

RAPPORT D'ENQUÊTE

Direction régionale de Lanaudière

**Intoxication mortelle survenue à un travailleur
de l'entreprise Ferme M.R.J. Mercier inc.
le 3 février 2009 à Sainte-Geneviève-de-Berthier**

Inspecteurs :

**Michel Labbé,
inspecteur**

**René Beaumont,
inspecteur**

Date du rapport : 17 juin 2009

DÉPERSONNALISÉ

Rapport distribué à :

- Monsieur A, président, Ferme M.R.J. Mercier inc.
- Monsieur B, président, Ferme Guy Mercier inc.
- Dr Do, Quock-Bo, coroner
- Monsieur Laurent Marcoux, directeur de la santé publique, Agence de développement de réseaux locaux de santé et de services sociaux de Lanaudière (ADRLSSSL)

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	4
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	6
<u>4</u>	<u>ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE</u>	<u>7</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	7
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	8
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	13
4.3.1	PREMIER ÉNONCÉ DE CAUSE	13
4.3.2	DEUXIÈME ÉNONCÉ DE CAUSE	13
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>15</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	15
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	15
5.3	RECOMMANDATIONS	16
<u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Liste des accidentés ou Accidenté	17
ANNEXE B :	Croquis	18
ANNEXE C :	Photos	19
ANNEXE D :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	21
ANNEXE E :	Rapport d'expertise	21
ANNEXE F :	Calculs	22
ANNEXE G :	Relevés	23
ANNEXE H :	Références bibliographiques	24

SECTION 1**1 RÉSUMÉ DU RAPPORT****Description de l'accident**

Le 3 février 2009, un travailleur est intoxiqué par du monoxyde de carbone. L'accident survient pendant le nettoyage des parcs d'animaux avec une laveuse à pression à essence, à l'intérieur d'une chambre d'engraissement non ventilée.

Conséquences

Le travailleur décède.



Photo 1 : machine à laver à pression à essence
Source : CSST



Photo 2 : parc où est retrouvé la victime
Source : CSST

Abrégé des causes

L'enquête permet de retenir les causes suivantes :

- Une laveuse à pression à essence utilisée à l'intérieur d'une porcherie expose le travailleur à une concentration létale de monoxyde de carbone;
- La formation et la supervision du travailleur quant au risque relié à l'utilisation de la laveuse à pression à essence est déficiente.

Mesures correctives

Une interdiction d'utilisation de la laveuse à pression à essence est émise au rapport RAP0464341 le 3 février 2009. Cette décision vise à s'assurer d'une procédure de travail sécuritaire. Une dérogation au rapport RAP0464361 vise aussi à s'assurer que les travailleurs ont reçu l'information sur les dangers du monoxyde de carbone sur la santé.

L'autorisation d'utiliser une laveuse à pression à essence est donnée après que l'employeur ait fait l'acquisition d'un appareil de détection du monoxyde de carbone et que l'utilisation sécuritaire de la machine soit encadrée. Les travailleurs de Ferme Guy Mercier inc. et Ferme M.R.J. Mercier inc. ont reçu la formation sur la procédure de travail et sur les dangers du monoxyde de carbone sur la santé.

SECTION 2

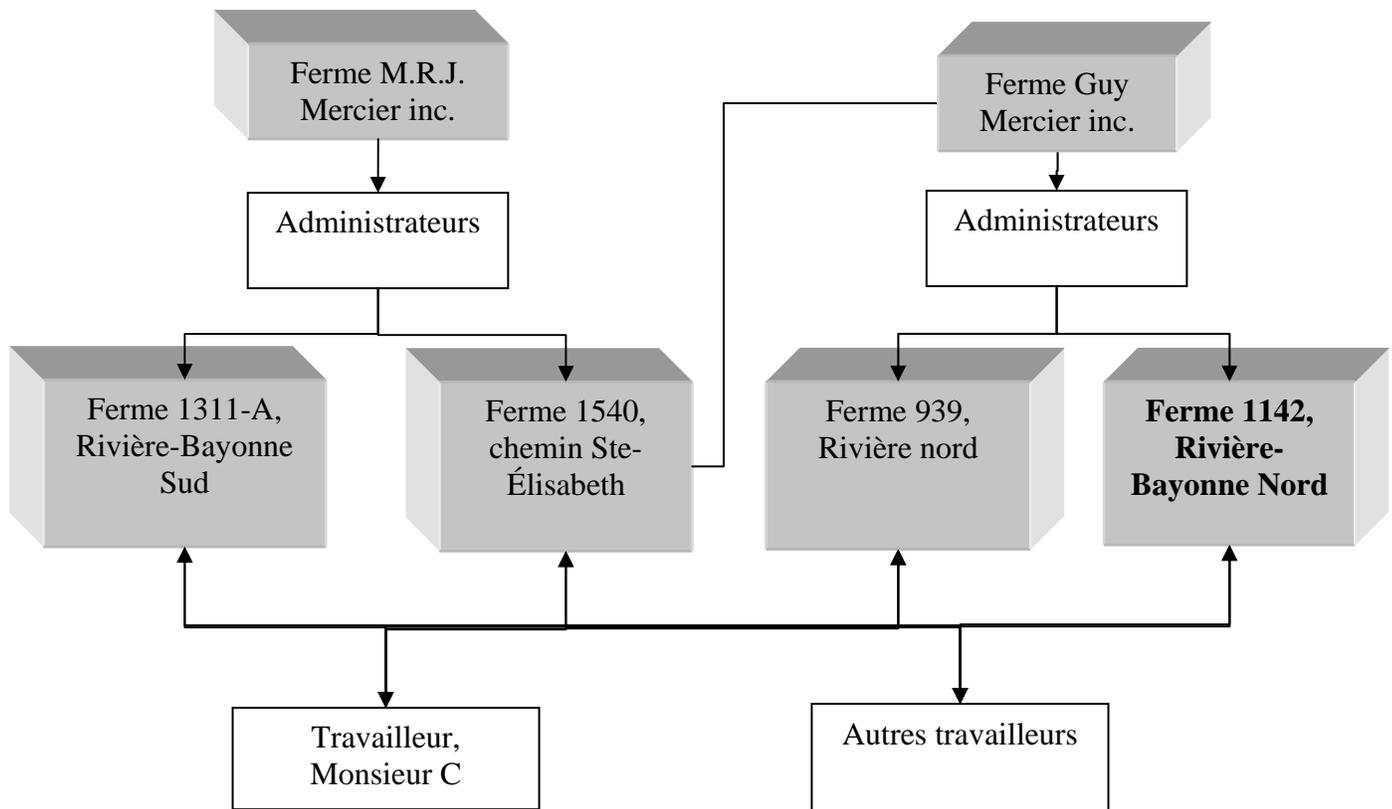
2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

Ferme M.R.J. Mercier inc. et **Ferme Guy Mercier inc.** sont des entreprises de type familial, spécialisées dans la production porcine sans antibiotique. Elles gèrent conjointement leurs activités de production. Ces entreprises possèdent plusieurs bâtiments d'élevage : maternité, pouponnière et engraissement. Elles disposent d'installations pour la production de moulées, d'équipements pour l'épandage du purin, et de véhicules pour le transport de la moulée et des animaux. Les travailleurs œuvrent pour les deux entreprises et les masses salariales sont ajustées annuellement selon la production de chacune des entreprises.

Ferme Guy Mercier inc. acquiert en 2008 la ferme située au 1142, rang de la Rivière-Bayonne Nord à Sainte-Geneviève-de-Berthier. Un bâtiment d'engraissement est en production avec une capacité de 1000 têtes. Un travailleur se rend à l'établissement 2 fois / jour pour vérifier les soigneurs automatiques, l'état général des animaux et la ventilation. D'autres travailleurs s'y rendent pour la réception ou l'expédition d'animaux, le lavage des parcs et autres travaux d'entretien. La durée moyenne d'un engraissement est de 4 mois. Lors de l'accident, Monsieur C de Ferme M.R.J. Mercier inc. procède au lavage des parcs.

La structure organisationnelle des deux entreprises se présente comme suit:



2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

Ferme M.R.J. Mercier inc. et Ferme Guy Mercier inc. font partie du secteur d'activité « Agriculture ». Les entreprises n'ont pas l'obligation d'avoir un programme de prévention en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail*. Des secouristes sont formés.

Ferme M.R.J. Mercier inc. n'a pas de structure en santé et sécurité du travail.

Ferme Guy Mercier inc. est . Le programme de prévention pour 2007-2008 fait état des actions réalisées; vérification des extincteurs, empilage sécuritaire des palettes, utilisation sécuritaire d'échelle ou d'escabeau de classe commercial. Le programme n'est pas affiché et n'est pas connu des travailleurs. Le programme est muet sur les risques associés au contact avec les animaux, à l'utilisation des équipements et machines sur la ferme.

SECTION 3**3 DESCRIPTION DU TRAVAIL****3.1 Description du lieu de travail**

Le bâtiment situé au 1142, Rivière-Bayonne Nord, compte un portique à l'entrée et deux chambres d'engraissement pouvant accueillir environ 500 porcs chacune. La dimension de la 2^e chambre où est survenu l'accident est d'environ 30,48 m (100 pieds) de longueur par 11,89 m (39 pieds) de largeur par 2,44 m (8 pieds) de hauteur pour un volume de 884,27 m³ (31 228 pieds³). Cette chambre compte 22 parcs; 11 parcs de chaque côté d'une allée centrale d'environ 0,76 m (30 pouces) de large. Les parcs mesurent approximativement 5,49 m (18 pieds) de profondeur par 3,05 m (10 pieds) de largeur, sauf pour 2 demi-parcs. Les parois des parcs mesurent 0,91 m (3 pieds) de hauteur.



Photo 3 : vue des parcs dans la 2^e chambre d'engraissement
Source : CSST

Le lisier produit par les porcs tombe à travers les fentes du plancher. Un grattoir amène le lisier vers un dalot de 45,72 cm (18 po.) de profondeur à l'extrémité du bâtiment où il s'écoule vers le réservoir à l'extérieur. Il n'y a pas de préfosse.

La 2^e chambre est pourvue d'une unité de chauffage et d'un système de ventilation mécanique programmable. L'unité de chauffage est en fonction quelques jours seulement en hiver, à l'arrivée d'un nouvel élevage de porcs. La ventilation sert à évacuer la chaleur produite par les bêtes, neuf (9) ventilateurs sont disponibles. Le premier stade de ventilation est programmé à

22° C et est toujours en fonction pendant la production. Trois (3) autres stades de ventilation s'activent avec l'augmentation de température. Une trappe d'admission d'air sur le mur opposé aux ventilateurs s'ouvre selon le débit d'extraction. La ventilation est maximale en été pendant les périodes de canicule.

Il y a une porte communicante entre les 2 chambres et une porte donnant sur l'extérieur. Il n'y a pas de fenêtre.

3.2 Description du travail à effectuer

Les chambres d'engraissement doivent être lavées avec de l'eau entre chaque élevage pour éviter la transmission de maladies. Un mouillage préalable avec un système de buses est effectué pour amollir le lisier.

Une laveuse à pression à essence est amenée sur le site. Habituellement, la machine est placée dans la chambre où il y a encore des porcs pour bénéficier de la ventilation mécanique et évacuer les gaz d'échappement à l'extérieur. Un boyau relie la machine à la prise d'eau intérieure, au centre du bâtiment, dans la première chambre. Un second boyau relie la machine à la lance utilisée pour projeter l'eau contre les parois à laver.

Le lavage d'un parc prend environ 40 à 45 minutes. Les parcs sont finalement désinfectés et rincés. Deux jours sont prévus pour compléter le travail. La chambre est alors prête pour recevoir de nouveaux porcs.

Lors du 3 février, le travailleur devait terminer le lavage de la chambre no 2.

SECTION 4**4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE****4.1 Chronologie de l'accident**

Le 30 janvier 2009, la 2^e chambre de la porcherie du 1142 Rivière-Bayonne Nord est vidée. Des porcs sont expédiés à l'abattoir et le reste des animaux est transféré dans la 1^{ère} chambre.

Le 31 janvier 2009, on demande à Monsieur C de rentrer au travail le lendemain (dimanche) pour laver la chambre vide. Le prochain arrivage de porcs est cédulé pour le 4 février.

Le 1^{er} février en matinée, les buses de mouillage sont actionnées. Vers 12h, Monsieur C et un collègue (A) amènent la laveuse à pression à la ferme du 1142. La machine est installée dans l'allée centrale de la 1^{ère} chambre, à une dizaine de pieds de la porte qui donne accès à la 2^e chambre. Ils branchent la lance et les boyaux. Monsieur C signale à son collègue qu'il n'aura pas assez long de boyau pour laver les derniers parcs à l'extrémité de la 2^e chambre. Il reçoit la consigne de laver les parcs de part et d'autres de l'allée en commençant au début de la chambre en attendant qu'on lui amène une rallonge. Dans l'après-midi, le collègue informe son employeur, Monsieur D, qu'une rallonge sera nécessaire.

Le 2 février, vers 10h30, Monsieur C reprend le lavage. Vers 12h, il quitte à pied en raison d'un bris de la buse de lavage. Il croise un autre travailleur (B) sur la route. Ils se rendent ensemble à la ferme de Ste-Élisabeth. Monsieur C récupère une buse temporaire et revient à la ferme du 1142. Vers 16h, 12 parcs sont lavés, 9 du côté droit et 3 du côté gauche sur un total de 22.

Le 3 février, une opération de chargement de porcs est effectuée à Ste-Élisabeth, Monsieur C signale à son employeur, Monsieur D, qu'il a toujours besoin d'une rallonge de boyau pour laver 4 parcs au bout de la chambre. Cette rallonge est déjà utilisée en avant-midi à Ste-Élisabeth pour finaliser un autre lavage. Vers 8h30, Monsieur D, Monsieur C et un collègue (B) se rendent à la ferme du 1142 pour compléter le chargement du camion. L'employeur demeure à l'extérieur¹, les travailleurs déplacent la machine à laver à environ 2 mètres de la porte dans la 2^e chambre pour libérer le passage de la 1^{ère} chambre. Un autre collègue (A) les rejoint pour finaliser le chargement.

Vers 9h20, l'employeur, Monsieur E, amène une nouvelle buse de lavage. La buse est installée sur la lance qui est remise à Monsieur C dans le portique à l'avant. Collègues et employeurs quittent les lieux, Monsieur D part pour la journée, en direction de l'abattoir, avec le chargement de porcs..

Vers 9h30, en absence de la rallonge, Monsieur C déplace la laveuse à pression dans le 3^e parc à droite. De cet endroit, avec le boyau à sa disposition, il peut atteindre les parcs au bout de la 2^e chambre. Pendant qu'il lave son 3^e parc, il s'effondre et perd conscience. La laveuse à pression demeure en fonction. *Voir croquis à l'annexe B.*

¹ N.B. on limite l'accès (nombre d'individus) dans les porcheries pour éviter les risques de transmission de maladies

Vers 12h45 ou 13h, un collègue (A) se rend au 1142 pour le dîner, selon l'entente convenue avec le travailleur. Il traverse la première chambre et pénètre dans la deuxième sans apercevoir le travailleur. La machine à laver fonctionne toujours. Il suit le boyau et retrouve le travailleur inanimé dans le dernier parc, à gauche. La respiration artificielle est tentée. Il ouvre la porte au bout de la chambre donnant à l'extérieur, revient vers la victime, jette la lance dans un autre parc et tire le travailleur vers la porte. Il appelle les secours sur son cellulaire et se dirige à l'extérieur pour attendre les ambulanciers. En remontant l'allée, il arrête le moteur de la laveuse.

À 13h15, les ambulanciers interviennent sur les lieux et entreprennent des manœuvres de réanimation. Les pompiers arrivent, prennent un relevé des gaz, donnent l'ordre aux intervenants de sortir. La victime est sortie et transportée au Centre hospitalier régional de Lanaudière où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

Organisation du travail, instructions et procédures

- Monsieur C est embauché 2 semaines auparavant. Il a aussi travaillé pendant environ 2 mois en 2007-2008 pour le même employeur. Selon les témoignages, il a acquis ailleurs de l'expérience comme ouvrier de ferme;
- Les informations recueillies ne permettent pas de savoir si c'était la 1^{ère} fois qu'il utilisait une laveuse à essence. Il avait cependant déjà lavé avec des machines électriques;
- La formation se fait par compagnonnage;
- Selon les témoignages recueillis : son collègue lui explique le fonctionnement de la machine et lui signifie à 2 reprises qu'elle est installée dans la 1^{ère} chambre parce que c'est dangereux;
- Les risques liés à l'exposition du CO ne sont pas précisés;
- La méthode de travail habituelle est d'utiliser la machine à pression dans une chambre ventilée;
- Monsieur C est seul sur le site pendant le lavage. Il ne dispose pas de moyen de transport ni de communication;
- Aucune directive précise n'est adressée à une personne responsable pour qu'une rallonge de boyau lui soit apportée;
- Le lavage des parcs doit obligatoirement être terminé le 3 février en prévision du nouvel arrivage de porcs le 4 février;
- Le manuel de l'utilisateur du moteur Honda fourni avec la machine spécifie :
 - Les gaz d'échappement du moteur contiennent du monoxyde de carbone toxique;
 - Il ne faut pas faire tourner le moteur sans une aération adéquate et ne jamais l'utiliser à l'intérieur;
- Le manuel indique l'emplacement de l'étiquette de sécurité sur le moteur où ces informations de sécurité sont reproduites;
- Le manuel n'est pas disponible sur les lieux de travail;
- Selon les témoignages recueillis, la laveuse à essence est habituellement utilisée pour nettoyer la machinerie à l'extérieur ou comme 2^e machine en complément d'une laveuse électrique pour le lavage des parcs. La ventilation fonctionne lorsqu'elle est utilisée à l'intérieur;
- Il n'y a pas de détecteur de CO à l'intérieur du bâtiment;

- Le bâtiment a une entrée électrique de 240 volts. Cette entrée ne permet pas l'utilisation d'une laveuse électrique comme dans les autres fermes où on dispose d'entrées de 600 volts.

La machine à laver à pression à essence

- En 2006, l'employeur acquiert la laveuse à pression de marque Dynablast, modèle C5050 BG, équipée d'un moteur à essence Honda modèle GX670, de 24 forces. Il s'agit d'un moteur 4 temps et d'une cylindrée de 670 cm³ (voir annexe.....);
- La dimension de la laveuse est de 109,22 cm. (43 po.) de longueur par 63,50 cm (25 po.) de largeur par 99,06 cm (39 po.) de hauteur. Elle est montée sur des pneumatiques permettant de la manoeuvrer;
- Sous charge, la machine fournit une pression de service de 5000 lbs / po²;
- Le boyau de lavage a une longueur de 100 pieds;
- Le boyau qui relie la machine à l'entrée d'eau dans la 1^{ère} chambre passe sous la porte, l'espace est d'environ 5 centimètres (2 pouces).

La ventilation

- Lorsque la victime est retrouvée, les ventilateurs sont arrêtés, la trappe d'entrée d'air est fermée, la porte communicante entre les 2 chambres et la porte donnant sur l'extérieur sont fermées;
- La 1^{ère} chambre est ventilée mécaniquement;
- En l'absence de porcs dans la 2^e chambre, le chauffage est réglé à 3° C;
- Le 3 février, la température extérieure passe de - 15° C à - 10° C et la vitesse des vents est de 9 à 15 km/h entre 9h et 13h, selon le site d'Environnement Canada.

La victime

- Selon l'information obtenue, le % de carboxy hémoglobine du travailleur explique son décès;
- La victime finalisait le lavage de son 3^e parc. Il s'est donc écoulé environ 2 heures avant la perte de conscience en tenant compte que le nettoyage d'un parc prend 40 à 45 minutes;
- La victime est retrouvée environ 3 heures 15 minutes après le début du lavage;
- La victime est à environ 22,86 m (75 pieds) de la machine à laver;
- Le travail en position debout exige un effort physique pour maintenir et manoeuvrer la lance.

Taux d'émission des gaz d'échappement du moteur de la machine à laver à pression à essence

- Le 9 février 2009, en présence d'un inspecteur de la CSST, les gaz d'échappement sont mesurés sous charge par la firme Liftow. La concentration de monoxyde de carbone « CO » est de 5,33%. Les concentrations d'hydrocarbures « HC » 104 ppm, de dioxyde de carbone « CO₂ » 12,2 % et d'oxygène « O₂ » 0,7 % indiquent que le moteur fonctionnait sans problème;
- Un relevé effectué par les pompiers vers 13h20 donnait une concentration de CO de 122 ppm. La porte donnant sur l'extérieur était ouverte et la machine à laver était arrêtée depuis une vingtaine de minutes. Les autres gaz (H₂S, CO₂, L.E.L.) étaient non décelés;
- Une expertise (voir annexe D) permet d'estimer l'évolution des concentrations de CO et le temps nécessaire pour atteindre une concentration létale dans l'environnement de travail :
 - Sur la base des émissions de gaz mesurées, du volume de la pièce, des caractéristiques du moteur (sans tenir compte des infiltrations d'air et d'autres variables), le taux d'accroissement du CO dans la chambre serait de 73 ppm/minute;
 - Théoriquement, dans une pièce hermétique de même volume, le temps nécessaire pour atteindre une concentration létale de CO est estimé à 51 minutes;
 - Malgré plusieurs variables qui ne sont pas prises en compte tel que mentionné par l'expert, ces calculs démontrent une augmentation potentiellement rapide des concentrations de CO dans un environnement de travail fermé et hermétique.

Normes d'exposition et littérature

- Le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)* stipule à l'article 41...tout établissement dont l'exploitation est susceptible d'entraîner l'émission de gaz, de vapeurs, de poussières ou de brouillards dans le milieu de travail doit être exploité de manière à ce que la concentration de tout gaz,...n'excède pas, au niveau de la zone respiratoire des travailleurs, les normes prévues à l'annexe 1, pour toute période de temps indiquée à cette annexe;
- Le CO est un gaz inodore et incolore. Les manifestations d'une intoxication aiguë sont connues. Le CO est absorbé par la voie pulmonaire, une proportion d'environ 80 à 90 % se lie à l'hémoglobine pour former la carboxyhémoglobine (COHb). Il en résulte une diminution de la capacité du sang à transporter l'oxygène vers les différents tissus de l'organisme. La perte de conscience survient avec une COHb de 40 à 50 %, la mort entre 60 et 70 % en l'absence de traitement. La concentration de CO dans l'air respiré, la durée d'exposition et l'effort physique influencent la formation de COHb. Lorsque les concentrations augmentent rapidement, des symptômes graves peuvent être ressentis sans pratiquement subir des symptômes plus légers;

Concentration en (ppm de CO)	Effets probables à la suite d'une exposition aiguë chez une personne en santé
35 ppm	Valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP)
200 ppm	Maux de tête 2 à 3 heures après l'exposition Valeur d'exposition de courte durée (VECD)
400 ppm	Maux de tête et nausées 1 à 3 heures après l'exposition
600-700 ppm	Maux de tête et nausées 1 heure après l'exposition
1 200 ppm	Danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS)
1 600 ppm	Maux de tête, nausées, vertiges en 20 minutes, perte de conscience, coma et mort 2 heures après l'exposition
3 200 ppm	Maux de tête, vertiges en 5 minutes, coma et risque de mort en 30 minutes
6 400 ppm	Maux de tête, vertiges en 1 à 2 minutes, coma et risque de mort en 15 minutes
20 000 ppm	Coma et mort en 4 minutes

- Une étude (3) de l'IRSST de 2001 sur « La prévention des accidents par le CO lors de l'utilisation des petits équipements actionnés par des moteurs à combustion interne » rapporte que :
 - 40 % des cas de surexposition sont associés à l'utilisation d'équipements mus par un moteur à combustion interne alors que les autos et systèmes de chauffage contribuent à eux deux à 38 % des cas;
 - Les facteurs influençant le taux d'émission sont :
 - Le type de moteur;
 - Le type de carburant et du mélange air/carburant. L'essence produit beaucoup plus de CO que le propane.
 - Les facteurs influençant le niveau d'accumulation de CO dans la zone respiratoire sont liés à la ventilation des lieux :
 - Le taux de changement d'air frais;
 - L'homogénéité du remplacement d'air;
 - Les parcours des gaz d'échappement.
- Une autre étude (4) de l'IRSST en 2002 « Enquête sur les intoxications au CO causées par l'utilisation des appareils et petits moteurs à combustion interne au Québec » révèle :
 - L'utilisation de la laveuse à pression est en cause dans 26 cas répertoriés sur 853 (ou 3,04 %) entre 1994 et 2000. Les génératrices sont en tête de liste avec 37,5% des cas;
 - Les moteurs à essence sont en cause dans 65,4 % des cas (701 cas) comparativement à 19,2 % des cas (206 cas) pour les moteurs au propane;

- Selon les circonstances, la proportion de cas d'intoxication indique que 37,5% d'entre eux (394) sont liés à des problèmes de ventilation, 18,25 % sont liés à des appareils défectueux et 15,78 % à une mauvaise utilisation des appareils.
- Une étude (9) a vérifié les conditions qui ont mené à un cas d'intoxication au CO dans une ferme lors de l'utilisation d'un appareil de nettoyage à eau sous pression. Les auteurs ont simulé l'utilisation de cet appareil dans un garage de 727 pi² et de 8360 pi³. Avec toutes les ouvertures bouchées, la concentration de CO près de l'appareil a atteint 229 mg/m³ (200 ppm) en 5 minutes, 1370 mg/m³ (1191 ppm) en 15 minutes et au-delà de 2170 mg/m³ (1887 ppm) en 19 minutes;
- Un cas semblable a été enquêté par la CSST (7) dans la dernière année lorsqu'un producteur de porcs est décédé d'une intoxication au CO lors de l'utilisation d'une laveuse à pression dans un bâtiment de mise en quarantaine. Dans un autre dossier de janvier 2009, RAP0509634, un employeur et un travailleur ont été intoxiqués au CO suite à une opération de lavage dans une porcherie alors que la laveuse à pression était à l'intérieur d'un vestibule.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Une laveuse à pression à essence utilisée à l'intérieur d'une porcherie expose le travailleur à une concentration létale de monoxyde de carbone.

Selon la littérature, les 3 principaux facteurs qui influencent la sévérité d'une intoxication au monoxyde de carbone « CO » sont : la concentration dans l'air ambiant, la durée d'exposition et la charge de travail. Il est aussi démontré qu'un moteur à essence émet plus de monoxyde de carbone « CO » qu'un moteur utilisant un carburant différent, et que l'absence de ventilation adéquate est un facteur déterminant de l'accumulation de « CO » en zone respiratoire.

Or, le 3 février 2009, une laveuse à pression fonctionnant à l'essence est utilisée à l'intérieur. Cette pratique va à l'encontre des indications du fabricant. Les ventilateurs d'extraction, la trappe d'admission d'air et la porte extérieure de la 2^e chambre d'engraissement sont fermés du fait qu'il n'y a plus de porcs à l'intérieur.

L'expertise a démontré un taux théorique d'accroissement des concentrations de « CO » de 73 ppm / minute pour atteindre une concentration létale en 51 minutes si le milieu était fermé et hermétique. Dans les faits, l'augmentation de la concentration de « CO » entraîne la perte de conscience du travailleur après environ 2 heures de fonctionnement de la laveuse. Ce délai est explicable par l'éloignement (22,86 m) du travailleur avec la source d'émission, par le déplacement (la non-homogénéité) des gaz dans le local, par les infiltrations d'air et autres variables. L'accroissement des concentrations se produit d'abord à proximité de la machine pour ensuite s'étendre graduellement. Le travailleur a respiré du « CO » jusqu'à ce que sa carboxyhémoglobine atteigne un niveau mortel.

L'utilisation d'un appareil fonctionnant à l'essence, à l'intérieur d'un bâtiment, dans un milieu où le taux de changement d'air est au minimum a conduit à une augmentation du « CO » dépassant la concentration létale.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La formation et la supervision du travailleur quant aux risques liés à l'utilisation de la laveuse à pression à essence sont déficientes.

L'employeur a la responsabilité d'identifier les sources de danger dans le milieu de travail, d'informer et former les travailleurs sur ces sources, les risques et les effets sur la santé qui peuvent en résulter et sur les moyens de prévention à utiliser.

Dans le cas du « CO », tout travailleur doit être en mesure de reconnaître les signes et symptômes d'une surexposition, de connaître les conditions d'utilisation de la machine et les procédures en cas d'urgence. Le « CO » est un gaz inodore, incolore et n'est pas irritant. Souvent, l'augmentation rapide des concentrations limite la capacité des travailleurs exposés à s'apercevoir qu'ils sont en danger, d'où la difficulté à réagir rapidement et sortir du milieu.

Or, l'employeur ne donne aucune formation/information concernant le CO et ne rend pas disponible aux travailleurs les manuels d'utilisation et de sécurité. Malgré les recommandations du fabricant de ne pas installer la machine à l'intérieur d'un bâtiment, celle-ci est placée dans la chambre ventilée. C'est la méthode habituelle utilisée chez l'employeur.

À deux reprises, Monsieur C est avisé par un collègue que la machine est installée là parce que c'est dangereux. Monsieur C n'est pas informé spécifiquement sur les risques d'intoxication au « CO » et sur les moyens de prévention. Il ne dispose d'aucun moyen de détection ou de surveillance du danger. Il œuvre seul pendant le lavage, sans moyen de communication.

Le travailleur demande par deux fois une rallonge de boyau pour laver les parcs au bout de la deuxième chambre. La laveuse étant initialement installée dans la première chambre, il n'a pas la longueur de tuyau suffisante pour compléter le lavage de la deuxième chambre. L'employeur ne lui apportera jamais cette rallonge.

Le matin de l'accident, un envoi de porcs oblige le déplacement de la machine de la première à la deuxième chambre. Lorsque le chargement est complété, employeurs et collègues quittent les lieux sans s'assurer du retour de la machine dans la 1^{ère} chambre ventilée. Le lavage de la chambre doit obligatoirement être terminé en prévision de l'arrivage de porcs le lendemain. N'ayant pas obtenu la rallonge demandée, il décide de garder la machine dans la 2^e chambre non ventilée ce qui lui permet de se rendre à l'extrémité avec le boyau à sa disposition.

Sans la formation et l'information sur les dangers du CO, le travailleur ne réalise pas que l'utilisation de la laveuse, dans un espace non ventilé, l'expose à un grand danger.

En résumé, l'absence de formation et une supervision déficiente ont conduit à l'accident.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

Le 3 février 2009, Monsieur C est intoxiqué par du monoxyde de carbone. L'accident survient pendant le nettoyage des parcs d'animaux, avec une laveuse à pression à essence, à l'intérieur d'une chambre d'engraissement non ventilée.

L'enquête permet de retenir les causes suivantes :

- Une laveuse à pression à essence utilisée à l'intérieur d'une porcherie expose le travailleur à une concentration létale de monoxyde de carbone;
- La formation et la supervision du travailleur quant aux risques reliés à l'utilisation de la laveuse à pression à essence sont déficientes.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Une interdiction d'utilisation de la laveuse à pression à essence est émise au rapport RAP0464341 le 3 février 2009. Cette décision vise à s'assurer d'une procédure de travail sécuritaire. Une dérogation au rapport RAP0464361 vise aussi à s'assurer que les travailleurs ont reçu l'information sur les dangers du monoxyde de carbone sur la santé.

L'autorisation d'utiliser une laveuse à pression à essence est donnée après que l'employeur ait fait l'acquisition d'un appareil de détection du monoxyde de carbone et que l'utilisation sécuritaire de la machine soit encadrée. Les travailleurs de Ferme Guy Mercier inc. et Ferme M.R.J. Mercier inc. ont reçu la formation concernant la procédure de travail et les risques sur la santé.

5.3 Recommandations

UPA :

Afin de prévenir les décès reliés au monoxyde de carbone dans les milieux agricoles, la CSST transmettra son rapport d'enquête à l'Union des producteurs agricole (UPA) afin qu'elle informe ses membres des dangers liés à l'utilisation d'équipements à moteur à combustion interne à l'intérieur des bâtiments.

MELS :

Dans le cadre de son partenariat avec la CSST visant l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans la formation professionnelle et technique, le Ministère de l'éducation, du Loisir et du Sport, diffusera à titre informatif et à des fins pédagogiques le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent les programmes d'études :

- Production porcine (DEP-5171);
- Production laitière (DEP-5167);
- Production de bovins de boucherie (DEP-5168);
- Gestion d'exploitation d'une entreprise agricole (DEC-152.A0);
- Techniques équine devraient aussi être ciblées (DEC-155.A0).

L'objectif de cette démarche est de supporter les établissements de formation et les enseignants dans leurs actions pédagogiques afin qu'ils puissent informer leurs étudiants des risques auxquels ils seront exposés et des mesures préventives nécessaires pour les éviter.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom :

Sexe :

Âge :

Fonction habituelle :

Fonction lors de l'accident :

Expérience dans cette fonction :

Ancienneté chez l'employeur :

Syndicat :

ANNEXE B

Croquis montrant la disposition intérieure et l'avancement des travaux

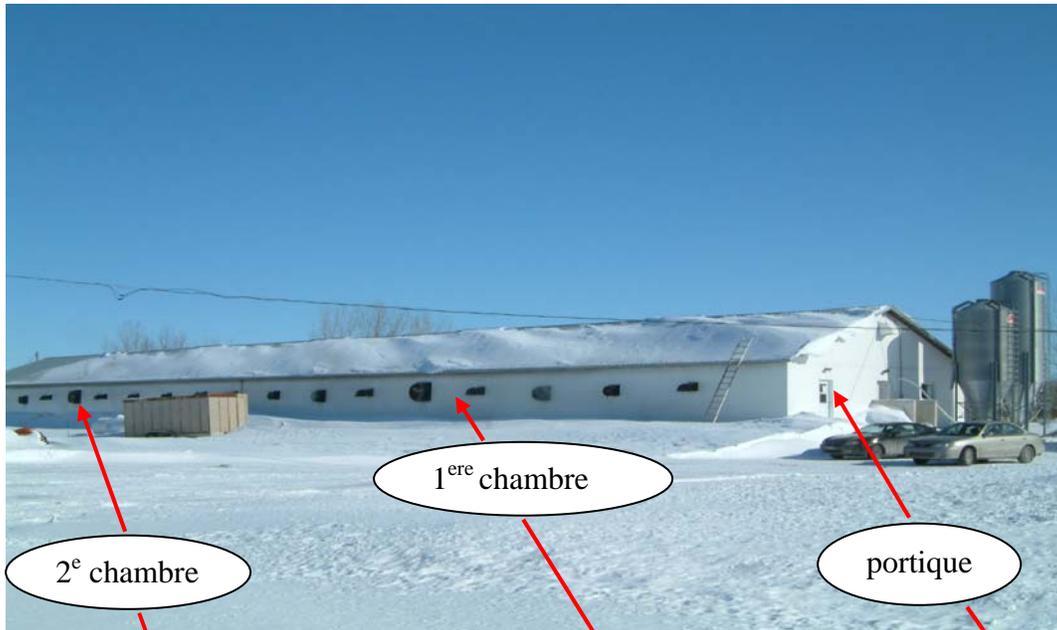
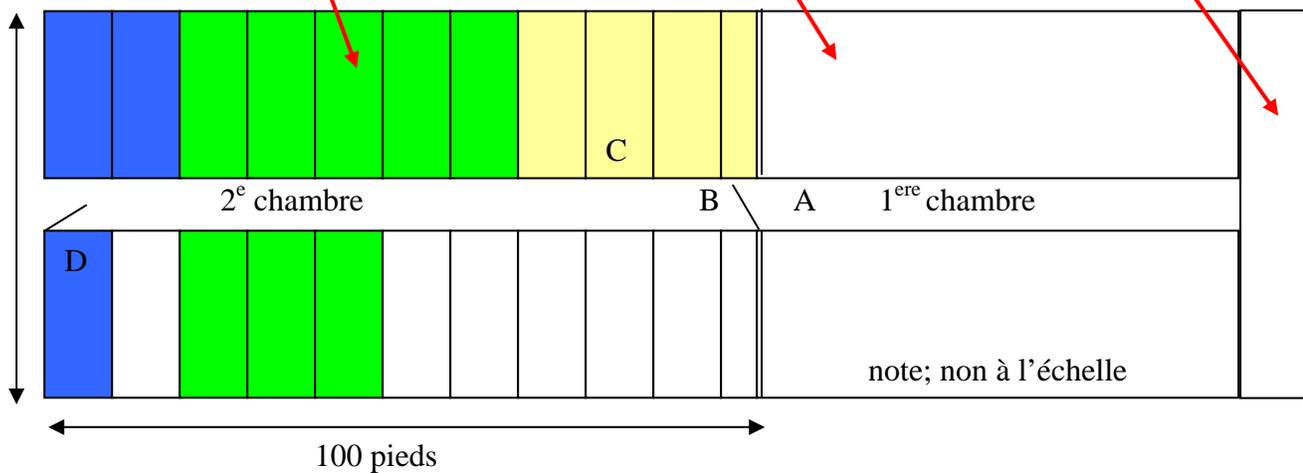


Photo 4: Source CSST



- A : position de la laveuse du 1^{er} février au 2 février
- B : position de la laveuse lorsqu'elle est déplacée en matinée du 3 février
- C : position de la laveuse lorsque la victime est retrouvée le 3 février vers 13h
- D : position de la victime

- Jaune : parcs lavés le 1^{er} février
- Vert : parcs lavés le 2 février
- Bleu : parcs lavés le 3 février
- Blanc : parcs non lavés

ANNEXE C**Photos**

Photo 4 : ventilateurs au mur
Source :CSST



Photo 5 : trappe d'entrée d'air sur le mur opposé aux ventilateurs
Source :CSST



Photo 6 : unité de réglage de la température et de la ventilation
Source : CSST

ANNEXE D

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Monsieur B, Ferme Guy Mercier inc.
Monsieur D, Ferme M.R.J. Mercier inc.
Monsieur A, président, Ferme M.R.J. Mercier inc.
Monsieur F, travailleur
Monsieur G, travailleur

ANNEXE E

Expertise

Rapport d'expertise

Livré le 4 juin 2009

De

Michel Gagné, chimiste
CSST - Direction générale de la prévention-inspection et du partenariat
Service du répertoire toxicologique

À la demande

de

René Beaumont, inspecteur
CSST – Lanaudière

et de

Michel Labbé, inspecteur
CSST – Lanaudière

Numéro de dossier : DPI 4113102

Objet de l'intervention d'expertise :

Déterminer le temps nécessaire pour atteindre une concentration létale de monoxyde de carbone (CO) dans une chambre à engraissement d'un bâtiment sans ventilation lorsqu'une machine à laver à pression fonctionnant à l'essence est en opération. Nous connaissons également le taux d'émission des gaz d'échappement de la machine en cause et sa composition.

Données fournies par les inspecteurs :

Description des lieux;

- La chambre où l'accident est survenue mesure 30,48 mètres (100 pieds) de longueur par 11,89 mètres (39 pieds) de largeur par 2,44 mètres (8 pieds) de hauteur; elle est située dans un bâtiment où deux chambres à engraissement sont présentes.
- Volume = 884, 27 m³
- Les parcs mesurent 5,49 mètres (18 pieds) de profondeur par 3,05 mètres (10 pieds) de largeur sauf 2 demi-parcs
- Le lisier produit tombe au travers les fentes du plancher. Un grattoir amène le lisier vers un dalot (environ 45 cm. ou 18 pouces de profondeur) à l'extrémité de la chambre où il s'écoule par gravité vers le réservoir à l'extérieur. Il n'y a pas de pré-fosse
- La chambre est équipée d'un système de ventilation par extraction (9 ventilateurs) et une trappe d'entrée d'air sur le mur opposé qui fait toute la longueur de la chambre, le système de ventilation ainsi que la trappe étaient fermés lors de la découverte du travailleur
 - Le système est programmé pour démarrer aux alentours de 22 °C
 - Au moment de l'accident la température était d'environ 3 ou 4 °C. Il n'y avait pas de porcs
 - Température extérieure est d'environ de – 15 à – 10 °C
 - La ventilation sert à évacuer la chaleur pendant l'élevage

La machine à laver à pression est de marque Dynablast modèle C5050 BG, elle est équipée d'un moteur Honda modèle GX 670 de 24 chevaux-vapeur (HP) fonctionnant à l'essence.

- Alésage et course 77 X 72 mm
- Puissance maximum 17,9 kW / 3600 tr/mn
- Moteur 4 temps, 2 cylindres, 671 cm³

Mesure des gaz d'échappement sous charge :

- HC = 104 ppm
- CO₂ = 12,2 %
- CO = 5,33 %
- CO₂ = 0,7 %

Calcul du taux de génération du monoxyde de carbone (CO)

- Données sur le moteur
 - Cylindrée du moteur : 671 cm³
 - Régime du moteur 17,9 kW / 3600 tr/mn
 - Moteur 4 temps

Taux du débit des gaz d'échappement par le moteur :

$$\text{Taux du débit} = (\text{cylindrée}) \times \frac{\text{l'émission}}{2 \text{ rotations}} \times (\text{régime})$$

$$\text{Taux du débit} = (671 \text{ cm}^3) \times \frac{\text{l'émission}}{2 \text{ rotations}} \times \frac{3600 \text{ rotations}}{\text{min}}$$

$$\text{Taux du débit} = \frac{1\,207\,800 \text{ cm}^3}{\text{min}} = \frac{1\,208 \text{ litres}}{\text{min}} = \frac{1,21 \text{ m}^3}{\text{min}}$$

Taux du débit du monoxyde de carbone (CO) par le moteur :

$$\text{Taux du débit du CO} = (\text{Taux du débit des gaz d'échappement}) \times \% \text{ de CO}$$

$$\text{Taux du débit du CO} = \frac{1\,210 \text{ litres}}{\text{min}} \times 5,33 \% \text{ de CO}$$

$$\text{Taux du débit du CO} = \frac{64,5 \text{ litres de CO}}{\text{min}}$$

Taux d'accroissement du monoxyde de carbone (CO) dans la chambre :

$$\text{Taux d'accroissement du CO} = \frac{\text{Taux du débit du CO}}{\text{volume de la pièce}} \times 10^6$$

$$\text{Taux d'accroissement du CO} = \frac{64,5 \text{ litres de CO}}{\text{min}} \div 884\,000 \text{ litres} \times 10^6$$

$$\text{Taux d'accroissement du CO} = \frac{73 \text{ ppm de CO}}{\text{min}}$$

On trouve à l'Annexe A, le graphique 1 qui représente le taux d'accroissement du monoxyde de carbone (CO) dans la chambre.

Calcul du taux de génération du dioxyde de carbone (CO₂)

Taux du débit du dioxyde de carbone (CO₂) par le moteur :

$$\text{Taux du débit du CO}_2 = (\text{Taux du débit des gaz d'échappement}) \times \% \text{ de CO}_2$$

$$\text{Taux du débit du CO}_2 = \frac{1210 \text{ litres}}{\text{min}} \times 12,2 \% \text{ de CO}_2$$

$$\text{Taux du débit du CO}_2 = \frac{148 \text{ litres de CO}_2}{\text{min}}$$

Taux d'accroissement du dioxyde de carbone (CO₂) dans la chambre :

$$\text{Taux d'accroissement du CO}_2 = \frac{\text{Taux du débit du CO}_2}{\text{volume de la pièce}} \times 10^6$$

$$\text{Taux d'accroissement du CO}_2 = \frac{148 \text{ litres de CO}_2}{\text{min}} \div 884\,000 \text{ litres} \times 10^6$$

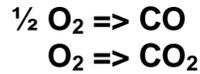
$$\text{Taux d'accroissement du CO}_2 = \frac{167 \text{ ppm de CO}_2}{\text{min}}$$

On trouve à l'Annexe B, le graphique 2 qui représente le taux d'accroissement du dioxyde de carbone (CO₂) dans la chambre.

Note : Le graphique 2 ne tient pas compte de la concentration normale de dioxyde de carbone qui se trouve dans l'air, elle est d'environ 360 ppm à la température et pression ambiante.

Calcul du taux de diminution de l'oxygène (O₂)

Sachant que la production d'une molécule de monoxyde de carbone (CO) consomme une demie molécule d'oxygène et que la production d'une molécule de dioxyde de carbone (CO₂) consomme une molécule d'oxygène (O₂) :



Il est possible d'estimer le taux de diminution de l'oxygène (O₂) en posant comme hypothèse que la chambre est hermétique

Taux de diminution de O₂ = $\frac{1}{2}$ (taux d'accroissement de CO) + taux d'accroissement de CO₂

$$\text{Taux de diminution de O}_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{73 \text{ ppm de CO}}{\text{min}} \right) + \frac{167 \text{ ppm de CO}_2}{\text{min}}$$

$$\text{Taux de diminution de O}_2 = \frac{203 \text{ ppm de O}_2}{\text{min}}$$

On trouve à l'Annexe C, le graphique 3 qui représente la diminution de la concentration de l'oxygène (O₂) dans la chambre.

On trouve à l'Annexe D, le graphique 4 qui représente à la fois l'accroissement des concentrations du dioxyde de carbone (CO₂) et du monoxyde de carbone (CO) ainsi que la diminution de la concentration de l'oxygène (O₂) dans la chambre.

Note : Les graphiques 3 et 4 ne tiennent pas compte de la concentration normale de dioxyde de carbone qui se trouve dans l'air ambiant, elle est d'environ 360 ppm à la température et pression ambiante.

Calcul du temps léthal approximatif à partir de la génération du monoxyde de carbone

Introduction

Il est extrêmement difficile de déterminer le temps léthal d'une personne à partir des données disponibles dans la littérature basée sur la concentration du monoxyde de carbone et des effets sur la santé. Il est d'autant plus difficile encore de déterminer ce temps à partir d'une concentration croissante de monoxyde de carbone et du contexte du travailleur indiqué plus haut. Bien qu'il soit possible de faire des calculs sur le taux d'accroissement du monoxyde de carbone dans une chambre hermétique, dans le cas spécifique de l'exposition de ce travailleur plusieurs paramètres doivent être pris en considération. Par exemple, le vent contribue inévitablement à ventiler la chambre par l'ensemble des interstices des murs et du toit. Aussi, la distribution des gaz d'échappement dans la chambre n'est pas uniforme, mais pour les besoins des calculs, la composition de ces gaz doit être considérée comme homogène. Aucune donnée n'est disponible sur l'état d'étanchéité de la chambre, elle a été considérée hermétique. Le volume d'air disponible dans le sous-plancher n'a pas été aussi considéré dans le calcul, puisque l'échange d'air entre la partie où se trouvait le travailleur et le sous-plancher ne peut se faire qu'entre les minces fentes du plancher.

Dans la littérature, plusieurs tableaux sont disponibles sur les effets probables du monoxyde de carbone à la suite d'une exposition continue à une concentration constante.

Tableau des valeurs VEMP, VECD, DIVS et des effets probables à la suite d'une exposition aiguë chez une personne en santé en fonction de la concentration (ppm de CO)

Concentration (ppm de CO)	Effets probables à la suite d'une exposition aiguë chez une personne en santé
35 ppm	Valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP)
200 ppm	Maux de tête 2 à 3 heures après l'exposition Valeur d'exposition de courte durée (VECD)
400 ppm	Maux de tête et nausées 1 à 3 heures après l'exposition
600-700 ppm	Maux de tête et nausées 1 heure après l'exposition
1 200 ppm	Danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS)
1 600 ppm	Maux de tête, nausées, vertiges en 20 minutes, perte de conscience, coma et mort 1 heure après l'exposition
3 200 ppm	Maux de tête, vertiges en 5 minutes, coma et risque de mort en 30 minutes
6 400 ppm	Maux de tête, vertiges en 1 à 2 minutes, coma et risque de mort en 15 minutes
20 000 ppm	Coma et mort en 4 minutes

Cependant, ces effets ont été compilés à la suite de nombreux cas d'intoxication et les concentrations ne sont qu'approximatives et ne s'appliquent que pour une personne en santé de poids et de stature moyens.

Calcul du temps léthal à partir de la génération du monoxyde de carbone

Pour les calculs nous retenons que les trois données suivantes

Concentration (ppm de CO)	Effets probables à la suite d'une exposition aiguë chez une personne en santé
1 600	Coma et mort 1 heure (60 minutes) après l'exposition
3 200	Coma et risque de mort en 30 minutes
6 400	Coma et risque de mort en 15 minutes

Pour chacune de ces données nous posons l'hypothèse que la capacité d'élimination du monoxyde de carbone est négligeable (la demi-vie de la carboxyhémoglobine chez l'humain est d'environ 3 à 5 heures). Nous posons comme hypothèse que nous pouvons calculer une capacité d'absorption théorique du monoxyde de carbone en multipliant la concentration en ppm par la durée d'exposition en minute. Nous observons alors que pour ces trois données nous obtenons une constante de 96 000 ppm min. Cette unité n'existe pas en réalité, mais elle est une constante proportionnelle à la capacité moyenne d'un être humain moyen à absorber le monoxyde de carbone au point d'en décéder :

$$\begin{aligned}1\ 600\ \text{ppm} \times 60\ \text{min} &= 96\ 000\ \text{ppm min. (voir l'Annexe E)} \\3\ 200\ \text{ppm} \times 30\ \text{min} &= 96\ 000\ \text{ppm min. (voir l'Annexe F)} \\6\ 400\ \text{ppm} \times 15\ \text{min} &= 96\ 000\ \text{ppm min. (voir l'Annexe G)}\end{aligned}$$

Ainsi, lors d'une exposition au monoxyde de carbone qui s'accroît dans le temps à la vitesse de 73 ppm par minute nous pouvons calculer le **temps** (en minute) où cette valeur de 96 000 ppm min sera atteinte selon l'équation suivante :

$$\frac{1}{2} (\text{concentration du CO}) \times \mathbf{\text{temps}} = 96\ 000\ \text{ppm min.}$$

La concentration du CO varie avec le temps = taux d'accroissement du CO X **temps**

$$\frac{1}{2} (\text{taux d'accroissement du CO} \times \mathbf{\text{temps}}) \times \mathbf{\text{temps}} = 96\ 000\ \text{ppm min.}$$

$$\frac{1}{2} (\text{taux d'accroissement du CO} \times \mathbf{\text{temps}^2}) = 96\ 000\ \text{ppm min.}$$

$$\frac{1}{2} (73\ \text{ppm/min} \times \mathbf{\text{temps}^2}) = 96\ 000\ \text{ppm min.}$$

$$73\ \text{ppm/min} \times \mathbf{\text{temps}^2} = 96\ 000\ \text{ppm min.} \times 2$$

$$\mathbf{\text{temps}^2} = \frac{96\ 000\ \text{ppm min.} \times 2}{73\ \text{ppm/min}}$$

$$\mathbf{\text{temps}^2} = \frac{96\ 000\ \text{min}^2 \times 2}{73}$$

$$\mathbf{\text{temps}^2} = 2\ 630\ \text{min}^2$$

$$\mathbf{\text{temps}} = (2\ 630\ \text{min}^2)^{\frac{1}{2}} = 51,3\ \text{minutes} = \mathbf{51\ \text{minutes}}$$

Ce «calcul du temps léthal à partir de la génération du monoxyde de carbone» peut être plus facile à comprendre par la visualisation du graphique 8 de l'annexe H. Ainsi, le calcul vient à déterminer à quel moment la surface sous la ligne de ce graphique, sera égal à la surface sous la ligne de chacun des trois graphiques des trois annexes (E, F et G).

Conclusion

Avec les données disponibles sur les circonstances recueillies par les inspecteurs lors de l'enquête et les données disponibles dans la littérature sur les effets sur la santé du monoxyde de carbone, j'évalue à 51 minutes le temps léthal.

Cependant, rappelons que ce n'est qu'une estimation théorique et les éléments suivants établissent les variables :

- La génération des gaz d'échappement est estimé de se dissiper de façon homogène dans le volume de la chambre, sans tenir compte du sous plancher.
- Le monoxyde de carbone étant nettement plus toxique que le dioxyde de carbone, le calcul du temps léthal n'a été effectué qu'en se basant sur l'effet du monoxyde de carbone.
- La génération du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone par le moteur est estimé ne pas être affectée par la diminution d'oxygène dans la chambre durant l'utilisation du moteur, ni par la présence d'un taux d'humidité très élevé.
- Les données sur les effets du monoxyde de carbone sont valables pour un travailleur moyen (poids, âge, taille...) avec une bonne santé, chaque personne ayant son propre métabolisme qui peut être inférieur ou supérieur à la normale.
- Les données et les calculs sont une tentative d'extrapolation des données disponibles dans le but unique de renseigner les enquêteurs sur l'estimation possible du temps léthal.
- Le rythme de travail du travailleur peut affecter le volume d'air respiré et conséquemment la quantité de monoxyde de carbone absorbé.

Bibliographie

Manuel de l'utilisateur, GX610-GX620-GX670, Honda Motor Ltd, 2005 :
<http://www.ultimatewasher.com/download/honda-engines/gx670-1.pdf>

Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec. Répertoire toxicologique. Monoxyde de carbone [format électronique]. Montréal : CSST, [200-]
Adresse Internet :
http://reptox:8200/Produit.asp?no_produit=1172&nom=Monoxyde+de+carbone

Tools and Basic Information for Design, Engineering and Construction of Technical Applications. The engineering tool box. 2005 : http://www.engineeringtoolbox.com/carbon-monoxide-d_893.html

Carbon Monoxide (CO) Headquarters. Wayne State University School of Medicine, Detroit, MI, <http://www.coheadquarters.com/CO1.htm>

Centers for Disease Control (CDC), National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Carbon Monoxide Kills Three Volunteer Firefighters Inside Well in Pennsylvania. Fatality Assessment and Control Evaluation (FACE) case 9030, **1990**.
<http://www.cdc.gov/niosh/face/In-house/full9030.html>

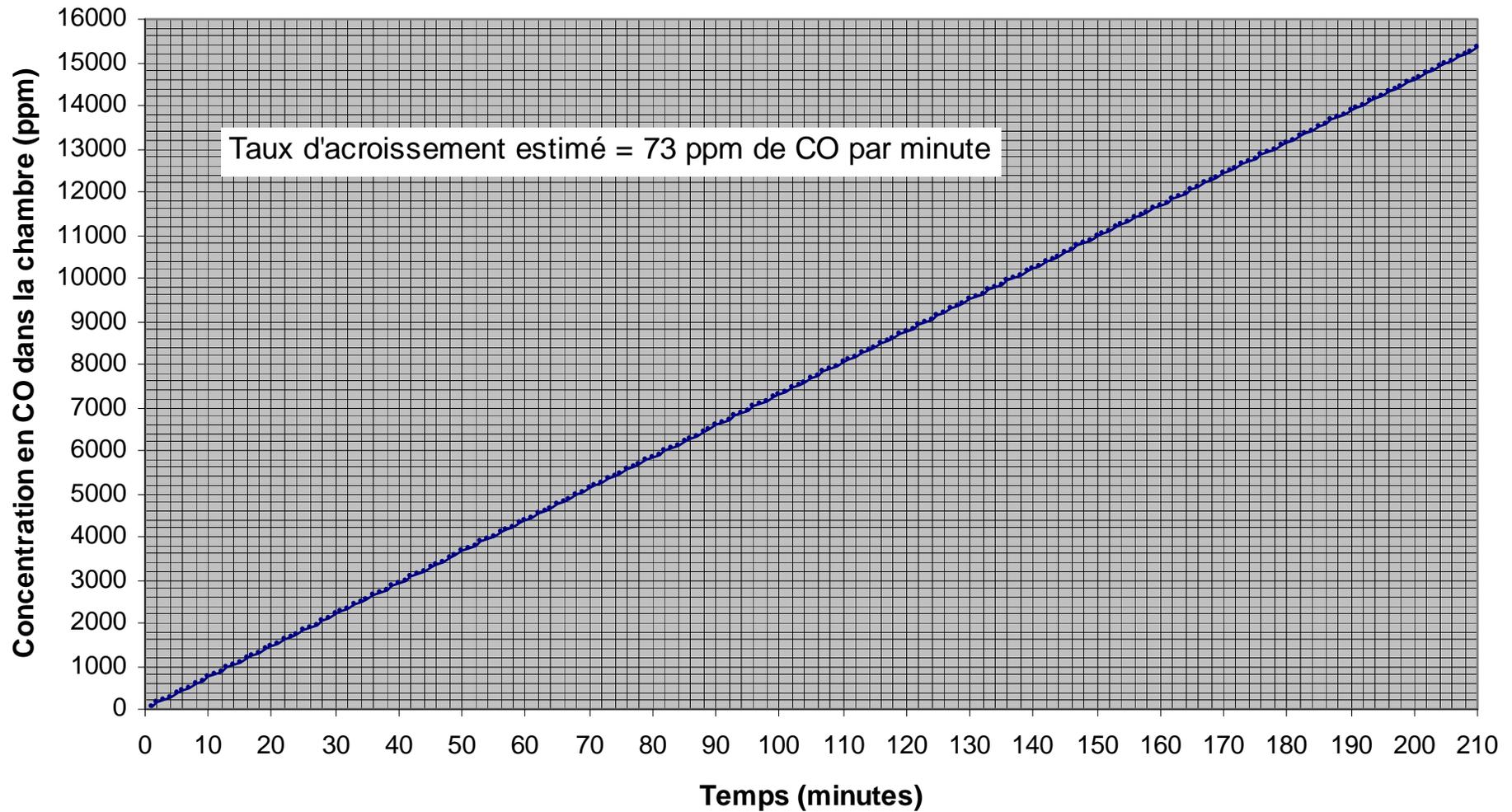
Centers for Disease Control (CDC), National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Two Carpenters Died Of Carbon Monoxide Poisoning Secondary To Running A Gas Powered Engine in A Confined Space (Basement Of A Home). Fatality Assessment and Control Evaluation, **1992**. <http://www.cdc.gov/niosh/face/stateface/wi/92wi119.html>

Centers for Disease Control (CDC), National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Warns of Deadly Carbon Monoxide Hazard from Using Pressure Washers Indoors. 1993. DHHS (NIOSH) Update Publication No. 93-117
<http://www.cdc.gov/niosh/updates/93-117.html>

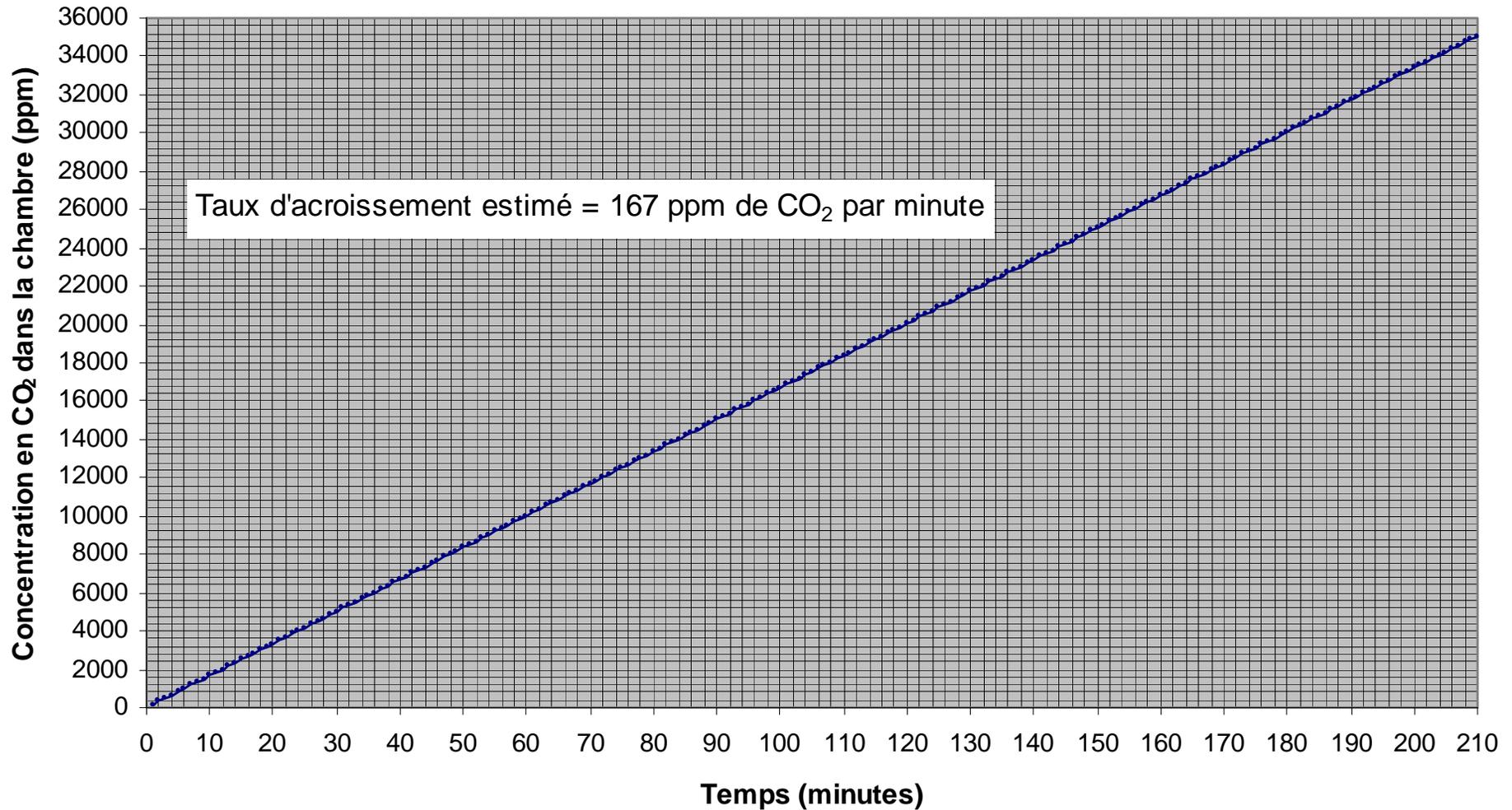
Centers for Disease Control (CDC), National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Preventing Carbon Monoxide Poisoning from Small Gasoline-Powered Engines and Tools. NIOSH ALERT: 1996. DHHS (NIOSH) Publication No. 96-118.
<http://www.cdc.gov/niosh/carbon2.html>

Annexes

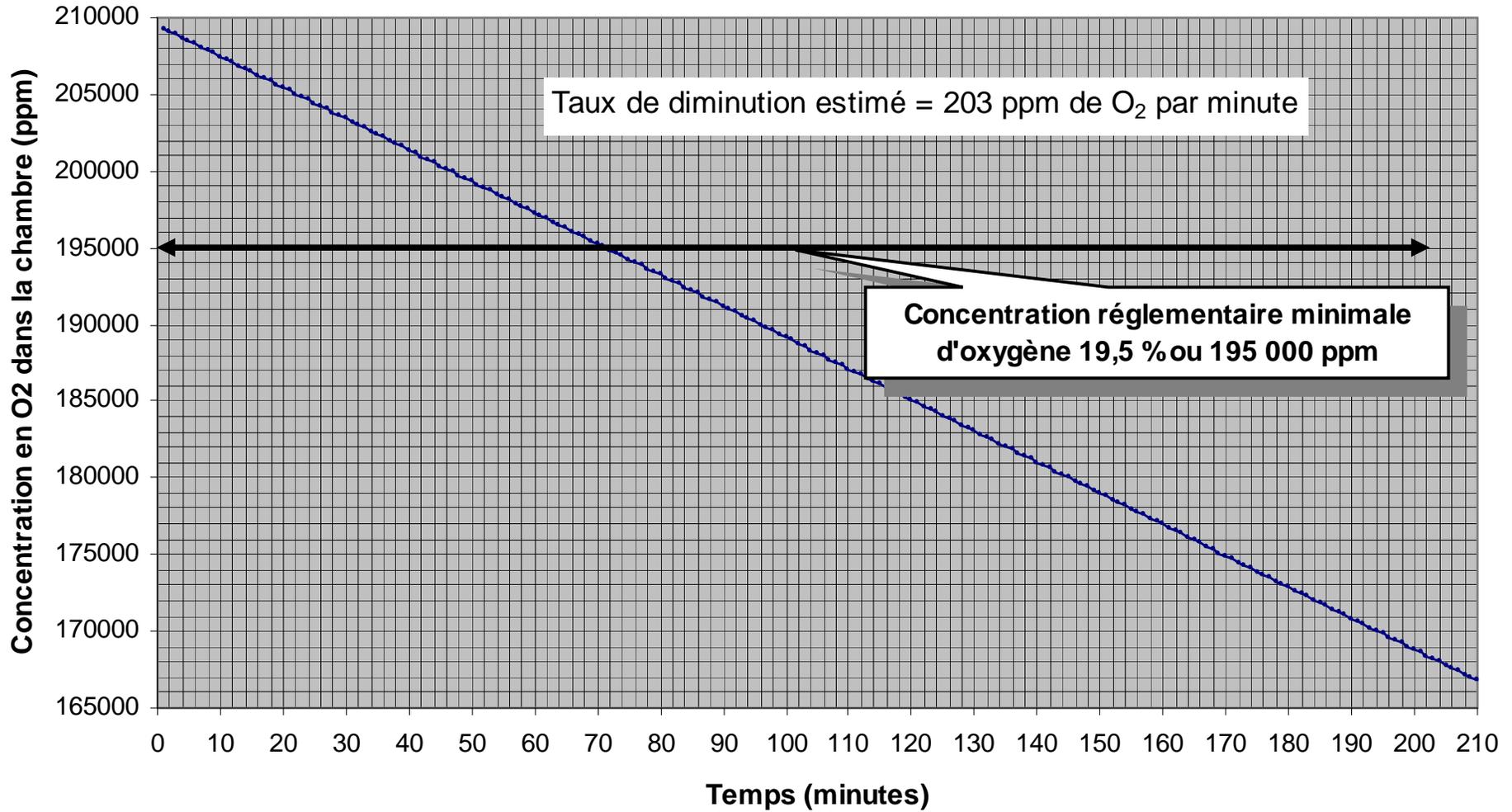
Graphique 1 : Estimation de la concentration du monoxyde de carbone (CO) dans la chambre en fonction du temps



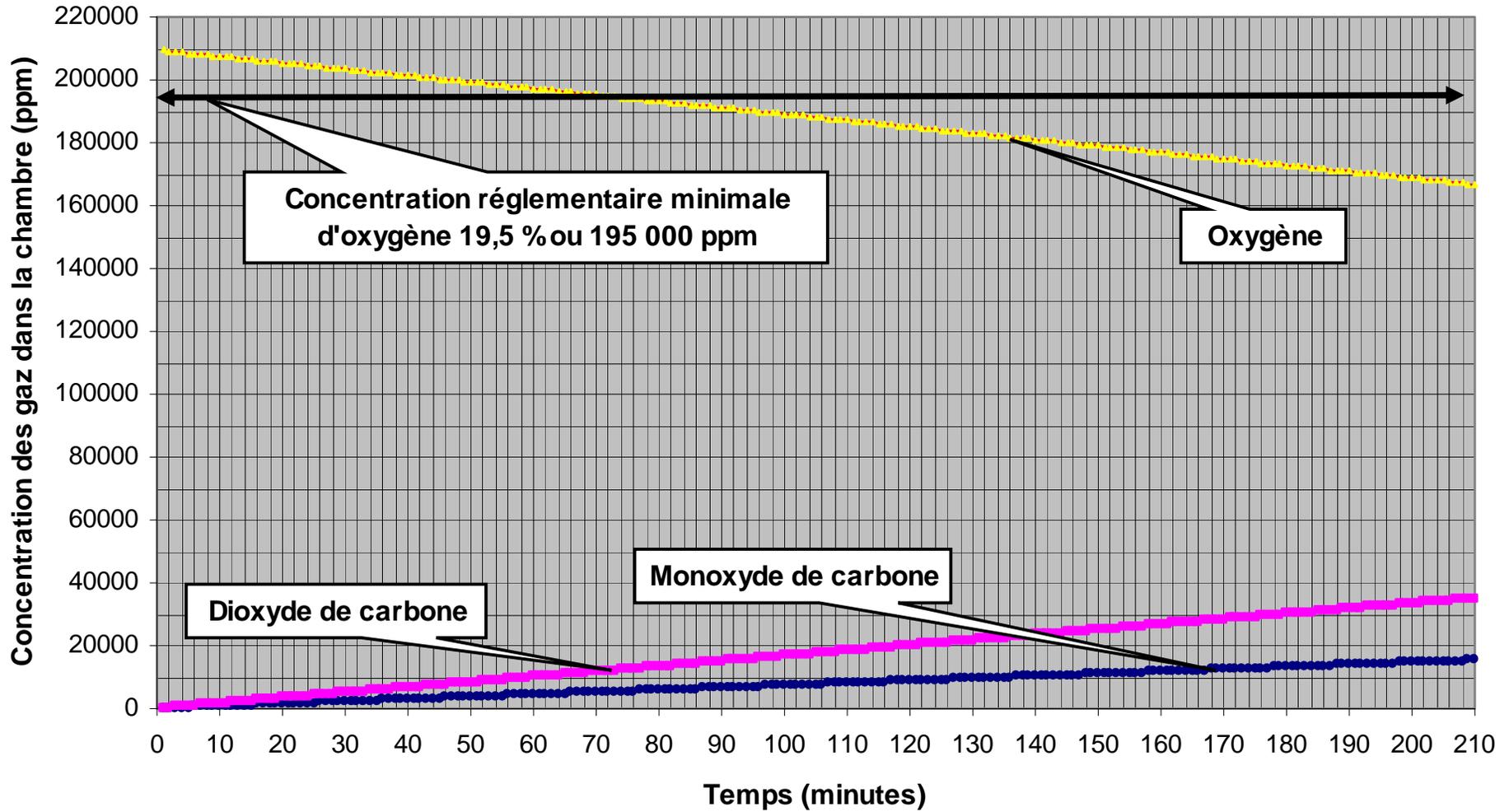
Graphique 2 : Estimation de la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans la chambre en fonction du temps



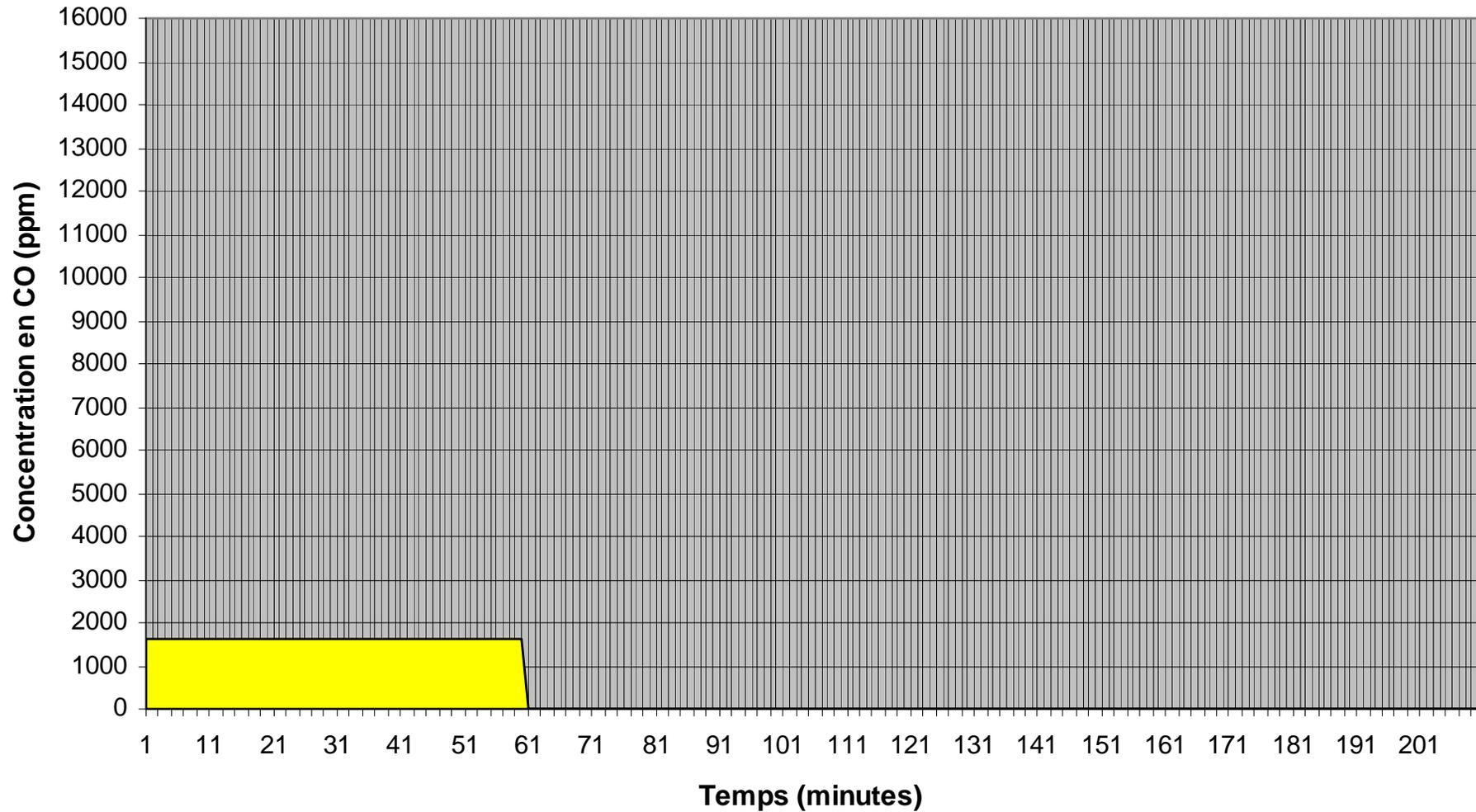
Graphique 3 : Estimation de la concentration d'oxygène (O₂) dans la chambre en fonction du temps



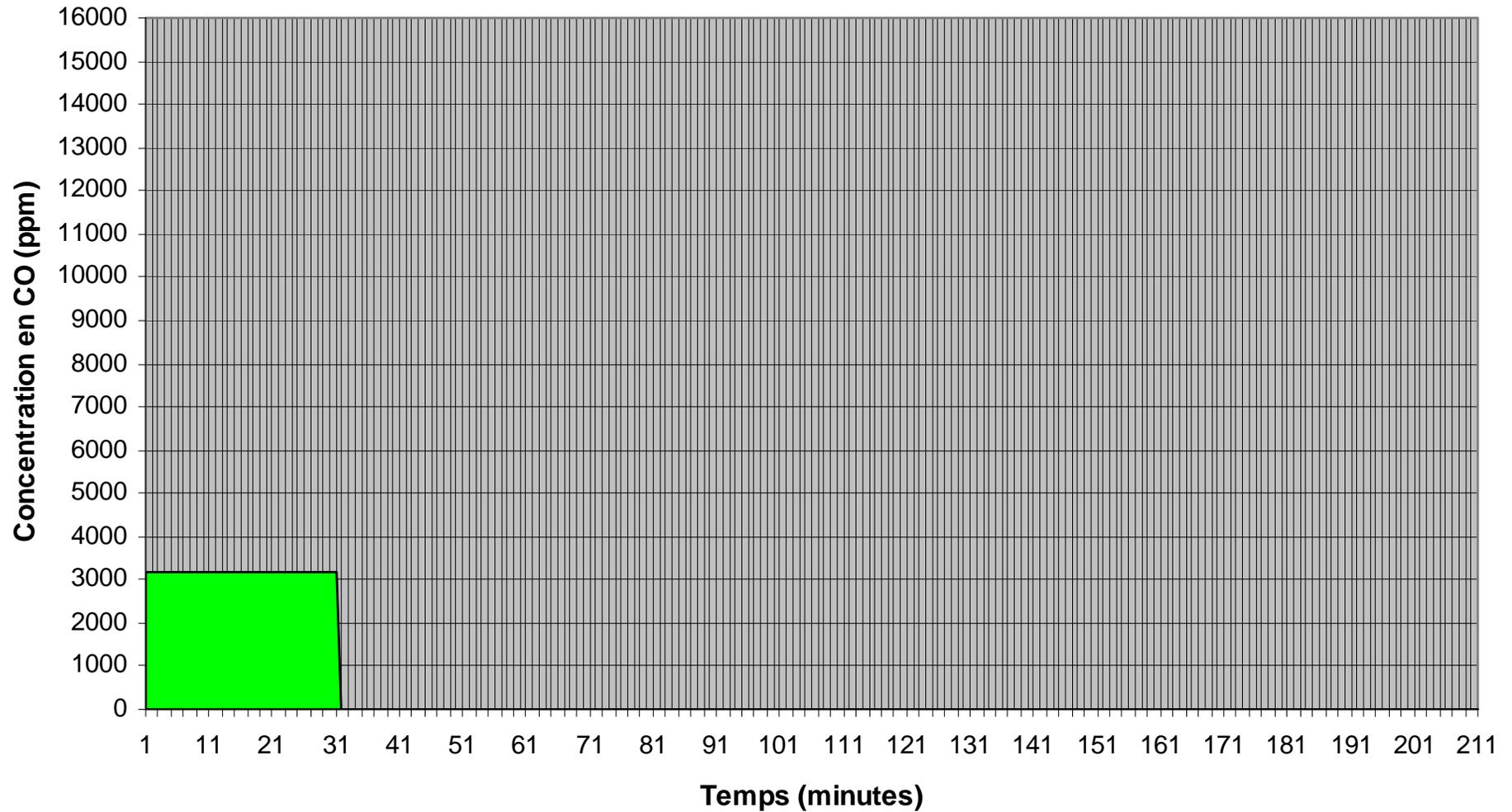
Graphique 4 : Estimation de la concentration des gaz dans la chambre en fonction du temps



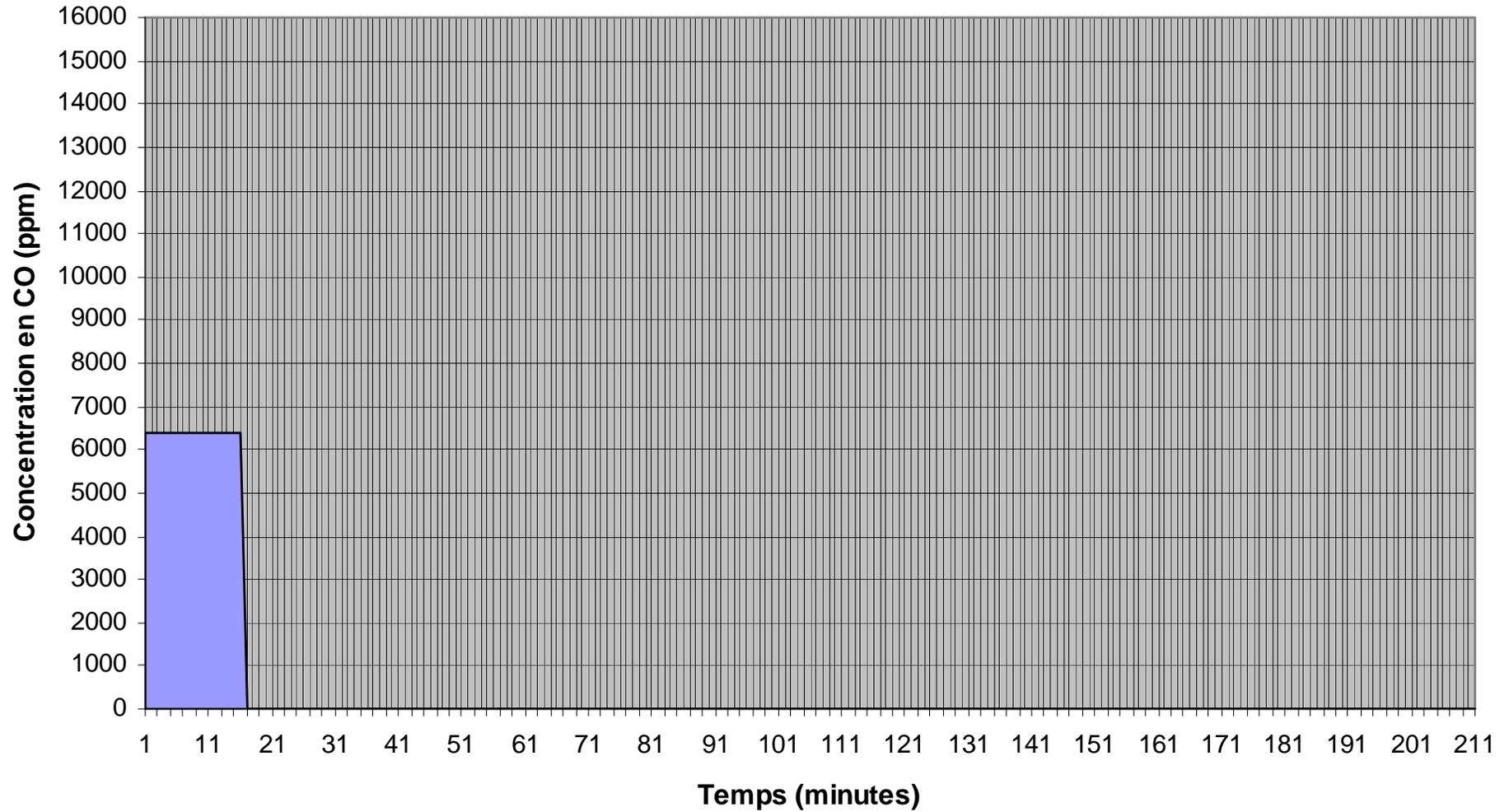
Graphique 5 : Représentation de l'exposition au monoxyde de carbone (CO) à 1 600 ppm provoquant la létalité en 60 minutes



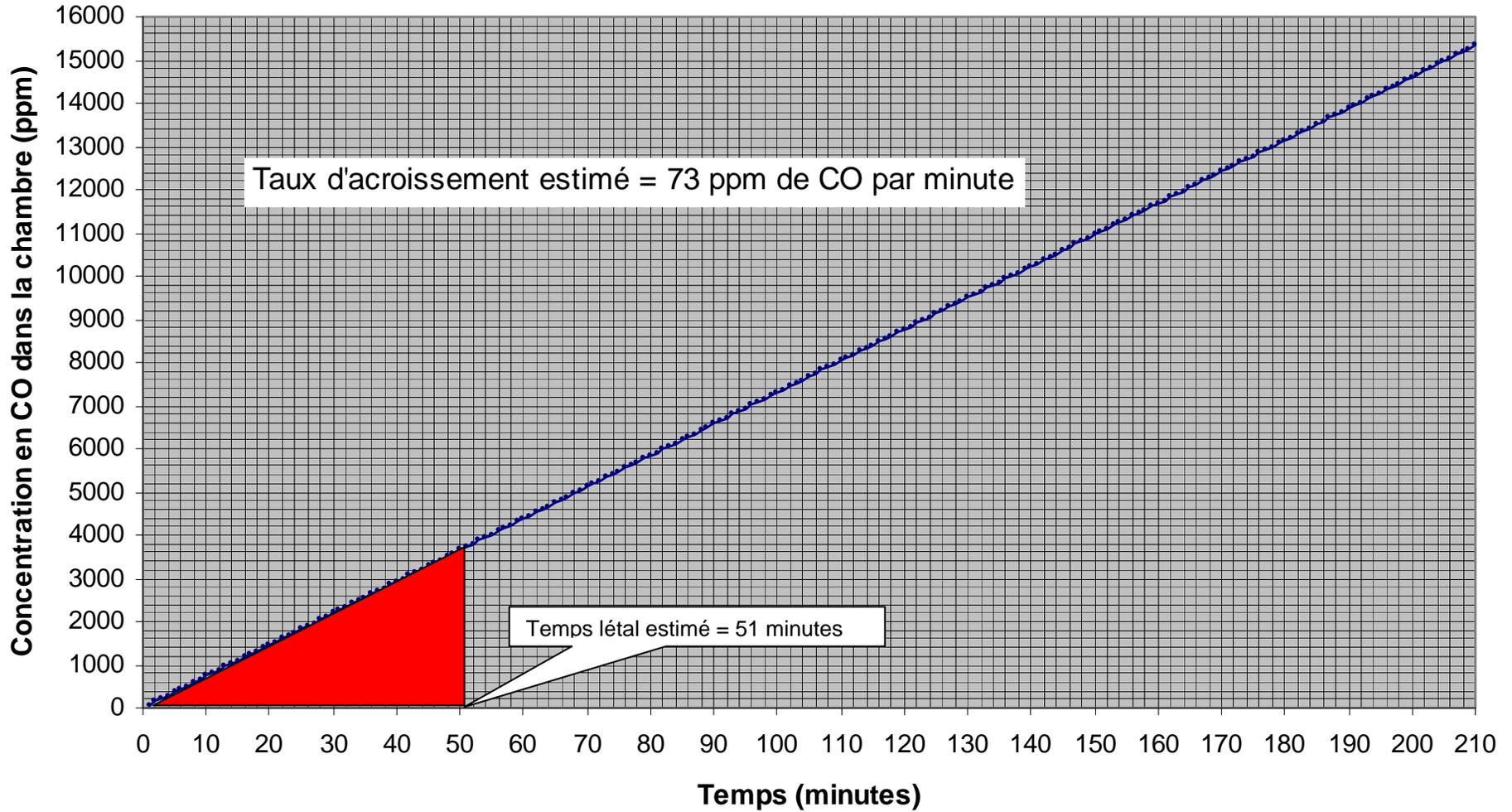
Graphique 6 : Représentation de l'exposition au monoxyde de carbone (CO) à 3 200 ppm provoquant la létalité en 30 minutes



Graphique 7 : Représentation de l'exposition au monoxyde de carbone (CO) à 6 400 ppm provoquant la létalité en 15 minutes



Graphique 8 : Estimation du temps létal à partir de la génération du monoxyde de carbone (CO) dans la chambre en fonction du temps



ANNEXE F
Relevés

 L'ASSOMPTION
QUEBEC

Latitude:	45° 48.600' N	Longitude:	73° 25.800' O	Altitude:	21,00 m
Identification Climat:	7014160	Identification OMM:	71524	Identification TC:	WEW

AnnéeMoisJour

[Jour précédent](#)
février
3
2009
Allez
[Jour suivant](#)

Rapport de données horaires pour le 3 février, 2009

H e u r e	<u>Temp.</u> °C	<u>Point de rosée</u> °C	<u>Hum. rel.</u> %	<u>Dir. du vent</u> 10's deg	<u>Vit. du vent</u> km/h	<u>Visibilité</u> km	<u>Pression à la station</u> kPa	<u>Hmdx</u>	<u>Refroid. éolien</u>	<u>Temps</u>
00:00	-16,6	-18,4	86	6	2		101,73			ND
01:00	-16,3	-17,5	90	1	6		101,73			ND
02:00	-14,2	-15,6	89	36	7		101,83			ND
03:00	-19,2	-21,3	83	36	6		101,84			ND
04:00	-18,3	-19,8	88	1	7		101,84			ND
05:00	-15,9	-17,5	87	1	11		101,83	-23		ND
06:00	-17,2	-18,8	87	1	7		101,88			ND
07:00	-16,8	-19,4	80	36	11		101,84	-24		ND
08:00	-16,7	-20,1	75	36	11		101,87	-24		ND
09:00	-15,7	-20,1	69	35	9		101,86			ND
10:00	-13,9	-19,8	61	35	11		101,83	-20		ND
11:00	-12,5	-19,8	54	2	13		101,77	-19		ND
12:00	-11,4	-19,4	52	1	15		101,65	-18		ND
13:00	-10,3	-18,6	51	2	13		101,49	-17		ND
14:00	-9,8	-18,0	51	2	17		101,39	-17		ND
15:00	-9,6	-17,6	52	36	11		101,35	-15		ND
16:00	-9,3	-16,8	54	2	11		101,34	-15		ND
17:00	-9,7	-16,7	57	2	7		101,36			ND
18:00	-11,1	-17,2	61	3	4		101,36			ND
19:00	-10,2	-16,5	60	36	13		101,35	-16		ND
20:00	-10,7	-16,8	61	36	20		101,31	-19		ND
21:00	-11,6	-17,4	62	35	19		101,27	-20		ND
22:00	-12,0	-17,8	62	36	15		101,25	-19		ND
23:00	-12,6	-18,1	63	36	15		101,30	-20		ND

ANNEXE G

Références bibliographiques

1. **QUÉBEC.** *Loi sur la santé et la sécurité du travail : L.R.Q., c. S-2.1*, dernière modification : 1^{er} octobre 2008, à jour au 7 octobre 2008, [Québec], Éditeur officiel du Québec, c2008, vi, 71, xii p.
[Cote : RJ-500018]
2. **QUÉBEC.** Règlement sur la santé et la sécurité du travail, S-2.1, r.19.01. [Québec], Éditeur officiel du Québec, 2008. 220 p.
[Cote : RJ-510071]
[Cote : AP-067330]
3. **INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL; BARIL MARC, BEAUDRY CHARLES.** «La prévention des accidents causés par le monoxyde de carbone lors de l'utilisation des petits équipements actionnés par les moteurs à combustion interne» Bilan des connaissances, Rapport B-061, juillet 2001.
Accès Internet :
4. **INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL; SANFAÇON GUY, SCHNEBELEN MARION.** «Enquête sur les intoxications au monoxyde de carbone causées par l'utilisation des appareils et petits outils à moteur à combustion interne au Québec» , Rapport R-295, juillet 2002.
Accès internet :
5. **UNITED STATES CONSUMER PRODUCTS SAFETY COMMISSION, Washington, DC, 20207; INKSTER SANDRA E.** «Health hazard assessment of CO poisoning associated with emission from portable 5,5 kilowatt, gasoline-powered generator », Memorandum, sept. 1, 2004.
6. **NIOSH ALERT,** «Preventing Carbon Monoxide Poisoning from Small Gasoline-Powered Engines and Tools», Publication No 96-118, 1996.
7. **COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC; DANIEL LEMIEUX ing., JEAN-MARC POULIN.** « Intoxication mortelle survenue à un producteur de porcs le 28 février 2008 chez Ferme Serco inc. de Chesterville », EN003729, 25 juin 2008.
8. **COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC; SERVICE DU RÉPERTOIRE TOXICOLOGIQUE.** « Monoxyde de carbone », Fiche toxicologique.
Accès internet :
http://www.reptox.csst.qc.ca/Produit.asp?no_produit=1172&nom=Carbone%2C+monoxyde+de+carbone.
9. **VENABLE, H. , WALLINGFORD, K., ROBERTS, D., BOOHER, D.** Simulated carbon monoxide exposure in an enclosed structure from a gasoline-powered pressure washer, Appl Occup. Environ. Hyg., Vol 10 no 7, 581-584, 1995