



MEILLEURES PRATIQUES POUR L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES ARÉNAS



Santé
Canada Health
Canada

Canada

Santé Canada est le ministère fédéral responsable d'aider les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Santé Canada s'est engagé à améliorer la vie de tous les Canadiens et à faire du Canada l'un des pays où les gens sont le plus en santé au monde, comme en témoignent la longévité, les habitudes de vie et l'utilisation efficace du système public de soins de santé.

Also available in English under the title:
Best Practices for Improving Air Quality in Ice Arenas

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-957-2991
Sans frais : 1-866-225-0709
Téléc. : 613-941-5366
ATS : 1-800-465-7735
Courriel : hc.publications-publications.sc@canada.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2021

Date de publication : juin 2021

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

Cat. : H144-83/2021F-PDF | ISBN : 978-0-660-37675-2 | Pub. : 200473

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|-------|---|----|
| 1.0 | Résumé | 1 |
| 2.0 | Contexte | 2 |
| 3.0 | Sources de polluants dans les arénas | 3 |
| 4.0 | Polluants préoccupants | 4 |
| 4.1 | Monoxyde de carbone | 4 |
| 4.1.1 | Effets sur la santé | 4 |
| 4.1.2 | Exposition | 5 |
| 4.2 | Dioxyde d'azote | 5 |
| 4.2.1 | Effets sur la santé | 5 |
| 4.2.2 | Exposition | 6 |
| 4.3 | Autres polluants | 6 |
| 5.0 | Recommandations pour l'amélioration de la qualité de l'air dans les arénas | 7 |
| 5.1 | Surfaçage et coupe des bordures de la glace | 7 |
| 5.1.1 | Type de carburant | 7 |
| 5.1.2 | Lutte contre la pollution | 7 |
| 5.2 | Fonctionnement et entretien du matériel | 8 |
| 5.3 | Calendriers de ventilation et amélioration de la circulation d'air | 9 |
| 5.3.1 | Calendriers de ventilation | 9 |
| 5.3.2 | Amélioration de la circulation d'air | 10 |
| 6.0 | Surveillance des polluants atmosphériques et mesures d'intervention dans les arénas | 11 |
| 6.1 | Surveillance des polluants atmosphériques | 11 |
| 6.1.1 | Emplacement de l'échantillonnage | 11 |
| 6.1.2 | Durée de l'échantillonnage | 11 |
| 6.1.3 | Moment de l'échantillonnage | 12 |
| 6.1.4 | Types de détecteurs | 12 |
| 6.2 | Mesures d'intervention en cas de concentrations élevées de CO et de NO ₂ | 13 |
| 7.0 | Conclusions | 15 |
| 8.0 | Références | 16 |
| | Annexe A : Liste de vérification pour l'amélioration de la qualité de l'air dans les arénas | 20 |

1.0 RÉSUMÉ

Il existe au Canada plus de 2000 arénas couramment fréquentés par des centaines de milliers de personnes pour des activités comme le hockey, le patinage artistique, la ringuette et le patinage de loisir (FIHG, 2020). Les surfaceuses et les coupe-bordures servant à y entretenir la surface de glace fonctionnent généralement avec des moteurs à combustion interne qui émettent des polluants atmosphériques comme le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde d'azote (NO_2), tous deux associés à des effets nocifs. La formulation de recommandations visant à abaisser le niveau de pollution atmosphérique dans les arénas permet d'établir un cadre pour réduire au minimum les risques d'effets sur la santé des personnes fréquentant les arénas, y compris les populations vulnérables (par exemple les enfants et les personnes âgées).

Le présent document d'orientation a pour but d'aider les fonctionnaires, les gestionnaires et les employés à préserver et à améliorer la qualité de l'air dans les arénas par la mise en œuvre de meilleures pratiques éprouvées. Il fournit également un aperçu des effets potentiels sur la santé d'une mauvaise qualité de l'air dans les arénas ainsi que des indications détaillées sur l'élaboration d'un cadre de surveillance et d'intervention.

La mise en œuvre de meilleures pratiques pour améliorer la qualité de l'air dans un aréna se fait en plusieurs étapes et devrait prendre en compte le choix du matériel, l'utilisation et l'entretien du matériel, les mesures de réduction et d'élimination des émissions à la source, la surveillance régulière de la qualité de l'air et les mesures à adopter en cas de dépassement des limites d'exposition recommandées fondées sur des critères sanitaires. Les responsables et les gestionnaires d'un aréna peuvent améliorer la qualité de l'air et contribuer à protéger la santé des occupants en prenant en compte le type de carburant des surfaceuses et leur fonctionnement, en respectant les calendriers d'entretien, en assurant une ventilation suffisante, et en améliorant la circulation d'air, la surveillance des polluants atmosphériques et les mesures d'intervention en cas de concentrations élevées de CO et de NO_2 .

Chaque aréna étant unique, certaines situations pourraient faire en sorte qu'il faille recourir à une approche taillée sur mesure pour y réduire les concentrations de polluants. Les stratégies du présent document peuvent donc être modifiées au besoin. L'annexe A présente une liste de vérification pour l'amélioration et la surveillance de la qualité de l'air dans les arénas, et la mise en œuvre de mesures d'intervention en cas de niveau élevé de pollution atmosphérique.

2.0 CONTEXTE

Il existe au Canada plus de 2000 arénas couramment fréquentés par des centaines de milliers de personnes qui regardent des activités comme le hockey, le patinage artistique, la ringuette et le patinage de loisir ou qui y prennent part (FIHG, 2020).

L'entretien de la surface de glace se fait généralement au moyen de surfaceuses et de coupe-bordures fonctionnant avec des moteurs à combustion interne (c.-à-d. propane, gaz naturel, essence ou diesel). Cet équipement émet des polluants atmosphériques, le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde d'azote (NO₂), ainsi que des particules fines et ultrafines et des composés organiques volatils (COV) principalement en raison de la combustion incomplète de carburant. De nombreux facteurs peuvent contribuer aux concentrations élevées de polluants atmosphériques dans les arénas, dont le type de carburant alimentant les surfaceuses, le fonctionnement défectueux de l'équipement, l'élimination inefficace des polluants au moyen des systèmes de ventilation, et l'absence de surveillance de la qualité de l'air et d'interventions en cas de concentrations élevées des polluants.

Il est reconnu que l'exposition à ces polluants, et plus particulièrement au CO et au NO₂, entraîne des effets nocifs, y compris une irritation des yeux et des voies respiratoires, une exacerbation de l'asthme, des symptômes pseudogrippaux, des difficultés respiratoires, une perte de connaissance et la mort dans les cas extrêmes. Ces effets, particulièrement chez certaines personnes comme les enfants, les personnes âgées et celles souffrant de maladies antérieures, devraient s'aggraver au cours d'activités physiques intenses et peuvent également être affectés par les conditions de basses températures observées dans les arénas (Leuppi et al., 1998). Outre la dizaine de cas et plus d'intoxication signalés dans les arénas canadiens (Drake et al., 2020; CTV News, 2019, 2014; Global News, 2019; CBC News, 2015; ORFA, 2015), la prévalence des symptômes de l'asthme – qui peuvent être exacerbés par des exercices vigoureux à basse température – est plus élevée chez les joueurs de hockey et les patineurs artistiques que dans la population générale ou chez d'autres athlètes (Leuppi et al., 1998).

La pollution de l'air dans les arénas peut donc être considérée comme un problème de santé publique. Une approche en plusieurs étapes est nécessaire pour y améliorer la qualité de l'air et ainsi protéger la santé des utilisateurs et des employés. La mise en œuvre de meilleures pratiques pour l'amélioration de la qualité de l'air dans les arénas est considérée comme une stratégie efficace et pratique de réduction des risques connexes pour la santé (ORFA, 2015; Beausoleil et al., 2014; ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014; Recreation Facility Association of Nova Scotia, 2013; ministère de la Santé du Manitoba, 2009), et nécessite ce qui suit :

- comprendre qu'une mauvaise qualité de l'air dans les arénas peut augmenter le risque d'effets nocifs;
- une connaissance des sources de pollution de l'air dans les arénas;
- une connaissance du bâtiment et du fonctionnement de l'équipement et des modifications à apporter pour réduire les émissions et les concentrations de CO et de NO₂ dans l'air;
- une connaissance des moyens de surveillance du CO et du NO₂;
- la capacité à établir les concentrations de CO et de NO₂ et à intervenir lorsqu'elles sont élevées.

Les meilleures pratiques éprouvées et le cadre de surveillance et d'intervention présentés dans ce document s'appuient sur des travaux de recherche de Santé Canada (2021), les résultats d'études scientifiques évaluées par les pairs et des lignes directrices publiées par d'autres instances.



3.0 SOURCES DE POLLUANTS DANS LES ARÉNAS

Les surfaceuses et les coupe-bordures fonctionnant avec des moteurs à combustion interne sont la principale source de polluants dans les arénas. La surveillance de la qualité de l'air a montré que le fonctionnement des surfaceuses au propane, au gaz naturel, à essence ou au diesel est à l'origine de la mauvaise qualité de l'air dans les arénas (Santé Canada, 2021; ministère de la Santé du Manitoba, 2009; Brauer et al., 1997). Il convient de noter qu'il existe d'autres sources de polluants de l'air dans les arénas, qui ne sont pas examinées davantage dans ce document; mais à moins d'un fonctionnement défectueux, elles ne contribuent que très peu aux polluants atmosphériques générés par la combustion dans les arénas (ministère de la Santé du Manitoba, 2014).

Ces autres sources de polluants atmosphériques sont les suivantes :

- les appareils de chauffage posés au-dessus des gradins;
- le matériel de cuisson dans les cuisines ou les cantines;
- l'infiltration des polluants de l'air extérieur dans le bâtiment.

Tout comme les surfaceuses, les appareils de chauffage et le matériel de cuisson utilisés dans les arénas doivent être entretenus correctement pour éviter le rejet accru de polluants issus de la combustion.

4.0 POLLUANTS PRÉOCCUPANTS

L'air des arénas contient de nombreux polluants (p. ex., CO, NO₂, particules et COV), dont beaucoup provoquent des effets néfastes sur la santé, notamment des maux de tête, des malaises, des nausées ou des vomissements, des étourdissements, une toux, une hémoptysie, une irritation de la gorge, une dyspnée et des douleurs thoraciques (Salonen et al., 2008; Guo, Lee et Chan, 2004; Rundell, 2003; Rosenlund et Bluhm, 1999; Soparkar et al., 1993).

De nombreux cas d'intoxication ont récemment été signalés dans les arénas canadiens, survenant fréquemment au cours de périodes correspondant à une utilisation accrue des surfaceuses (pendant les tournois de hockey, p. ex.) et souvent suite à leur fonctionnement défectueux ou à une ventilation insuffisante (Drake et al., 2020; CTV News, 2019, 2014; Global News, 2019; CBC News, 2015; ORFA, 2015). Le fonctionnement défectueux d'une surfaceuse peut être dû à son âge, à une défaillance mécanique ou à un entretien inadéquat. Un niveau de ventilation insuffisant peut également découler d'une défaillance mécanique, mais aussi d'un sous-dimensionnement ou d'une sous-utilisation du système qui ne permet pas d'éliminer les émissions de CO et de NO₂ de la surfaceuse (Drake et al., 2020; ORFA, 2015).

Les effets nocifs attestés de la pollution de l'air dans les arénas découlent le plus souvent d'une exposition à des concentrations élevées de CO dont les symptômes observés comprennent maux de tête, nausées ou vomissements, étourdissements et fatigue (Salonen et al., 2008; Paulozzi, Satink et Spengler, 1991). Des intoxications au NO₂ surviennent également, mais elles sont peut-être sous-estimées vu l'absence de données de surveillance et le retard dans l'apparition des symptômes pouvant atteindre 48 heures (Karlson-Stieber et al., 1996). Les symptômes de l'exposition à des concentrations élevées de NO₂ dans les arénas comprennent un essoufflement, une toux, des problèmes respiratoires aigus et un œdème pulmonaire non associé à un cancer (accumulation de liquide dans les poumons) (Rosenlund et al., 2004; Karlson-Stieber et al., 1996; Morgan, 1995).

Ce document d'orientation se penche sur le CO et le NO₂, qui sont responsables de la grande majorité des intoxications attestées et pour lesquels il existe déjà des limites d'exposition fondées sur des critères sanitaires et du matériel de surveillance. De plus, les concentrations de CO et de NO₂ peuvent être considérées comme indicatives des concentrations d'autres polluants liés à un processus de combustion présents dans l'air des arénas. Par conséquent, les stratégies de réduction des niveaux de CO et de NO₂ du présent document devraient également pouvoir réduire de façon efficace ceux d'autres polluants provenant des gaz d'échappement des surfaceuses. Il est important de noter que les lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel (LDQAIR) de Santé Canada abordées ci-après ont été spécialement élaborées pour les milieux résidentiels et non pour les installations récréatives. Malgré tout, elles permettent de mieux comprendre les risques pour la santé liés aux polluants de l'air des arénas et fournissent des limites d'exposition fondées sur des critères sanitaires pour soutenir l'élaboration d'un cadre de surveillance et d'intervention.

4.1 MONOXYDE DE CARBONE

Le CO est un gaz inodore et incolore produit par la combustion incomplète du carburant des surfaceuses ainsi que des appareils de chauffage des gradins et du matériel de cuisson situé dans l'aréna. L'infiltration de l'air extérieur peut également contribuer aux concentrations de CO dans l'air intérieur.

4.1.1 Effets sur la santé

Les personnes exposées au CO peuvent présenter des symptômes pseudogrippaux tels que maux de tête, fatigue, étourdissements, faiblesse, nausées et vomissements ainsi que des douleurs thoraciques, un essoufflement, des troubles de la fonction motrice et de la confusion. L'inhalation de très fortes concentrations de CO peut provoquer des convulsions, une perte de connaissance et la mort (Santé Canada, 2010).

Les enfants, les personnes âgées et les personnes atteintes de cardiopathies préexistantes ainsi que celles pratiquant une activité physique intense courrent un risque accru d'effets sur la santé après une exposition à de faibles concentrations de CO (Santé Canada, 2010).

4.1.2 Exposition

La LDQAIR pour le CO de Santé Canada recommande des limites d'exposition de courte durée (1 heure) de 25 ppm et de longue durée (24 heures) de 10 ppm.

La durée apparaissant ci-dessus entre parenthèses représente la durée d'échantillonnage recommandée sur laquelle repose cette ligne directrice.

Les cas d'intoxication attestés au CO causés par les émissions de surfaceuses dans les arénas ont fait état de concentrations variant de 40 à 170 ppm (Creswell et al., 2015; Salonen et al., 2008; Paulozzi, Satink et Spengler, 1991). Les maladies liées au CO ont pu toutefois être sous-estimées, certains symptômes d'intoxication non spécifiques ayant pu être attribués à d'autres causes (Pelham, Holt et Moss, 2002). Les concentrations moyennes de CO sur une heure mesurées par Santé Canada dans 16 arénas étaient toujours inférieures à 20 ppm et généralement situées entre 0 et 10 ppm (Santé Canada, 2021, 2015).

4.2 DIOXYDE D'AZOTE

Le NO₂ est un gaz rouge-brun à l'odeur âcre. Comme il est plus lourd que l'air, il peut s'accumuler près de la surface de glace et au niveau de la zone respiratoire des utilisateurs (Pelham, Holt et Moss, 2002). C'est un sous-produit des gaz d'échappement dans les arénas et il peut également s'infiltrer à partir de sources extérieures.

4.2.1 Effets sur la santé

L'exposition au NO₂ ($\geq 0,09$ ppm) dans l'air peut irriter les yeux, le nez, la gorge et les poumons, ce qui peut provoquer toux, essoufflement, fatigue et nausées. Des études ont mis en évidence un lien entre une exacerbation de l'inflammation pulmonaire et une altération de la fonction pulmonaire et l'exposition aux concentrations de NO₂ mesurées dans les arénas (Santé Canada, 2021, 2015). Les effets sur la santé de l'exposition au NO₂ peuvent survenir immédiatement ou, dans certains cas, un ou deux jours plus tard selon le niveau d'exposition et la sensibilité individuelle (Morgan, 1995; Soparkar et al., 1993; Hedberg et al., 1989). En outre, des associations entre l'exposition au NO₂ et la rhinite, une prévalence accrue de l'asthme et une altération de la fonction pulmonaire ont été signalées chez les joueurs de hockey exposés à de fortes concentrations de NO₂ (Salonen et al., 2008; Thunqvist et al., 2002).

Les asthmatiques et les personnes souffrant d'autres troubles respiratoires courrent un risque accru d'effets sur la santé après une exposition au NO₂ (Santé Canada, 2015).

4.2.2 Exposition

La LDQAIR pour le NO₂ de Santé Canada recommande une limite d'exposition de courte durée (1 heure) de 0,09 ppm.

Les cas d'intoxication attestés dans les arénas ont fait état de concentrations de NO₂ variant de 1,5 à 4,0 ppm (Morgan, 1995; Smith, Anderson et Anderson, 1992; Hedberg et al., 1989; Dewailly, Allaire et Nantel, 1988). Santé Canada a constaté qu'au moins une concentration moyenne de NO₂ sur une heure était supérieure à sa limite d'exposition de courte durée de 0,09 ppm dans 7 des 16 arénas sous surveillance. Les concentrations de NO₂ dans ces arénas se situaient entre des valeurs inférieures à 10 ppb et 950 ppb (Santé Canada, 2021). Elles avaient tendance à être plus faibles le matin et à augmenter pendant les heures d'ouverture. Les concentrations de NO₂ dans l'air intérieur ne sont jamais revenues à leurs niveaux ambients (dans l'air extérieur) pour la plupart de ces arénas, les concentrations de NO₂ mesurées dans plus de la moitié d'entre eux étant le double de celles mesurées dans l'air extérieur au même moment.

4.3 AUTRES POLLUANTS

Comme indiqué plus haut, les particules fines et ultrafines ainsi que les COV sont des polluants atmosphériques pouvant se retrouver dans un aréna (McLennan et Hon, 2017; Rundell, 2003). Ces polluants sont principalement émis par les moteurs à combustion, et le respect des meilleures pratiques employées pour réduire les concentrations de CO et de NO₂ devrait permettre d'en abaisser les niveaux. Pour toute information sur les effets sur la santé des polluants de l'air intérieur, y compris ceux générés par la combustion, veuillez consulter la page Web Contaminants de l'air et santé du gouvernement du Canada.

5.0 RECOMMANDATIONS POUR L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES ARÉNAS

Santé Canada a élaboré la série suivante de meilleures pratiques pour aider à améliorer la qualité de l'air dans les arénas du Canada. La mise en œuvre de ces meilleures pratiques vise à réduire l'exposition des personnes aux polluants liés à un processus de combustion dans les arénas et les risques connexes d'effets nocifs. Cette section formule des recommandations éprouvées pour contrôler les émissions de CO et de NO₂, réduire les concentrations de ces polluants en améliorant la ventilation, et surveiller la qualité de l'air et intervenir en cas de problème.

5.1 SURFAÇAGE ET COUPE DES BORDURES DE LA GLACE

5.1.1 Type de carburant

Le matériel électrique est la meilleure option pour éliminer les émissions de CO et de NO₂ des arénas. Il a été démontré que les concentrations de CO et de NO₂ dans les arénas utilisant des surfaceuses électriques étaient similaires à celles simultanément relevées à l'extérieur des arénas, étant toujours inférieures respectivement à 1,0 ppm et 0,02 ppm (Santé Canada, 2021; Pennenan et al., 1998; Brauer et al., 1997). Bien que son coût d'acquisition soit souvent plus élevé que celui du matériel à combustion, l'entretien et les coûts de fonctionnement du matériel électrique sont en général plus faibles. En outre, les arénas utilisant des surfaceuses électriques peuvent réaliser des économies en évitant un recours excessif à la ventilation, ce qui entraîne une réduction de leurs coûts de chauffage et de climatisation (AQAIRS, 2013). L'emploi de surfaceuses électriques est la méthode la plus efficace pour maintenir un faible niveau de pollution de l'air dans les arénas.

Parmi les surfaceuses à combustion, ce sont celles alimentées au diesel ou à l'essence qui rejettent le plus de polluants atmosphériques, particulièrement du CO et des particules fines, suivies de celles au propane ou au gaz naturel qui émettent considérablement moins de polluants liés à la combustion (ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014; Pennenan et al., 1998). Il faudrait donc éviter d'utiliser des surfaceuses au diesel ou à essence. Il convient de noter que les surfaceuses au propane ou au gaz naturel rejettent toutefois légèrement plus de NO₂ que celles au diesel ou à essence. Dans une étude menée dans 332 arénas, la médiane des concentrations de NO₂ était de 0,075 ppb dans les arénas utilisant des surfaceuses à essence et de 0,1 ppb dans celles utilisant des surfaceuses au propane (Brauer et al., 1997; Brauer et Spengler, 1994). Le peu d'études disponibles n'a pas révélé d'importantes différences dans les émissions de polluants entre les surfaceuses alimentées au propane et celles au gaz naturel (Santé Canada, 2021), ou en général d'autres types de véhicules (Howes et Rideout, 1995).

Les coupe-bordures fonctionnant avec des moteurs à combustion, en particulier ceux alimentés à l'essence ou au diesel, peuvent libérer de grandes quantités de polluants atmosphériques et devraient être remplacés par des appareils électriques dans la mesure du possible (ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014; Recreation Facility Association of Nova Scotia, 2013). Une étude qui a mesuré les concentrations de polluants sur 7 jours dans 332 arénas de 9 pays a révélé que les concentrations de NO₂ sont considérablement plus élevées dans les arénas utilisant des coupe-bordures fonctionnant avec des moteurs à combustion que dans celles qui n'en utilisent pas (Brauer et al., 1997).

5.1.2 Lutte contre la pollution

Les convertisseurs catalytiques peuvent considérablement réduire les quantités de CO, de NO₂ et d'autres polluants présentes dans les gaz d'échappement des surfaceuses. Ceux à deux voies éliminent de façon efficace le CO et les hydrocarbures des gaz d'échappement des surfaceuses, alors que ceux à trois voies éliminent également les polluants azotés comme le NO₂. Les surfaceuses munies de convertisseurs catalytiques à trois voies libèrent moins de polluants atmosphériques que celles munies de convertisseurs catalytiques à deux voies (AQAIRS, 2013; ministère de la Santé du Manitoba, 2009; Pennenan et al., 1997). Une étude menée en Colombie-Britannique a révélé que les concentrations de NO₂ et de CO dans les émissions d'une surfaceuse au propane ont chuté respectivement de 87 % et 57 % après avoir remplacé le convertisseur catalytique à deux voies par un autre à trois voies (McNabb, Kostiuk et Brauer, 1997).

RECOMMANDATIONS

- › Utiliser des surfaceuses et des coupe-bordures électriques, qui sont les meilleurs choix d'équipement en ce qui a trait à la qualité de l'air, pour éliminer les principales sources de CO et de NO₂ dans les arénas.
- › Éviter les surfaceuses et les coupe-bordures alimentés à l'essence ou au diesel. Il est préférable d'utiliser ceux fonctionnant au propane ou au gaz naturel s'il n'y en a pas à l'électricité.
- › Dans la mesure du possible, ajouter des convertisseurs catalytiques à trois voies aux surfaceuses fonctionnant avec un moteur à combustion interne.

5.2 FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DU MATÉRIEL

Les surfaceuses, les coupe-bordures et les convertisseurs catalytiques devraient être régulièrement entretenus selon le calendrier et les recommandations établis par le fabricant (ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014). L'entretien régulier du matériel aide à prévenir tout fonctionnement défectueux, qui pourrait entraîner un niveau élevé d'émissions de CO et de NO₂ (ministère de la Santé du Manitoba, 2009) ainsi que des cas d'intoxication au CO et au NO₂ (Drake et al., 2020). L'entretien du moteur d'une surfaceuse devrait également comprendre une analyse des gaz d'échappement et le réglage du moteur pour réduire les émissions de polluants atmosphériques. Un ajustement apporté à la richesse du carburant ou au rapport air-carburant permet de réduire les émissions de polluants (Recreation Facility Association of Nova Scotia, 2013; Roberge, 2000; Hedberg et al., 1989; Anderson, 1971). Une mise au point déficiente des moteurs a été en partie responsable des concentrations de CO supérieures à 100 ppm dans trois arénas suédoises entre 1992 et 1997, alors qu'environ 200 personnes ont ressenti des effets néfastes sur la santé (Salonen et al., 2008).

Le réchauffement des surfaceuses devrait se faire à l'extérieur avant leur utilisation, ou encore dans un local bien aéré muni d'un détecteur de CO ou s'évacuant directement à l'extérieur (loin des prises d'air et des portes ouvertes). Il est important de noter que les convertisseurs catalytiques n'élimineront pas de façon efficace les polluants des gaz d'échappement des surfaceuses tant qu'ils n'auront pas atteint leur température de fonctionnement (US EPA, 2020a; Recreation Facility Association of Nova Scotia, 2013; ministère de la Santé du Manitoba, 2009).

Dans la mesure du possible, le tuyau d'échappement des surfaceuses devrait se prolonger au-delà du plexi-verre installé sur le périmètre de la glace. Des tuyaux d'échappement plus courts peuvent faire en sorte que les émissions soient emprisonnées par la barrière de sécurité, demeurant près de la surface de glace et dans la zone respiratoire des utilisateurs (ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014; Recreation Facility Association of Nova Scotia, 2013; ministère de la Santé du Manitoba, 2009).

Le nombre de surfaçages devrait être limité autant que possible, surtout les jours de grande affluence comme les fins de semaine, ou lors de tournois ou d'autres évènements (Pelham, Holt et Moss, 2002). Lee et al. (1994) ont relevé d'importantes diminutions des concentrations de NO₂ lorsque le nombre de surfaçages est restreint. Il faudrait augmenter la ventilation en fonction de la fréquence des opérations de surfaçage.

L'entretien de la glace devrait être programmé au moment où l'exposition peut être limitée, comme en fin de journée ou les jours de moindre affluence (ministère de la Santé du Manitoba, 2009). L'utilisation prolongée d'une surfaceuse ou d'un coupe-bordure peut être à l'origine de concentrations élevées de polluants atmosphériques (ORFA, 2009). Les concentrations de CO et de NO₂ sont supérieures respectivement à 100 ppm et 0,4 ppm lors de l'entretien de la glace avec des coupe-bordures à essence (Cox et al., 2019).

Les émissions de véhicules peuvent s'infiltrer dans l'aréna depuis l'extérieur et influer sur la qualité de l'air intérieur. Éviter que des véhicules s'approchent ou fassent tourner leur moteur au ralenti à proximité des entrées, des portes et des prises d'air de l'aréna peut réduire l'infiltration des émissions d'échappement dans l'aréna (ORFA, 2015; Recreation Facility Association of Nova Scotia, 2013; ministère de la Santé du Manitoba, 2009).

RECOMMANDATIONS

- › Respecter les calendriers d'entretien régulier établis par le fabricant pour les surfaceuses et les coupe-bordures ainsi que pour les appareils de chauffage des gradins et d'autres appareils à combustion.
- › Réchauffer les surfaceuses à l'extérieur ou dans un local muni d'un détecteur de CO et de son propre système de ventilation pendant au moins cinq minutes avant leur utilisation pour permettre aux convertisseurs catalytiques d'atteindre leur température de fonctionnement optimale.
- › Prolonger le tuyau d'échappement des surfaceuses au-delà de la barrière de sécurité installée sur le périmètre de la glace.
- › Limiter autant que possible le nombre de surfaçages.
- › Programmer les opérations d'entretien en période d'affluence réduite.
- › Éliminer le fonctionnement au ralenti des véhicules à proximité des entrées et des prises d'air.

5.3 CALENDRIERS DE VENTILATION ET AMÉLIORATION DE LA CIRCULATION D'AIR

5.3.1 Calendriers de ventilation

Une étude menée en 2021 par Santé Canada a démontré que les concentrations de NO₂ sont souvent deux à cinq fois plus élevées dans les arénas avant les opérations quotidiennes de surfaçage que les concentrations concomitantes mesurées à l'extérieur du bâtiment. Les concentrations de NO₂ augmentaient pendant les heures d'ouverture, sans toutefois revenir aux valeurs mesurées à l'extérieur le jour suivant. Toutefois, en général, dix minutes de ventilation (c.-à-d. en introduisant de l'air frais et en évacuant l'air vicié à l'extérieur) par heure durant les heures d'ouverture ont entraîné une réduction des concentrations de CO et de NO₂ dans ces arénas. En plus de ces dix minutes de ventilation, deux heures de fonctionnement en continu du système de ventilation après les heures d'ouverture (une purge) ont mené à une réduction de ces mêmes concentrations, notamment dans les arénas ayant des concentrations élevées de CO ou de NO₂ avant l'intervention de l'étude. Comme la capacité d'élimination des polluants varie considérablement d'un système de ventilation à l'autre dans les arénas canadiens, ces directives pourraient devoir être ajustées. Bien qu'elle permette de réduire l'accumulation des polluants provenant des opérations quotidiennes de surfaçage, la purge de nuit est censée être utilisée en plus de la ventilation régulière prévue par heure. Son utilisation seule sans ventilation régulière pendant les heures d'ouverture entraînerait probablement une accumulation de CO et de NO₂ durant les heures d'ouverture.

Il convient de noter que l'installation d'un système de ventilation automatisé avec minuterie programmable permettrait d'effectuer les purges de nuit et la ventilation par heure au cours des heures d'ouverture (Santé Canada, 2021).

Des incidents de santé liés à la mauvaise qualité de l'air sont survenus lors de tournois ou d'autres évènements au cours desquels le surfaçage était plus fréquent. Une ventilation accrue et une surveillance des polluants atmosphériques auraient permis d'éviter ces incidents (ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014).

Dans le Wisconsin en 1992, environ 100 personnes ont reçu des soins médicaux après un tournoi de hockey où les concentrations de CO se situaient entre 45 et 165 ppm. L'enquête sur ce point a révélé que la ventilation et la surveillance de la qualité de l'air inadéquates ainsi que le fonctionnement défectueux du dispositif antipollution de la surfaceuse étaient à l'origine des fortes concentrations de CO (Creswell et al., 2015). Au cours d'un incident similaire au Canada, 20 joueurs de hockey ont reçu des soins médicaux d'urgence dans un aréna d'Ottawa pour traiter les symptômes d'une intoxication au CO découlant d'une ventilation insuffisante (CTV News, 2014). En 2015 au Nunavik (Québec), plus de 100 personnes ont été exposées à des concentrations élevées de NO₂ au cours d'un tournoi de hockey. Plusieurs d'entre elles ont présenté des symptômes d'intoxication au NO₂, qui ont exigé des soins médicaux immédiats. L'enquête a révélé que le nombre accru de surfaçages durant le tournoi, combiné à une ventilation et une surveillance des polluants inadéquates, a contribué aux concentrations élevées de polluants (CBC News, 2015).

La ventilation devrait être augmentée ou même fonctionner en continu pour éviter l'accumulation de CO et de NO₂ les jours d'entretien où il y a utilisation accrue des surfaceuses (Cox et al., 2019). Les opérations d'entretien devraient se dérouler lorsque la ventilation peut éliminer le CO et le NO₂ avant le début des activités destinées au public (ORFA, 2015) ou en fin de journée (ministère de la Santé du Manitoba, 2009). Dans un aréna de Kelowna (Colombie-Britannique) en 2019, 12 des 16 joueurs de hockey ont présenté des symptômes d'intoxication au NO₂ après une pratique. L'enquête sur ce point a révélé que la ventilation inadéquate pendant les 3,5 heures d'entretien de la glace se déroulant bien avant le début de la pratique de hockey et les heures qui ont suivi était à l'origine de la concentration élevée de NO₂ (Drake et al., 2020). Au cours d'un incident similaire en 2011 dans le New Hampshire, aux États-Unis, plus de 30 joueurs et spectateurs ont présenté des symptômes s'apparentant à ceux d'une intoxication au NO₂ après une partie de hockey. Six heures avant la partie, des opérations d'entretien s'étaient déroulées pendant 1,5 heure sans ventilation mécanique en raison d'un mauvais fonctionnement du système (Altomare et al., 2012).

5.3.2 Amélioration de la circulation d'air

L'ouverture des portes situées sur le périmètre de la glace peut accroître la circulation d'air au-dessus de la glace et réduire la quantité de CO et de NO₂ emprisonnée par la barrière de sécurité (ministère de la Santé du Manitoba, 2009). La présence de ventilateurs de plafond (ou d'autres appareils produisant un courant ascendant) en opération autant que possible pendant les heures d'ouverture permettrait de faire circuler l'air et de réduire la quantité de polluants atmosphériques plus lourds que l'air (comme le NO₂) s'accumulant au-dessus de la surface de glace (Brauer et Spengler, 1994). Le raccordement des ventilateurs de plafond aux interrupteurs du système d'éclairage assurerait la mise en marche des ventilateurs lorsque l'aréna est ouvert.

≈ RECOMMANDATIONS

- › Faire fonctionner le système de ventilation pendant au moins dix minutes par heure durant les heures d'ouverture et de préférence en continu au cours du surfacage.
- › Inclure une purge de nuit de deux heures à la stratégie de ventilation.
- › Envisager d'installer un système de ventilation automatisé avec minuterie programmable pour programmer les plages quotidiennes de ventilation.
- › Augmenter la ventilation les jours où il y a une utilisation accrue des surfaceuses comme lors de tournois ou d'autres événements qui produisent plus de polluants dans l'air intérieur que d'habitude.
- › Ouvrir toutes les portes situées sur le périmètre de la glace au cours des opérations de surfacage pour accroître la circulation d'air.
- › Faire fonctionner si possible les ventilateurs de plafond en continu pour accroître la circulation d'air et les courants ascendants, et raccorder de préférence ces ventilateurs aux interrupteurs du système d'éclairage de l'aréna.

6.0 SURVEILLANCE DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES ET MESURES D'INTERVENTION DANS LES ARÉNAS

6.1 SURVEILLANCE DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

6.1.1 Emplacement de l'échantillonnage

Il est essentiel de surveiller le CO et le NO₂ dans les arénas pour y détecter les concentrations élevées et réduire l'exposition potentielle des occupants. Les échantillons moyens de CO et de NO₂ dans l'air devraient être prélevés à environ un mètre au-dessus de la surface de glace (hauteur approximative des bandes). Il a été démontré que le NO₂ s'accumule à cette hauteur, car il migre vers la surface de glace étant plus lourd que la plupart des constituants de l'air. Une mauvaise circulation de l'air à l'intérieur de la barrière de sécurité, combinée à une inversion de température due à la surface de glace froide, peut entraîner une accumulation de polluants piégés au niveau de la glace (Pelham et Holt, 2002).

En outre, un mètre correspond à la zone respiratoire de nombreux enfants qui sont considérés comme sensibles aux effets sur la santé de la pollution atmosphérique. La surveillance des concentrations de polluants à proximité de la surface de glace a révélé que les concentrations mesurées au banc des chronométreurs sont corrélées avec celles près de la surface de glace et dans les gradins (Santé Canada, 2021). Le banc des chronométreurs peut donc être considéré comme un lieu de prélèvement possible. Étant facilement accessible et protégé, il convient également à la surveillance à condition de ne pas être entièrement séparé de la surface de glace et des gradins. Une surveillance devrait également être effectuée au niveau des gradins où sont installés des appareils de chauffage au gaz naturel ou au propane.

Tous les arénas devraient être équipés de détecteurs de CO opérationnels. Ces détecteurs avec affichage numérique en continu des faibles concentrations de CO peuvent être installés à différents endroits dans l'aréna, ce qui permettra de surveiller régulièrement et de consigner les concentrations conformément aux directives du fabricant. La surveillance des concentrations de CO inférieures à celles déclenchant une alarme permettrait de protéger les populations sensibles d'une exposition à de faibles concentrations de CO et d'éviter les évacuations d'urgence et les cas d'intoxication au CO.

6.1.2 Durée de l'échantillonnage

Les limites d'exposition de courte durée fondées sur des critères sanitaires qui ont été établies par Santé Canada pour le CO et le NO₂ reposent sur une durée d'échantillonnage d'une heure. Par conséquent, il est recommandé de prélever des échantillons moyens sur une heure pour en permettre la comparaison avec les limites d'exposition fondées sur des critères sanitaires et ainsi soutenir la mise en œuvre d'un cadre de surveillance et d'intervention (Santé Canada 2015, 2010, 1987). Les prélèvements instantanés sur de plus courtes périodes ne conviennent pas à la surveillance régulière, mais peuvent servir à vérifier l'efficacité des mesures de réduction des problèmes de qualité de l'air identifiés ou à évaluer la nécessité de prélever d'autres échantillons en cas de problème soupçonné.

La surveillance en continu à l'aide de détecteurs fixes de CO et de NO₂ constitue la meilleure méthode de mesure des concentrations de polluants et d'intervention rapide si ces concentrations étaient supérieures ou égales aux seuils d'intervention (Beausoleil et al., 2014; AQAIRS, 2013). Ces systèmes, qui remplacent les prélèvements sur une heure, permettent aux responsables de l'aréna de vérifier la qualité de l'air sur une base quotidienne ou plus fréquemment, ce qui permettrait de réduire les cas d'exposition à des concentrations élevées de CO et de NO₂. Les détecteurs fixes peuvent également être reliés au système de ventilation, la détection d'un seuil d'intervention actionnant le système de ventilation jusqu'à un retour à une qualité acceptable de l'air (Beausoleil et al., 2014; AQAIRS, 2013). Dans la mesure du possible, il est recommandé de mettre en œuvre une surveillance en continu des concentrations de CO et de NO₂.

6.1.3 Moment de l'échantillonnage

Les mesures moyennes sur une heure ou en continu des concentrations de CO et de NO₂ devraient être relevées régulièrement et de préférence au cours de périodes correspondant à une utilisation accrue des surfaceuses (ministère de la Santé du Manitoba, 2009). Étant donné que les concentrations de CO et de NO₂ augmentent au cours de la journée et atteignent leur maximum en soirée (Santé Canada, 2021), la surveillance en soirée peut enregistrer les concentrations quotidiennes les plus élevées. Les arénas équipés d'un système de surveillance en continu devraient vérifier et consigner les concentrations de polluants le plus souvent possible, régulièrement et plus fréquemment lors de tournois ou d'autres événements au cours desquels il y a une utilisation accrue des surfaceuses. Les systèmes de surveillance en continu peuvent être programmés de façon à qu'une alarme se déclenche lorsque les seuils d'intervention sont atteints.

Au cours d'événements spéciaux pouvant générer des concentrations de polluants atmosphériques plus élevées que la normale, les horaires de surveillance régulière devraient être revus. Il pourrait s'agir de tournois de hockey au cours desquels il peut y avoir une utilisation accrue des surfaceuses ou encore d'événements mettant en vedette d'autres types de véhicules à combustion comme les spectacles de camions monstres et le motocross. Les responsables de l'aréna devraient alors augmenter la fréquence d'échantillonnage ou se servir de la surveillance en continu pour mesurer les concentrations le plus souvent possible (ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick, 2014).

6.1.4 Types de détecteurs

Les détecteurs doivent mesurer de façon précise les concentrations de CO et de NO₂ dans les arénas. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques techniques permettant aux détecteurs de mesurer en continu ces polluants ou d'en relever la moyenne sur une heure.

TABLEAU 1 : Exigences minimales des détecteurs de polluants servant aux analyses de qualité de l'air dans les arénas

| Polluant | Résolution | Plage | Précision |
|-----------------|------------|-------------|-----------|
| CO | 1 ppm | 0 – 200 ppm | ± 5 % |
| NO ₂ | 0,02 ppm | 0 – 10 ppm | ± 5 % |

Santé Canada recommande d'utiliser un détecteur de NO₂ désigné comme équivalent à la Federal Reference Method (FRM) ou à la Federal Equivalent Method (FEM) (US EPA, 2020b). Il convient d'être prudent s'il est envisagé d'utiliser des détecteurs électrochimiques, à base d'oxydes métalliques ou encore plus économiques, car ils pourraient ne pas être soumis aux exigences de mesure des concentrations de NO₂ dans les arénas de la FRM ou de la FEM (Santé Canada, 2021).

Les responsables de l'aréna doivent s'assurer que les détecteurs fonctionnent aux températures et aux taux d'humidité présents dans leur aréna. Ils doivent suivre les directives d'étalonnage et d'entretien du fabricant.

RECOMMANDATIONS

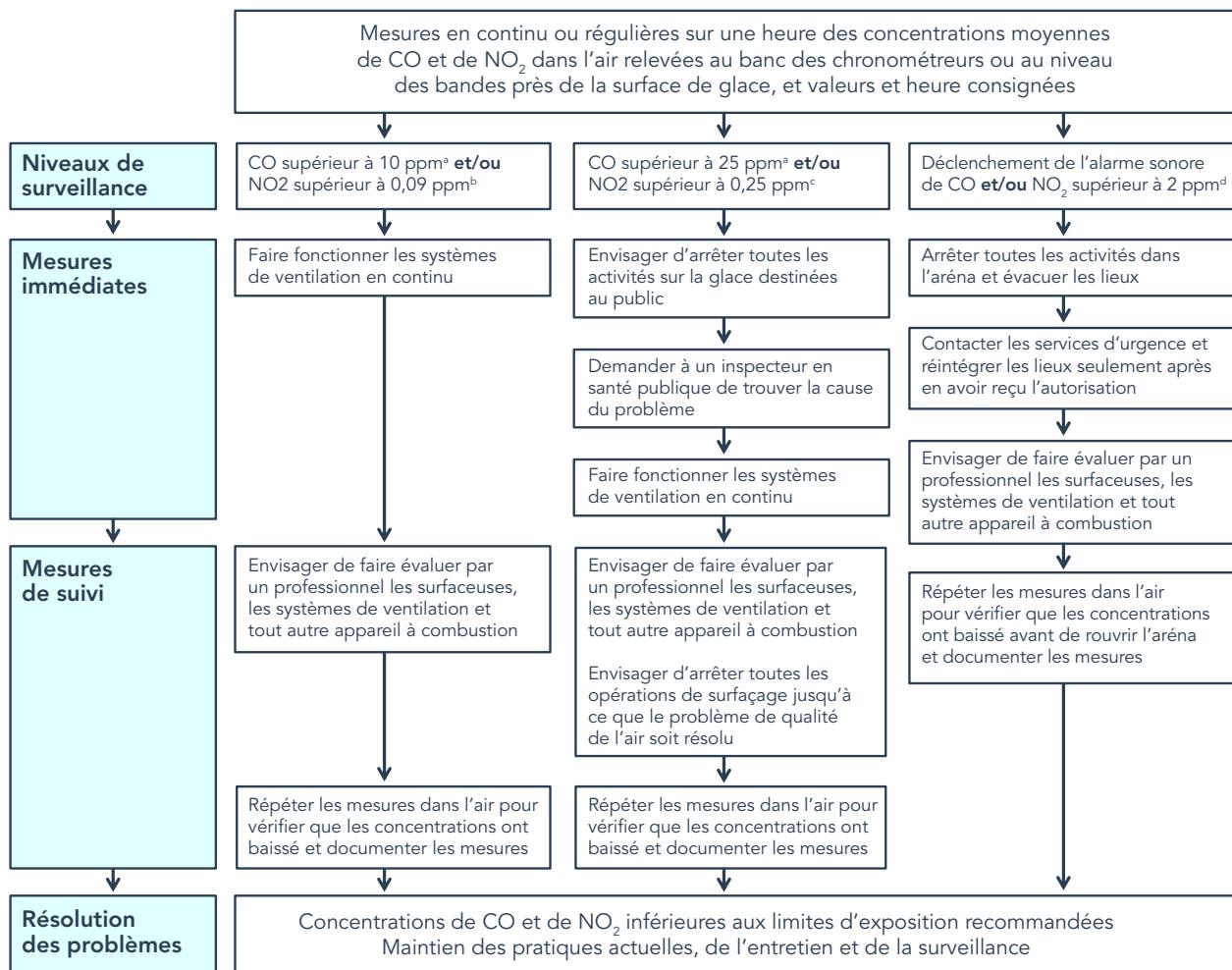
- › Prélever les échantillons à proximité de la surface de glace ou au banc des chronométreurs (à condition qu'il ne soit pas entièrement séparé de la glace).
- › Prélever les échantillons à hauteur de respiration (environ un mètre) à l'emplacement choisi pour la surveillance.
- › Installer et entretenir les détecteurs de CO dans l'aréna.
- › Utiliser la surveillance en continu à l'aide de détecteurs fixes de CO et de NO₂, qui constitue la meilleure méthode pour détecter rapidement les concentrations élevées de polluants. Vérifier et consigner les concentrations au moins une fois par jour.
- › Dans la mesure du possible, relier le système de surveillance en continu de la qualité de l'air au système de ventilation mécanique pour que les concentrations de polluants qui atteignent les seuils d'intervention actionnent le système de ventilation.
- › En l'absence d'un système de surveillance en continu du CO et du NO₂, relever les mesures moyennes sur une heure des concentrations de CO et de NO₂ au moins une fois par semaine à une période correspondant à la plus forte utilisation des surfaceuses. Consigner les concentrations.
- › Effectuer la surveillance les jours où il y a une utilisation accrue des surfaceuses, au cours de la soirée ou en fin de journée.
- › S'assurer que les détecteurs respectent la résolution, la plage et la précision apparaissant au Tableau 1.
- › Suivre les programmes d'entretien et d'étalonnage des détecteurs du fabricant.
- › Consigner et conserver les concentrations mesurées au cours de l'échantillonnage ainsi que les données d'entretien et d'étalonnage.

6.2 MESURES D'INTERVENTION EN CAS DE CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DE CO ET DE NO₂

La surveillance de la qualité de l'air est essentielle pour réduire les risques pour la santé, car elle permet de remédier à des concentrations élevées ou à des seuils d'intervention de CO ou de NO₂. L'exposition à des concentrations de CO ou de NO₂ supérieures aux seuils d'intervention peut provoquer des effets sur la santé du public ou des employés se trouvant dans l'aréna.

La Figure 1 donne un aperçu des mesures qu'il est recommandé de prendre en réponse aux différentes concentrations de CO et de NO₂. Ces mesures d'intervention reposent sur les lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur de Santé Canada (2015, 2010, 1987). En raison de difficultés logistiques liées à la mesure des concentrations de NO₂ inférieures ou égales à la LDQAIR de 0,09 ppm pour l'exposition de courte durée, il pourrait être impossible d'utiliser cette limite d'exposition dans un cadre de surveillance et d'intervention. Par conséquent, les mesures d'intervention recommandées dans ce document reposent principalement sur une concentration de 0,25 ppm qui assure généralement la protection des personnes sensibles tout en prenant en compte la faisabilité de la surveillance (Santé Canada, 1987). Il faudrait tout de même reconnaître que des effets nocifs peuvent survenir en deçà de ce seuil, notamment chez les populations sensibles.

FIGURE 1 : Mesures d'intervention en cas de concentrations élevées de CO et de NO₂ dans les arénas



^aSanté Canada (2010); ^bSanté Canada (2015); ^cSanté Canada (1987); ^dBeausoleil et al. (2014)

Conformément aux meilleures pratiques relatives au cadre de surveillance et d'intervention, il est recommandé de mettre en place un registre de renseignements sur l'échantillonnage de l'air comprenant les concentrations de polluants ainsi que l'emplacement, la date et l'heure du prélèvement. L'organigramme de la Figure 1 indique les mesures à prendre pour résoudre les situations où la concentration de CO ou de NO₂ est élevée. Il est toujours recommandé d'adopter des mesures visant à réduire au minimum les concentrations de polluants dans un aréna. La surveillance devrait se poursuivre à intervalles réguliers jusqu'à ce que le problème soit résolu. Toutes les mesures devraient être consignées, et les registres d'entretien et d'étalonnage du matériel documentés.

RECOMMANDATIONS

- › Les arénas devraient essayer de tenir les concentrations de polluants aussi basses que possible à l'aide des conseils du présent document.
- › Des mesures devraient être immédiatement mises en œuvre lorsque les concentrations de CO et de NO₂ dépassent respectivement 25 ppm et 0,25 ppm (voir la Figure 1 ci-dessus).
- › Les mesures prises pour réduire les concentrations devraient être documentées de manière appropriée.

7.0 CONCLUSIONS

Les Canadiens qui fréquentent régulièrement les arénas en tant qu'athlètes, spectateurs ou participants à des évènements comprennent non seulement des adultes en bonne santé, mais également des personnes sensibles aux effets sur la santé de la pollution atmosphérique, comme les enfants, les personnes âgées et les personnes déjà atteintes de troubles respiratoires ou cardiaques.

Au moment de la rédaction de ce rapport, la plupart des arénas utilisaient des surfaceuses alimentées au propane ou à d'autres carburants. Ces véhicules peuvent émettre de fortes concentrations de polluants reconnus responsables d'accroître le risque d'effets nocifs dans le bâtiment comme le CO et le NO₂. La mise en œuvre de meilleures pratiques ainsi que d'un cadre de surveillance et d'intervention pour améliorer la qualité de l'air peut réduire les concentrations de polluants atmosphériques dans les arénas et ainsi protéger la santé des Canadiens. L'annexe A présente une liste de vérification résumant ces meilleures pratiques et le cadre de surveillance et d'intervention pour améliorer la qualité de l'air dans les arénas.

8.0 RÉFÉRENCES

- Altomare, A., Kirkland, K., Mclellan, R., Talbot, E., Adamski, C., Alroy-Preis, S., Dionne-Odom, J., Macdonald, M., Morse, D., Cartier, L., Schultz, M., Simone, K., Cavallo, S.J., Ferrara, T. et Rumba, R. (2012). Exposure to nitrogen dioxide in an indoor ice arena—New Hampshire, 2011. Morbidity and Mortality Weekly Report. 61(8):139–142. Sur Internet : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22377844>
- Anderson, D.E. (1971). Problems created for ice arenas by engine exhaust. American Industrial Hygiene Association Journal. 32(12):790–801. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/0002889718506542>
- [AQAIRS] Association québécoise des arénas et des installations récréatives et sportives (2013). Guide de sécurité et de prévention dans les arénas, 3e édition. ISBN 978-2-9813822-0-7 (3^e édition). Sur Internet : www.aqairs.ca/uploads/GuideAQAIRS_revisejuin2015.pdf
- Beausoleil, M., Boivin, S., Drapeau, J.B., Laflamme, L., Lefebvre, R., Legris, M. et Lévesque B. (2014). Critères de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote et surveillance de la qualité de l'air dans les arénas. La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux. Sur Internet : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000060>
- Brauer, M., Lee, K., Spengler, J.D., Salonen, R.O., Pennanen, A., Braathen, O.A., Mihalikova, E., Miskovic, P., Nozaki, A., Tsuzuki, T., Song, R.J., Yang, X., Zeng, Q.X., Drahonovska, H. et Kjaergaard, S. (1997). Nitrogen dioxide in indoor ice skating facilities: an international survey. Journal of the Air and Waste Management Association. 47(10):1095–102. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/10473289.1997.10464399>
- Brauer, M. et Spengler, J.D. (1994). Nitrogen dioxide exposures inside ice skating rinks. American Journal of Public Health. 84(3):429–33. Sur Internet : <https://doi.org/10.2105/ajph.84.3.429>
- CBC News (23 avril 2015). Zamboni blamed for hockey players' illnesses at Kangiqsualujjuaq arena. Sur Internet : www.cbc.ca/news/canada/north/zamboni-blamed-for-hockey-players-illnesses-at-kangiqsualujjuaq-arena-1.3045272
- Cox, A., Sleeth, D., Handy, R., Alaves et V. (2019). Characterization of CO and NO₂ exposures of ice skating rink maintenance workers. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 16(2):101–108. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1540875>
- Creswell, P.D., Meiman, J.G., Nehls-Lowe, H., Vogt, C., Wozniak, R.J., Werner, M.A. et Anderson, H. (2015). Exposure to Elevated Carbon Monoxide Levels at an Indoor Ice Arena—Wisconsin, 2014. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). 64(45):1267–70. Sur Internet : www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6445a3.htm
- CTV News (20 janvier 2019). Kids suffer headaches at tournament after CO builds up in Saskatchewan arena. Sur Internet : www.ctvnews.ca/canada/kids-suffer-headaches-at-tournament-after-co-builds-up-in-saskatchewan-arena-1.4261600.
- CTV News (3 novembre 2014). Carbon monoxide poisoning sends hockey players to hospital. Sur Internet : <http://ottawa.ctvnews.ca/carbon-monoxide-poisoning-sends-hockey-players-to-hospital-1.2126405>
- Dewailly, E., Allaire S. et Nantel, A. (1988). Intoxication par des oxydes d'azote dans une patinoire, Québec. Rapport hebdomadaire des maladies au Canada 14(15):61–62.
- Drake, H., Zimmerman, C., Osachoff, G., Baytalan, G., Siddiqui, M., Frosst, G. et Mema S. (2020). Cluster of respiratory illness in British Columbia linked to poor air quality at an indoor ice arena: a case report. British Columbia Medical Journal. 62(2):50–53. Sur Internet : www.bcmj.org/articles/cluster-respiratory-illness-british-columbia-linked-poor-air-quality-indoor-ice-arena-case

[FIHG] Fédération internationale de hockey sur glace (2020). Sur Internet : www.iihf.com/fr/associations/320/canada

Global News (11 mars 2019). Dozens left sickened by carbon monoxide leak at Newfoundland rink.

Sur Internet : <https://globalnews.ca/news/5043134/newfoundland-carbon-monoxide-rink>

Guo, H., Lee, S.C. et Chan, L.Y. (2004) Indoor air quality in ice skating rinks in Hong Kong. *Environmental Research.* 94(3):327–35. Sur Internet : www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935103001166?via%3Dhub

Hedberg, K., Hedberg, C.W., Iber, C., White, K.E., Osterholm, M.T., Jones, D.B., Flink, J.R. et MacDonald, K.L. (1989). An outbreak of nitrogen dioxide-induced respiratory illness among ice hockey players. *Journal of the American Medical Association.* 262(21):3014–3017. Sur Internet : <https://doi.org/10.1001/jama.1989.03430210056030>

Howes, P. et Rideout, G. (1995). Evaluations of Current Natural Gas Vehicle Technology Exhaust Emissions at Various Operating Temperatures. *SAE Technical Paper 952437.* Sur Internet : www.sae.org/publications/technical-papers/content/952437

Karlson-Stiber, C., Höjer, J., Sjöholm, A., Bluhm, G., et Salmonson, H. (1996). Nitrogen dioxide pneumonitis in ice hockey players. *Journal of Internal Medicine.* 239(5):451–6. Sur Internet : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2796.1996.484820000.x?sid=nlm%3Apubmed>

Lee, K., Yanagisawa, Y., Spengler, J.D. et Nakai, S. (1994). Carbon Monoxide and Nitrogen Dioxide Levels in an Indoor Ice Skating Rink with Mitigation Methods. *Air & Waste,* 43(5):769–771. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/02640419408732173>

Leuppi, J.D., Kuhn, M., Comminot, C. et Reinhart W.H. (1998). High prevalence of bronchial hyperresponsiveness and asthma in ice hockey players. *European Respiratory Journal,* 12(1):13–6. Sur Internet : <https://doi.org/10.1183/09031936.98.12010013>

McLennon, T., Hon, C.Y. (2017). Exposure assessment of non-electric ice resurfacer operators in indoor ice rinks: a pilot study. *International Journal of Occupational and Environmental Health.* 23(3):228–233. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/10773525.2018.1468130>

McNabb, N., Kostiuk, J., et Brauer, M. (1997). Improved Ice Arena Air Quality With the Use of a Three-Way Catalytic Converter and Fuel Management System, *American Industrial Hygiene Association Journal,* 58:8:608–612. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/15428119791012559>

Ministère de la Santé du Manitoba (2009). Air Quality Guidelines for Arena Operations in Manitoba, Winnipeg, gouvernement du Manitoba, 21 p. Sur Internet : www.gov.mb.ca/health/publichealth/environmentalhealth/protection/docs/aaqg.pdf

Ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick (2014). Lignes directrices recommandées concernant la qualité de l'air intérieur dans les arénas du Nouveau-Brunswick. Sur Internet : www.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/h-s/pdf/fr/MilieuxSains/Air/air-arenas_lignes.pdf

Morgan, W.K.C. (1995). 'Zamboni disease': Pulmonary edema in an ice hockey player. *Archives of Internal Medicine,* 155(22):2479–2480. Sur Internet : <https://doi.org/10.1001/archinte.1995.00430220143016>

[ORFA] Ontario Recreation Facilities Association Inc. (2015). Guidelines for Indoor Air Quality in Arenas. Sur Internet : www.orfa.com/resources/Documents/librarydocs/Guidelines%20For%20IAQ%20In%20Arenas%20Jul2015.pdf

[ORFA] Ontario Recreation Facilities Association Inc. (2009). The Edger Operational Best Practices. 7 p. Sur Internet : www.rfabc.com/Assets/RFABC+Digital+Assets/pdf/iceedger.pdf

Paulozzi, L.J., Satink, F., et Spengler, R.F. (1991). A carbon monoxide mass poisoning in an ice arena in Vermont. *Am J Public Health*. 81(2):222. Sur Internet : <https://doi.org/10.2105%2Fajph.81.2.222>

Pelham, T.W., Holt, L.E., Moss, M.A. (2002). Exposure to carbon monoxide and nitrogen dioxide in enclosed ice arenas. *Occupational and Environmental Medicine*. 59(4):224–233. Sur Internet : <https://doi.org/10.1136%2Foem.59.4.224>

Pennanen, A.S., Salonen, R.O., Aim, S., Jantunen, M.J., et Pasanen, P. (1997). Characterization of Air Quality Problems in Five Finnish Indoor Ice Arenas. *Journal of the Air and Waste Management Association*. 47(10): 1079–1086. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/10473289.1997.10464405>

Pennanen, A.S., Vahteristo, M., et Salonen, R.O. (1998). Contribution of technical and operational factors to nitrogen dioxide concentration in indoor ice arenas. *Environment International*, (24)4: 381–388. Sur Internet : [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(98\)00018-X](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(98)00018-X)

Recreation Facility Association of Nova Scotia (2013). Air quality guidelines for arenas in Nova Scotia. Sur Internet : www.rfans.com/wp-content/uploads/2016/09/air-quality-guidelines-for-arenas-in-nova-scotia.pdf

Roberge, B. (2000). Effect of Varying the Combustion Parameters on the Emissions of Carbon Monoxide and Nitrogen Oxides in the Exhaust Gases from Propane-Fueled Vehicles. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 15(5):421–428. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/104732200301377>

Rosenlund M., Bluhm G. (1999). Health effects resulting from nitrogen dioxide exposure in an indoor ice arena. *Arch Environ Health*, 54(1):52–57. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/00039899909602237>

Rosenlund, M., Jungnelius, S., Bluhm, G. et Svartengren, M. (2004). A 5-year follow-up of airway symptoms after nitrogen dioxide exposure in an indoor ice arena. *Archives of Environmental Health*, 59(4):213–217. Sur Internet : <https://doi.org/10.3200/aeoh.59.4.213-217>

Rundell K.W. (2003). High levels of airborne ultrafine and fine particulate matter in indoor ice arenas. *Inhalation Toxicology*, 15(3):237–250. Sur Internet : <https://doi.org/10.1080/08958370304502>

Salonen, R.O., Pennanen, A.S., Vahteristo, M., Korkeila, P., Alm, S. et Randell, J.T. (2008). Health risk assessment of indoor air pollution in Finnish ice arenas. *Environment International*, 34(1):51–57. Sur Internet : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.06.012>

Santé Canada (2021). Best Practices for Indoor Air Quality in Ice Arenas: Pollutant Levels, Variability and Possible Mitigation Strategies Supplemental Material. Non publiées.

Santé Canada (2015). Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel pour le dioxyde d'azote. Sur Internet : www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/ligne-directrice-qualite-air-interieur-residentiel-pour-dioxyde-azote.html

Santé Canada (2010). Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : Monoxyde de carbone. Sur Internet : www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/ligne-directrice-qualite-air-interieur-residentiel-monoxyde-carbone.html

Santé Canada (1987). Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences. Rapport du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail. Ottawa (Ontario) : Direction de l'hygiène du milieu, Direction générale de la protection de la santé. Sur Internet : www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/air/exposure-exposition/exposure-exposition-fra.pdf

Smith, W., Anderson, T., Anderson, H.A. (1992). Nitrogen dioxide and carbon monoxide intoxication in an indoor ice arena: Wisconsin 1992. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*, 41:383–5. Sur Internet : www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00016858.htm

Soparkar, G., Mayers, I., Edouard, L. et Hoeppner, V.H. (1993). Toxic effects from nitrogen dioxide in ice-skating arenas. Canadian Medical Association Journal, 148(7):1181–1182. Sur Internet : www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1490844

Thunqvist, P., Lilja, G., Wickman, M. et Pershagen, G. (2002). Asthma in children exposed to nitrogen dioxide in ice arenas. European Respiratory Journal, 20(3):646–50. Sur Internet : <https://doi.org/10.1183/09031936.02.00266302>

[US EPA] United States Environmental Protection Agency (2020a). Indoor Air Quality and Ice Arenas. Sur Internet : www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/indoor-air-quality-and-ice-arenas

[US EPA] United States Environmental Protection Agency (2020b). List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2020. United States Environmental Protection Agency, Center for Environmental Measurements & Modeling, Air Methods & Characterization Division (MD-D205-03), Research Triangle Park, NC 27711. Sur Internet : www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf

ANNEXE A : LISTE DE VÉRIFICATION POUR L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES ARÉNAS

La mise en œuvre de meilleures pratiques pour améliorer la qualité de l'air dans un aréna se fait en plusieurs étapes et devrait prendre en compte le choix du matériel, l'utilisation et l'entretien, les mesures de réduction et d'élimination des émissions à la source, la surveillance régulière de la qualité de l'air et les mesures à adopter en cas de dépassement des limites d'exposition recommandées fondées sur des critères sanitaires. Les stratégies qui suivent permettent de préserver et d'améliorer la qualité de l'air dans les arénas, ce qui contribue à protéger la santé des utilisateurs.

SURFAÇAGE ET COUPE DES BORDURES DE LA GLACE

- Dans la mesure du possible, utiliser des surfaceuses et des coupe-bordures électriques pour éliminer les principales sources de CO et de NO₂.
- Éviter les surfaceuses et les coupe-bordures alimentés à l'essence ou au diesel. Il est préférable d'utiliser ceux fonctionnant au propane ou au gaz naturel.
- Ajouter des convertisseurs catalytiques à trois voies aux surfaceuses fonctionnant avec un moteur à combustion interne.

FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DU MATÉRIEL

- Respecter les calendriers d'entretien régulier établis par le fabricant pour les surfaceuses, les coupe-bordures, les appareils de chauffage des gradins et tout autre appareil à combustion.
- Réchauffer les surfaceuses pendant cinq minutes avant leur utilisation à l'extérieur ou dans un local conçu en conséquence muni d'un détecteur de CO et d'un système de ventilation.
- Prolonger le tuyau d'échappement des surfaceuses au-delà de la barrière de sécurité installée sur le périmètre de la glace.
- Limiter autant que possible le nombre de surfaçages.
- Programmer les opérations d'entretien en période d'affluence réduite dans l'aréna.
- Éliminer le fonctionnement au ralenti des véhicules à proximité des entrées et des prises d'air de l'aréna.

VENTILATION AVEC UN APPORT D'AIR FRAIS ET AMÉLIORATION DE LA CIRCULATION D'AIR

- Faire fonctionner le système de ventilation pendant au moins dix minutes par heure durant les heures d'ouverture et de préférence en continu au cours du surfaçage.
- Mettre en place une purge de nuit de deux heures pour éliminer les polluants accumulés au cours des activités quotidiennes.
- Augmenter la ventilation les jours où il y a une utilisation accrue des surfaceuses.
- Envisager d'installer un système de ventilation automatisé avec minuterie programmable pour programmer les plages quotidiennes de ventilation.
- Ouvrir les portes situées sur le périmètre de la glace au cours des opérations de surfaçage pour accroître la circulation d'air.
- Faire fonctionner si possible les ventilateurs de plafond en continu pour accroître la circulation d'air et les courants ascendants, et raccorder de préférence ces ventilateurs aux interrupteurs du système d'éclairage de l'aréna.

SURVEILLANCE DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

- Prélever les échantillons à proximité du centre de la glace (par exemple, au banc des chronométreurs, à condition qu'il ne soit pas séparé de la glace) et à hauteur de respiration (environ un mètre).
- Installer et entretenir régulièrement les détecteurs de CO dans l'aréna. Envisager d'utiliser des détecteurs avec affichage numérique en continu des faibles concentrations de CO.
- Envisager d'utiliser des systèmes de surveillance en continu du CO et du NO₂, et de vérifier et consigner les concentrations au moins une fois par jour.
- Dans la mesure du possible, relier les systèmes de surveillance en continu de la qualité de l'air au système de ventilation mécanique pour que les concentrations de polluants qui atteignent les seuils d'intervention actionnent le système de ventilation.
- En l'absence d'un système de surveillance en continu, relever les mesures moyennes sur une heure des concentrations de CO et de NO₂ au moins une fois par semaine à une période correspondant à la plus forte utilisation des surfaceuses. Consigner les concentrations.
- Effectuer la surveillance les jours où il y a une utilisation accrue des surfaceuses, au cours de la soirée ou en fin de journée.
- S'assurer que les détecteurs respectent la résolution, la plage et la précision apparaissant au tableau ci-dessous.
- Suivre les directives d'entretien et d'étalonnage des détecteurs du fabricant.
- Documenter et consigner les résultats de la surveillance.

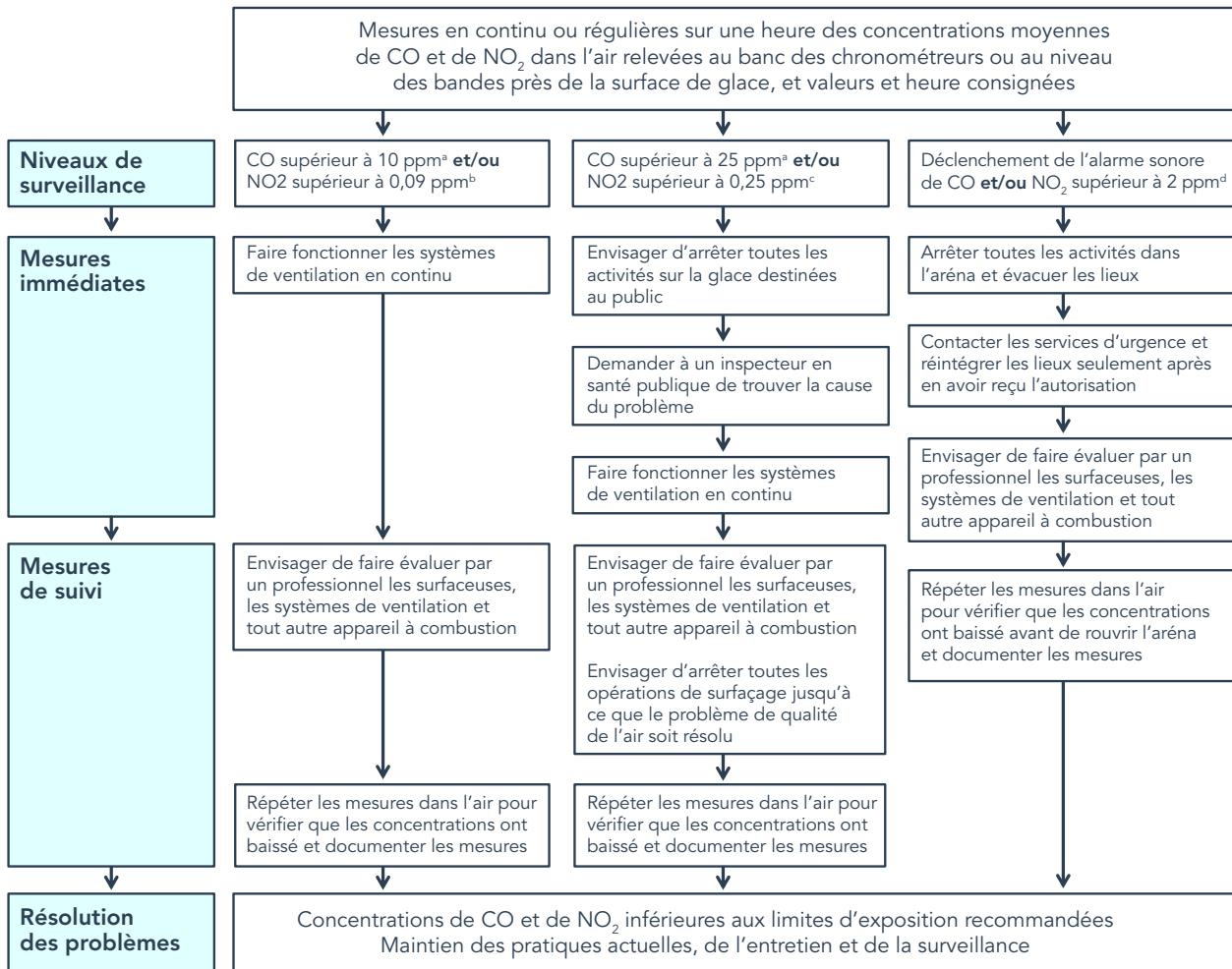
Exigences minimales des détecteurs de polluants servant aux analyses de qualité de l'air dans les arénas

| Polluant | Résolution | Plage | Précision |
|-----------------|------------|-------------|-----------|
| CO | 1 ppm | 0 – 200 ppm | ± 5 % |
| NO ₂ | 0,02 ppm | 0 – 10 ppm | ± 5 % |

CONCENTRATIONS DE POLLUANTS ET MESURES D'INTERVENTION EN CAS DE CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DE CO ET DE NO₂

- Les arénas devraient essayer de tenir les concentrations de polluants aussi basses que possible à l'aide des conseils de la présente liste de vérification.
- Les mesures décrites dans la figure ci-dessous devraient être immédiatement mises en œuvre lorsque les concentrations de CO et de NO₂ dépassent respectivement 25 ppm et 0,25 ppm.
- Les mesures prises pour réduire les concentrations devraient être documentées de manière appropriée.

MESURES D'INTERVENTION EN CAS DE CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DE CO ET DE NO₂ DANS LES ARÉNAS



^aSanté Canada (2010); ^bSanté Canada (2015); ^cSanté Canada (1987); ^dBeausoleil et al. (2014)