



ENTREPOSAGE

Chariot élévateur et surfaceuse à glace au propane : un entretien préventif pour une performance sécuritaire

2^e édition



TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	p. 5
1. Risques d'exposition	p. 6
1.1 Monoxyde de carbone.....	p. 6
1.2 Dioxyde d'azote	p. 6
2. Réglementation	p. 7
2.1 Qualité de l'air dans les arénas.....	p. 7
3. Moyens de prévention	p. 8
3.1 Substitution par des véhicules électriques.....	p. 8
3.2 Ventilation	p. 8
3.3 Entretien préventif.....	p. 9
3.4 Méthode de travail	p. 11
3.5 Détecteur en air ambiant	p. 11
Remerciements	p. 13
Crédits	p. 14



AVANT-PROPOS

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

Ces véhicules ainsi que d'autres équipements similaires (balais, plates-formes élévatrices, etc.) sont activés par des moteurs à combustion interne alimentée au propane. Toutefois, les changements technologiques ont sensiblement transformé leur entretien et contribuent à réduire considérablement les émissions de gaz toxiques.

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



Le contact est coupé



RISQUES D'EXPOSITION

Une combustion parfaite génère du dioxyde de carbone (CO₂) et des vapeurs d'eau. Toutefois, lorsqu'incomplète¹, elle produit également des gaz plus toxiques, tel le monoxyde de carbone (CO) et les 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 travailleurs à des gaz toxiques.

1.1 Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz toxique (asphyxiant), incolore, inodore et non irritant. Il est donc impossible à détecter à l'aide des seuls sens. En effet, les odeurs provenant de la combustion sont dues aux hydrocarbures (HC) et aux NO_x. Le CO entre dans l'organisme via le système respiratoire (inhalation) et se fixe à l'hémoglobine du sang. Comme l'hémoglobine a 210 fois plus d'affinité pour le CO que pour l'oxygène (O₂), elle ne peut plus assurer le transport de l'O₂ vers les organes du corps.

L'exposition au CO peut avoir des effets aigus (court terme) ou chroniques (long terme), selon la concentration et la durée de l'exposition. En voici les principaux symptômes :

Effets aigus	Effets chroniques
<i>Maux de tête, étourdissements et vertiges</i>	<i>Maux de tête</i>
<i>Troubles de la vision et du jugement</i>	<i>Faiblesse, fatigue et vertiges</i>
<i>Sensation d'assoupissement</i>	<i>Insomnie, irritabilité</i>
<i>Nausées et vomissements</i>	<i>Troubles de la mémoire</i>
<i>Confusion, perte de conscience, coma</i>	<i>Aggravation d'une maladie</i>
<i>Mort</i>	<i>cardio-vasculaire déjà présente</i>

1.2 Dioxyde d'azote

Selon la durée et l'effort nécessaires à la réalisation des tâches, et ce particulièrement pour les surfaceuses des arénas, la combustion produit également du monoxyde d'azote (NO); ce gaz instable se transforme en dioxyde d'azote (NO₂). En fonction des concentrations, le NO₂ est irritant pour les yeux, la gorge et les poumons. De longues expositions à des concentrations élevées peuvent causer une atteinte sévère aux poumons (œdème).

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'O₂ afin de produire du CO₂ et de l'eau.

RÉGLEMENTATION

La *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST) stipule, à l'article 51.8, que :

« L'employeur doit prendre des mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique 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) 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) exige que les valeurs limites d'exposition respectent celles établies par l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH®). Le tableau 1 résume ces valeurs pour les contaminants émis par la combustion interne d'un véhicule.

Tableau 1 : Valeur de référence

Contaminant	RSST		ACGIH	
	VEMP	VECD	TLV®-TWA	TLV®-STEL
<i>Monoxyde de carbone (CO)</i>	<i>35 ppm</i>	<i>200 ppm</i>	<i>25 ppm</i>	<i>-</i>
<i>Dioxyde d'azote (NO₂)</i>	<i>3 ppm</i>	<i>-</i>	<i>3 ppm</i>	<i>5 ppm</i>
<i>Dioxyde de carbone (CO₂)</i>	<i>5 000 ppm</i>	<i>30 000 ppm</i>	<i>5 000 ppm</i>	<i>30 000 ppm</i>

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, la Régie du bâtiment a émis un communiqué intitulé « La qualité de l'air dans les arénas » dans lequel elle recommande de ne jamais laisser le niveau de CO dans l'air ambiant dépasser 20 ppm. Cette recommandation est également reprise par l'Association québécoise des arénas, dans le *Guide de sécurité et de prévention dans les arénas*.

« Il est recommandé de maintenir le taux de CO dans l'air ambiant de l'aréna à un niveau inférieur à 20 ppm. »²

² Chapitre 4. Qualité de l'air, section 4.1.2, Tableau 4.2 : Description des principaux contaminants dans les arénas.

Moyens de prévention

3.1

Substitution par des véhicules électriques

La performance des véhicules électriques a été améliorée depuis les dernières années, ce qui en fait maintenant une alternative intéressante. En voici les principaux avantages :

- > Aucune émanation de gaz nocifs
- > Cycle de vie du véhicule habituellement plus long
- > Plus dispendieux à l'achat, mais aucun déboursé pour le carburant
- > Plus silencieux
- > Moins d'entretien



Chariot élévateur électrique



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.

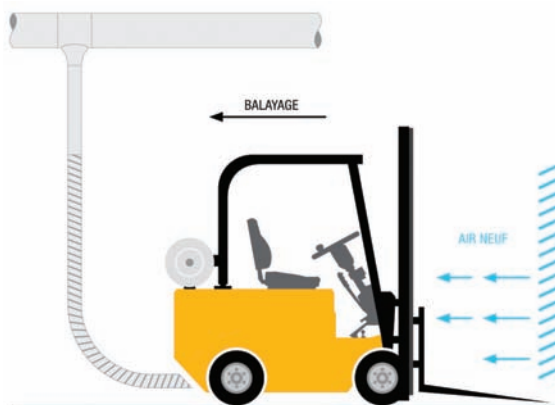
Le taux de ventilation de base requis par chariot, selon l'ACGIH est 5 000 pieds cubes par minute, ou 8 495 mètres cubes par heure.

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, dans un garage d'entretien, il faut assurer un minimum de quatre changements d'air à l'heure. De plus, un surplus de ventilation peut être exigé lorsque des chariots élévateurs à moteur à combustion interne sont utilisés³.

Un système de captation à la source permettant un balayage du poste d'entretien devrait être aménagé. Ce dispositif, illustré à la figure 1, doit pouvoir s'adapter aux différents systèmes d'échappement de chariots.



Ventilation naturelle



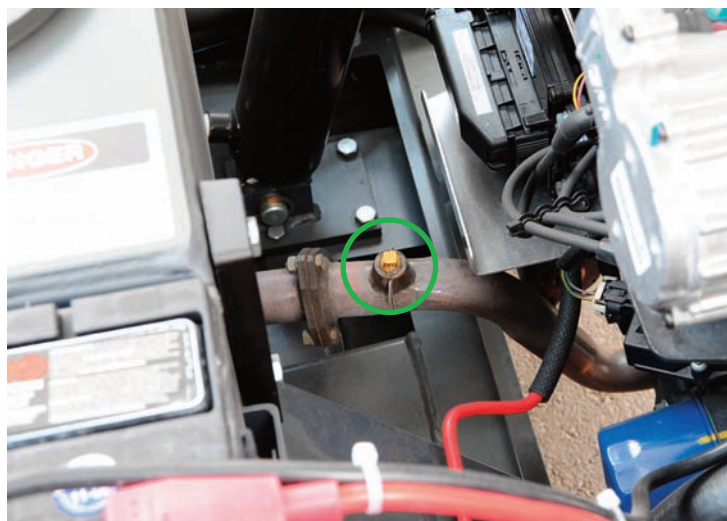
*Figure 1:
Ventilation locale d'un poste d'entretien*

³ RSST tableau 3 de l'annexe III.

3.3 Entretien préventif

Les émissions des gaz toxiques peuvent être maîtrisées par l'application d'un programme d'entretien de tous les composants, particulièrement ceux des systèmes impliqués dans la combustion (l'allumage, l'alimentation en air et électrique, le refroidissement du moteur, etc.). Un mécanicien compétent doit effectuer, selon les règles de l'art, l'entretien puis l'ajustement de la carburation et de l'analyse des gaz de combustion.

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



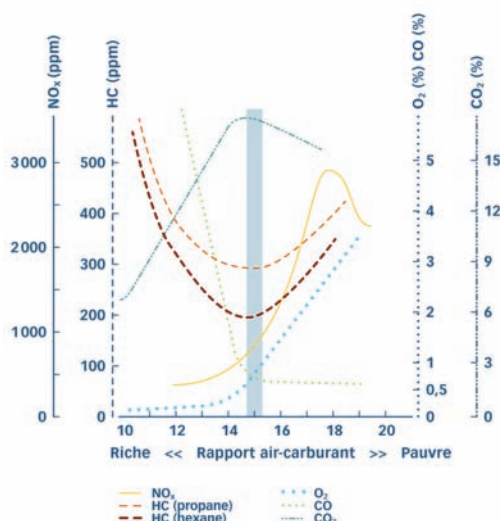
L'analyse des gaz doit être effectuée lorsque le moteur a atteint la température d'opération, à l'aide d'un analyseur muni des accessoires permettant l'insertion de la sonde de prélèvement dans le système d'échappement sans dilution des gaz. Il est également possible de relier cette sonde à la sortie du moteur. 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, quelque soit l'emplacement d'insertion de la sonde.

Tableau 2 : Concentrations recommandées des gaz de combustion lors de l'entretien d'un véhicule au propane

Gaz émis	Concentrations recommandées
<i>Monoxyde de carbone (CO)*</i>	<i>0,4 - 0,8 % (ralenti); 0,5 - 0,8 % (vitesse de croisière)</i>
<i>Oxygène (O₂)</i>	<i>0,8 - 2 %</i>
<i>Hydrocarbures (HC)</i>	<i>< 200 ppm pour les analyseurs étalonnés par référence à l'hexane ou < 400 ppm pour ceux étalonnés par référence au propane</i>
<i>Dioxyde de carbone (CO₂)</i>	<i>Égale ou supérieure à 11 %</i>

*Note: pour un véhicule neuf doté de la nouvelle technologie, cet écart de concentration pourrait être de 0,1 - 0,8 % et l'analyse en vitesse de croisière n'est pas nécessaire.

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



De plus, l'analyseur doit faire l'objet de vérification et d'un étalonnage régulier, en utilisant des gaz étalons reflétant la gamme des concentrations recommandées dans le tableau 2. Afin de cibler la bonne concentration des hydrocarbures (HC), il peut être étalonné par référence à différents gaz (hexane, propane) recommandés par le fabricant.

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*,

1. Le certificat en technique de carburation au gaz (TCG) est requis pour l'exécution des 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 propane, et le remplissage des réservoirs des véhicules routiers ainsi que des bouteilles
2. Le certificat de qualification en remplissage de bouteilles et de véhicules (RBV) est également requis pour le remplissage des bouteilles et des réservoirs d'alimentation des véhicules fonctionnant au gaz



Bouteille de propane

Évolution technologique

Depuis 2001, les chariots élévateurs et les surfaceuses sont équipés de systèmes répondant aux normes américaines anti-pollution *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 avec catalyseur à 2-voies ou 3-voies, d'un ou deux capteurs d'oxygène. Par contre, leur présence ne signifie pas l'élimination du programme d'entretien. Cependant, les recommandations du tableau des concentrations recommandées ne peuvent plus servir de référence lors de la mesure dans le système d'échappement.

L'ECU est un microprocesseur qui contrôle plusieurs composants (injecteurs, senseurs, papillons, etc.) afin d'obtenir une combustion équilibrée. Les senseurs d'O₂ ajustent et maintiennent la richesse du mélange (rapport stœchiométrique air-carburant) pour la performance du véhicule et la réduction des gaz toxiques émis. Les gaz sont ensuite traités via le catalyseur qui réduit la quantité de CO et d'HC émis. S'il s'agit de catalyseur à 3-voies, il réduit également les NO_x.

Si le catalyseur est en bon état, les lectures de l'analyseur prises dans le système d'échappement seront presque nulles. La sonde de l'analyseur doit donc être reliée à la sortie du moteur via une ouverture qui doit être refermée de façon étanche après l'analyse. La durée de vie d'un catalyseur est de 5 à 7 ans environ, dans de bonnes conditions. Ces dernières sont maintenues par l'ECU, mais surtout par un **entretien régulier de tous les composants**. Pour poser un bon diagnostic et apporter les correctifs appropriés, les mécaniciens doivent avoir reçu une formation et posséder les équipements nécessaires.

L'ECU et le traitement catalytique des gaz d'émission ne constituent pas un substitut à un bon entretien du véhicule et à une ventilation adéquate des locaux.



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



Capteur d'oxygène



Catalyseur de chariot élévateur



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

Changement de carburateur des surfaceuses à glace

Le système de carburation des surfaceuses à glace est souvent monté avec un petit carburateur. Compte tenu que les travaux effectués par ces véhicules nécessitent l'application de charge sur de longues périodes (plus de cinq minutes consécutives), le carburateur pourrait être remplacé par un autre de plus grande capacité. Il est également possible d'installer un catalyseur à 3-voies et un senseur d'oxygène. Ces modifications apportent des solutions, mais engendrent des coûts importants. Elles doivent être analysées au regard de l'achat d'un nouveau véhicule plus conforme aux réglementations et à leurs exigences.

3.4

Méthode de travail

Les manœuvres du conducteur ont un effet sur la sécurité et sur la condition mécanique, par conséquent sur les émissions de gaz. Il est donc important d'adopter de bonnes façons de faire. Voici quelques recommandations :

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

3.5

Détecteur en air ambiant

Afin de rencontrer les exigences du RSST, les établissements peuvent se munir de détecteurs fixes de CO. Si l'établissement est muni d'un système mécanique de ventilation, ces détecteurs peuvent faire varier le débit de manière à augmenter la dilution et à maîtriser la contamination des lieux. Sinon, l'établissement doit mettre en place une procédure d'urgence qui tient compte des niveaux d'alarme :

35 ppm : AÉRATION
200 ppm : ÉVACUATION IMMÉDIATE

Les détecteurs résidentiels doivent être proscrits dans les établissements commerciaux et industriels.

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

- › Identifier les sources d'émission de CO
- › Évaluer les concentrations de CO dans l'air ambiant pour déterminer l'emplacement des détecteurs
- › Évaluer les superficies à considérer pour fixer le nombre nécessaire de détecteurs
- › Identifier la présence d'autres gaz ou vapeurs, de produits corrosifs et explosifs dans l'air ambiant (phénomène d'interférence)
- › Évaluer les écarts saisonniers de température et d'humidité
- › Évaluer les mouvements de l'air provenant des ventilateurs, de diffuseurs, ou autres qui peuvent induire une fausse réponse sur le 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
- › 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 fréquemment)

L'étalonnage du détecteur consiste à vérifier l'exactitude de la lecture à l'aide d'un gaz étalon certifié et à ajuster les composants électroniques du système de détection lorsque c'est nécessaire. La concentration de l'étalon devrait préférablement être de 35 ppm, afin de s'assurer de la réponse au plus faible niveau d'alarme, à la VEA.

Les établissements peuvent également se procurer des dosimètres pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs, particulièrement pour ceux qui travaillent dans des espaces restreints ou dans toute autre situation à risque.

REMERCIEMENTS

Transport Lemaire

Sylvie Lemaire, vice-présidente
Ginette Rathé, responsable des ressources humaines
Christian Couture, cariste

HEWITT ÉQUIPEMENT LIMITÉE

Stéphane Leblanc, communicateur technique
Karl Santaguida, superviseur, formation technique
Martin Hamel, contremaître Manutention
William Dumont, instructeur, formation technique

LIFTOW LTÉE (TOYOTA)

Guy Haché, gérant des opérations
Jean-Louis Marcoux, soutien technique

ROBERT BOILEAU INC.

Robert Boileau, président directeur général
Jean-François Ally, technicien

CHARIOTS ÉLEVATEURS TCV INC.

Jean Couture, président
Denis Germain, technicien

Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE)

Jacques Gendron, conseiller en prévention

CRÉDITS

Chargé de projet

Pierre Bouliane, conseiller en prévention

Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE)

Hygiéniste du travail ROH

Brigitte Roberge

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)

Conseillère

Lisane Picard, ingénieure

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

Conseiller

Gilles Boivin

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

Agent de communication

Jean-Christophe Minguez

Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE)

Révision linguistique

Marjolaine Thibeault, agente de communication

IRSST

Photographies

Maurice Vézinet

André Caty

Graphisme

Alain Roy, ATTENTION design+

NOTES



**6455, Jean-Talon Est, bureau 301
Montréal (Québec) H1S 3E8**

514 955-0454

1 800 361-8906

www.aste.qc.ca

