



information



formation



recherche



coopération  
internationale

# L'UTILISATION DE VÉHICULES MOTORISÉS RÉCRÉATIFS DANS DES ÉDIFICES PUBLICS

## PROPOSITION D'UN CRITÈRE POUR ASSURER UNE QUALITÉ SÉCURITAIRE DE L'AIR

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

GUIDE POUR LES INTERVENANTS DU RÉSEAU DE LA SANTÉ

# L'UTILISATION DE VÉHICULES MOTORISÉS RÉCRÉATIFS DANS DES ÉDIFICES PUBLICS

PROPOSITION D'UN CRITÈRE POUR ASSURER  
UNE QUALITÉ SÉCURITAIRE DE L'AIR

DIRECTION DES RISQUES BIOLOGIQUES,  
ENVIRONNEMENTAUX ET OCCUPATIONNELS

JUILLET 2002

## AUTEURS

Daniel Gagné, M. Sc. (appl.)  
Responsable du sous-comité véhicules motorisés dans les lieux publics  
Coordonnateur santé environnementale  
Direction de la santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue

Benoît Lévesque, M.D., M.Sc., FRCP (C)  
Médecin-conseil  
Direction de la santé publique de Québec et  
Institut national de santé publique du Québec

Guy Sanfaçon, Ph.D.  
Pharmacologue-Toxicologue  
Conseiller scientifique  
Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Carole Légaré, M.D.  
Médecin conseil  
Santé environnementale  
Direction de la santé publique de l'Outaouais

## COLLABORATION

Ce guide a principalement bénéficié des commentaires de M. Jean-Marc Leclerc, du groupe scientifique Santé et air intérieur de la direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels de l'Institut national de santé publique du Québec, de Mme Suzanne Brisson de la Direction de santé publique de Montréal-Centre, de M. René Blais de la direction de la toxicologie humaine de l'Institut national de santé publique du Québec, ainsi que des autres membres de la Table nationale de concertation en santé au travail, de la Table nationale de concertation en santé environnementale et du Comité provincial sur la prévention des intoxications au monoxyde de carbone.

*Ce document est disponible en version intégrale sur le site Web de l'INSPQ: <http://www.inspq.qc.ca>  
Reproduction autorisée à des fins non commerciales à la condition d'en mentionner la source.*

CONCEPTION GRAPHIQUE  
Marie Pier Roy

DOCUMENT DÉPOSÉ À SANTÉCOM ([HTTP://WWW.SANTECOM.QC.CA](http://www.santecom.qc.ca))  
COTE : P 15,984

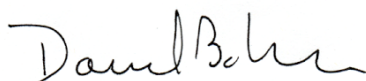
DÉPÔT LÉGAL – 3<sup>e</sup> TRIMESTRE 2002  
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC  
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU CANADA  
ISBN 2-550-38764-3

©Institut national de santé publique du Québec(2002)

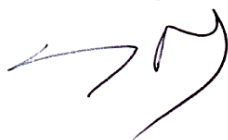
## AVANT-PROPOS

Les intervenants du réseau de santé publique mènent depuis plusieurs années une campagne de prévention des intoxications au monoxyde de carbone dans les habitations, les édifices publics et les lieux de travail. Ce guide sur l'utilisation de véhicules motorisés dans des édifices publics s'ajoute aux réalisations de cette campagne. Il s'adresse aux intervenants de santé publique qui doivent dans leurs régions respectives s'assurer que les personnes assistant ou travaillant à des spectacles de véhicules motorisés dans des arénas ou participant à des courses de go-karts à l'intérieur d'un édifice ne subissent pas des surexpositions à ce gaz pouvant être mortel.

Ce guide a été rédigé sous l'égide de l'Institut national de santé publique du Québec dans le cadre des travaux du sous-comité véhicules motorisés dans les lieux publics du Comité provincial sur la prévention des intoxications au monoxyde de carbone. Ce comité est mandaté par le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, l'Institut national de santé publique du Québec et les directions de santé publique du Québec. Il a été réalisé grâce à une contribution importante de plusieurs directions régionales de santé publique, notamment celle de l'Abitibi-Témiscamingue qui en a d'ailleurs coordonné la rédaction.



Daniel G. Bolduc  
Responsable de l'unité Santé et environnement  
Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels



Maurice Poulin  
Responsable de l'unité Santé au travail  
Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels

## TABLE DES MATIÈRES

|                  |                                                                                                                                                                                                     |           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b>        | <b>INTRODUCTION .....</b>                                                                                                                                                                           | <b>1</b>  |
| <b>2.</b>        | <b>SPECTACLES INTÉRIEURS DE VÉHICULES MOTORISÉS ET CENTRES DE KARTING .....</b>                                                                                                                     | <b>3</b>  |
| 2.1.             | LES SPECTACLES DE VÉHICULES MOTORISÉS À L'INTÉRIEUR DES ARÉNAS .....                                                                                                                                | 3         |
| 2.1.1.           | Exposition des spectateurs.....                                                                                                                                                                     | 3         |
| 2.1.2.           | Portrait de la problématique au Québec .....                                                                                                                                                        | 6         |
| 2.2.             | LES PISTES INTÉRIEURES DE GO-KARTS (CENTRES DE KARTING) .....                                                                                                                                       | 7         |
| 2.2.1.           | Exposition des participants.....                                                                                                                                                                    | 7         |
| 2.2.2.           | Portrait de la situation au Québec.....                                                                                                                                                             | 9         |
| <b>3.</b>        | <b>EFFETS SUR LA SANTÉ ET ASPECTS NORMATIFS.....</b>                                                                                                                                                | <b>11</b> |
| 3.1.             | PROPOSITION D'UN CRITÈRE SÉCURITAIRE POUR L'EXPOSITION AU CO.....                                                                                                                                   | 13        |
| <b>4.</b>        | <b>MOYENS DE CONTRÔLE POSSIBLES POUR ASSURER UNE BONNE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR .....</b>                                                                                                         | <b>15</b> |
| <b>5.</b>        | <b>CONCLUSION .....</b>                                                                                                                                                                             | <b>17</b> |
| <b>6.</b>        | <b>RECOMMANDATIONS .....</b>                                                                                                                                                                        | <b>19</b> |
| <b>7.</b>        | <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>                                                                                                                                                                          | <b>21</b> |
| <b>ANNEXE I</b>  | <b>CONCENTRATIONS DE CARBOXYHÉMOGLOBINE SELON LE MODÈLE DE COBURN .....</b>                                                                                                                         | <b>25</b> |
| <b>ANNEXE II</b> | <b>ÉLÉMENTS D'INFORMATION INTÉRESSANTS À DIFFUSER DANS LE CONTEXTE D'UNE EXPOSITION AU MONOXYDE DE CARBONE CAUSÉE PAR DES ÉMANATIONS DANS L'AIR INTÉRIEUR PROVENANT DE VÉHICULES MOTORISÉS.....</b> | <b>29</b> |

## 1. INTRODUCTION

Malgré les efforts déployés depuis quelques années, les expositions significatives au monoxyde de carbone (CO) sont encore fréquentes au Québec. L'utilisation de véhicules motorisés récréatifs dans des conditions inadéquates constitue l'une des activités susceptibles d'entraîner une surexposition à ce gaz.

Les amateurs de compétitions impliquant des véhicules motorisés ignorent très souvent qu'ils peuvent s'exposer à des concentrations élevées de CO lorsqu'ils assistent à ce genre de spectacle. Il en est de même pour les adeptes de petits véhicules motorisés (*go-karts*) circulant sur des pistes aménagées à l'intérieur.

Les expositions aux gaz d'échappement encourues lors des loisirs sont peu réglementées et peu surveillées au Québec. C'est pourquoi, les directions de santé publique (DSP) ont demandé à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) de se pencher sur la question et de réaliser un guide afin d'aider les intervenants régionaux ainsi que les gestionnaires d'établissements publics à assurer une bonne qualité de l'air intérieur pour les personnes fréquentant ces lieux.

Après avoir dressé un portrait succinct de la problématique au Québec, ainsi que des effets possibles sur la santé, le document propose des critères qui, au meilleur des connaissances des auteurs, visent à assurer la protection du public et des travailleurs lors des compétitions de véhicules motorisés (motocross, camions monstres ou *go-karts*). Des recommandations sont ensuite formulées, de même que des orientations générales quant aux moyens à mettre en place pour arriver à respecter ces critères.

## 2. SPECTACLES INTÉRIEURS DE VÉHICULES MOTORISÉS ET CENTRES DE KARTING

### 2.1. Les spectacles de véhicules motorisés à l'intérieur des arénas

Les spectacles de véhicules motorisés<sup>a</sup> attirent de nombreux spectateurs au Québec depuis quelques années. Certains se déroulent à l'intérieur d'édifices publics, principalement dans des arénas municipaux.

#### 2.1.1. Exposition des spectateurs

Les arénas ne sont pas des édifices conçus pour la tenue de spectacles de véhicules motorisés, de sorte qu'à moins que des mesures de contrôle additionnelles très importantes ne soient mises en place au préalable, il est fort probable que les spectateurs soient surexposés aux gaz d'échappement des véhicules, notamment au CO. Évidemment, les coureurs peuvent également être exposés, bien qu'il faille considérer que les courses sont habituellement de courte durée.

En 1994, un spectacle de motocross (arénacross) s'est tenu au Colisée de Québec. Dans ce cas, malgré la présence d'un système de ventilation d'une capacité de 240 000 pieds cubes par minute (pcm), assurant un minimum de 4,6 changements d'air à l'heure, les courses ont dû être suspendues à sept reprises sur une période de quatre heures afin d'éviter une accumulation des concentrations de CO au-dessus de 50 ppm<sup>(1)</sup>. De plus, il faut considérer les pauses d'une durée d'environ 3 à 4 minutes entre chacune des 23 courses ainsi qu'une intermission d'environ 45 minutes, déjà prévues au programme.

Deux ans plus tard, au même endroit, un spectacle de *camions monstres* a été présenté pendant trois jours consécutifs. Lors de la première journée, des concentrations moyennes de 100 ppm ont été mesurées dans le secteur le plus exposé des gradins. Lors d'un spectacle subséquent, des mesures correctives ont été apportées et les concentrations moyennes ont pu être abaissées à 25 ppm<sup>(2)</sup>.

Un *arénacross* s'est également tenu en 1998 à l'aréna de Victoriaville. Bien que les organisateurs aient plus que doublé la ventilation déjà en place dans l'aréna, portant ainsi le nombre de changements d'air de 1,6 à 5,1 l'heure (pour un volume total de 132 000 pcm), la concentration moyenne de CO pendant la période des courses (de 20h00 à 24h00) se situait autour de 50 à 60 ppm.

---

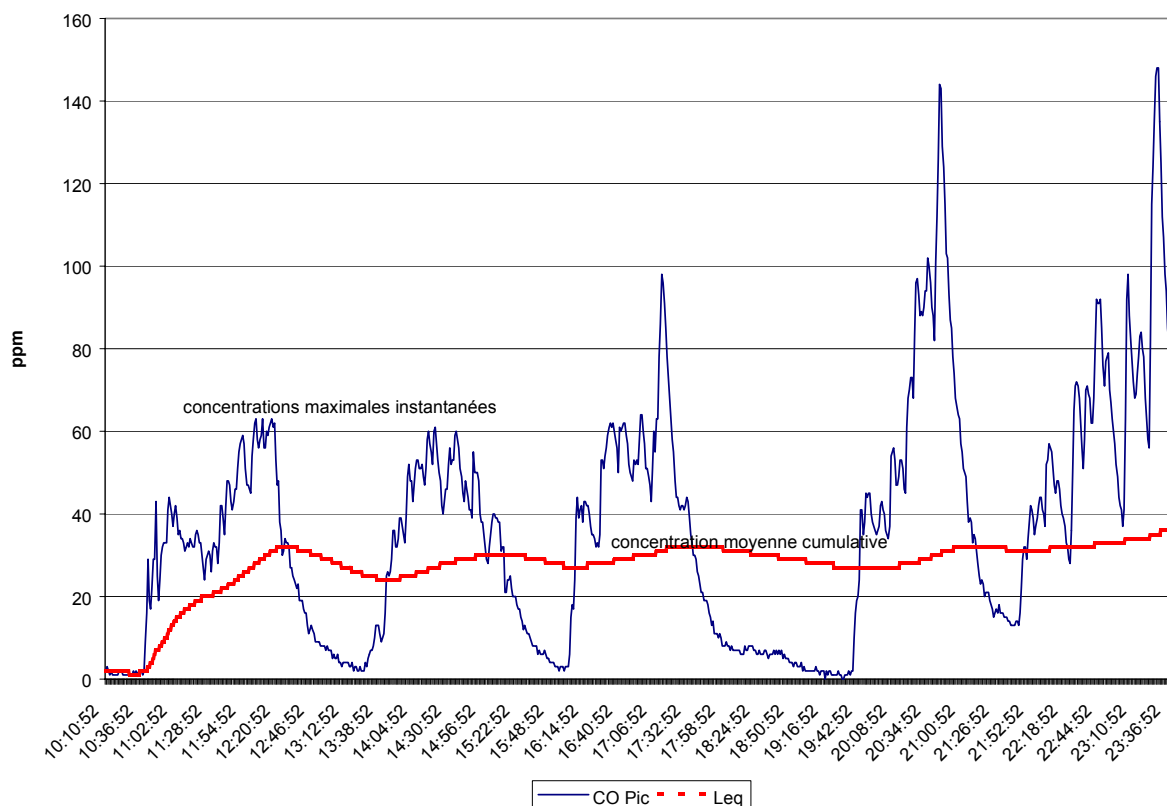
<sup>a</sup> Les termes « véhicules motorisés » sous-entendent ici les motocross, les motoneiges, les camions-monstres (monster trucks), etc. Les démonstrations ou spectacles pour la vente de véhicules (motocyclettes, autos ou motoneiges), qui ne sont pas des compétitions de performance, ne sont donc pas visés par le présent guide.

En 1999, pour une deuxième année de suite, une compétition était organisée à l'aréna de Val-d'Or. Un effort considérable avait été consenti par le promoteur afin d'augmenter l'efficacité de la ventilation à l'intérieur de l'aréna. Un système d'appoint du genre *push-pull*<sup>b</sup>, constitué de deux ventilateurs de 100 000 pcm chacun, fut installé dans l'aréna dans le but d'assurer un meilleur captage des gaz à la source ainsi qu'un meilleur contrôle des gaz par dilution. Ce système (auquel s'ajoutaient les 10 000 pcm de la ventilation habituelle de l'aréna) devait permettre en pratique d'assurer un peu moins de 4,5 changements d'air à l'heure. La DSP a dû intervenir pendant la compétition à plusieurs reprises afin d'augmenter les intervalles de temps entre les départs. Malgré les mesures de contrôle appliquées, la concentration moyenne de CO pendant les 4 heures de spectacle a atteint 55 ppm<sup>(3)</sup>.

La survenue de concentrations élevées de CO sous forme de pics (excursions en dents de scie) sont une des caractéristiques propres à ce genre d'événement. En effet, chacune des courses, d'une durée approximative de 5 minutes, génère une forte quantité de CO dans l'air ambiant. Des concentrations maximales atteignant 200 ppm ont parfois été enregistrées à la fin d'une course. Suite à l'arrêt des moteurs, le système de ventilation doit arriver à diluer les concentrations accumulées précédemment. L'abaissement des concentrations ambiantes à des valeurs plus acceptables nécessite alors des débits d'air de dilution considérables. Le phénomène est illustré au graphique suivant.

---

<sup>b</sup> Il s'agit d'un système de ventilation conçu pour balayer la surface du plancher avec un fort courant d'air alors que le haut de la pièce est peu ventilé, ceci dans le but d'évacuer le contaminant avant qu'il ne se répande partout dans la pièce.



**Figure 1 : Concentrations ambiantes de CO lors d'une compétition de motocross dans l'aréna de Val-d'Or en 1999 (doté d'un système de ventilation par dilution d'air)**

La figure 1 illustre bien l'absence de contrôle du système de ventilation par simple dilution d'air sur l'apparition soudaine de pics importants au cours d'une compétition, à moins d'intercaler des pauses suffisamment longues et bien réparties dans le temps. Le contrôle de ces pics représente un enjeu majeur pendant ce genre d'événements; c'est d'ailleurs en fonction de ce critère que l'on pourra juger de l'efficacité du système d'assainissement de l'air installé lors d'une compétition. Si la ventilation est insuffisante, une augmentation graduelle des concentrations ambiantes de CO se produira entre les pics, au fur et à mesure que la compétition se prolonge.

Il est à noter que les oxydes d'azote présentent rarement un problème lors de ces compétitions, les mesures effectuées pour ces gaz ayant toutes démontré de faibles concentrations<sup>(2)</sup>.

## 2.1.2. Portrait de la problématique au Québec

Un sondage a été effectué auprès de l'ensemble des régions (DSP) du Québec, afin d'évaluer le nombre de spectacles de véhicules motorisés se tenant à l'intérieur d'édifices publics sur l'ensemble du territoire québécois. Compte tenu des limites inhérentes à ce genre d'enquête, il est difficile de prétendre disposer d'un portrait exhaustif de la situation. Il demeure donc possible que le nombre réel d'événements soit supérieur au portrait présenté ci-après. Bien qu'aucune donnée statistique concernant le nombre de spectateurs dans l'assistance ne soit disponible, il est connu que ce genre de spectacle attire couramment des foules nombreuses, soit plus de 1 000 personnes à chaque événement.

**Tableau 1 : Nombre de compétitions de spectacles motorisés à l'intérieur des arénas selon la région, été 2000**

| RÉGION <sup>c</sup>           | ÉVÉNEMENTS MOTORISÉS<br>RECENSÉS |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Bas-Saint-Laurent             | 2 événements <sup>d</sup>        |
| Saguenay-Lac-Saint-Jean       | Aucun                            |
| Québec                        | Aucun                            |
| Mauricie-Centre-du-Québec     | 1 événement                      |
| Estrie                        | Aucun                            |
| Montréal-Centre               | 2 événements                     |
| Outaouais                     | Aucun                            |
| Abitibi-Témiscamingue         | Aucun                            |
| Côte-Nord                     | Aucun                            |
| Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine | Aucun                            |
| Chaudière-Appalaches          | Aucun                            |
| Laval                         | Aucun                            |
| Lanaudière                    | Aucun                            |
| Laurentides                   | Aucun                            |
| Montérégie                    | 3 événements <sup>e</sup>        |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>8</b>                         |

---

<sup>c</sup> Selon les informations disponibles, les régions Nord-du-Québec, Nunavik et Terres Cries ne possèdent pas d'arénas ayant les infrastructures nécessaires pour tenir ce genre de spectacles.

<sup>d</sup> D'une durée de deux jours chacun

<sup>e</sup> Il s'agit d'arénas présentant des événements à l'occasion

Le tableau 1 permet de constater que, selon les données disponibles, seulement quatre régions du Québec ont accueilli ce genre de compétition au cours de l'été 2000 pour un total de 8 compétitions. Il s'agit donc d'un phénomène relativement peu répandu au Québec. De plus, il ne s'agit pas d'une activité qui gagnerait en popularité, si l'on considère que par les années passées, des compétitions avaient lieu dans au moins trois autres régions du Québec.

Quant à l'exposition des spectateurs, elle est généralement peu fréquente (une seule fois pendant l'année). Par ailleurs, aucun épisode d'intoxication aiguë au CO directement attribuable à ces activités n'a été rapporté.

## **2.2. Les pistes intérieures de go-karts (centres de karting)**

### **2.2.1. Exposition des participants**

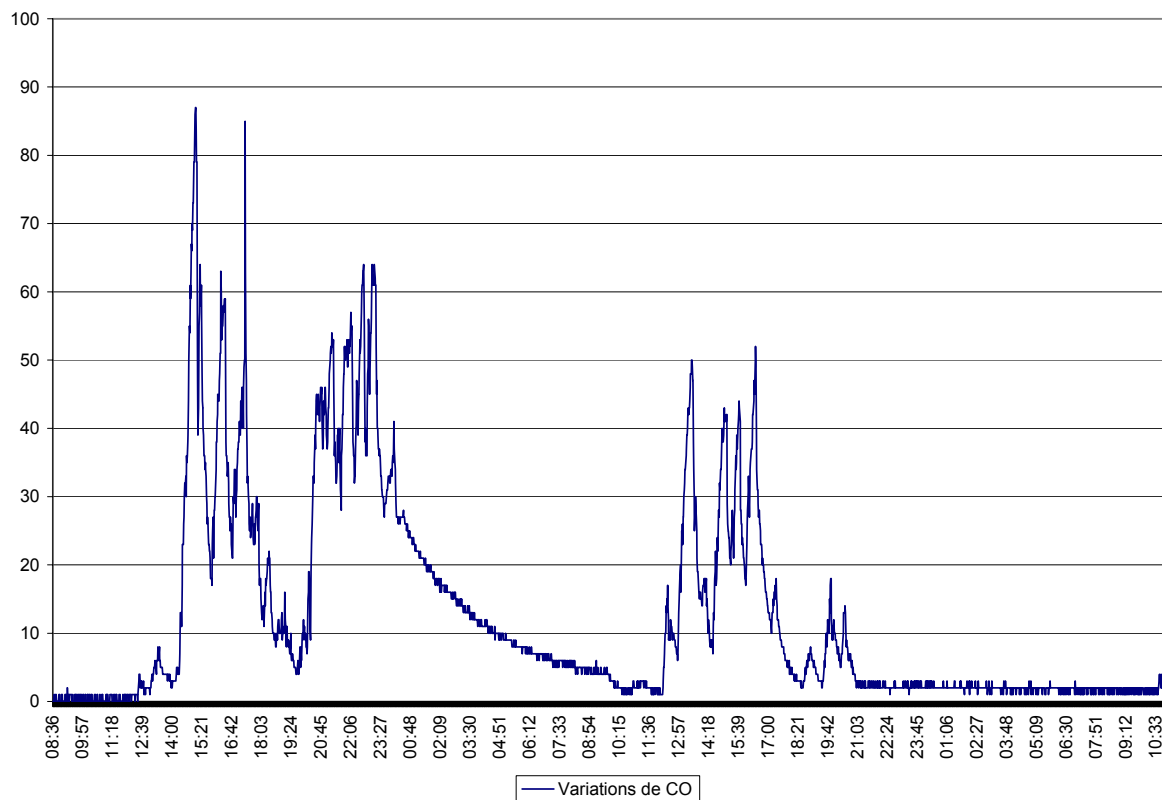
Contrairement aux spectacles intérieurs de véhicules moteur, le « karting » semble gagner en popularité à chaque année au Québec de sorte que l'on retrouve maintenant des centres de karting intérieurs dans plusieurs régions de la province. Les équipes de santé publique de Québec<sup>f</sup>, de Montréal et de l'Outaouais ont d'ailleurs déjà documenté la question<sup>(4-5)</sup>. La population la plus exposée demeure les travailleurs (notamment ceux affectés au démarrage des véhicules), compte tenu de leur durée d'exposition. Les utilisateurs des véhicules viennent au second rang, suivi des spectateurs, lorsque ces derniers sont présents.

Lorsque la ventilation en place n'est pas suffisante, une élévation soudaine des concentrations de CO (formation de pics) survient durant les courses. Comme dans le cas des compétitions de motocross, les pics disparaissent assez rapidement dès que les moteurs des véhicules sont éteints, bien qu'une augmentation graduelle des concentrations ambiantes puisse survenir lorsqu'il y a peu d'intervalle de temps entre les départs.

La figure 2 illustre le cas typique d'un établissement qui ne parvient pas à contrôler adéquatement les élévations brusques (pics) de concentration de CO.

---

<sup>f</sup> En collaboration avec la Commission de la Santé et Sécurité du Travail (CSST)



**Figure 2 : Concentrations ambiantes de CO lors d'une compétition de karting**

Les amateurs de *go-karts* passent en moyenne de 30 à 60 minutes sur la piste en une journée. Assez étonnamment, cette activité requiert une forte dépense énergétique. Contrairement aux amateurs de courses de motocross, les adeptes fréquentent les établissements de *go-karts* plusieurs fois par année. De plus, rappelons que plusieurs travailleurs passent 40 heures par semaine dans ces établissements, ce qui en fait la population la plus exposée.

Bien qu'un certain nombre de participants aient signalé des symptômes compatibles avec une surexposition au CO, aucune mesure de carboxyhémoglobine n'est disponible pour valider cette information. Cependant, des concentrations excédant la norme du Règlement sur la qualité du milieu de travail (Loi sur la santé et sécurité au travail du Québec), norme qui vise à protéger la santé des travailleurs exposés, ont été mesurées à plusieurs reprises<sup>(4-5)</sup>.

### 2.2.2. Portrait de la situation au Québec

À l'aide du sondage sur les spectacles motorisés et les pistes intérieures de *go-kart* au Québec, une répartition des établissements de *go-karts* intérieurs a pu être établie selon les différentes régions administratives du Québec. Tel que constaté au tableau 2, il existe actuellement des activités de karting intérieur dans au moins 7 régions du Québec.

**Tableau 2 : Répartition des établissements de karting intérieur selon la région, été 2000**

| Région                        | Établissements de karting intérieur |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Bas-Saint-Laurent             | Aucun                               |
| Saguenay-Lac-Saint-Jean       | 1                                   |
| Québec                        | 2                                   |
| Mauricie-Centre-du-Québec     | Aucun                               |
| Estrie                        | Aucun                               |
| Montréal-Centre               | 6                                   |
| Outaouais                     | 1                                   |
| Abitibi-Témiscamingue         | Aucun                               |
| Côte-Nord                     | Aucun                               |
| Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine | Aucun                               |
| Chaudière-Appalaches          | Aucun                               |
| Laval                         | 1                                   |
| Lanaudière                    | 1                                   |
| Laurentides                   | Aucun                               |
| Montréal                      | 2 + 1 karting électrique            |
| <b>Total</b>                  | <b>14</b>                           |

### 3. EFFETS SUR LA SANTÉ ET ASPECTS NORMATIFS

Absorbé par voie respiratoire, le CO passe rapidement dans le système circulatoire. Dans le sang, ce gaz présente une affinité pour l'hémoglobine (Hb) de 200 à 250 fois plus grande que l'oxygène<sup>(6)</sup>. Il s'associe donc à cette protéine pour former la carboxyhémoglobine (COHb), principal marqueur de l'absorption du toxique<sup>(7)</sup>. Celle-ci se situe généralement entre 0,004<sup>g</sup> (0,4%) et 0,007 (0,7%) chez les non-fumeurs<sup>(8)</sup> et peut atteindre 0,05 – 0,10 (5 à 10 %) chez les fumeurs<sup>(9)</sup>.

L'action délétère du CO est directement tributaire du déplacement de l'oxygène de ses sites de liaison avec l'hémoglobine. Cette propriété, ainsi que la capacité qu'il a de déplacer la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine vers la gauche, induisent des bouleversements physiologiques qui aboutissent à l'hypoxie cellulaire (diminution de la quantité d'O<sub>2</sub>)<sup>(10)</sup>. Il n'est donc pas surprenant que le cœur et le système nerveux central, en raison de leurs besoins élevés en oxygène, soient des organes particulièrement sensibles au CO<sup>(11)</sup>.

Plusieurs études ont démontré qu'une exposition à des concentrations de CO suffisantes pour augmenter la concentration de COHb entre 0,02 et 0,03 (2 et 3 %) et plus sont susceptibles d'induire des effets négatifs sur la santé d'individus atteints de problèmes coronariens<sup>(12-17)</sup>. On parle ici principalement de la diminution de l'intensité de l'effort nécessaire pour déclencher la crise angineuse.

Également, de nombreux travaux ont documenté l'effet de faibles doses de CO sur le système nerveux. Citons entre autres, une détérioration de l'acuité visuelle<sup>(18,19)</sup>, du temps d'action raisonnée<sup>(20)</sup>, et même des attitudes sécuritaires en situation de conduite automobile<sup>(21)</sup>.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère comme des populations plus vulnérables<sup>(8)</sup> principalement les individus affligés de problèmes cardio-vasculaires et de maladies pulmonaires obstructives chroniques, mais également les personnes anémiques, les nouveau-nés, les jeunes enfants, les femmes enceintes et leur fœtus ainsi que les personnes vivant en haute altitude.

Comme pour d'autres toxiques, on compte deux types de normes pour le CO : des normes pour les travailleurs et d'autres pour la population en général. Les premières sont moins sévères que les secondes car on considère que les travailleurs sont en santé, physiologiquement résistants et sous supervision médicale régulière<sup>(22)</sup>. Généralement, les normes sont établies en fonction d'une concentration moyenne maximale de CO dans l'air pour différentes périodes de temps ou encore d'une limite maximale acceptable à ne jamais dépasser. Quoique ceci puisse être discutable, notamment en ce qui concerne la protection des travailleurs plus vulnérables, on tolère des niveaux de CO qui

---

<sup>g</sup> Les valeurs de carboxyhémoglobine sont exprimées en unité du système métrique.

gènèrent une concentration de moins de 0,035<sup>(23)</sup> – 0,05<sup>(24)</sup> (3,5 % à 5 %) pour les travailleurs et moins de 0,025 (2,5%) pour le public<sup>(8, 25)</sup>.

En milieu de travail, l'organisme américain « National Institute for Occupational Safety and Health » (NIOSH) recommande pour 8 heures de travail, une concentration moyenne maximale (TWA-8 heures) de 35 ppm et une limite maximale acceptable de 200 ppm<sup>(26)</sup>. L'« American Conference of Governmental Industrial Hygienists » (ACGIH), quant à elle a fixé un TWA-8 heures de 25 ppm<sup>(27)</sup>. Elle n'a pas fixé de limite de référence de courte durée. Aussi, dans ce cas, l'ACGIH estime que des excursions peuvent excéder trois fois la valeur de 25 ppm, soit 75 ppm, pour au plus 30 minutes durant une période de travail, et ne doivent en aucun cas excéder cinq fois cette même valeur de 25 ppm, soit 125 ppm<sup>(27)</sup>.

Au Québec, le Règlement sur la qualité du milieu de travail (S-2.1, r.15) dicte actuellement des normes de 35 et 200 ppm comme étant respectivement les concentrations à ne pas dépasser pour la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) sur une période de 8 heures et la valeur d'exposition de courte durée (VECD) de 15 minutes<sup>(28)</sup>. Il est toutefois indiqué pour le CO comme pour toutes les substances réglementées que, « les expositions supérieures à la valeur d'exposition moyenne pondérée et inférieures à la valeur d'exposition de courte durée doivent être d'une durée d'au plus 15 minutes consécutives et ne doivent pas se produire plus de 4 fois par jour. Il doit y avoir une période d'au moins 60 minutes entre de telles expositions »<sup>(28)</sup>. Cependant, le comité médical provincial en santé au travail du Québec (CMPSATQ)<sup>(29)</sup> a récemment suggéré, en harmonie avec l'ACGIH<sup>(27)</sup>, un critère d'intervention plus restrictif de 25 ppm pour 8 heures d'exposition.

Les normes pour les travailleurs sont les seules normes légales promulguées par le gouvernement québécois. Cependant, il convient de se questionner pour savoir si ces normes offrent une protection adéquate aux personnes impliquées que ce soit à titre de participant (karting) ou de simple spectateur (spectacles de motocross...), lors de loisirs impliquant l'utilisation de véhicules munis de moteurs à combustion dans des espaces intérieurs. En effet, des personnes vulnérables (cardiaques, femmes enceintes, etc.) peuvent assister ou participer à ces événements. Il faut donc examiner également les limites de référence qui s'appliquent à la communauté.

Aux États-Unis, « The Environmental Protection Agency (EPA) » établit à 35 et 9 ppm de CO les concentrations moyennes à ne pas dépasser plus d'une fois par année pour 1 heure et 8 heures<sup>(30)</sup>. Au Canada, il est recommandé de limiter l'exposition au CO dans l'air intérieur à 25 ppm pour 1 heure et 11 ppm pour 8 heures<sup>(25)</sup>. Finalement, l'OMS suggère 87, 52, 26 et 9 ppm comme les limites à ne pas dépasser pour des périodes de 15 minutes, 30 minutes, 1 heure et 8 heures<sup>(22)</sup>. Ces valeurs sont établies en fonction d'un travail léger à modéré<sup>(8)</sup>.

### 3.1. Proposition d'un critère sécuritaire pour l'exposition au CO

Pour évaluer l'exposition de la population et juger de l'acceptabilité des résultats pour ce qui est de la santé publique, il faut considérer la durée et la fréquence de l'exposition de même que l'intensité de l'activité des personnes exposées. L'OMS suggère, pour protéger la population générale, incluant les groupes plus susceptibles, de limiter l'exposition au CO de façon à maintenir le taux sanguin de COHb en deçà de 0,025<sup>(8)</sup> (2,5 %). L'OMS a utilisé l'équation de Coburn <sup>(31)</sup> pour estimer les valeurs de COHb générées chez un homme adulte par différentes concentrations de CO en fonction du niveau d'activité<sup>(22)</sup>. Le tableau qui en a résulté est présenté à l'annexe I. Ainsi, un individu exposé à 35 ppm pour une période de 30 minutes voit sa concentration sanguine de COHb s'élever à 0,0093 (0,93 %) s'il est sédentaire, et respectivement à 0,014 et 0,019 (1,4 et 1,9 %) s'il fait un travail léger ou dur. Une exposition de 3 heures à la même concentration entraînera pour un sujet sédentaire une COHb de 0,026 (2,6 %) alors que la même exposition générera chez des personnes effectuant des travaux légers et durs des concentrations d'environ 0,04 et 0,048 (4 et 4,8 %). Ce nomogramme a été validé sur un échantillon de 10 hommes de plus de 15 ans durant une séance de karting de 40 minutes. Les sujets ont fourni des échantillons de CO alvéolaire avant et après l'exercice. L'étude a permis de vérifier que pour une courte période d'exposition, le modèle, en considérant que les coureurs ont fourni un effort physique important, décrivait adéquatement chez cette population l'augmentation de COHb (Lévesque et al., en préparation) .

Il faut donc se questionner sur les caractéristiques des contaminations générées par les véhicules moteurs dans les espaces intérieurs. Globalement, on peut affirmer qu'elles se caractérisent par des élévations rapides des concentrations qui s'atténuent progressivement suite à l'arrêt des moteurs. Évidemment, l'élévation autant que le déclin des teneurs en CO sont fonctions de la carburation des véhicules et de l'efficacité de la ventilation des édifices concernés. Quoi qu'il en soit, le portrait est généralement le même, soit des expositions très importantes mais de courte durée. Ceci est vrai tant pour l'exposition des spectateurs lors de spectacles de véhicules moteurs<sup>(1, 2)</sup> que pour celle des adeptes de karting intérieur<sup>(7, 32)</sup>.

Dans ce contexte, en considérant que les spectateurs de prestations de véhicules moteurs sont sédentaires, une concentration de 35 ppm, durant 3 heures entraînerait une teneur de COHb de 0,026 (2,6 %) (voir annexe I) soit à peu près équivalente à la limite de référence de 0,025 (2,5 %) recommandée par l'OMS<sup>(8)</sup>. Pour les adeptes de karting qui fournissent un effort sévère pour des périodes pouvant atteindre exceptionnellement 60 minutes, une exposition moyenne de 25 ppm pour une heure entraînerait une concentration de COHb de 0,022 (2,2 %) pour une prestation de 60 minutes (voir annexe I). Pour 30 minutes, une concentration de 35 ppm entraînerait une concentration de 0,019 (1,9%).

Pour les travailleurs, notamment dans les centres de karting, la norme légale de 35 ppm pourrait ne pas protéger adéquatement certains d'entre eux plus vulnérables. Dans les centres de karting, les travailleurs constituent la population la plus à risque, en raison de la durée de l'exposition. Dans ce contexte, un critère de 25 ppm, tel que suggéré par l'ACGIH <sup>(27)</sup> et le CMPSATQ <sup>(29)</sup> pour une exposition de 8 heures devrait être appliqué.

Les critères suggérés sont basés sur une concentration maximale de la COHb d'au plus 0,025 (2,5 %) pour la population en général<sup>(22)</sup> et de 0,035 (3,5 %), selon les estimations de l'ACGIH <sup>(27)</sup>, chez les travailleurs. Les valeurs de concentrations dans l'air proposées sont donc adaptées, dans la mesure du possible, aux caractéristiques de l'exposition chez la population qui s'adonne à ces activités. Elles visent également à harmoniser, autant que faire se peut, les critères pour les travailleurs et pour la population générale. Il s'agit d'une concentration moyenne de 35 ppm pour 3 heures pour les populations assistant à un spectacle de véhicules moteurs et de 25 ppm pour une heure et 35 ppm pour 30 minutes pour les adeptes de karting. Pour les travailleurs, la concentration moyenne sur 8 heures devraient être de 25 ppm et moins.

Cependant, l'existence de populations vulnérables oblige tout de même à une certaine prudence. Aussi, est-il important que les personnes assistant aux spectacles de véhicules motorisés à l'intérieur, mais également et surtout les adeptes de karting intérieur (en raison de l'effort qu'ils doivent fournir) soient informées qu'elles sont exposées au CO, de l'intensité de cette exposition et des effets sur la santé qui peuvent en découler.

#### **4. MOYENS DE CONTRÔLE POSSIBLES POUR ASSURER UNE BONNE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR**

Le contrôle des contaminants par simple dilution est l'une des méthodes les moins efficaces et les plus énergivores de contrôle des polluants émis dans l'air ambiant. Cependant, c'est pratiquement la seule méthode utilisée lors des compétitions de moto-cross compte tenu de sa simplicité d'installation dans les arénas. La plupart des centres de karting y ont également recours, bien que certains utilisent des variantes comme la ventilation *push-pull* décrite précédemment.

La mesure idéale serait évidemment l'utilisation de véhicules moins polluants, solution nécessitant l'utilisation d'une quantité beaucoup moins grande d'air de dilution. Les go-karts pourraient être équipés de catalyseurs afin d'assurer une meilleure combustion et faire l'objet d'un programme d'entretien préventif. Une autre alternative consisterait à réduire le nombre de véhicules circulant en même temps (chaque véhicule supplémentaire utilisé augmentant la quantité totale de CO émis). Dans ce contexte, les intervenants de santé publique sont invités à insister sur ces alternatives lors de leurs contacts avec les promoteurs.

Cela étant dit, il semble bien que le recours à la ventilation par dilution sera généralisée au Québec pour ce type d'événement pendant plusieurs années encore. Compte tenu de cette situation, il convient de rappeler quelques principes de base en ventilation par dilution.

En théorie, les gaz d'échappement des engins motorisés ont tendance à occuper tout l'espace disponible dans un lieu donné. Par conséquent, lorsque le volume des gaz d'échappement générés par un véhicule sur une période de temps donné est connu, il est possible d'estimer les concentrations ambiantes en effectuant le calcul du ratio entre le volume du gaz d'échappement et le volume d'air dans l'édifice concerné. Par exemple, une accumulation de 100 m<sup>3</sup> de CO après une heure dans un édifice dont le volume est de 1 000 000 de m<sup>3</sup> donnera une concentration de CO de 100 parties par million (ppm). Aussi, pour diminuer de moitié la concentration de CO, il faudra réadmettre dans l'édifice l'équivalent de 1 000 000 de m<sup>3</sup> d'air frais par heure (soit 278 m<sup>3</sup>/sec), ce qui abaisserait la concentration à 50 ppm (soit 100 m<sup>3</sup> de CO dans 2 000 000 de m<sup>3</sup> d'air).

Donc, si le volume de l'édifice, le taux de génération de CO des véhicules motorisés ainsi que la capacité des équipements de ventilation en place sont connus, il sera possible d'estimer, de façon approximative, la concentration attendue de CO. Ces données permettront alors d'estimer la quantité de ventilation supplémentaire nécessaire pour atteindre un objectif de concentration à ne pas dépasser dans l'édifice concerné.

En pratique, il faudra toutefois considérer plusieurs facteurs et le résultat final sera toujours incertain. Plusieurs équations empiriques existent pour essayer de tenir compte de ces facteurs, mais l'analyse de leur application possible dépasse l'objectif du présent document.

Ce qu'il faut globalement retenir ici, c'est que chaque situation doit être évaluée indépendamment et que c'est souvent l'expérimentation qui permettra d'établir les débits d'air nécessaires. Dans la plupart des cas, les intervenants en santé environnementale n'auront pas les connaissances et l'expérience nécessaires pour s'impliquer dans le calcul des débits d'air de dilution requis. Cependant, il peut être intéressant de disposer d'un ordre de grandeur des volumes d'air nécessaires pour arriver à diminuer la contamination de l'air lors de tels événements.

Le tableau 3 présente les concentrations moyennes de CO mesurées au niveau des gradins lors de quatre compétitions de motocross tenues au Québec entre 1997 et 1999 en fonction du volume d'air de dilution utilisé lors de la compétition.

**Tableau 3 : Résumé des débits utilisés lors de différentes compétitions de motocross au Québec**

| ENDROIT<br>(année)      | VOLUME DE<br>L'ARENA<br>(pi <sup>3</sup> ) | DEBIT<br>TOTAL<br>(cfm) | CONCENTRATION MOYENNE DE CO<br>(résultats au niveau des gradins)                                                          |
|-------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Québec (1994)           | 3 130 000                                  | 235 000                 | Moyenne de 32 ppm sur 4 heures. Sept (7) pauses ajoutées à la programmation                                               |
| Victoriaville<br>(1998) | 1 553 000                                  | 132 000                 | Moyenne de plus de 60 ppm sur 4 heures. Aucune pause ajoutée à la programmation                                           |
| Rimouski<br>(1999)      | 1 600 000                                  | 57 600                  | Moyenne de 66 à 107 ppm sur 3 heures, selon l'endroit de mesure. Pauses fréquentes ajoutées et portes de garage ouvertes. |
| Val-d'Or<br>(1999)      | 1 325 000                                  | 110 000                 | Moyenne de 55 ppm sur 4 heures. Pauses fréquentes ajoutées à la programmation                                             |

En prenant pour acquis que l'on retrouve une moyenne de douze motos par compétition dans l'aréna, l'examen du tableau 3 permet de constater qu'il faut généralement plus de 20 000 pcm par moto pour arriver à s'approcher d'une moyenne de 35 ppm sur 3 heures et ceci, en incluant des pauses supplémentaires à la programmation régulière.

Pour ce qui est des centres de karting, il n'a pas été possible de présenter un tableau comparable, compte tenu de l'indisponibilité des données nécessaires. Cependant, il n'en demeure pas moins que les débits de ventilation requis seront importants. Dans les cas où le système de ventilation est actionné par l'atteinte d'une certaine concentration de CO, il faudrait tout de même rendre possible l'application d'une ventilation en continu lors des périodes d'achalandage.

## 5. CONCLUSION

Les spectacles de véhicules motorisés à l'intérieur d'édifices publics représentent un risque non négligeable d'exposition significative au CO. Par mesure préventive, des critères devraient être fixés pour éviter des surexpositions pour les utilisateurs et les travailleurs en tenant compte des personnes les plus vulnérables. Les situations entraînant des concentrations de COHb de plus de 0,025 et de 0,035 (2,5 % et de 3,5 %) pour la population en général et les travailleurs respectivement devraient être corrigées. Pour les spectacles de compétitions de véhicules motorisés, on recommande un critère de 35 ppm en moyenne sur 3 heures, et pour les adeptes de karting, 25 ppm sur 1 heure<sup>h</sup> et 35 ppm pour 30 minutes. Ces critères offrent une bonne marge de sécurité pour la majorité des spectateurs ou utilisateurs, car la plupart d'entre eux ne sont exposés que quelques fois par année, le risque augmentant avec la fréquence de l'exposition au cours de l'année. Ceci est particulièrement vrai dans le cas des spectateurs de compétitions de moto-cross qui n'assistent le plus souvent qu'à une seule compétition par année. Pour les travailleurs, la recommandation du CMPSATQ de 25 ppm sur 8 heures devrait être appliquée.

À la lumière des cas documentés jusqu'ici, il semble que le respect de ces recommandations représentera un défi important pour ce qui est des débits de ventilation requis et de sa répartition dans l'espace. Exprimés en termes de taux de changements d'air à l'heure, cela signifiera pour des arénas de grandeur moyenne, des débits d'air requis pouvant atteindre entre 7 et 10 changements d'air à l'heure pendant une compétition de véhicules moteurs (chaque situation devant être étudiée individuellement).

Enfin, il est fortement souhaitable d'obtenir la collaboration des intervenants du milieu des loisirs ainsi que du milieu municipal lors de la planification d'un événement impliquant des véhicules motorisés dans un édifice public et de la surveillance de la qualité de l'air, afin de tenir compte des critères présentés dans ce document.

---

<sup>h</sup> Le critère de 20 ppm (pour environ une heure d'exposition) qui a été proposé dans les arénas a été établi sur le même principe, soit d'éviter une augmentation de la COHb de plus de 0,025 (2,5 %) chez des individus qui fournissent des efforts très intenses.

## 6. RECOMMANDATIONS

- Que soit évitée toute situation pouvant amener une augmentation de carboxyhémoglobine résultant en une concentration supérieure à 0,025 (2,5 %) pour le public et 0,035 (3,5 %) pour les travailleurs lors d'utilisation de véhicules motorisés à l'intérieur d'édifices publics ce qui se traduit par;

| Population cible    | Activité           | Concentration moyenne de CO dans l'air (ppm) | Durée d'exposition (heure) |
|---------------------|--------------------|----------------------------------------------|----------------------------|
| Public <sup>i</sup> | Spectacle motorisé | 35                                           | 3                          |
|                     | Karting            | 25 ; 35                                      | 1 ; 0,5                    |
| Travailleurs        | Toutes activités   | 25                                           | 8                          |

- Qu'en l'absence d'étude spécifique de ventilation prouvant le contraire, soit considérée comme hautement suspecte toute installation ne permettant pas d'obtenir mécaniquement un nombre élevé de changement d'air frais à l'heure<sup>j</sup> ;
- Qu'un système de surveillance de la qualité de l'air avec afficheur numérique soit mis en place lors de la tenue d'un spectacle dans un aréna et en permanence dans les édifices pour go-karts ;
- Que des mesures correctives (augmentation du débit de la ventilation ou espacement des délais entre les compétitions) soient appliquées dès qu'il est prévisible que les critères seront dépassés ;
- Que l'on informe le public et les utilisateurs qu'ils sont exposés au CO en insistant sur la vulnérabilité des populations plus à risque (femmes enceintes, personnes atteintes de maladies cardiaques et pulmonaire). Un exemple des éléments d'information qui pourraient être diffusés aux adeptes de karting est résumé à l'annexe II.

---

<sup>i</sup> Le terme public comprend les spectateurs, les utilisateurs de gokart, les coureurs.

<sup>j</sup> L'expérience montre que dans la plupart des cas, le nombre minimal de changements d'air à l'heure du système de ventilation devrait se situer entre 7 et 10. Cependant seules les mesures d'air ambiant lors de la tenue du spectacle pourront nous assurer du respect du critère proposé dans ce guide.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

1. Lévesque B., Allaire S., Prud'Homme H., Rhainds M., Lebel G., Bellemare D., Dupuis K. Indoor motocross competitions : air quality evaluation. *Am Ind Hyg Assoc J* 1997; 58: 286-290.
2. Lévesque B., Allaire S., Prud'Homme H., Dupuis K., Bellemare D. Air quality monitoring during indoor Monster Truck and car demolition shows. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 2000; 10; 58-65.
3. Gagné D. *Évaluation de la qualité de l'air lors d'une compétition de motocross en aréna, Palais des Sports de Val-d'Or*. Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, Octobre 1999.
4. Asselin, S. et L. Lefebvre. *Étude exploratoire d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans les centres de karting de l'Île de Montréal*. Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, 1999.
5. Lavoie, M.-A. et C. Légaré. *Rapport de visite dans un centre de karting en Outaouais*.
6. Meredith T. et A. Vale. Carbon monoxide poisoning. *Br Med J*, 1988; 296:77-78.
7. Kuller L.H. et E.P. Radford. Epidemiological bases for the current ambient carbon monoxide standards. *Env. Health Persp* 1983; 52:131-139.
8. World Health Organization. Environmental Health Criteria 213-Carbon monoxide. Geneva, WHO, 1999.
9. Shephard R.J. et C.G. Wilber (eds): *Carbon monoxide: The Silent Killer*. Springfield: Charles C. Thomas, 1983.
10. Lauwerys R., Buchet J.P., Roels H.: *Les effets toxiques d'une exposition modérée au monoxyde de carbone: un risque souvent ignoré*. *Louvain Med* 1974; 93:231-326.
11. Dolan M.C. Carbon monoxide poisoning. *CMAJ* 1985; 133:392-399.
12. Anderson E.W., Andelman R.J., Strauch J.M., Fortuin N.J., Knelson J.H. Effect of low-level carbon monoxide exposure on onset and duration of angina pectoris. *Ann Intern Med* 1973; 79:46-50.
13. Aronow W.S., Harris C.N., Isbell M.W., Rokaw J.N., Imparato B. Effect of freeway travel on angina pectoris. *Ann Intern Med* 1972; 77:669-676.
14. Aronow W.S. et M.W. Isbell. Carbon monoxide effect on exercise-induced angina pectoris. *Ann Intern Med* 1973; 79:392-395.

15. Aronow W.S.: Aggravation of angina pectoris by two percent carboxy-hemoglobin. *Am Heart J* 1981; 101:154-157.
16. Aronow W.S. et J. Cassidy. Effect of carbon monoxide on maximal treadmill exercise. *Ann Int Med* 1975; 83:496-499.
17. Allred E.N., Bleecker E.R., Chaitman B.R., Dahms T.E., Gottlieb S.O., Hackney J.D., Pagano M., Selvester R.H., Walden S.M., Warren J. Short-term effects of carbon monoxide exposure on the exercise performance of subjects with coronary artery disease. *N Engl J Med* 1989; 321:1426-1432.
18. McFarland R.A., Roughton, F.J.W., Halperin M.H., Niven, J.J. The effects of carbon monoxide and altitude on visual thresholds. *J Aviat Med* 1944; 15:381-394.
19. Beard R.R., Grandstaff N. Carbon monoxide exposure and cerebral function. *Ann N Y Acad Sci* 1970; 174:385-395.
20. Ramsey J.M. Effects of single exposures of carbon monoxide on sensory and psychomotor response. *Am Ind Hyg Assoc J* 1973; 34:212-216.
21. Wright G., Randell P., Shephard R.J. Carbon monoxide and driving skills. *Arch Environ Health* 1973; 27:349-354.
22. World Health Organization. Environmental health criteria 13-*Carbon monoxide*. Geneva: WHO, 1979.
23. American Conference of Governmental Industrial Hygienist. Documentation of the Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs), sixth ed. Cincinnati; 1992.
24. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard. Occupational exposure to carbon monoxide. Cincinnati: Pub. no. 73-11000, 1973.
25. Health and Welfare Canada. *Exposure guidelines for residential indoor air quality*. A report of the Federal-Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health. Ottawa, 1989.
26. National Institute for Occupational Safety and Health. Pocket guide to chemical hazards. Cincinnati, 1997.
27. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs based on documentations for Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents Biological Exposure Indices. Cincinnati, 2001.

28. Gouvernement du Québec. *Règlement sur la qualité du milieu de travail* (LRQ, c-S2.1, r. 15, oct. 1996). Québec: Éditeur officiel du Québec, 1994.
29. Comité médical provincial en santé et sécurité au travail du Québec (CMPSATQ). *Guide de pratique professionnel : surveillance des travailleurs exposés au monoxyde de carbone*. Juillet 2001.
30. *Review of the national ambient air quality standards for carbon monoxide*. EPA. Final Rule, 40 CFR Part 50. Federal Register Sept. 13, 1985; 50:178-37484.
31. Coburn R.F., Forster R.E., Kane P.B. Considerations of the physiological variables that determine the blood carboxyhemoglobin concentration in man. *J Clin Invest* 1965; 11:1899-1910
32. CLSC-CHSLD Haute-Ville-des-Rivières. *Rapport sur la qualité de l'air dans un centre de karting à Québec*, 1999.

## **ANNEXE I**

### **Concentrations de carboxyhémoglobine selon le modèle de Coburn**

Adapté de :

World Health Organization, Environmental Health Criteria 13, Geneva, 1979”

| Table 2. (HbCO) Values predicted from Coburn et al. (1965) model                                              |                             |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Time                                                                                                          | 200 ppm                     |                 |                 | 100 ppm          |                  |                  | 75 ppm           |                  |                  | 50 ppm           |                  |                  |
|                                                                                                               | S                           | L               | H               | S                | L                | H                | S                | L                | H                | S                | L                | H                |
| 15 min                                                                                                        | 0,018<br>(1,8) <sup>k</sup> | 0,035<br>(3,5)  | 0,062<br>(6,2)  | 0,012<br>(1,2)   | 0,02<br>(2,0)    | 0,028<br>(2,8)   | 0,01<br>(1,0)    | 0,016<br>(1,6)   | 0,022<br>(2,2)   | 0,0082<br>(0,82) | 0,012<br>(1,2)   | 0,015<br>(1,5)   |
| 30 min                                                                                                        | 0,031<br>(3,1)              | 0,082<br>(8,2)  | 0,092<br>(9,2)  | 0,018<br>(1,8)   | 0,033<br>(3,3)   | 0,048<br>(4,8)   | 0,015<br>(1,5)   | 0,026<br>(2,6)   | 0,037<br>(3,7)   | 0,011<br>(1,1)   | 0,019<br>(1,9)   | 0,026<br>(2,6)   |
| 45 min                                                                                                        | 0,043<br>(4,3)              | 0,087<br>(8,7)  | 0,126<br>(12,6) | 0,024<br>(2,4)   | 0,046<br>(4,6)   | 0,065<br>(6,5)   | 0,019<br>(1,9)   | 0,035<br>(3,5)   | 0,049<br>(4,9)   | 0,014<br>(1,4)   | 0,025<br>(2,5)   | 0,034<br>(3,4)   |
| 60 min                                                                                                        | 0,055<br>(5,5)              | 0,11<br>(11,0)  | 0,155<br>(15,5) | 0,03<br>(3,0)    | 0,057<br>(5,7)   | 0,079<br>(7,9)   | 0,023<br>(2,3)   | 0,043<br>(4,3)   | 0,06<br>(6,0)    | 0,017<br>(1,7)   | 0,03<br>(3,0)    | 0,041<br>(4,1)   |
| 90 min                                                                                                        | 0,077<br>(7,7)              | 0,149<br>(14,9) | 0,202<br>(20,2) | 0,04<br>(4,0)    | 0,076<br>(7,6)   | 0,102<br>(10,2)  | 0,031<br>(3,1)   | 0,058<br>(5,8)   | 0,077<br>(7,7)   | 0,022<br>(2,2)   | 0,04<br>(4,0)    | 0,052<br>(5,2)   |
| 2 h                                                                                                           | 0,097<br>(9,7)              | 0,181<br>(18,1) | 0,237<br>(23,7) | 0,06<br>(6,0)    | 0,092<br>(9,2)   | 0,119<br>(11,9)  | 0,039<br>(3,9)   | 0,07<br>(7,0)    | 0,09<br>(9,0)    | 0,027<br>(2,7)   | 0,047<br>(4,7)   | 0,061<br>(6,1)   |
| 4 h                                                                                                           | 0,163<br>(16,3)             | 0,262<br>(26,2) | 0,304<br>(30,4) | 0,083<br>(8,3)   | 0,132<br>(13,2)  | 0,153<br>(15,3)  | 0,063<br>(6,3)   | 0,1<br>(10,0)    | 0,115<br>(11,5)  | 0,044<br>(4,4)   | 0,069<br>(6,9)   | 0,077<br>(7,7)   |
| 6 h                                                                                                           | 0,211<br>(21,1)             | 0,3<br>(30,0)   | 0,324<br>(32,4) | 0,107<br>(10,7)  | 0,151<br>(15,1)  | 0,162<br>(16,2)  | 0,081<br>(8,1)   | 0,113<br>(11,3)  | 0,122<br>(12,2)  | 0,056<br>(5,6)   | 0,078<br>(7,8)   | 0,082<br>(8,2)   |
| 8 h                                                                                                           | 0,245<br>(24,5)             | 0,317<br>(31,7) | 0,329<br>(32,9) | 0,124<br>(12,4)  | 0,159<br>(15,9)  | 0,165<br>(16,5)  | 0,094<br>(9,4)   | 0,12<br>(12,0)   | 0,124<br>(12,4)  | 0,064<br>(6,4)   | 0,08<br>(8,0)    | 0,083<br>(8,3)   |
| 24 h                                                                                                          | 0,327<br>(32,7)             | 0,332<br>(33,2) | 0,332<br>(33,2) | 0,185<br>(18,5)  | 0,187<br>(18,7)  | 0,168<br>(16,8)  | 0,124<br>(12,4)  | 0,125<br>(12,5)  | 0,125<br>(12,5)  | 0,084<br>(8,4)   | 0,084<br>(8,4)   | 0,083<br>(8,3)   |
| + de 24 h                                                                                                     | 0,334<br>(33,4)             | 0,332<br>(33,2) | 0,332<br>(33,2) | 0,188<br>(18,8)  | 0,187<br>(18,7)  | 0,16,8<br>(16,8) | 0,127<br>(12,7)  | 0,125<br>(12,5)  | 0,126<br>(12,6)  | 0,085<br>(8,5)   | 0,084<br>(8,4)   | 0,083<br>(8,3)   |
| Time                                                                                                          | 35 ppm                      |                 |                 | 25 ppm           |                  |                  | 10 ppm           |                  |                  | 5 ppm            |                  |                  |
|                                                                                                               | S                           | L               | H               | S                | L                | H                | S                | L                | H                | S                | L                | H                |
| 15 min                                                                                                        | 0,0072<br>(0,72)            | 0,01<br>(1,0)   | 0,013<br>(1,3)  | 0,0068<br>(0,68) | 0,0084<br>(0,84) | 0,01<br>(1,0)    | 0,0055<br>(0,55) | 0,0081<br>(0,81) | 0,0067<br>(0,67) | 0,0052<br>(0,52) | 0,0054<br>(0,54) | 0,0056<br>(0,56) |
| 30 min                                                                                                        | 0,0093<br>(0,93)            | 0,014<br>(1,4)  | 0,019<br>(1,9)  | 0,008<br>(0,80)  | 0,012<br>(1,2)   | 0,015<br>(1,5)   | 0,0081<br>(0,81) | 0,0072<br>(0,72) | 0,0082<br>(0,82) | 0,0054<br>(0,54) | 0,0057<br>(0,57) | 0,0060<br>(0,60) |
| 45 min                                                                                                        | 0,011<br>(1,1)              | 0,019<br>(1,9)  | 0,025<br>(2,5)  | 0,0095<br>(0,95) | 0,014<br>(1,4)   | 0,019<br>(1,9)   | 0,0066<br>(0,66) | 0,0081<br>(0,81) | 0,0095<br>(0,95) | 0,0056<br>(0,56) | 0,0061<br>(0,61) | 0,0064<br>(0,64) |
| 60 min                                                                                                        | 0,013<br>(1,3)              | 0,022<br>(2,2)  | 0,003<br>(3,0)  | 0,011<br>(1,1)   | 0,017<br>(1,7)   | 0,022<br>(2,2)   | 0,0071<br>(0,71) | 0,0090<br>(0,90) | 0,011<br>(1,1)   | 0,0058<br>(0,58) | 0,0083<br>(0,83) | 0,0068<br>(0,68) |
| 90 min                                                                                                        | 0,017<br>(1,7)              | 0,029<br>(2,9)  | 0,037<br>(3,7)  | 0,013<br>(1,3)   | 0,021<br>(2,1)   | 0,027<br>(2,7)   | 0,008<br>(0,8)   | 0,011<br>(1,1)   | 0,012<br>(1,2)   | 0,0062<br>(0,62) | 0,0069<br>(0,69) | 0,0074<br>(0,74) |
| 2 h                                                                                                           | 0,02<br>(2,0)               | 0,034<br>(3,4)  | 0,043<br>(4,3)  | 0,016<br>(1,6)   | 0,026<br>(2,6)   | 0,031<br>(3,1)   | 0,0089<br>(0,89) | 0,012<br>(1,2)   | 0,014<br>(1,4)   | 0,0066<br>(0,66) | 0,0073<br>(0,73) | 0,0078<br>(0,78) |
| 4 h                                                                                                           | 0,032<br>(3,2)              | 0,047<br>(4,7)  | 0,054<br>(5,4)  | 0,024<br>(2,4)   | 0,034<br>(3,4)   | 0,039<br>(3,9)   | 0,012<br>(1,2)   | 0,015<br>(1,5)   | 0,016<br>(1,6)   | 0,0077<br>(0,77) | 0,0084<br>(0,84) | 0,0086<br>(0,86) |
| 6 h                                                                                                           | 0,04<br>(4,0)               | 0,054<br>(5,4)  | 0,057<br>(5,7)  | 0,029<br>(2,9)   | 0,039<br>(3,9)   | 0,041<br>(4,1)   | 0,014<br>(1,4)   | 0,016<br>(1,6)   | 0,017<br>(1,7)   | 0,0085<br>(0,85) | 0,0088<br>(0,88) | 0,0088<br>(0,88) |
| 8 h                                                                                                           | 0,045<br>(4,5)              | 0,057<br>(5,7)  | 0,058<br>(5,8)  | 0,033<br>(3,3)   | 0,041<br>(4,1)   | 0,042<br>(4,2)   | 0,015<br>(1,5)   | 0,017<br>(1,7)   | 0,017<br>(1,7)   | 0,0091<br>(0,91) | 0,0091<br>(0,91) | 0,0089<br>(0,89) |
| 24 h                                                                                                          | 0,059<br>(5,9)              | 0,059<br>(5,9)  | 0,059<br>(5,9)  | 0,043<br>(4,3)   | 0,042<br>(4,2)   | 0,042<br>(4,2)   | 0,019<br>(1,9)   | 0,018<br>(1,8)   | 0,017<br>(1,7)   | 0,0105<br>(1,05) | 0,0093<br>(0,93) | 0,0089<br>(0,89) |
| + de 24 h                                                                                                     | 0,06<br>(6,0)               | 0,059<br>(5,9)  | 0,059<br>(5,9)  | 0,044<br>(4,4)   | 0,042<br>(4,2)   | 0,042<br>(4,2)   | 0,019<br>(1,9)   | 0,018<br>(1,8)   | 0,017<br>(1,7)   | 0,0106<br>(1,06) | 0,0093<br>(0,93) | 0,0089<br>(0,89) |
| S - sedentary subjects, L - light physical work, H - heavy physical work, all as defined in sections 9 and 10 |                             |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |

<sup>k</sup> Donnée originale en pourcentage

## **ANNEXE II**

**Éléments d'information intéressants à diffuser dans le contexte  
d'une exposition au monoxyde de carbone causée par des  
émanations dans l'air intérieur provenant de véhicules motorisés**

## **Avis aux utilisateurs et spectateurs des centres de karting : Des éléments d'information pertinents**

Les véhicules fonctionnant avec des moteurs à combustion sont susceptibles d'émettre des gaz, en particulier du monoxyde de carbone.

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et sans goût. Les limites de référence recommandées sont 35 parties par million (ppm) pour une exposition de 30 minutes et 25 ppm pour une heure. Si ces limites sont respectées, il n'y a pas à craindre pour la santé et il n'y a aucun symptôme associé à une telle exposition. Cependant, les femmes enceintes ainsi que les personnes souffrant d'anémie ou de problèmes cardiaques ou pulmonaires devraient éviter de s'exposer inutilement.

Pour des personnes non-vulnérables, les premiers symptômes d'une surexposition au monoxyde de carbone sont des maux de tête inhabituels, des nausées ou des étourdissements. Pour des périodes d'exposition de moins de 90 minutes, dans le contexte d'une activité de karting, ils surviennent à des concentrations élevées (environ 100 ppm).

Pour éviter une surexposition, il faut maintenir la concentration de monoxyde de carbone en-deçà des limites de référence recommandées..

Pour y arriver, les responsables de l'établissement ont plusieurs moyens à leur disposition :

- L'entretien préventif des véhicules.
- L'utilisation de catalyseurs.
- La ventilation de l'endroit pour permettre une bonne évacuation de l'air vicié vers l'extérieur et favoriser l'entrée d'air frais.
- La surveillance du niveau de monoxyde de carbone.
- La durée des pauses entre les courses

Ces interventions devraient assurer une bonne qualité de l'air pour les participants et le public.

Si vous ressentez un ou plusieurs symptômes après avoir participé ou assisté à une course :

- Demandez à votre entourage s'ils ont eu des malaises semblables. Si c'est le cas :
  - Aidez les responsables de l'endroit afin qu'ils prennent les mesures de sécurité nécessaires
  - Appelez le Centre Anti-Poison du Québec au 1-800-463-5060

Si vos malaises sont sévères ou persistants, quittez les lieux et consultez un médecin.