Une trentaine de joueurs de hockey, dont 2 ont séjourné aux soins intensifs pour des œdèmes pulmonaires	Location d'une surfaceuse électrique
<b>Mauricie-Centre-du-Québec</b>	Juin 2005	CO et NO <sub>2</sub>	Surfaceuse	ND	7 personnes ont consulté à l'urgence	ND
	Mai 2007	CO	Surfaceuse	ND	3 joueurs et une dizaine d'autres personnes ont présenté des symptômes	Installation d'un détecteur fixe
	Avril 2012	Ammoniac	Bris de conduite dans la salle des compresseurs	ND	6 personnes	

7. ND signifie « non disponible ».

8. Autre incident de CO survenu dans un autre aréna en raison d'une petite fissure du bloc moteur.

Critères de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote  
et surveillance de la qualité de l'air dans les arénas

Région	Date	Gaz	Source	Concentrations mesurées <sup>7</sup>	Personnes affectées	Correctifs apportés
<b>Estrie</b>	Mai 2002	CO	Surfaceuse	ND	2 personnes	Installation de détecteurs fixes (CO et NO <sub>2</sub> ); fonctionnement de la ventilation en fonction des concentrations de gaz; augmentation de la fréquence des entretiens préventifs de la surfaceuse; formation des employés
	Février 2004	CO	Chariot élévateur au propane	ND	Plusieurs enfants incommodés lors d'un entraînement de patinage artistique	Utilisation de chariots élévateurs électriques
	Novembre 2004	CO	Surfaceuse	Concentrations élevées de CO à plusieurs endroits; jusqu'à 150 ppm dans les estrades	Un employé (entraîneur) avait régulièrement des maux de tête durant les entraînements	Installation d'un système de ventilation; réparation et ajustement de la surfaceuse; installation d'un détecteur de CO près du banc des joueurs
	Novembre 2011	NO <sub>2</sub>	Bris de surfaceuse, arrêt de ventilation (Température ext. élevée) et détecteurs non fonctionnels	1,7 ppm mesurée en simulation, mais concentrations sous-estimées	8 joueurs sur 22 auraient été incommodés : 1 irritation des voies respiratoires (toux, hémoptysies), 2 ont consulté et 1 a vu une diminution du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS)	Réparation de la surfaceuse; ouverture des portes et fenêtres durant le surfaçage; achat de nouveaux détecteurs fixes et d'un détecteur 4 gaz
<b>Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine</b>	Novembre 2005	CO	Brûleur pour cuisson (300 000 BTU) et système de chauffage au propane	115 ppm malgré une ventilation naturelle durant 50 minutes	26 personnes, dont 5 femmes enceintes (6 personnes traitées en chambre hyperbare)	Installation d'un détecteur fixe de CO; utilisation d'un lecteur portable 4 gaz; inspections planifiées de la surfaceuse et du système de chauffage

Critères de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote  
et surveillance de la qualité de l'air dans les aréas

Région	Date	Gaz	Source	Concentrations mesurées <sup>7</sup>	Personnes affectées	Correctifs apportés
<b>Chaudière-Appalaches</b>	Février 2011	CO	Coupe-bordure, surfaceuse au propane	61 ppm	1 enfant de 9 ans	Passage du coupe-bordure en fin de journée et ventilation durant la nuit; détecteur de CO
	Novembre 2007	CO	Surfaceuse au propane	24-34 ppm après surfacage et 225 ppm dans le garage où la surfaceuse est démarrée chauffée	Demande de la CSST : fortes odeurs de gaz. Un joueur se sent « mal » après son entraînement de hockey	Achat d'une nouvelle surfaceuse; affiche pour les femmes enceintes (5 ppm)
<b>Montérégie</b>	Janvier 2005	NO <sub>2</sub>	Surfaceuse	ND	2 employés	ND
	Novembre 2009	NO <sub>2</sub>	Surfaceuse	NO <sub>2</sub> non mesuré et 27 ppm de CO le lendemain	36 personnes à l'hôpital; 18 personnes hospitalisées, dont 2 aux soins intensifs	Surfaceuse électrique
	Mars 2011	Ammoniac	Système de refroidissement de la glace	ND	11 personnes	ND