



information



formation



recherche



*coopération
internationale*

DÉFINITION NOSOLOGIQUE D'UNE
MALADIE À DÉCLARATION OBLIGATOIRE OU D'UNE
INTOXICATION ET D'UNE EXPOSITION SIGNIFICATIVE :
LE MONOXYDE DE CARBONE

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

MONOGRAPHIE

DÉFINITION NOSOLOGIQUE D'UNE
MALADIE À DÉCLARATION OBLIGATOIRE OU D'UNE
INTOXICATION ET D'UNE EXPOSITION SIGNIFICATIVE :
LE MONOXYDE DE CARBONE

DIRECTION DES RISQUES BIOLOGIQUES,
ENVIRONNEMENTAUX ET OCCUPATIONNELS
UNITÉ SANTÉ ET ENVIRONNEMENT

DÉCEMBRE 2002

AUTEURS

Guy Sanfaçon, Ph. D., pharmacologue-toxicologue, responsable du groupe de travail
Conseiller scientifique, Institut national de santé publique du Québec

Luc Bhérier, M.D., médecin-conseil en santé au travail
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Suzanne Brisson, M.D., médecin-conseil
Unité de santé au travail et environnementale, Direction de la santé publique de Montréal-Centre

Lise Laplante, M.D., M. Sc., médecin-conseil
Unité de santé au travail et environnementale, Direction de la santé publique de Laval

Simone Provencher, M.D., M. Sc., médecin-conseil
Secteur Évaluation/Recherche, Équipe Surveillance, Direction de la santé publique de la Montérégie

Cet ouvrage est une mise à jour du document :
Comité de santé environnementale du Québec. *Critères d'une intoxication et d'une exposition significative : monoxyde de carbone : fichier des maladies à déclaration obligatoire*. Québec, 1998, 26 pages.

***Ce document est disponible en version intégrale sur le site Web de l'INSPQ : [Hhttp://www.inspq.qc.ca](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 : INSPQ-2003-047

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2003
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU CANADA
ISBN 2-550-41612-0

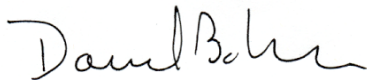
©Institut national de santé publique du Québec (2003)

AVANT-PROPOS

Le Comité de santé environnementale du Québec (CSE) a parrainé, au milieu des années 1990, au nom de l'ensemble du réseau de santé publique, des travaux sur les maladies à déclaration obligatoire (MADO) d'origine chimique. Il voulait ainsi canaliser une véritable volonté de plusieurs professionnels œuvrant en santé au travail, en santé environnementale, en toxicologie et en prévention des traumatismes de développer un système de surveillance efficace des intoxications chimiques aiguës et chroniques pour lequel une base de données MADO représenterait une source de connaissances utiles à l'action. Évidemment, un des enjeux principaux était de s'assurer que des critères de validité des données soient respectés. Aussi, afin d'assurer la saisie d'information valide dans la base de données MADO et de faciliter la tenue des enquêtes de santé publique, les travaux ont, entre autres, permis d'établir la nécessité de produire des définitions nosologiques et de proposer des stratégies d'intervention efficaces aux ressources de santé publique responsables de mener les enquêtes épidémiologiques.

Mandaté par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), des définitions nosologiques et de seuils d'intervention furent proposés par le CSE en 1997 et en 1998. Des monographies ont été rédigées sur les intoxications et les expositions au plomb, au sulfure d'hydrogène, au monoxyde de carbone, aux pesticides organophosphorés et carbamates ainsi qu'aux gaz irritants. Le dossier a été repris par l'Institut national de santé publique du Québec lorsque le CSE a cessé ses activités en avril 2000. De plus, suite aux travaux qui ont mené à l'adoption de la Loi sur la santé publique et de ses règlements, la liste des MADO d'origine chimique et physique a été révisée, puis adoptée le 5 novembre 2003. Quoique modifiée, la nouvelle liste s'inscrit néanmoins tout à fait en continuité avec les efforts déployés au cours de la dernière décennie.

La définition nosologique d'une intoxication et d'une exposition significative au monoxyde de carbone a été acceptée officiellement par le MSSS en janvier 2003 dans une lettre du directeur national de santé publique aux directeurs de santé publique. La présente monographie présente les fondements de cette définition.



Daniel G. Bolduc
Coordonnateur Santé et environnement
Institut national de santé publique du Québec

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	V
1 INTRODUCTION.....	1
2 HISTOIRE NATURELLE DE L'INTOXICATION AU MONOXYDE DE CARBONE	3
2.1 CARACTÉRISTIQUES.....	3
2.2 MODE D'EXPOSITION ET TOXICOCINÉTIQUE	3
2.3 MÉCANISMES D'ACTION.....	3
2.4 EFFETS SUR LA SANTÉ	4
2.5 PRINCIPAUX GROUPES À RISQUE	4
2.6 SEUILS, RÈGLEMENTS ET RECOMMANDATIONS EXISTANTS.....	5
3 AMPLEUR DU PROBLÈME ET POPULATIONS CIBLES	7
3.1 INTOXICATIONS INVOLONTAIRES NON RELIÉES AU TRAVAIL	8
3.2 INTOXICATIONS PROFESSIONNELLES.....	8
4 INDICATEURS.....	9
4.1 INDICATEURS BIOLOGIQUES.....	9
4.1.1 Carboxyhémoglobinémie.....	9
4.1.2 Air alvéolaire	9
4.2 INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX.....	9
4.2.1 Air ambiant.....	9
4.3 APPAREILS DE SURVEILLANCE (AVERTISSEURS DE CO).....	10
4.3.1 Air ambiant.....	10
5 CRITÈRES DE DÉCLARATION.....	13
5.1 SEUILS DE DÉCLARATION.....	13
5.2 CRITÈRES SUGGESTIFS D'UNE EXPOSITION AU CO EN L'ABSENCE D'ANALYSES ENVIRONNEMENTALES ET BIOLOGIQUES.....	14
5.2.1 Sources d'exposition au CO	14
5.2.2 Symptomatologie.....	14

6.....	DÉFINITIONS D'UNE INTOXICATION ET D'UNE EXPOSITION SIGNIFICATIVE	15
6.1	INTOXICATION	15
6.1.1	Cas confirmé	15
6.1.2	Cas clinique	15
6.2	EXPOSITION SIGNIFICATIVE	15
7	SUGGESTIONS DE MESURES PRÉVENTIVES	17
7.1	INTOXICATIONS INVOLONTAIRES NON RELIÉES AU TRAVAIL	17
7.2	INTOXICATIONS INVOLONTAIRES RELIÉES AU TRAVAIL.....	18
7.3	INFORMATION DU PUBLIC ET DES TRAVAILLEURS	19
7.4	RÉGLEMENTATION, NORMES.....	19
8	RECOMMANDATIONS POUR LA SURVEILLANCE DES CAS.....	21
9	INTERVENTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE SUITE À LA DÉCLARATION D'UN CAS	23
10	RÉFÉRENCES.....	25
11	AUTRES RÉFÉRENCES.....	27

GLOSSAIRE

ALTÉRATIONS À LA SANTÉ

Ensemble de signes et de symptômes cliniques, ou diminution de la fonction d'un système de l'organisme, liés à l'exposition à un contaminant. Ces altérations sont parfois réversibles avec le retrait de l'exposition.

CHARGE CORPORELLE (IMPRÉGNATION)

La charge corporelle témoigne de l'imprégnation et désigne la quantité d'un contaminant ou, le cas échéant, de ses produits de transformation métabolique, présents dans l'organisme. Elle peut être exprimée en quantité absolue (mg, nmol...) ou relativement à la masse corporelle (mg/kg, nmol/kg...). On peut généralement estimer la charge corporelle à partir d'une mesure urinaire ou sanguine du produit ou d'un de ses métabolites. Les connaissances sur la toxicocinétique du contaminant peuvent alors permettre d'en déduire la valeur de la charge corporelle. On peut parfois évaluer *in situ* la charge d'un contaminant au niveau d'un organe.

ENQUÊTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Enquête qui peut être faite par le directeur de santé publique dans toute situation où il a des motifs sérieux de croire que la santé de la population est menacée ou pourrait l'être et en particulier lorsqu'il reçoit une déclaration d'une intoxication, d'une infection ou d'une maladie à déclaration obligatoire (MADO) ou lorsqu'il reçoit un signalement d'une menace, réelle ou appréhendée, à la santé de la population afin de déterminer et de s'assurer de la mise en application des mesures de protection de la santé publique permettant d'éviter la survenue de nouveaux cas (Gouvernement du Québec 2001*).

EXPOSITION SIGNIFICATIVE

Dans le contexte d'une exposition aiguë, si des manœuvres pour retirer rapidement la ou les victimes de l'exposition n'avaient pas été faites ou si des traitements pour prévenir l'absorption de l'agent chimique n'avaient pas été effectués rapidement ou si l'incident qui a permis l'exposition avait été plus important (en quantité, en concentration, en durée, etc.) une intoxication serait survenue.

Dans le contexte d'une exposition chronique, la ou les personnes qui ont été exposées à l'agent chimique de la même manière qu'un cas confirmé ou clinique mais qui n'ont pas encore développé la maladie, pourraient être inclus dans cette catégorie.

En tenant compte de l'histoire, des circonstances de l'événement, l'exposition à cet agent chimique correspond aux critères définis dans le document d'appui à une « définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication ou d'une exposition significative ».

INDICATEUR BIOLOGIQUE (BIOINDICATEUR)

Nous désignons sous l'appellation d'indicateur une substance mesurée dans un tissu, le sang ou un excréta, ou un test physiologique ou fonctionnel qui nous renseigne quant au lien entre la personne exposée et le toxique ou contaminant; nous en considérons trois types : les indicateurs d'exposition,

* Gouvernement du Québec, Projet de loi n° 36 : Loi sur la santé publique, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2001, 42 p.

d'effet et de susceptibilité.

INDICATEUR BIOLOGIQUE D'EFFET

Indicateur dont la variation traduit une altération cellulaire, tissulaire ou physiologique, réversible ou non, découlant de l'exposition à un contaminant, ou test physiologique dont le résultat permet d'apprécier une telle altération cellulaire ou tissulaire ou physiologique.

INDICATEUR BIOLOGIQUE DE SUSCEPTIBILITÉ

Indicateur témoignant d'une probabilité plus grande pour un individu que pour la majorité des individus, de survenue d'un effet toxique.

INDICATEUR BIOLOGIQUE D'EXPOSITION

Indicateur qui permet d'évaluer la charge corporelle ou la concentration tissulaire d'un contaminant. Il s'agit le plus souvent du contaminant lui-même ou d'un de ses métabolites, mais aussi parfois d'une substance endogène dont la concentration dans un tissu ou un liquide biologique varie en fonction de la charge corporelle ou de la concentration tissulaire d'un toxique.

INDICE BIOLOGIQUE D'EXPOSITION (IBE)

Valeur de référence d'un indicateur biologique de référence correspondant généralement aux concentrations biologiques attendues, pour un paramètre donné, chez un travailleur sain exposé par voie respiratoire à des niveaux de contaminants équivalents aux normes environnementales en milieu de travail pendant 8 heures par jour et 5 jours par semaine et ce, en ne tenant compte que de l'absorption pulmonaire. Dans quelques rares situations, les IBE proposés correspondent à des niveaux d'exposition inférieurs aux normes, dans le but de prévenir certains effets sur la santé. Les IBE ne sont pas destinés à mesurer des effets nocifs ou à diagnostiquer une pathologie professionnelle; ils correspondent à une mesure « biologique » de l'exposition (Truchon, 1999*).

INTOXICATION AIGÜE

Une intoxication est dite aiguë lorsque les manifestations de toxicité apparaissent suite à une exposition unique ou répétée dans un temps court (minutes, heures, jours). C'est donc la durée du contact ou de l'exposition, et non la sévérité de la symptomatologie qui définit la nature aiguë de l'intoxication.

INTOXICATION CAS CLINIQUE

Repose sur la présence de critères suffisamment spécifiques, mais non pathognomoniques pour accepter la déclaration. On y retrouve généralement une association de signes cliniques, de symptômes et d'analyses de laboratoire tels que décrit dans le document d'appui à une « définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication ou d'une exposition significative ».

* Truchon G, Guide de surveillance biologique - Prélèvement et interprétation des résultats, 5e éd., Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail, mai 1999, 103 p.

INTOXICATION CAS CONFIRMÉ

Une analyse positive de laboratoire qui est pathognomonique pour l'agent chimique ou de la maladie; ou une symptomatologie et des signes cliniques considérés comme étant aussi spécifiques que l'analyse de laboratoire susmentionnée tels que décrit dans le document d'appui à une « définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication ou d'une exposition significative ».

INTOXICATION CHRONIQUE

Une intoxication est dite chronique lorsque ses manifestations apparaissent après une exposition soutenue ou répétée dans le temps (semaines, mois, années) à l'agent responsable.

Dans le contexte d'une exposition environnementale ou en milieu de travail à un agent chimique, le profil de dose, variera d'une journée à l'autre et même au cours d'une même journée. Par ailleurs, l'intoxication chronique peut découler de l'accumulation progressive du contaminant dans l'organisme jusqu'à ce que sa concentration atteigne une valeur seuil critique au niveau de l'organe cible. Il est aussi possible que les manifestations de l'intoxication chronique découlent de l'accumulation de micro-lésions jusqu'au point où elles aboutissent à des manifestations observables chez les individus, mais sans que nécessairement le toxique lui-même ne s'accumule dans l'organisme.

INTOXICATION SUBAIGUË

L'intoxication subaiguë est celle qui apparaît suite à une d'exposition de quelques jours à quelques semaines.

MANIFESTATIONS PRÉCOCES DE L'INTOXICATION (EFFETS SUBCLINIQUES)

Une ou plusieurs modifications biochimiques ou cellulaires liées à l'exposition à un contaminant et souvent préalables à l'apparition de signes ou de symptômes cliniques ou à la diminution de la réserve fonctionnelle d'un système de l'organisme. Ces manifestations sont habituellement réversibles* avec le retrait de l'exposition.

TOXICITÉ

La toxicité est l'aptitude d'un contaminant à provoquer des dommages chez un être vivant. Sa définition doit tenir compte de la dose d'exposition ou la dose absorbée, de la voie d'absorption, du mode de distribution dans le temps (dose unique ou doses répétées), du type et de la gravité des lésions et du temps nécessaire pour que ces dommages ou lésions apparaissent.

* Les effets réversibles sont les altérations affectant le fonctionnement et la structure d'une cellule ou d'un tissu qui viennent à disparaître lorsque l'exposition à la substance toxique cesse. Les effets irréversibles sont ceux qui persistent ou s'accroissent, même après que l'exposition soit arrêtée.

1 INTRODUCTION

Ce document a été rédigé à l'appui de la définition d'une intoxication et d'une exposition significative au monoxyde de carbone. Il fait la synthèse de la documentation plus exhaustive rendue disponible par d'autres organisations (ex. Organisation mondiale de la Santé (OMS), Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)). Ce document a été préparé dans la perspective d'un système de déclaration et apporte des éléments d'information dans le contexte québécois. Il s'adresse d'abord aux intervenants de santé publique.

2 HISTOIRE NATURELLE DE L'INTOXICATION AU MONOXYDE DE CARBONE

2.1 CARACTÉRISTIQUES

- Gaz inodore, incolore, sans goût, non irritant, donc impossible à détecter par les sens.
- Densité voisine de celle de l'air (0,976) - grande diffusibilité.

2.2 MODE D'EXPOSITION ET TOXICOCINÉTIQUE

- Absorption exclusivement par voie respiratoire.
- Diffusion très rapide à travers la membrane alvéolo-capillaire et la membrane placentaire.
- Liaison stable mais réversible de 80 à 90 % du CO à l'hémoglobine (Hb) pour former la carboxyhémoglobine (COHb). Affinité du CO pour l'hémoglobine d'environ 230 fois plus grande que l'oxygène (O₂). Demi-vie de la COHb d'environ 3 à 5 heures (air ambiant)^{2,3,4}.
- Liaison à la myoglobine des cellules musculaires myocardiques et squelettiques^{5,6}. Affinité 3 fois plus grande pour les fibres myocardiques que pour les squelettiques. Demi-vie plus longue que celle de la COHb (durée non précisée)⁶. Affinité plus grande pour l'hémoglobine foetale.
- Liaison aux divers cytochromes (surtout a₃ et P450) jouant un rôle dans la respiration mitochondriale^{4,7}.
- Liaison de 10 à 15 % du CO absorbé à des protéines extra-vasculaires (myoglobine et cytochrome)^{2,5} et jusqu'à 40 % lors de conditions hypoxiques⁸.
- Élimination inchangée par voie pulmonaire.
- Présence normale de 0,5 % de COHb d'origine endogène provenant de la dégradation des protéines hémiques.
- Production endogène de CO lors de la transformation métabolique du chlorure de méthylène (dichlorométhane)⁴ ou d'anémie hémolytique.

2.3 MÉCANISMES D'ACTION

- Principal mécanisme d'action : compétition avec l'oxygène entraînant une hypoxie relative.
- Réduction de la libération d'oxygène au niveau cellulaire : déplacement de la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine (O₂Hb) vers la gauche suite à la modification allostérique de l'hème consécutive à la fixation du CO⁶.
- Perturbation des mécanismes de respiration cellulaire par la fixation du CO aux cytochromes mitochondriaux^{4,7}.
- Dysfonction des cellules musculaires cardiaques et squelettiques à la suite de la fixation du CO sur la myoglobine^{5,6}.

2.4 EFFETS SUR LA SANTÉ

Tableau 1 Symptomatologie d'une intoxication au monoxyde de carbone chez un individu sain

COHb sanguin (%)	Symptômes
5 à 10 %	Élévation du seuil de perception lumineuse
10 à 20 %	Céphalées
20 à 30 %	Céphalées, vertiges, nausées, hyperpnée, tachycardie
30 à 40 %	Confusion, perte de conscience, tachycardie, hyperpnée, nausées
40 à 50 %	Altération de la vue, de l'audition, dysfonctions intellectuelles, faiblesse musculaire
50 à 70 %	Coma, convulsions, dépression cardio-respiratoire
+ de 66 %	Décès

Note : COHb normale chez le non-fumeur: < 2 %
COHb normale chez le fumeur: 5-9 % ⁷

Source : Adapté de LeGuet-Develay²

- Manifestations polymorphes dénuées de toute spécificité : l'intoxication au CO peut facilement être confondue avec une infection des voies respiratoires supérieures, une intoxication alimentaire ou de l'hyperventilation⁹.
- Symptômes hâtifs les plus fréquents : céphalée, asthénie, vertiges, nausées, dyspnée, tachycardie pouvant évoluer jusqu'à des arythmies cardiaques, à des troubles neurologiques, à la perte de conscience, au coma et au décès¹⁰.
- Séquelles neurologiques (délai de 3 à 21 jours) : trou de mémoire, démence, syndrome parkinsonien, convulsions, incontinence, changements de personnalité, etc.^{5,8}.
- Accélération possible du processus athérosclérotique à la suite d'une exposition chronique au CO¹¹ ne se produit que chez la personne porteuse d'autres facteurs de risque¹².
- Dans certaines conditions, la COHb peut être un indicateur fiable de l'exposition mais elle n'est pas nécessairement corrélée aux symptômes, ni au pronostic et ne doit pas servir de seule base pour le choix du traitement. Plusieurs facteurs peuvent influencer la COHb, par exemple la durée et l'intensité de l'exposition, le temps écoulé entre l'arrêt de l'exposition et le prélèvement sanguin, l'administration d'oxygène ou « l'exposition » à l'air ambiant avant le prélèvement sanguin.

2.5 PRINCIPAUX GROUPES À RISQUE

- Personnes atteintes de pathologie cardiaque (ischémique ou disrythmique). Selon de nombreux auteurs ^{4,6,7,13-16}, des niveaux de COHb de 2 à 6 % seraient suffisants pour précipiter des crises angineuses ou des arythmies chez des patients angineux ou porteurs de trouble du rythme.
- Personnes atteintes de pathologie pulmonaire¹⁷.
- Personnes atteintes de pathologie perturbant le transport d'O₂ (anémie, hémoglobinopathie)¹⁷.
- Personnes avec besoins accrus en O₂ (fièvre, hyperthyroïdie, grossesse, etc.)¹⁷.
- Enfants et jeunes adultes (ventilation accrue)¹⁷.

- Femmes enceintes (production de CO endogène augmenté de trois fois, besoins accrus en O₂, absorption de CO augmentée par un rythme respiratoire accru)⁴.
- Foetus (niveau de COHb maternelle accru, affinité plus grande de l'hémoglobine foetale pour le CO, dissociation plus lente de la COHb, COHb foetale pouvant dépasser de 40 à 60 % la COHb maternelle, faible relation entre les effets observés chez la mère et ceux du foetus)^{5,18}.
- Personnes effectuant un exercice physique intense dans un milieu contaminé au CO et inadéquatement ventilé (ex. : patineurs dans un aréna)⁷.

2.6 SEUILS, RÈGLEMENTS ET RECOMMANDATIONS EXISTANTS

Tableau 2 Recommandations en milieu de travail

Organisme	Concentration de CO (ppm)	Durée
Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	50 TWA ^a	8 heures ⁷
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)	35 TWA 200 TLV ^b	8 heures valeur plafond
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)	25 TWA	8 heures ¹⁹
Règlement sur la qualité du milieu de travail (Québec) (RQMT)	35 VEMP ^c 200 VECD ^d	8 heures 15 minutes, pas plus de 4 fois/j ²

^aTWA = Threshold Weight Average

^bTLV = Threshold Limit Value

^cVEMP = Valeur d'exposition moyenne pondérée

^dVECD = Valeur d'exposition de courte durée

Source : CDC, 1997⁷; NGUYEN, 1995¹⁹; Gouvernement du Québec, 1994²⁰.

Note : Ces recommandations sont développées pour protéger un travailleur en bonne santé et ne sont pas applicables aux enfants, aux personnes âgées ou aux personnes avec condition cardio-pulmonaire préexistante, etc.¹⁹.

Tableau 3 Recommandations en milieu résidentiel et lieux publics

Organisme	Concentration de CO (ppm)	Durée
Santé et Bien-être social Canada (1989)	25	1 heure
	11	8 heures
Organisation mondiale de la Santé (OMS) (1987)	90	15 minutes
	50	30 minutes
	25	1 heure
	10	8 heures
American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE)	9	24 heures
Environmental Protection Agency (EPA)	35	1 heure
	9	8 heures

Source : Beausoleil, 1996²¹

Note : Pour s'assurer que la COHb est moins de 2 % chez les patineurs non fumeurs, la concentration de CO dans un aréna (glace intérieure) devrait être inférieure ou égale à 20 ppm^{7,22}.

3 AMPLEUR DU PROBLÈME ET POPULATIONS CIBLES

Les manifestations cliniques dues à une intoxication au monoxyde de carbone diffèrent grandement selon l'intensité et la durée de l'exposition. Les intoxications légères provoquent des symptômes non spécifiques qui peuvent facilement passer inaperçus alors que les intoxications graves peuvent conduire au décès. Quatre principales sources de données peuvent être consultées pour documenter l'ampleur des intoxications au CO au Québec : le fichier des décès du Québec, le fichier du coroner, les chambres hyperbares et le Centre Anti-Poison du Québec (CAPQ)^{23,24,25}.

Selon le fichier des décès du Québec, 955 personnes sont décédées à la suite d'une intoxication au monoxyde de carbone durant les années 1990 à 1994. Ainsi, pour ces années, une moyenne de 190 décès reliés à des intoxications au CO sont observés annuellement, dont environ 42 sont de cause accidentelle. Parmi ces décès accidentels, 24 sont reliés à des incendies et 18 à des causes diverses. Les données provenant du fichier du coroner indiquent des proportions semblables avec une moyenne annuelle de 14 décès involontaires non reliés aux incendies pour les années 1989 à 1994.

Au Québec, il y a deux chambres hyperbares en milieu hospitalier qui sont situées à l'Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal et à l'Hôtel-Dieu de Lévis. Les cas d'intoxications au CO qui y sont traités sont référés de partout au Québec soit par le médecin traitant, le médecin de la salle d'urgence ou le CAPQ. Les cas traités répondent à certains critères de sélection : ce sont généralement des intoxications graves ou qui surviennent chez des patients plus sensibles aux effets du CO. Pour les années 1993 à 1995, 429 patients y ont été traités pour intoxication au CO, ce qui correspond à une moyenne de 143 cas par année. Environ 66 % (94) des cas sont involontaires et 20 % de ceux-ci sont reliés à un incendie. En somme, une moyenne annuelle de 75 intoxications involontaires au CO, secondaires à d'autres causes que les incendies, sont traitées en chambre hyperbare au Québec.

Le CAPQ offre un service de réponse téléphonique disponible 7 jours par semaine et 24 heures par jour pour tous les types d'intoxication. Il reçoit des appels de la population générale ou de professionnels de la santé, autant pour des demandes d'information que pour des consultations d'urgence pour une intoxication aiguë. Sur une période de deux ans et demi (1^{er} janvier 1994 au 30 juin 1996), le CAPQ a enregistré 2000 cas qui se rapportaient à une intoxication réelle ou potentielle au CO. Parmi ces demandes, 1797 étaient en rapport avec une intoxication involontaire au CO dont 128 reliées à un incendie. Ainsi, un nombre moyen annuel de 668 cas d'intoxication au CO est rapporté par le CAPQ au cours des dernières années.

L'analyse temporelle des données du CAPQ depuis 1988 suggère une tendance à la hausse dans le nombre d'intoxications au CO. Ce phénomène n'est toutefois pas observé dans les autres banques de données. L'accroissement observé du nombre d'intoxications au CO est supérieur à la hausse observée pour l'ensemble des intoxications rapportées au CAPQ. Cette tendance à la hausse ne s'explique pas totalement par une fréquence accrue des consultations au CAPQ et semble indiquer une augmentation réelle des intoxications au CO, vraisemblablement celles de gravité moindre, qu'on ne retrouve pas à la chambre hyperbare ou au fichier des décès.

3.1 INTOXICATIONS INVOLONTAIRES NON RELIÉES AU TRAVAIL

Les intoxications involontaires non reliées au travail se produisent principalement durant les mois les plus froids (décembre à février), avec respectivement 40 % et 48 % des cas traités à la chambre hyperbare et rapportés au CAPQ. La majorité des intoxications au CO se produisent chez les individus de 15 à 64 ans et affectent trois fois plus d'hommes que de femmes.

Quelle que soit la banque de données consultée, la source d'émission de CO la plus fréquente est le véhicule moteur (automobile). Cette source de CO est particulièrement importante dans les cas graves ayant conduit au décès puisque 67 % des cas du coroner y sont reliés. Les autres sources responsables des intoxications au CO sont les fournaises, les appareils et outils à moteur et les réfrigérateurs fonctionnant au moyen d'un combustible (l'ordre d'importance peut varier d'une banque de données à l'autre). Les trois principaux lieux d'intoxication sont la maison et les alentours, le garage et l'atelier de la maison et le véhicule. Les données du CAPQ, plus complètes pour cette variable, montrent que l'importance de ces lieux varie selon le sexe. Par exemple, la proportion d'intoxications dans la maison est plus élevée chez les femmes alors que l'inverse est observé pour les intoxications dans le garage ou l'atelier. Le combustible le plus impliqué indépendamment de la banque de données est la gazoline (49 % à 76 % selon les sources) ce qui s'explique par la fréquence élevée des véhicules et appareils et outils à moteur comme source d'intoxication. Le propane (14 % à 15 %) vient au second rang suivi de l'huile (1 % à 10 %). Au CAPQ, l'analyse des circonstances entourant les intoxications a permis d'identifier l'utilisation d'appareils défectueux dans 45 % des cas connus et un problème de ventilation dans 25 % des cas.

3.2 INTOXICATIONS PROFESSIONNELLES

Au CAPQ, 31 % (553) des cas d'intoxication involontaire sont d'origine professionnelle alors qu'aux chambres hyperbares cette proportion est de 11 % (20). Au bureau du coroner, deux cas (2 %) ont été recensés entre 1989 et 1994. Selon le fichier du CAPQ, la description des intoxications d'origine professionnelle selon l'âge, le sexe et le mois ne diffère pas de façon importante de celle des cas involontaires non reliés au travail. Des différences sont toutefois observées dans les causes et les circonstances de l'intoxication. Les deux sources de CO les plus fréquentes sont les appareils et outils à moteur (24 %) et les chariots élévateurs (24 %). Le propane (35 %) est aussi souvent impliqué que la gazoline (35 %) (contrairement aux intoxications accidentelles non reliées au travail pour lesquelles la gazoline arrive au premier rang). En milieu de travail, les usines et entrepôts (19 %), les garages et ateliers commerciaux (13 %) et les véhicules (6 %) sont les lieux les plus souvent rapportés; 55 % des cas réfèrent à un lieu de travail non précisé.

4 INDICATEURS

4.1 INDICATEURS BIOLOGIQUES

4.1.1 *Carboxyhémoglobinémie* (voir tableau 4)

Indication

Permet de poser un diagnostic d'intoxication ou de confirmer une exposition au CO.

Mise en garde

Indicateur de fiabilité variable car plusieurs facteurs peuvent influencer l'interprétation des résultats. Un résultat entre 5 et 10 % n'est pas nécessairement un indicateur d'absence d'exposition. Il est d'abord nécessaire de savoir si le patient est un fumeur ou non, quelle a été la durée et l'intensité de l'exposition, quel délai y a-t-il eu entre la fin de l'exposition et la prise de sang et si le patient a reçu de l'oxygène ou non. Il n'y a pas nécessairement de corrélation entre le taux de COHb et la symptomatologie. Les résultats peuvent dépendre de la méthodologie utilisée pour doser la COHb (ex : interférence avec hémoglobine foetale ou des situations où se produit une hémoglobine foetale).

4.1.2 *Air alvéolaire* (voir tableau 4)

Indication

Permet de poser ou de confirmer le diagnostic d'une exposition au CO.

Mise en garde

Indicateur relativement peu utilisé. Il demande une bonne collaboration du patient pour obtenir un résultat fiable. Celui-ci peut être inexact si le patient a pris de l'alcool ou a une déficience en lactase (production accrue d'hydrogène lors de jeûne). Cet indicateur lorsque utilisé chez les fumeurs ne doit pas être comparé aux références des non-fumeurs.

4.2 INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

4.2.1 *Air ambiant* (voir tableau 5)

Indication

Confirme la présence de CO dans le lieu d'exposition.

Mise en garde

Indicateur pas toujours facile à obtenir car tous les intervenants ne sont pas munis d'appareil de mesure. Les résultats peuvent ne pas refléter l'exposition si des modifications de l'environnement (ex : ventilation du lieu, événement terminé, fluctuation) ont eu lieu. Les résultats peuvent varier selon le type d'appareils.

Tableau 4 Indicateurs biologiques d'une exposition au monoxyde de carbone

Indicateur	Méthodes	Avantages	Désavantages
Carboxyhémoglobine	Discordance entre la PO ₂ du gaz artériel et la saturométrie	Utilisation occasionnelle en clinique	Peu spécifique Très peu sensible
	Réaction chimique	Simple	Résultats variables Technique désuète Peu rapide
	Spectrophotométrie (coaximètre)	Peu dispendieux Relativement facile à faire selon les techniques Rapide Peut être automatisé	Résultats moins fiables pour carboxyhémoglobine < 2.5 %
	Chromatographie en phase gazeuse	Sensible et reproductible Test à utiliser pour carboxyhémoglobine < 2.5 % Test étalon	Test laborieux Dispendieux Nécessite beaucoup de sang
Air alvéolaire	Mesure CO par cellule électrochimique ou spectromètre infrarouge	Non invasif Rapide et facile Mesures peuvent se faire sur le terrain Bonne corrélation (.98)	Nécessite la coopération du patient Résultats peuvent être affectés par l'alcool et une déficience en lactase
	Tubes colorimétriques	Non invasif Rapide et facile Résultats immédiats	Manque de précision Interférences avec d'autres gaz

Tableau 5 Indicateurs environnementaux d'une exposition au CO

Indicateur	Méthodes	Avantages	Désavantages
Air ambiant	Tubes colorimétriques	Utiles pour mesures ponctuelles Facile et rapide	Manque de précision (± 25 %)
	Appareils à cellule électrochimique	Maniable Mesures prolongées possibles	Problèmes d'interférence Calibrations requises
	Spectromètre infrarouge	Appareils les plus justes Mesure directe Peu d'interférence	Dispendieux Calibrations requises

4.3 APPAREILS DE SURVEILLANCE (AVERTISSEURS DE CO)

4.3.1 *Air ambiant* (voir tableaux 6A et 6B)

Indication

Avertir de la présence de CO dans un lieu.

Mise en garde

Indicateur dépendant de la concentration de CO. L'avertisseur se déclenche à partir d'une certaine concentration mesurée durant une certaine période de temps. Sensibilité dépendante du type d'appareils. L'emplacement de l'appareil dans la pièce et l'application des programmes d'entretien et de calibration peuvent avoir une influence sur le fonctionnement de l'appareil. Fiabilité réduite en cas d'augmentation exponentielle rapide du taux de CO dans l'air.

Tableau 6A Appareils de surveillance du CO dans l'air ambiant donnant une alarme sonore ou visuelle

Indicateur	Méthodes	Avantages	Désavantages
Air ambiant	Cellules colorimétriques sur ruban	Méthode spécifique Facile et rapide	Résultats très variables
	Appareils à cellule électrochimique	Facile et rapide	Problèmes d'interférence avec d'autres gaz

Tableau 6B Appareils de surveillance du CO dans l'air ambiant qui provoque une mesure de protection

Indicateur	Méthodes	Avantages	Désavantages
Air ambiant	Arrêt en apport de combustible	Méthode spécifique Facile et rapide Fiable	Peu répandu en milieu résidentiel
	Augmente le degré de ventilation		Pas toujours efficace

5 CRITÈRES DE DÉCLARATION

5.1 SEUILS DE DÉCLARATION

Les seuils de déclaration ont été établis afin de surveiller et d'intervenir dans les milieux à risque et non auprès d'individus à risque.

Tableau 7 Seuils de déclaration des intoxications et expositions au CO

Indicateur	Particularités	Seuil de déclaration	Justifications
Carboxyhémoglobine	Non-fumeur	3,5 %	Niveau d'intervention suggéré par l'ACGIH qui protège des anomalies neurocomportementales, maintient la capacité cardiovasculaire de réponse à un effort accru par une personne en santé ²⁵ .
	Fumeur	10 %	Niveau d'intervention suggéré compte tenu que les valeurs normales se situent entre 5-9 %.
Air alvéolaire	Non-fumeur	20 ppm	Ce seuil suggéré par l'ACGIH correspond à une valeur de 3,5 % de HbCO chez un individu sain. Il est possible de transformer les résultats de ppm en carboxyhémoglobine et d'utiliser ces derniers comme critères de déclaration. Formule de correspondance : % COHb = (ct/5) - 0.5; ct = mesure au temps T du CO en ppm dans l'air expiré.
Air ambiant	Milieu de travail	25 ppm	Ce seuil a été déterminé par l'ACGIH pour une exposition de 8 heures qui occasionnerait chez les travailleurs sains un taux de COHb de 3,5 %.
	Milieu domestique	Indéterminé	Compte tenu que des mesures précises de CO sont rarement prises dans les résidences privées, aucun seuil n'a été déterminé. Les avertisseurs de CO surveillent continuellement l'air intérieur, déclenchent la présence de CO et s'activent avant que le niveau ne devienne dangereux. Le déclenchement se fait lorsque la concentration de CO dans l'air entraîne une concentration sanguine de carboxyhémoglobine de 10 % chez un adulte en santé. Par exemple, un avertisseur devrait s'activer après 90 minutes lorsque la concentration de CO dans l'air est de 100 ppm tandis qu'il ne prendrait que 15 minutes si la concentration était de 400 ppm.

5.2 CRITÈRES SUGGESTIFS D'UNE EXPOSITION AU CO EN L'ABSENCE D'ANALYSES ENVIRONNEMENTALES ET BIOLOGIQUES

Pour déclarer un cas, il faut la présence des deux critères suivants : histoire compatible avec une exposition au CO et symptomatologie.

5.2.1 Sources d'exposition au CO

Pour retenir une histoire compatible avec une exposition au CO, il faut la présence d'une source et d'un combustible.

Sources d'émission de CO

Fournaise, chaufferette, poêle, foyer, chauffe-eau, réfrigérateur, véhicule moteur, appareil à moteur, machinerie lourde, chariot élévateur, barbecue, resurfaeuse, lampe, fonderie, incendie, travail avec explosifs, etc.

Combustibles

Propane, huile, gaz naturel, kérosène, gazoline, bois, charbon, diesel, explosifs*, autre combustible.

Circonstances

Appareil défectueux, défaut d'installation, ventilation inadéquate, mauvaise utilisation, incendie.

5.2.2 Symptomatologie

Les signes et symptômes non spécifiques suivants sont compatibles avec une exposition au CO et permettent la déclaration d'un cas lorsque aucune valeur de mesure biologique n'est disponible : céphalée principalement frontale, vertiges, étourdissements, faiblesse (fatigue), confusion, nausées, vomissements, tachycardie (palpitations), arythmies cardiaques, perte de conscience, coma.

* Les explosifs ne sont pas des combustibles mais ce terme doit être utilisé pour compléter le fichier MADO à l'item combustible.

6 DÉFINITIONS D'UNE INTOXICATION ET D'UNE EXPOSITION SIGNIFICATIVE

6.1 INTOXICATION

6.1.1 Cas confirmé

Histoire compatible avec une exposition au CO, associée à une description explicite des circonstances laissant peu de doute quant à la présence de CO

et

détection dans le sang d'un taux de carboxyhémoglobine égal ou supérieure à 3,5 % chez un non-fumeur ou égal ou supérieure à 10 % chez un fumeur.

6.1.2 Cas clinique

Manifestation clinique de deux* signes ou symptômes compatibles ou plus

et

histoire compatible avec une exposition au CO, associée à une description explicite des circonstances laissant peu de doute quant à la présence de CO

et

soit : une mesure de CO dans l'air ambiant égale ou supérieure à 25 ppm au moment de l'événement ou lors de l'enquête **ou** l'association (temps, lieu) à au moins un cas confirmé **ou** la disparition des symptômes chez la personne après oxygénothérapie.

6.2 EXPOSITION SIGNIFICATIVE

Histoire compatible avec une exposition au CO associée à une description explicite des circonstances laissant peu de doute quant à la présence de CO en relation avec soit : une mesure de CO dans l'air ambiant égale ou supérieure à 25 ppm au moment de l'événement ou lors de l'enquête **ou** l'association (temps, lieu) à au moins un cas confirmé ou un cas clinique.

* Dans le cas où une information fiable sur les signes et symptômes serait impossible à obtenir (ex : décès, jeune enfant, adulte avec déficience intellectuelle sévère, etc.), la présence de deux signes et symptômes ne seraient pas une condition essentielle pour avoir un cas clinique. Toutefois les deux autres critères de cette définition devront être présents.

7 SUGGESTIONS DE MESURES PRÉVENTIVES

Voici quelques mesures préventives pour réduire l'incidence d'intoxication au CO

7.1 INTOXICATIONS INVOLONTAIRES NON RELIÉES AU TRAVAIL

Résidences, chalets et édifices publics

- Faire inspecter et entretenir annuellement les systèmes de chauffage au mazout ou gaz naturel par du personnel compétent et reconnu;
- Inspecter et entretenir régulièrement des tuyaux d'échappement et cheminées;
- Faire installer et vérifier régulièrement les réfrigérateurs au propane et les chauffe-eau utilisant du propane, du gaz naturel ou de l'huile par du personnel compétent;
- Éviter d'utiliser des chaufferettes au kérosène ou naphta et des barbecues à l'intérieur de bâtiments;
- Installer des avertisseurs de CO aux endroits stratégiques et s'assurer de l'entretien et de la vérification régulière de ceux-ci.

Véhicules-moteurs

- Inspecter régulièrement le système d'échappement des véhicules-moteurs;
- Dégager tout autour des véhicules lors d'une chute de neige, en particulier au niveau du système d'échappement;
- Éviter de transporter des passagers dans la boîte fermée d'un camion ou dans un traîneau tiré par une motoneige;
- Éviter de faire fonctionner un véhicule moteur dans un endroit clos ou dans un garage, en particulier s'il est attenant à un domicile;
- Éviter de demeurer dans une automobile qui tourne au ralenti, en particulier lorsqu'elle est enlisée dans la neige;
- S'assurer que le CO généré par les véhicules-moteurs circulant dans les stationnements souterrains d'édifices soit évacué par un système de ventilation efficace;
- Éviter de faire tourner au ralenti les moteurs de plusieurs autobus stationnés pare-choc à pare-choc avec des passagers à l'intérieur.

Outils à moteurs

- Éviter de faire tourner toute tondeuse, scie mécanique, pompe, compresseur, génératrice, polisseuse à béton ou tout autre appareil ou outil utilisant des combustibles pétroliers dans des endroits clos ou mal ventilés;
- S'assurer du bon entretien de ces outils à moteur.

Arénas

- Voir à l'entretien et à la vérification périodiques des resurfeuses d'arénas. Utiliser autant que possible des resurfeuses électriques ou à carburant avec filtre catalytique adéquat;
- S'assurer que les systèmes de ventilation des arénas fournissent les volumes d'air suffisants pour diluer tout le CO formé dans ces arénas et les salles attenantes;
- S'assurer que les opérateurs de surfaceuse et les gérants d'arénas soient avisés des mesures préventives (re : intoxication au CO);
- S'assurer que les organisations (ex. :équipes de hockey et patinage artistique) exigent une surveillance continue du CO lorsqu'elles louent un aréna pour une pratique ou une joute.

Établissements de « karting intérieur »

- S'assurer que le CO généré par les véhicules-moteurs soit évacué par un système de ventilation conçu spécifiquement à cet effet;
- Voir à l'entretien et à la vérification périodique des véhicules. Utiliser autant que possible des véhicules électriques;
- Éviter de faire tourner au ralenti les moteurs lorsqu'ils ne sont pas utilisés;
- S'assurer que les responsables de ces établissements connaissent les mesures à appliquer pour prévenir toute exposition excessive au CO;
- Munir ces établissements de détecteurs de CO et prévoir la cessation des activités et au besoin l'évacuation des lieux selon les niveaux retrouvés.

Activités de plein air

- Éviter l'utilisation de lampes, poêles ou tout autre appareil émettant une flamme dans un courant d'air ou dans un endroit mal ventilé;
- S'assurer que ces appareils sont bien réglés.

Air extérieur

- Assurer une surveillance adéquate du taux de CO dans les artères urbaines et les tunnels et s'assurer que les personnes plus à risque soient averties des dangers potentiels.

7.2 INTOXICATIONS INVOLONTAIRES RELIÉES AU TRAVAIL

- S'assurer que les propriétaires d'usines, d'entrepôts aient mis sur pied un programme d'entretien et de vérification périodique des véhicules-moteurs incluant les chariots élévateurs;
- S'assurer que tout système de chauffage au gaz naturel soit vérifié et entretenu régulièrement par du personnel compétent;
- S'assurer que toute autre source de CO (ex. : four de fonderie) soit bien ventilée et qu'un programme de surveillance et de premiers secours soit implanté (programme de santé);
- S'assurer que les gaz d'échappement de toute machinerie à combustion interne soient bien évacués;

- S'assurer que tout intervenant en urgence, en particulier les pompiers, soit adéquatement protégé lors de situations pouvant impliquer une exposition au CO : incendies, explosions (en particulier dans les mines), etc.;
- S'assurer que les guérites de stationnement ou postes de péage soient suffisamment ventilés pour éviter toute possibilité d'accumulation de CO;
- Assurer un contrôle de qualité adéquat de l'air comprimé respirable.

7.3 INFORMATION DU PUBLIC ET DES TRAVAILLEURS

- Informer le public et les travailleurs sur les risques d'intoxication au CO par l'intermédiaire des médias ou par des campagnes d'information;
- Tenir compte des barrières culturelles et linguistiques;
- S'assurer que les médecins et le personnel des urgences considèrent la possibilité d'une intoxication au CO d'origine résidentielle ou professionnelle chez les patients rapportant des symptômes compatibles.

7.4 RÉGLEMENTATION, NORMES

- Limiter les émissions de CO via les sources connues : émission des véhicules, inspection des systèmes d'échappement;
- Réviser les normes ou les guides d'utilisation des détecteurs de CO (ne doit pas se substituer à l'utilisation adéquate, l'inspection et à l'entretien des appareils à combustion).

8 RECOMMANDATIONS POUR LA SURVEILLANCE DES CAS

- Que les médecins informent leur direction de santé publique de toute situation impliquant le CO;
- Que le public appelle le CAPQ lorsque survient toute situation impliquant le CO.

9 INTERVENTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE SUITE À LA DÉCLARATION D'UN CAS

Voici un aide-mémoire pour guider l'intervention de santé publique lors de la déclaration d'un cas :

- Valider l'information auprès du déclarant et confirmer le diagnostic d'intoxication;
- Valider les informations générales sur l'événement ou les circonstances de l'intoxication auprès des personnes atteintes et auprès des partenaires impliqués (CAPQ, médecins, CSST, pompiers, MEF, etc.);
- S'assurer que la source de CO est identifiée;
- S'assurer que les démarches sont entreprises pour l'élimination du CO à la source (ex. : fermeture du système de chauffage);
- S'assurer dans la mesure du possible que toutes les personnes, en particulier les femmes enceintes, exposées lors d'un événement ont été repérées et orientées pour un traitement et un suivi adéquats;
- Faire un suivi aux recommandations quant à la résolution du problème;
- Déclarer le ou les cas au LSPQ.

10 RÉFÉRENCES

1. ROY, L.-A. *et al.* *Intoxications par agents chimiques : synthèse et pistes d'actions*. Comité de santé environnementale du Québec, Conseil des directeurs de santé publique du Québec, 1996, 29 p.
2. LE GUEUT-DEVELAY, M., *Intoxication oxycarbonée : physiopathologie, étiologie, diagnostic, traitement*, Rev Prat (Paris) 1994;44(2):259-262.
3. KLEINMAN, M.T. *et al.*, *Effects of short-term exposure to carbon monoxide in subjects with coronary artery disease*, Archives of Environmental Health 1989;44(6):361-369.
4. ACGIH, *Notice of intended change - Carbon monoxide*, Appl Occup Environ Hyg 1991;6(10):896-907.
5. RAPHAËL, J.-C., *Intoxication oxycarboné : physiopathologie, étiologie, diagnostic, traitement*, Rev Prat (Paris) 1995;45:1001-1007.
6. SADOVNIKOFF, N. *et al.*, *Carbon monoxide poisoning, An occult epidemic*, Rev Post Grad Med 1992;92(4):86-96.
7. CDC, *Carbon monoxide poisoning at an indoor ice arena and bingo hall - Seattle, 1996*, MMWR 1996;45(13):265-267.
8. THOM, S.R., KEIM, L.W., *Carbon monoxide poisoning: A review: Epidemiology, pathophysiology, clinical findings, and treatment options including hyperbaric oxygen therapy*, Clin Toxicol 1989;27(3):141-156.
9. CDC, *Carbon monoxide poisonings associated with snow-obstructed vehicle exhaust systems - Philadelphia and New York City*, MMWR 1996;45(1):1-3.
10. CDC, *Deaths from motor-vehicle - Related unintentional carbon monoxide poisoning - Colorado, 1996, New Mexico, 1980-1995, and United States, 1979-1992*, MMWR 1996;45(47):1029-1032.
11. WOJTCZAK-JAROSZOWA, J. KUBOW, S., *Carbon monoxide, carbon disulfide, lead and cadmium - Four examples of occupational toxic agents linked to cardiovascular disease*, Med Hypotheses 1989;30:141-150.
12. STROM, J. *et al.*, *Carbon monoxide: Causation and aggravation of cardiovascular diseases - A review of the epidemiologic and toxicologic literature*, Indoor Environ 1995;4:322-333.
13. CDC, *Carbon monoxide poisoning from use of gasoline - Fueled power washers in an underground parking garage - District of Columbia, 1994*, MMWR 1995;44(18):356-357, 363-364.
14. CDC, *Carbon monoxide levels during indoor sporting events - Cincinnati, 1992-1993*, MMWR 1994;43(2):21-23.

15. ALLRED, E. N. *et al.*, *Short-term effects of carbon monoxide exposure on the exercise performance of subjects with coronary artery disease*, *New Engl J Med*;321(21):1426-1432.
16. ARANOW W.S., *Aggravation of angina pectoris by two percent of carboxyhemoglobine*. *Am Heart J* 1981;101:154-157.
17. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, *Encyclopedia and occupational safety*, 3rd revised edition, p. 395-399, Geneva,1983.
18. KOREN, G., *Carbon monoxide poisoning in pregnancy*, *Le médecin de famille canadien*, mai 1996;42:854-855.
19. NGUYN, V. H. *et al.*, *La qualité de l'air intérieur, aspects techniques et juridiques*, Cowansville, Les éditions Yvon Blais Inc. 1995.
20. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, *Règlement sur la qualité du milieu de travail*, Québec S-2.1 r15, Éditeur officiel du Québec, 1994.
21. BEAUSOLEIL, M. *Recommandation de santé publique lors du déclenchement d'un avertisseur de monoxyde de carbone*. Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, (1996), 12p.
22. LÉVESQUE, B., DEWAILLY, E., LAVOIE. R., PRUD'HOMME, H., ALLAIRE, S. *Carbon monoxide in indoor iceskating rings : Evaluation of absorption by adult hockey players*. *Am J Public Health* 1990;80(5):594-98.
23. COMITÉ DES SANTÉ ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CSE), *Étude descriptive sur les intoxications au monoxyde de carbone au Québec*. 1997, 55p.
24. SANFAÇON, G. *Étude sur l'intoxication au monoxyde de carbone sur la population québécoise; du 1^{er} janvier 1994 au 30 juin 1996*, Centre Anti-Poison du Québec, 1996, 32 p et annexes.
25. PROVENCHER, S. *Intoxications au monoxyde de carbone traitées à la chambre hyperbare de l'Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal 1993-1995*. 1997. 40 p et annexes.
26. Recommended BEI, in : ACGIH *Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices*, Seventh edition, 1993.

11 AUTRES RÉFÉRENCES

CDC, *Unintentional carbon monoxide poisonings in residential settings - Connecticut, November 1993-March 1994*, MMWR 1995;44(41):765-767.

CDC, *Carbon monoxide poisoning associated with a propane-powered floor burnisher - Vermont 1992*, MMWR 1993;42(37):726-728.

CDC, *Unintentional carbon monoxide poisoning following a winter storm - Washington, January 1993*, MMWR 1993;42(6):109-111.

CDC, *Unintentional carbon monoxide poisoning from indoor use of pressure washers - Iowa, January 1992-January 1993*, MMWR 1993;42(40):777-779; 785.

CDC, *Carbon monoxide poisoning - Weld County, Colorado, 1993*, MMWR 1994;(43)(42):765-767.

LITTLE, D. N., *Children and environmental toxins, Vermont, Primary Care 1995*;22(1):69-79.

KOSKELA, R-S., *Cardiovascular diseases among foundry workers exposed to carbon monoxide*, Scand J Work Environ Health 1994;20(4):286-93.

CLOUTIER, F., GOURDEAU, P., *L'exposition au monoxyde de carbone, Description d'une approche de santé publique*, Le Médecin du Québec, décembre 1993, p. 65-71.

FAWCETT, T. A. *et al.*, *Warehouse workers' headache, carbon monoxide poisoning from propane-fuelled forklifts*, J Occup Med January 1992;12-15.

OMS, *Critères d'hygiène de l'environnement - 13 - Monoxyde de carbone*, Genève, 1980.