



CHARIOT ÉLÉVATEUR ET SURFACEUSE À GLACE AU PROPANE



UN ENTRETIEN PRÉVENTIF POUR UNE PERFORMANCE SÉCURITAIRE

Août 2009

Addendum

Au tableau 2 de la page 8 à la ligne intitulée **Monoxyde de carbone (CO)**, nous devrions lire 0,4-0,8 % au ralenti.

Toutefois, **pour un véhicule récent (2001 et plus) muni de la nouvelle technologie**, cet écart de concentrations pourrait être de **0,1-0,8 %**. De plus, l'analyse des gaz de combustion en vitesse de croisière n'est pas nécessaire pour ces véhicules.

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.

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.

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
<ul style="list-style-type: none">⊕ Maux de tête, étourdissements et vertiges⊕ Troubles de la vision et du jugement⊕ Sensation d'assoupissement⊕ Nausées et vomissements⊕ Confusion, perte de conscience, coma⊕ Mort	<ul style="list-style-type: none">⊕ Maux de tête⊕ Faiblesse, fatigue et vertiges⊕ Insomnie, irritabilité⊕ Troubles de la mémoire⊕ Aggravation d'une maladie cardio-vasculaire déjà présente

Dioxyde d'azote (NO₂)

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 pour 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) a) de la partie X du *Règlement canadien sur la sécurité et la santé au travail* 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
Monoxyde de carbone (CO)	35 ppm	200 ppm	25 ppm	—
Dioxyde d'azote (NO ₂)	3 ppm	—	3 ppm	5 ppm
Dioxyde de carbone (CO ₂)	5 000 ppm	30 000 ppm	5 000 ppm	30 000 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.

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

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 ÉLEVATEUR
ÉLECTRIQUE



SURFACEUSE ÉLECTRIQUE



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 5000 pieds cubes par minute, ou 8495 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.

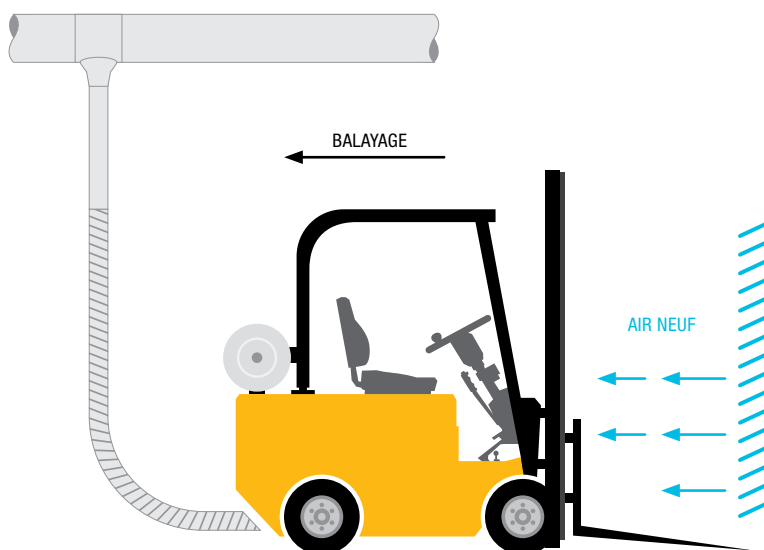
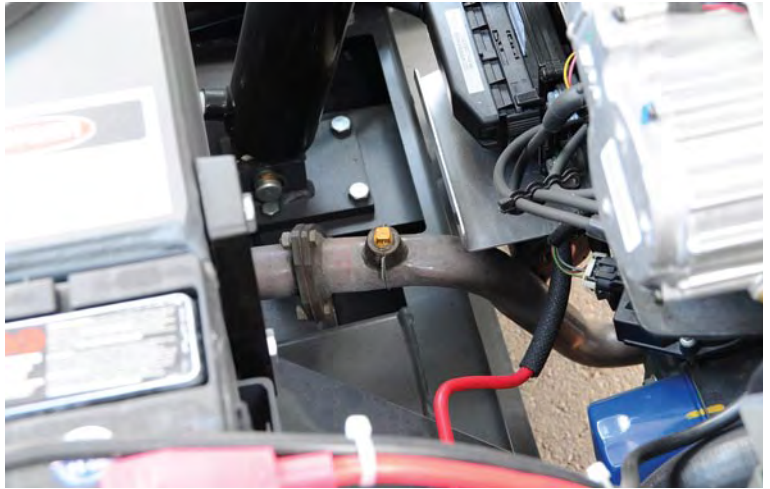


FIGURE 1
VENTILATION LOCALE
D'UN POSTE D'ENTRETIEN

³RSST tableau 3 de l'annexe III.

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.



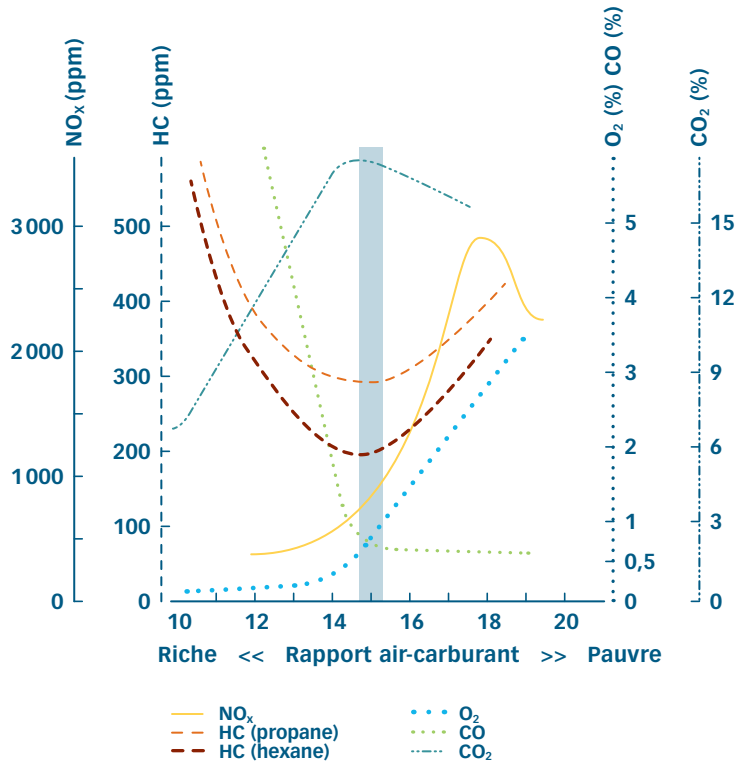
INSERTION DE LA SONDE
À LA SORTIE DU MOTEUR
D'UNE SURFACEUSE

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
Monoxyde de carbone (CO)	0,1 – 0,8 % (ralenti) 0,5 – 0,8 % (vitesse de croisière)
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 %

FIGURE 2
ÉQUILIBRE DES GAZ
DE COMBUSTION POUR
UN RAPPORT IDÉAL
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 la figure 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* :

- ◉ 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.
- ◉ 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

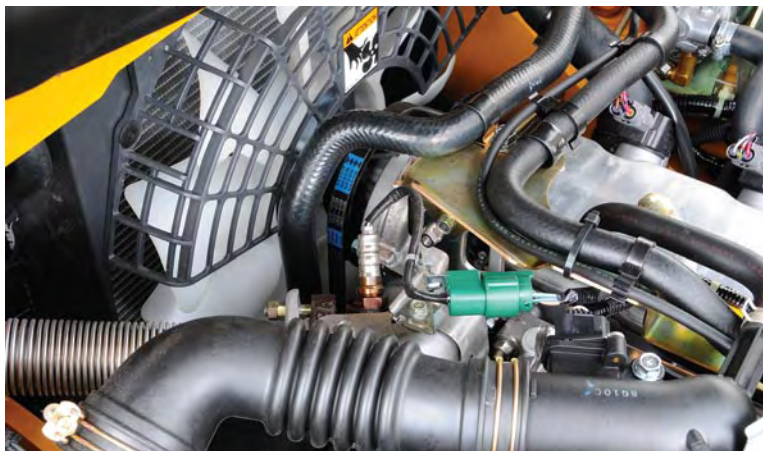
Depuis 2001, les chariots élévateurs et les surfaceuses sont équipés de systèmes répondant aux normes américaines anti-pollution *California Air Resources Board* (CARB). Ces systèmes se composent notamment d'un *Electronic Control Unit* (ECU), d'un système d'échappement avec catalyseur à 2-voies ou 3-voies, d'un ou deux senseurs d'oxygène. Par contre, leur présence ne signifie pas l'élimination du programme d'entretien. Cependant les recommandations du tableau 2 ne peuvent plus servir de référence lors de la mesure dans le système d'échappement.

UNITÉ DE CONTRÔLE
ÉLECTRONIQUE (ECU)



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.

SENSEUR D'OXYGÈNE



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.

CATALYSEUR DE
CHARIOT ÉLEVATEUR



ENTRETIEN ET ÉVOLUTION
TECHNOLOGIQUE



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**.

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.

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)

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 autre. 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

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 ÉLÉVATEURS TCV INC.

Jean Couture, président
Denis Germain, technicien

Réalisation

Brigitte Roberge, hygiéniste du travail ROH
**Institut de recherche Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail (IRSST)**

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

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

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

Graphisme

Bronx communications

Révision linguistique

Marjolaine Thibeault, agente de communication
IRSST

Photographe

Maurice Vézinnet



ASSOCIATION SECTORIELLE TRANSPORT ENTREPOSAGE

6455, rue Jean-Talon Est, bureau 301
Montréal (Québec) H1S 3E8
Téléphone : 514 955-0454 ou 1 800 361-8906
www.aste.qc.ca



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



715, rue Square-Victoria, bureau 710
Montréal (Québec) H2Y 2H7
Téléphone : 514 849-8373 ou 1 800 465-1754
www.apsam.com

**Les versions française et anglaise de cette fiche
sont disponibles à l'ASTE ainsi que sur le site de
l'IRSST et de l'APSAM.**