

3^e édition

Chariot élévateur et surfaceuse à glace au propane

un entretien préventif pour une performance
sécuritaire



Rédaction de la mise à jour

Isabelle Maguire, conseillère en mobilisation des connaissances, IRSST

Capucine Ouellet, hygiéniste du travail ROH, professionnelle de recherche, IRSST

Collaboration

Jean-François Spence, conseiller à la formation et au contenu, Via Prévention

Élaine Guénette, conseillère en prévention, APSAM

Coordination

Patricia Labelle, conseillère en communications, IRSST

Révision linguistique

Claire Thivierge

Graphisme

Tabasko Communications

Iconographie

Maurice Vézinet et André Caty

Remerciements

3^e édition

Laurent Blanc, formateur au certificat en technique de carburation au gaz (TCG 1-2-3)

Simon Decelles, formateur certifié, Liftow Ltée (Toyota)

Jean-Louis Marcoux, soutien technique, Liftow Ltée (Toyota)

1^{re} et 2^e édition

Sylvie Lemaire, vice-présidente, Transport Lemaire

Ginette Rathé, responsable des ressources humaines, Transport Lemaire

Christian Couture, cariste, Transport Lemaire

Stéphane Leblanc, communicateur technique, Hewitt équipement limitée

Karl Santaguida, superviseur, formation technique, Hewitt équipement limitée

Martin Hamel, contremaître manutention, Hewitt équipement limitée

William Dumont, instructeur, formation technique, Hewitt équipement limitée

Guy Haché, gérant des opérations, Liftow Ltée (Toyota)

Jean-Louis Marcoux, soutien technique, Liftow Ltée (Toyota)

Robert Boileau, président directeur général, Robert Boileau Inc.

Jean-François Ally, technicien, Robert Boileau Inc.

Jean Couture, président, Chariots élévateurs TCV Inc.

Denis Germain, technicien, Chariots élévateurs TCV Inc.

Jacques Gendron, conseiller en prévention, Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE)

Crédits des éditions précédentes

Pierre Bouliane, conseiller en prévention, Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE)

Brigitte Roberge, hygiéniste du travail ROH, IRSST

Lisane Picard, ingénieure, Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales » (APSAM)

Jean-Christophe Minguez, agent de communication, Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2023

ISBN 978-2-89797-287-5 (PDF) 3^e édition

© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 2024

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée. Pour citer ce document : Maguire, I., Ouellet, C., (2024). *Chariot élévateur et surfaceuse à glace au propane : un entretien préventif pour une performance sécuritaire*, 3^e édition (Guide n° RG-1192-fr). Montréal, QC : IRSST

505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec) H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

Table des matières

4	Avant-propos
4	1. Risques d'exposition
5	1.1 Monoxyde de carbone
5	1.2 Dioxyde d'azote
6	2. Réglementation
7	2.1 Qualité de l'air dans les arénas
7	3. Moyens de prévention
7	3.1 Substitution par des véhicules électriques
8	3.2 Ventilation
9	3.3 Entretien préventif
13	3.4 Méthode de travail
13	3.5 Détecteur d'air ambiant



Avant propos

Les chariots élévateurs circulent dans les établissements de plusieurs secteurs d'activité économique, tandis que les surfaceuses à glace sont surtout utilisées dans les arénas.

Ces véhicules et d'autres équipements similaires (balais mécaniques, plateformes élévatrices, etc.) sont activés, entre autres, par des moteurs

à combustion interne alimentés au propane (sans catalyseur, avec catalyseur à 2 ou à 3 voies). Ce guide traite uniquement des chariots élévateurs et des surfaceuses au propane.



1. Manutention à l'intérieur d'une remorque en présence d'un chariot.



2. Le contact est coupé.

1. Risques d'expositions

Une combustion parfaite génère du dioxyde de carbone (CO_2) comme gaz d'échappement (voir la fiche complète dans les liens utiles) et de la vapeur d'eau. Toutefois, une combustion incomplète¹ produit également des gaz plus toxiques, tels que du monoxyde de carbone (CO) et des oxydes d'azote (NO_x), selon

le carburant et l'état des composants, déterminé par leur entretien. Un mauvais fonctionnement de ces véhicules ou leur utilisation dans un endroit restreint (remorque ou wagon) ou insuffisamment ventilé (entrepôt réfrigéré) peuvent exposer les travailleuses et travailleurs à des gaz d'échappement toxiques.

¹ Une combustion incomplète a lieu quand il n'y a pas assez d'oxygène pour permettre au combustible (propane) de réagir complètement avec l' O_2 afin de produire du CO_2 et de l'eau.

1.1

Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz toxique (asphyxiant chimique), incolore, inodore et non irritant qui se mélange bien à l'air. Il est donc impossible de le détecter à l'aide des sens.

En effet, les odeurs provenant de la combustion découlent des hydrocarbures (HC) et des NOx.

Le CO entre dans l'organisme par le système respiratoire (inhalation) et se fixe à l'hémoglobine du sang.

Comme l'hémoglobine a 210 fois plus d'affinité avec le CO qu'avec l'oxygène (O₂), elle devient incapable d'assurer le transport de l'O₂ vers les organes du corps.

L'exposition au CO peut avoir des effets aigus (à court terme) ou chroniques (à long terme), selon la concentration et la durée de l'exposition.

En voici les principaux symptômes :

Effets aigus

- Maux de tête, étourdissements et vertiges
- Troubles de la vision et du jugement
- Somnolence
- Nausées et vomissements
- Confusion, perte de conscience, coma
- Mort

Effets chroniques

- Maux de tête
- Faiblesse, fatigue et vertiges
- Insomnie, irritabilité
- Troubles de la mémoire
- Aggravation d'une maladie cardiovasculaire existante

1.2

Dioxyde d'azote

Selon la durée et la puissance nécessaires pour accomplir les tâches, en particulier celles des surfaceuses des arénas, la combustion produit également du monoxyde d'azote (NO), un gaz instable qui se transforme en dioxyde d'azote (NO₂).

Suivant ses concentrations, le NO₂ irrite les yeux, la gorge et les poumons. De longues expositions à de fortes concentrations peuvent causer une atteinte sévère aux poumons (œdème).

2. Règlementation

La *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST) [1] vise à protéger la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs. Son article 51, par. 8, stipule que :

« L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique et psychique du travailleur. Il doit notamment [...] s'assurer que l'émission d'un contaminant [...] ne porte atteinte à la santé ou à la sécurité de quiconque sur un lieu de travail. »

L'annexe I du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) [2]) prescrit les valeurs d'exposition admissibles (VEA) et l'alinéa 10.19 (1) de la partie X du *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* (RCSST) [3]) exige que les valeurs limites d'exposition respectent celles que l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) [4] a établies pour les organismes sous juridiction fédérale. Le tableau 1 résume ces valeurs pour les contaminants qu'émet la combustion interne d'un véhicule.

Tableau 1

Valeurs d'exposition admissibles pour la santé des travailleurs

RSST			ACGIH	
Contaminant	VEMP	VECD	TLV®-TWA	TLV®-STEL
Monoxyde de carbone (CO)	35 ppm	175 ppm	25 ppm	—
Dioxyde de carbone (CO ₂)	5 000 ppm	30 000 ppm	5 000 ppm	30 000 ppm
Monoxyde d'azote (NO)	25 ppm	—	25 ppm	—
Dioxyde d'azote (NO ₂)	3 ppm	5 ppm	0.2 ppm	—

VEMP : Valeur d'exposition moyenne pondérée (8 heures).

VECD : Valeur d'exposition de courte durée (15 minutes).

TLV®-TWA : Threshold Limit Value Time-Weighted Average.

TLV®-STEL : Threshold Limit Value Short-Term Exposure Limit.

PPM : Parties par million.

2.1

Qualité de l'air dans les arénas

Au Québec, le ministère de la Santé et des Services Sociaux [5] ainsi que la Régie du bâtiment [6] ont formulé des recommandations relatives à la qualité de l'air dans les arénas. Le niveau de CO dans l'air ambiant ne devrait jamais dépasser 20 ppm pour assurer la sécurité

du public. L'Association québécoise des arénas et des installations récréatives et sportives (AQAIRS) reprend cette recommandation, qu'inclut également le Guide de sécurité et de prévention dans les arénas [7].

« Pour éviter une intoxication, il est indispensable de maintenir les concentrations de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote à des niveaux minimaux. Il ne faut jamais dépasser ces deux niveaux dans l'air ambiant de l'aréna :

monoxyde de carbone = 20 ppm

dioxyde d'azote = 0,5 ppm. » (référence RBQ). »

3.

Moyens de prévention

3.1

Substitution par des véhicules électriques

La performance des véhicules électriques s'est améliorée ces dernières années, ce qui en fait maintenant une solution de rechange intéressante. En effet, ces véhicules ne produisent pas de gaz toxiques durant leur utilisation.

Il est toutefois important de suivre les recommandations du fabricant du véhicule électrique en ce qui concerne son entretien et son utilisation (ex. : recharge des batteries). Voir la section Liens utiles pour plus de détails.



3. Chariot élévateur électrique



4. Surfaceuse électrique

3.2

Ventilation

La ventilation générale permet l'apport d'air frais dans l'établissement en plus d'évacuer l'air vicié et, par conséquent, les gaz de combustion. Il est essentiel qu'elle respecte les exigences minimales prévues par la réglementation en vigueur.



5. Chariots élévateurs dans un entrepôt avec une ventilation naturelle.

L'article 101 du RSST stipule que les établissements doivent être adéquatement ventilés. Leurs systèmes et les moyens de ventilation doivent être conçus, construits et installés conformément aux règles de l'art qui prévalent au moment de leur installation.

L'article 103 du RSST réfère au tableau 1 de l'annexe III pour déterminer le nombre minimal de changements d'air à l'heure selon la classification de l'établissement. À titre d'exemple, un garage d'entretien de véhicules doit assurer un minimum de quatre changements d'air à l'heure. De plus, un surplus de ventilation peut être exigé si l'on y utilise des chariots élévateurs à moteur à combustion interne².

Selon l'ACGIH, le taux de ventilation de base requis par chariot au propane dans un établissement, est de 10 000 pi³/min (CFM) ou de 5 m³/s (18 000 m³/h) [8].

Un système de captation à la source des émissions associé à un apport d'air propre (neuf) permet de minimiser l'exposition des travailleuses et des travailleurs aux émanations des gaz toxiques. Ce dispositif, illustré à la figure 1, doit pouvoir s'adapter aux différents systèmes d'échappement des chariots et être conçu à cet effet (ignifuge).

² RSST, tableau 3 de l'annexe III.

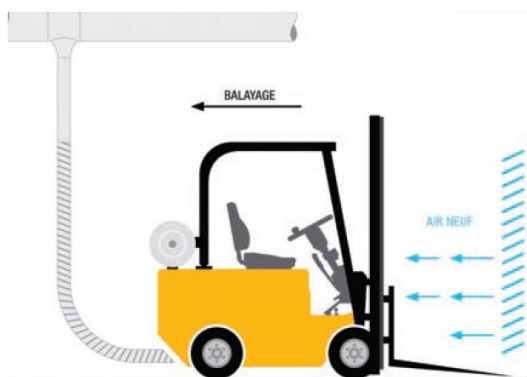


Figure 1 : Ventilation locale d'un poste d'entretien

3.3

Entretien préventif

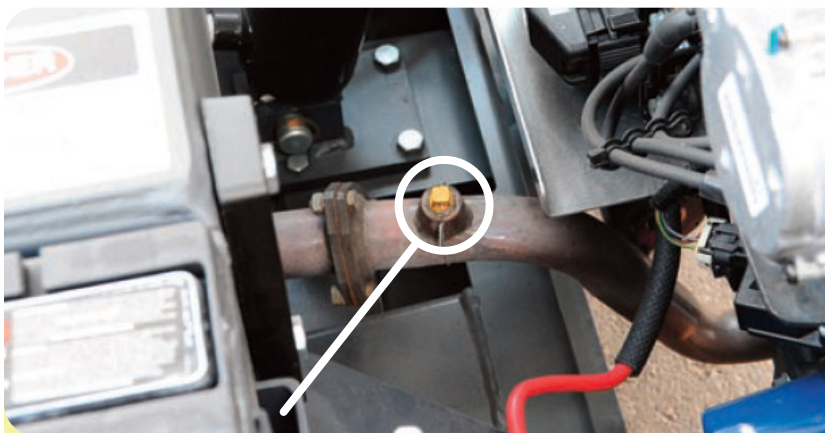
On peut maîtriser les émissions des gaz toxiques au moyen d'un programme d'entretien de tous les composants de la machinerie, particulièrement ceux des systèmes impliqués dans la combustion (allumage, alimentation en air et en électricité, refroidissement du moteur, etc.).

Un mécanicien ou une mécanicienne possédant les compétences requises doit faire cet entretien ainsi qu'ajuster la carburation et analyser les gaz de combustion selon les règles de l'art.

Pour un chariot avec catalyseur ou sans catalyseur

Il faut analyser les gaz lorsque le moteur a atteint sa température d'opération au moyen d'un analyseur muni des accessoires permettant d'insérer la sonde de prélèvement à la sortie du moteur s'il s'agit d'un chariot avec catalyseur, ou dans le système d'échappement sans dilution des gaz s'il s'agit d'un chariot sans catalyseur.

Le tableau 2 et la figure 2 présentent les concentrations suggérées pour l'équilibre des gaz de combustion lors d'un entretien préventif de véhicules au propane, que la sonde soit insérée à l'un ou l'autre des deux emplacements mentionnés ci-dessus [9].



6. Lieu d'insertion de la sonde à la sortie du moteur d'une surfaceuse

Tableau 2

Concentrations recommandées des gaz de combustion lors de l'entretien d'un véhicule au propane

Gaz émis	Concentrations recommandées ⁽¹⁾
Monoxyde de carbone (CO)	0,1 - 0,8 % (ralenti) ⁽²⁾
Oxygène (O ₂)	0,8 - 2 %
Hydrocarbures (HC)	< 200 ppm pour les analyseurs étalonnés par référence à l'hexane ou < 400 ppm pour ceux étalonnés par référence au propane
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Égale ou supérieure à 11 %

⁽¹⁾ Véhicule avec catalyseur : L'analyse doit être faite à la sortie du moteur (avant le catalyseur).

⁽²⁾ Pour un vieux véhicule sans catalyseur (avant 2001), la plage de concentration doit être de 0,4 % à 0,8 % au ralenti (800 rpm) et de 0,5 % à 0,8 % à haut régime (2000 rpm).

Pour un véhicule doté d'un catalyseur à 2 voies, on recommande la surveillance environnementale des concentrations de NO₂ lorsque les réglages correspondent à des concentrations de CO inférieures à 0,4 %.

De plus, l'analyseur doit régulièrement faire l'objet d'une vérification et d'un étalonnage au moyen de gaz étalons reflétant la gamme des concentrations recommandées dans le tableau 2. Pour cibler la concentration exacte des HC, l'analyseur peut être étalonné par référence à différents gaz (hexane, propane), selon ce que recommande le fabricant.

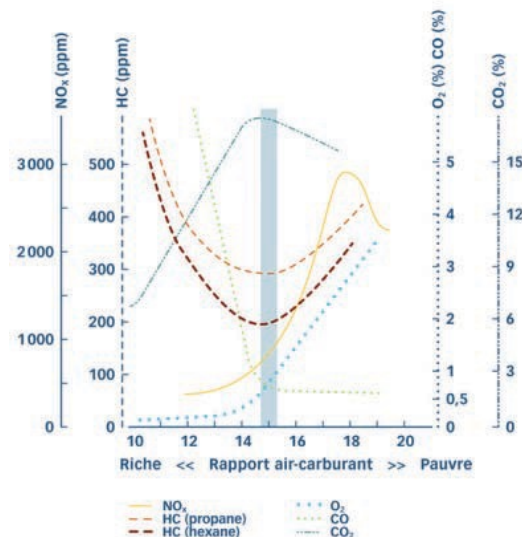


Figure 2 : Équilibre des gaz de combustion pour un rapport air-carburant idéal (propane)

Certificat de qualification

En vertu du Règlement sur les certificats de qualification et sur l'apprentissage en matière de gaz, de machines fixes et d'appareils sous pression [10],

1. Le certificat en technique de carburation au gaz, TCG, -2 ou -3, selon les fonctions à accomplir, est requis pour exécuter les travaux suivants : l'installation, la mise en service, l'inspection, l'entretien, la réparation ou l'enlèvement de composants, y compris les réservoirs, du système d'alimentation en carburant de moteurs à combustion interne fonctionnant au gaz naturel comprimé (TCG-2) ou au propane, et pour remplir de propane les réservoirs des véhicules ainsi que les bouteilles (TCG-2). [Voir section III, art.3, par. 9.1 (TCG-2) et 9.2 (TCG-3)];
2. Le certificat de qualification en remplissage de bouteilles et de véhicules au propane (RBVP) est également requis pour le remplissage des bouteilles de propane et des réservoirs d'alimentation des véhicules fonctionnant au gaz (section III, art. 3, par. 11).



7. Bouteille de propane



8. Les composants d'une unité de contrôle électronique (ECU) doivent demeurer en place en tout temps.

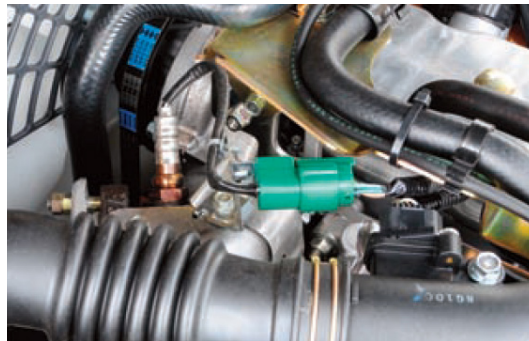
Système antipollution

Les chariots élévateurs et les surfaceuses fabriqués depuis 2001 sont équipés de systèmes répondant aux normes antipollution américaines du *California Air Resources Board* (CARB). Ces systèmes se composent notamment d'une unité de contrôle électronique, ou *Electronic Control Unit* (ECU), d'un système d'échappement doté d'un catalyseur à 2 voies ou à 3 voies et d'un ou deux capteurs d'oxygène. Par contre, leur présence ne signifie pas l'élimination du programme d'entretien.

L'ECU est un microprocesseur qui contrôle plusieurs composants (injecteurs, senseurs, papillons, etc.) pour obtenir une combustion équilibrée. Les senseurs d'O₂ ajustent et maintiennent la richesse du mélange (rapport stœchiométrique air-carburant) pour assurer la performance du véhicule et réduire ses émissions de gaz toxiques. Le catalyseur traite ensuite les gaz en réduisant la quantité de CO et d'HC émis. S'il s'agit d'un catalyseur à 3 voies, il réduit également les NOx.

Dans le cas d'un catalyseur en bon état, les lectures de l'analyseur³ prises dans le système d'échappement (tuyau) indiqueront de très faibles émissions. Il s'agit de relier la sonde de l'analyseur à la sortie du moteur (avant le catalyseur) dans une ouverture qu'il faut refermer hermétiquement après l'analyse. La durée de vie d'un catalyseur va de cinq à sept ans environ dans de bonnes conditions maintenues par l'ECU, et surtout avec l'entretien régulier de tous les composants. Pour poser un bon diagnostic et apporter les correctifs appropriés, les mécaniciennes et mécaniciens doivent avoir été formés à cet effet et disposer des équipements nécessaires.

L'ECU et le traitement catalytique des gaz d'émission ne remplacent pas le bon entretien du véhicule ni la ventilation adéquate des locaux.



9. Capteur d'oxygène



10. Catalyseur de chariot élévateur



11. Mesure de concentration des gaz d'émissions entre le moteur et le catalyseur

3. Il est possible de vérifier l'efficacité du catalyseur en analysant les gaz provenant du tuyau d'échappement (après le catalyseur), selon la catégorie (2 ou 3 voies). Vérifier ce que recommande le fabricant pour l'entretien assurant son efficacité.

Changement de carburateur des surfaceuses à glace

Le système de carburation des surfaceuses à glace inclut parfois un petit carburateur. Puisque les travaux de ces véhicules nécessitent l'application d'une charge sur de longues périodes (plus de cinq minutes consécutives), on peut remplacer le carburateur par un autre de plus grande capacité si nécessaire.

On peut également installer un catalyseur à 3 voies et un senseur d'oxygène sur les surfaceuses. Ces modifications (conformément aux recommandations du fabricant) apportent des solutions, bien qu'elles impliquent des coûts importants. Elles doivent donc être examinées en comparaison avec l'acquisition d'un véhicule électrique ou d'un modèle plus performant.

3.4

Méthode de travail

Les manœuvres de la conductrice ou du conducteur influent sur la sécurité et sur la condition mécanique du véhicule, et par conséquent, sur ses émissions de gaz. Il est donc important d'adopter de bonnes façons de faire. Voici quelques recommandations :

- Faire réchauffer le véhicule à l'extérieur si possible, sinon relier le tuyau d'échappement à une ventilation locale (voir figure 1).
- Éviter les à-coups (secousses) et les accélérations brusques.
- Ne pas laisser fonctionner le véhicule inutilement.

3.5

Détecteur d'air ambiant

Pour respecter les exigences du RSST, les établissements peuvent se munir de détecteurs fixes de CO. Si les lieux sont dotés d'un système de ventilation mécanique, ces détecteurs peuvent faire varier le débit d'air neuf de manière à augmenter la dilution et à maîtriser la contamination.

Sinon, les établissements doivent mettre en place une procédure d'urgence tenant compte des niveaux d'alarme :

35 ppm : AÉRATION
175 ppm : ÉVACUATION IMMÉDIATE

Les détecteurs résidentiels sont proscrits dans les établissements commerciaux et industriels.

Avant d'acquérir des détecteurs, un établissement doit considérer certains éléments relatifs à leurs modalités d'utilisation, d'installation et d'entretien. En voici quelques-uns :

- Identifier les sources d'émission de CO dans l'établissement
- Évaluer les concentrations de CO dans l'air ambiant et déterminer l'emplacement des détecteurs
- Évaluer les superficies à considérer pour préciser le nombre de détecteurs requis
- Identifier la présence d'autres gaz ou de vapeurs et de produits corrosifs ou explosifs dans l'air ambiant (phénomène d'interférence)
- Évaluer les écarts saisonniers de température et d'humidité
- Évaluer les mouvements de l'air provenant de ventilateurs, de diffuseurs, ou d'autres appareils pouvant induire une fausse réponse du système de détection
- Valider le fonctionnement des détecteurs en cas de panne de courant
- Vérifier si l'alarme est suffisamment audible à chaque poste de travail et s'assurer que les consignes soient claires pour tous
- Établir une procédure d'urgence en cas de déclenchement d'une alarme
- Établir un calendrier d'entretien, de vérification et d'étalonnage basé sur les recommandations du fabricant (ou plus fréquent)

L'étalonnage du détecteur consiste à vérifier l'exactitude de sa lecture à l'aide d'un gaz étalon certifié et à ajuster les composants électroniques du système de détection s'il y a lieu. La concentration de l'étalon devrait être de 35 ppm, équivalent à la VEMP, pour assurer une réponse au premier niveau d'alarme.

Les établissements peuvent également se procurer des détecteurs de CO portables pour la surveillance des niveaux d'exposition des travailleurs. Ces détecteurs sont particulièrement pertinents dans des espaces restreints ou dans toute autre situation à risque.

Bibliographie

- [1]. *Loi sur la santé et la sécurité du travail*, RLRQ, c. S-2.1.
- [2]. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, RLRQ, c. S-2.1, r. 13.
- [3]. *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail*, DORS/86-304 (Gaz. Can. II).
- [4]. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2023). *TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. ACGIH.
- [5]. Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2014). *Critères de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote et surveillance de la qualité de l'air dans les arénas*. MSSS. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000060/>
- [6]. Régie du bâtiment du Québec. (2024). *Les arénas*. RBQ. <https://www.rbq.gouv.qc.ca/vous-etes/proprietaire-ou-exploitant/votre-devoir-envers-la-securite-du-public/les-arenas/>
- [7]. Association Québécoise des arénas et des installations récréatives et sportives. (2015). *Guide de sécurité et de prévention dans les arénas*. AQAIRS. <https://www.aqairs.ca/bibliotheque?open=11&doc=14>
- [8]. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2019). *Industrial ventilation: A manual of recommended practice for design* (30^e éd.). ACGIH.
- [9]. 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. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/104732200301377>
- [10]. *Règlement sur les certificats de qualification et sur l'apprentissage en matière de gaz, de machines fixes et d'appareils sous pression*, RLRQ, c. F-5, r. 2.

Liens utiles

- [11]. [Chariots élévateurs et monoxyde de carbone - RSPSAT - RSPSAT \(santeautravail.qc.ca\)](#)
- [12]. [Fiche d'analyse : Le monoxyde de carbone et les chariots élévateurs au propane \(santeautravail.qc.ca\) \(Rapport d'analyse\)](#)
- [13]. [À propos - Monoxyde de carbone - Professionnels de la santé - MSSS \(gouv.qc.ca\)](#)
- [14]. [Fiche complète pour Azote, dioxyde d' - CNESST \(gouv.qc.ca\)](#)
- [15]. [Les batteries des chariots élévateurs électriques \(viaprevention.com\)](#)
- [16]. [Contrôler les émanations des batteries de chariots élévateurs \(électriques\) \(multiprevention.org\)](#)
- [17]. [Fiche complète pour Carbone, dioxyde de - CNESST \(gouv.qc.ca\)](#)
- [16]. [Critères de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote et surveillance de la qualité de l'air dans les arénas \(gouv.qc.ca\)](#)
- [17]. [Qualité de l'air dans les arénas | APSAM](#)

