

**EN004164**

**RAPPORT D'ENQUÊTE  
Dépersonnalisé**

**Accident mortel survenu le 15 mars 2017,  
à un travailleur des Industries TLT,  
150, Chemin de la Scierie,  
Sainte-Monique, au Lac-Saint-Jean**

**Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean**

**Inspecteurs :**

\_\_\_\_\_ **Jean-Martin Cloutier**

\_\_\_\_\_ **Charles Bergeron**

**Date du rapport : 14 décembre 2017**

**Rapport distribué à :**

- Monsieur [ A ], Industries TLT;
- Monsieur [ B ], Industries TLT;
- Comité de santé et de sécurité;
- Madame [ C ];
- Madame [ D ];
- Monsieur [ E ];
- Monsieur Jean-Marc Picard, coroner;
- Monsieur Donald Aubin, directeur de la santé publique.

## TABLE DES MATIÈRES

<b><u>1</u></b>	<b><u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u></b>	<b><u>3</u></b>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	4
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	4
<b><u>3</u></b>	<b><u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u></b>	<b><u>5</u></b>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	6
3.3	CARACTÉRISTIQUES DU SÉCHOIR NUMÉRO 5	7
<b><u>4</u></b>	<b><u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u></b>	<b><u>9</u></b>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	9
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
4.2.1	DÉMARCHE D'IMPLANTATION D'UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE SÉCHAGE ET FORMATION DES TRAVAILLEURS	10
4.2.2	NOUVELLES TÂCHES LIÉES AU SÉCHOIR NUMÉRO 5	11
4.2.3	CONSIGNES DE SÉCURITÉ DU FOURNISSEUR CONCERNANT LE SÉCHOIR NUMÉRO 5	11
4.2.4	RODAGE DU SÉCHOIR NUMÉRO 5	12
4.2.5	ÉMANATION DE MONOXYDE DE CARBONE À L'INTÉRIEUR DU SÉCHOIR NUMÉRO 5	13
4.2.6	EFFET DU MONOXYDE DE CARBONE SUR LA SANTÉ	13
4.2.7	ENTRÉE DU TRAVAILLEUR À L'INTÉRIEUR DU SÉCHOIR NUMÉRO 5 EN COURS DE FONCTIONNEMENT	14
4.2.8	CONDITIONS CLIMATIQUES	15
4.2.9	VENTILATION DU SÉCHOIR NUMÉRO 5	15
4.2.10	EXPERTISE	17
4.2.11	LOI ET RÈGLEMENT	19
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	20
4.3.1	LA CONCEPTION DES ÉVÉNEMENTS ENTRAÎNE UN COINCEMENT DES CLAPETS SURPRESSION/DÉPRESSION PAR DE LA GLACE, MENANT À L'ÉMISSION D'UNE QUANTITÉ MORTELLE DE CO	20
4.3.2	LE TRAVAILLEUR ENTRE À L'INTÉRIEUR DU SÉCHOIR NUMÉRO 5 EN COURS DE FONCTIONNEMENT ET S'EXPOSE À UNE CONCENTRATION MORTELLE DE CO	21
4.3.3	LA GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL LIÉE AU SÉCHOIR NUMÉRO 5 EST DÉFICIENTE EN CE QU'AUCUNE DÉMARCHE D'IDENTIFICATION DES RISQUES N'EST EFFECTUÉE DES SUITES DE LA MISE EN PLACE DU NOUVEAU PROCÉDÉ DE SÉCHAGE PAR CHAUFFAGE DIRECT ET QU'AUCUNE MÉTHODE DE TRAVAIL SÉCURITAIRE N'EST ÉLABORÉE POUR SÉCURISER SON ACCÈS.	22
<b><u>5</u></b>	<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b><u>23</u></b>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	23
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	23

**5.3 SUIVI DE L'ENQUÊTE****23****ANNEXES**

<b>ANNEXE A :</b>	<b>Accidenté</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE B :</b>	<b>Liste des personnes rencontrées et contactées</b>	<b>26</b>
<b>ANNEXE C :</b>	<b>Confirmation de mise en service du séchoir</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXE D :</b>	<b>Liste des activités réalisées</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE E :</b>	<b>Extrait du North American Combustion Handbook</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXE F :</b>	<b>Extrait de la fiche de données de sécurité du monoxyde de carbone</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXE G :</b>	<b>Extrait des données de programme informatique de régulation du procédé</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXE H :</b>	<b>Conditions météorologiques et climatiques du 13 au 15 mars 2017</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE I :</b>	<b>Expertise</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE J :</b>	<b>Loi et Règlement sur la santé et la sécurité du travail</b>	<b>54</b>
<b>ANNEXE K :</b>	<b>Références bibliographiques</b>	<b>56</b>

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

Le 15 mars, vers 7 heures 45, le séchoir numéro 5 fonctionne depuis 20 heures dans la phase de montée en température. Le système de ventilation mécanique est à l'arrêt, tel que prévu par le programme informatique de régulation du procédé.

Au même moment, les clapets surpression/dépression sont coincés par de la glace, ce qui conduit à un manque d'oxygène à l'intérieur du séchoir numéro 5 et à l'émanation de monoxyde de carbone (CO) en une concentration mortelle.

M. [ F ] passe près de la porte de visite de gauche déverrouillée du séchoir et y entre facilement. Il est alors exposé au CO.

**Conséquences**

M. [ F ] meurt des suites d'une intoxication aiguë au monoxyde de carbone.



**Photo 1 : Séchoir numéro 5 de marque CATHILD (source : CNESST)**

**Abrégé des causes**

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- La conception des événements entraîne un coincement des clapets surpression/dépression par de la glace, menant à l'émission d'une quantité mortelle de monoxyde de carbone;
- Le travailleur entre à l'intérieur du séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement et s'expose à une concentration mortelle de monoxyde de carbone;
- La gestion de la santé et de la sécurité du travail liée au séchoir numéro 5 est déficiente en ce qu'aucune démarche d'identification des risques n'est effectuée des suites de la mise en place du nouveau procédé de séchage par chauffage direct et qu'aucune méthode de travail sécuritaire n'est élaborée pour sécuriser son accès.

**Mesures correctives**

La CNESST interdit l'utilisation du séchoir numéro 5 de marque CATHILD le 15 mars 2017. Le rapport (RAP9118052) émis le jour même explique cette décision. Afin d'éliminer le danger d'asphyxie, la CNESST exige de l'employeur qu'il :

- Informe les travailleurs sur les risques liés à l'utilisation du séchoir numéro 5;
- Établisse des procédures sécuritaires d'entrée dans le séchoir numéro 5 et forme les travailleurs en lien avec celles-ci;
- S'assure que les composants et accessoires relatifs au propane ainsi que leur installation répondent aux exigences normatives;
- S'assure que les accès au séchoir numéro 5 soient contrôlés en tout temps et que seules les personnes habilitées puissent y accéder.

Le 9 mai 2017, la CNESST autorise l'utilisation du séchoir numéro 5 (RAP9118056).

*Le présent résumé n'a pas de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête, ni d'avis de correction ou de toute autre décision de l'inspecteur. Il constitue un aide-mémoire identifiant les éléments d'une situation dangereuse et les mesures correctives à apporter pour éviter la répétition de l'accident. Il peut également servir d'outil de diffusion dans votre milieu de travail.*

**SECTION 2****2 ORGANISATION DU TRAVAIL****2.1 Structure générale de l'établissement**

Scierie Thomas Louis Tremblay est fondée vers 1950 et devient Industries TLT en 2006. L'entreprise, située à Sainte-Monique, au Lac-Saint-Jean, se spécialise dans le sciage et la transformation de feuillus, dont le bouleau blanc, le bouleau jaune et le peuplier faux-tremble.

L'entreprise produit des composantes à plancher de bois franc et du bois de palette. Elle possède deux établissements, soit une scierie qui produit annuellement 22 millions de pieds mesure de planche (PMP) et une usine de transformation (ci-après appelée l'usine) qui produit annuellement 8 millions de PMP.

Industries TLT emploie 135 travailleurs syndiqués. À l'usine, ce sont 40 travailleurs syndiqués, [...] responsable expéditions et séchoirs, [...] superviseurs de production et [...] superviseur mécanique qui effectuent leurs tâches sur deux quarts de travail (voir graphique 1). Les activités se déroulent de 7 heures 30 à 3 heures.

L'usine compte cinq séchoirs. M. [ F ] est responsable de leur fonctionnement. Il effectue ses tâches de manière autonome et se rapporte au directeur d'usine.

L'accident se produit le 15 mars 2017, alors que M. [ F ] (voir annexe A) entre à l'intérieur du séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement.

[...]

**Graphique 1 - Organigramme Industries TLT (source : CNESST)**

## 2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

### 2.2.1 Mécanismes de participation

À l'usine, il y a un comité de santé et sécurité qui se réunit environ tous les trois mois. Une rencontre a eu lieu le 20 décembre 2016. Il y a aussi deux représentants à la prévention.

### 2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Il y a un programme de prévention spécifique à l'usine mis à jour en 2016.

Résumé du programme de prévention :

- Description des obligations de l'employeur en vertu de l'article 51 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) et des obligations du travailleur en vertu de l'article 49 de la LSST;
- Identification des différents postes de travail;
- Identification des équipements de protection individuels obligatoires en fonction des postes de travail et des tâches à effectuer;
- Engagement de l'employeur quant à la formation des nouveaux travailleurs et à l'enquête d'accident;
- Informations générales quant au cadenassage des sources d'énergie et aux premiers soins et premiers secours;
- Consignes de sécurité générales et mesures disciplinaires en cas de non-respect.

En plus du programme de prévention, un autre document mis à jour en juillet 2016 intitulé « Politique de santé et de sécurité » contient, entre autres, la description du fonctionnement du comité santé et sécurité et un formulaire intitulé « Accueil de l'employé ».

Deux des machines de l'usine font l'objet de méthodes de travail sécuritaires écrites et deux autres font l'objet de procédures de cadenassage des sources d'énergie.

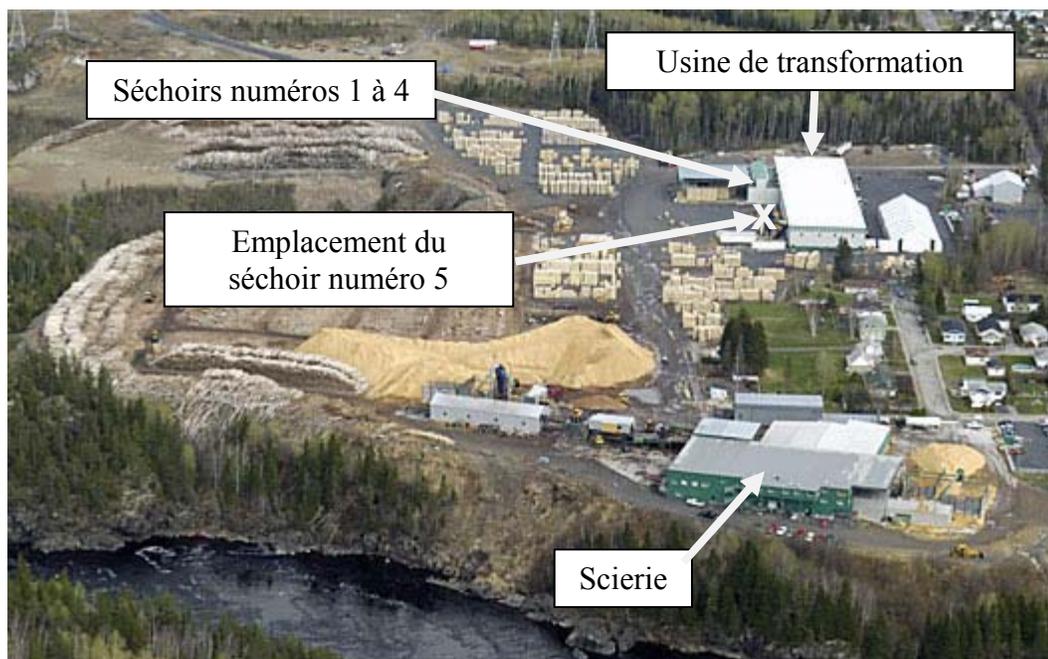
Il y a un programme de santé daté de décembre 2015.

## SECTION 3

## 3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

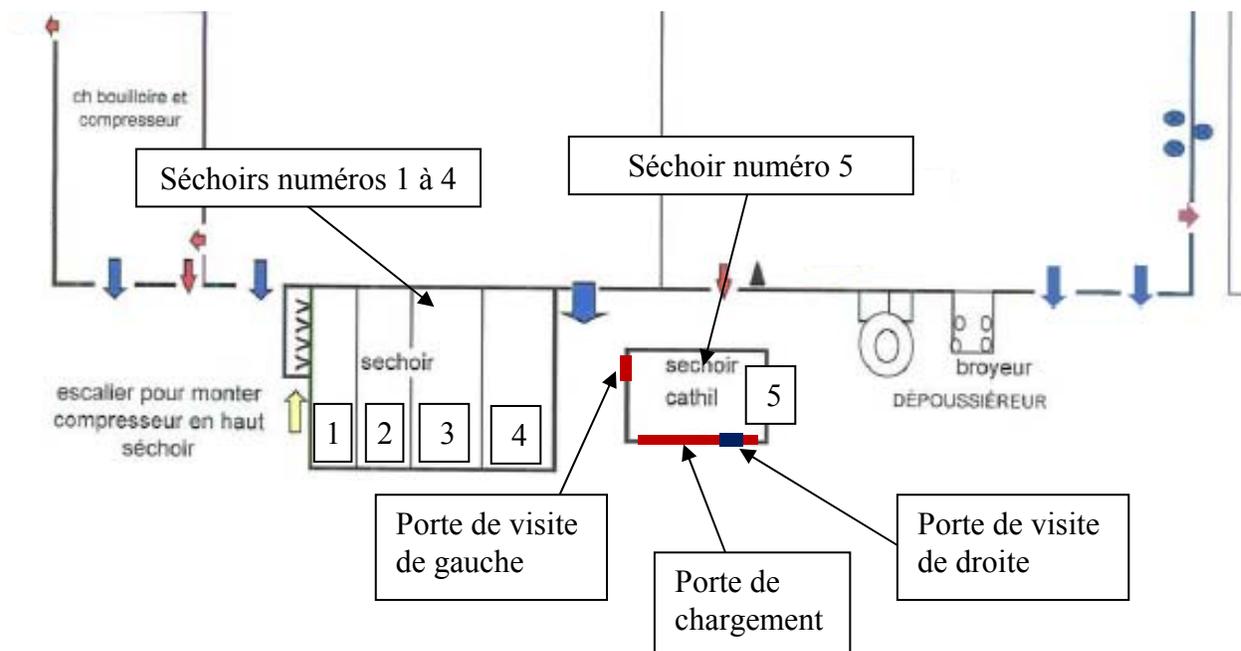
## 3.1 Description du lieu de travail

La scierie approvisionne l'usine qui est située à proximité (voir photo 2). Les paquets de bois sciés sont transportés à l'aide de chargeuses sur roues munies de fourches et sont entreposés dans la cour extérieure jusqu'à ce qu'ils soient séchés dans l'un des séchoirs de l'usine. Il s'agit de la première étape de transformation.



**Photo 2 : Site des Industries TLT**  
(source : Industries TLT, précisée par la CNESST)

Les cinq séchoirs de l'usine sont identifiés par des numéros (voir croquis 1 à la page suivante). Les numéros un à quatre s'alignent côte à côte et utilisent un procédé de séchage par chauffage indirect alors que le cinquième, opérationnel depuis la mi-février 2017, fonctionne par chauffage direct.



**Croquis 1 : Emplacement des séchoirs (source : Industries TLT, précisée par la CNESST)**

### 3.2 Description du travail à effectuer

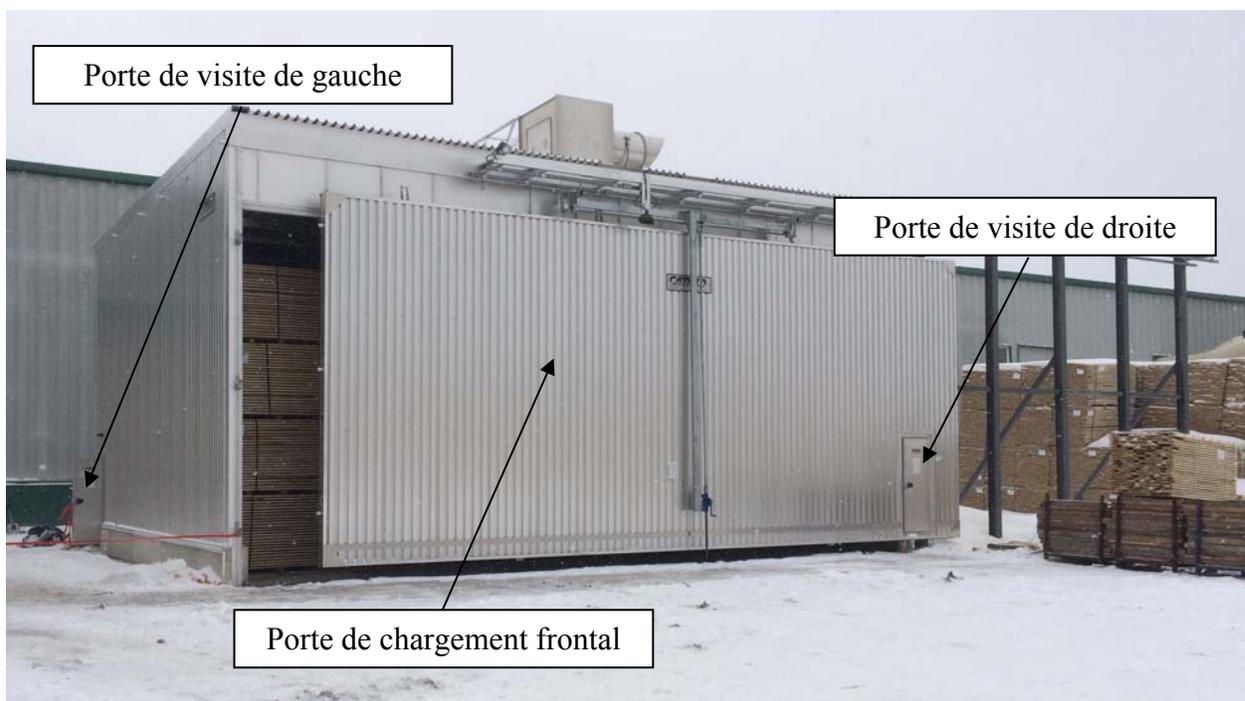
Le travail de M. [ F ] se divise en trois volets. Premièrement, il est responsable des expéditions et coordonne le chargement des camions de livraison. Pour ce faire, il donne des instructions à [ G ] pour le déplacement des paquets de bois. Deux camions de livraison sont attendus le jour de l'accident.

Deuxièmement, il surveille et coordonne le fonctionnement des séchoirs. Puisqu'ils sont tous en cours de cycle de séchage, sa tâche consiste à vérifier, à l'aide de son téléphone portable, les données du programme informatique de régulation des procédés de séchage pour s'assurer que tout se déroule comme prévu.

Enfin, M. [ F ] réalise diverses autres tâches courantes, comme gratter la neige accumulée près des sorties de l'usine avec son autoquad biplace ou réparer les feuillards des paquets de bois ou de lattes, comme il s'apprête à le faire avant l'accident.

### 3.3 Caractéristiques du séchoir numéro 5

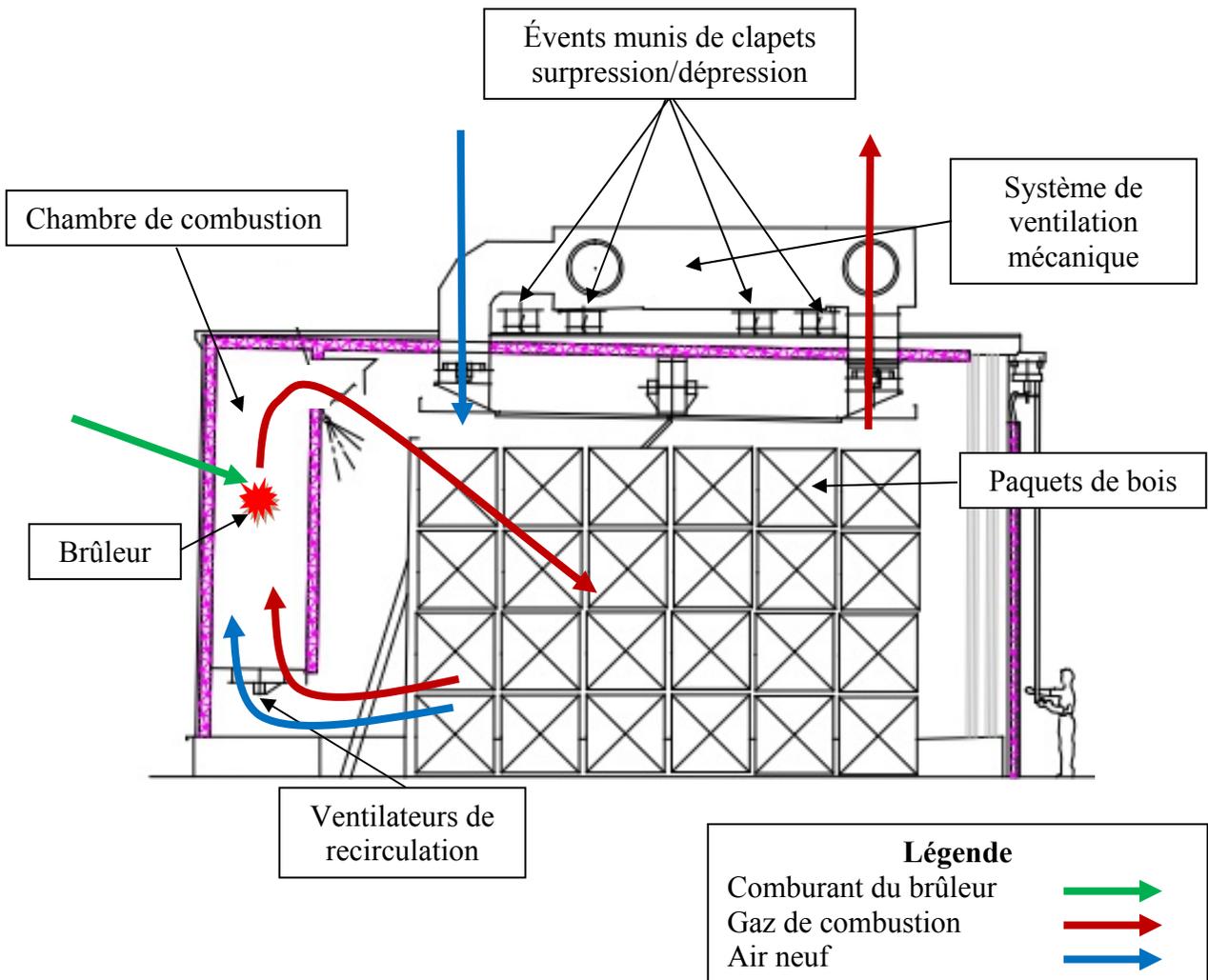
En juin 2016, Industries TLT fait l'acquisition d'un séchoir supplémentaire, de marque CATHILD VS1E 240 TTGH, 96 000 PMP, à chargement frontal par chargeuse sur roues (voir photo 3). Ce nouvel équipement utilise une technologie de transfert thermique de gaz chaud à humidité contrôlée (chauffage direct). Le procédé est régulé par un système informatique automatisé conçu par CATHILD de type CH12w22.



**Photo 3 : Séchoir numéro 5 de marque CATHILD (source : CNESST)**

Un brûleur à gaz propane de marque Riello, modèle RS 50/M, numéro de série 101194697, est installé dans une chambre de combustion. Deux ventilateurs de recirculation y acheminent  $567 \text{ m}^3/\text{min}$  d'air afin de le réchauffer à la température souhaitée grâce à la flamme du brûleur. Les gaz de combustion sont ensuite réacheminés au séchoir. Le débit d'air du brûleur est de  $8 \text{ m}^3/\text{min}$  (voir croquis 2 à la page suivante).

Le chargement du séchoir s'effectue grâce à la porte frontale de type coulissante à décrochement. Une porte de visite est aménagée dans le mur ouest du séchoir vers l'arrière (ci-après appelée *porte de visite de gauche*). Une autre porte de visite est aménagée dans la porte frontale de chargement, à la demande des Industries TLT. Les portes de visite sont équipées de serrures verrouillables de l'extérieur et de type sécurité anti-panique à l'intérieur.



**Croquis 2 : Vue en coupe du séchoir numéro 5**  
(source : Industries TLT, précisée par la CNESST)

## SECTION 4

### 4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

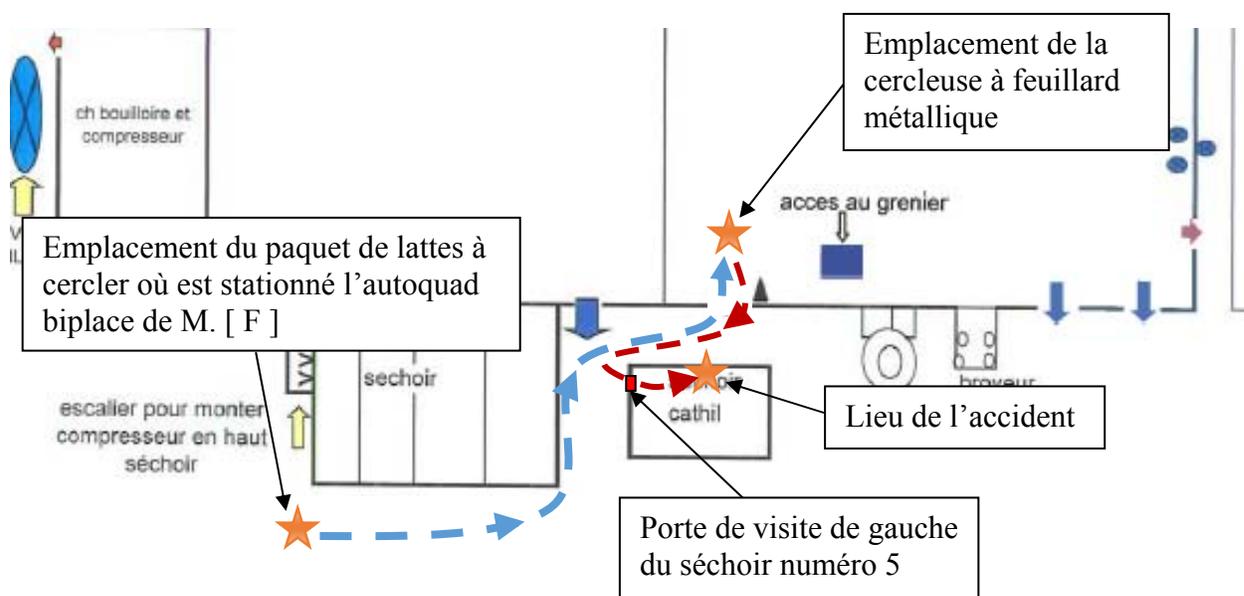
#### 4.1 Chronologie de l'accident

Le 13 mars 2017, à 7 heures 16, le séchoir numéro 5 complète son cycle de séchage. M. [ F ] commence alors son déchargement, travaillant en équipe avec [ G ].

Une fois les paquets de bois retirés du séchoir, le chargement d'un nouveau lot de paquets de bois débute. En parallèle, M. [ F ] s'occupe également de l'expédition de cinq camions de livraison. Le chargement du séchoir numéro 5 est complété le lendemain et le cycle de séchage démarre le 14 mars à 11 heures 29.

Le 15 mars, vers 7 heures 30, [ G ] constate qu'un des feuillets d'un paquet de lattes entreposé à l'extérieur, près du séchoir numéro 1, est brisé. Il demande par radio à M. [ F ] de venir cercler le paquet de lattes et il continue ses autres tâches.

Une fois arrivé sur place, M. [ F ] laisse son autoquad biplace et se rend à pied dans l'usine afin de récupérer la cerceuse. Vers 7 heures 45, alors qu'il revient de l'usine, il entre à l'intérieur du séchoir numéro 5 où il perd connaissance (voir croquis 3).



**Croquis 3 : Lieu de l'accident (source : Industries TLT, précisée par la CNESST)**

Vers 8 heures 30, [ H ] recherche M. [ F ] et appelle [ G ] par radio. Ce dernier l'informe qu'il doit se trouver dans le secteur des séchoirs. [ H ] vérifie donc les séchoirs numéros 1 à 4, sans succès.

Il se dirige alors vers le séchoir numéro 5 et constate que la porte de visite de gauche est entrouverte. Il regarde à l'intérieur du séchoir et aperçoit M. [ F ] au sol à environ 3 mètres de l'entrée. [ H ] entre pour lui porter secours, mais il n'arrive pas à respirer. Il réussit néanmoins à le sortir du séchoir en s'y prenant à trois reprises.

Une fois à l'extérieur, [ H ] demande de l'aide sur sa radio et commence des manœuvres de réanimation. Les services d'urgence 911 sont contactés. Le décès du travailleur est constaté sur place par le personnel ambulancier.

Le coroner confirme ensuite que M. [ F ] est décédé des suites d'une intoxication aigüe au monoxyde de carbone (CO).

## **4.2 Constatations et informations recueillies**

M. [ F ] travaille seul au moment de l'accident. Il n'informe pas ses collègues lorsqu'il entre dans le séchoir numéro 5. Il n'y a aucun témoin de l'événement (voir annexe B).

### **4.2.1 Démarche d'implantation d'un nouveau procédé de séchage et formation des travailleurs**

Les séchoirs numéros 1 à 4 des Industries TLT fonctionnent grâce à un procédé de séchage par chauffage indirect. Le brûleur de la bouilloire, alimenté en gaz propane, chauffe l'eau qui est acheminée jusqu'aux séchoirs. La chaleur est ensuite transférée par rayonnement à l'air ambiant. Quant aux gaz de combustion, ils sont rejetés dans l'atmosphère par une cheminée.

Pour ces séchoirs, l'une des tâches à réaliser consiste à vérifier le taux d'humidité du bois. Pour ce faire, le travailleur entre dans les séchoirs en cours de fonctionnement et utilise un hygromètre à bois.

L'installation du séchoir numéro 5 implante dans l'entreprise un nouveau procédé de séchage par chauffage direct et une nouvelle technologie qui inclut, dans tous les séchoirs, des sondes de lecture d'humidité reliées à un programme informatique de régulation du procédé. Ces nouveautés modifient les méthodes de travail en éliminant toute intervention dans les séchoirs en cours de fonctionnement.

[ I ], le comité santé et sécurité et [ C et D ] sont absents des démarches d'implantation du séchoir numéro 5.

CATHILD industrie (ci-après appelé le fournisseur) est responsable de la construction du séchoir numéro 5 et de sa mise en opération. Une fois l'érection du bâtiment terminée et l'équipement installé, il mandate Combu-Expert pour réaliser la mise en service du séchoir et l'ajustement du brûleur (voir annexe C).

M. [ J ] du fournisseur, forme M. [ F ] sur le fonctionnement du séchoir numéro 5. La formation s'échelonne sur deux semaines et dure près de 21 heures. Selon [ J ], les consignes de sécurité sont expliquées au début de la formation.

Un document nommé « RÉCEPTION TRAVAUX » et daté du 14 février 2017 indique « Que les prescriptions de service d'entretien, les notices techniques et les consignes de sécurité ont été perçues par : [ F ], [ K ], [ L ], [ M ] » (voir annexe D).

M. [ L ] pour Industries TLT, déclare qu'il a travaillé avec [ J ] du fournisseur lors de l'implantation de sondes de lecture dans les séchoirs numéros 1 à 4, mais qu'il n'a reçu aucune information ni formation liée au séchoir numéro 5.

M. [ K ] pour Industries TLT, déclare qu'il est formé pour démarrer et arrêter le séchoir en cas d'absence de M. [ F ], mais qu'il n'a reçu aucune information liée aux consignes de sécurité.

[ B ] déclare ne pas avoir été informé par le fournisseur que le procédé de séchage par chauffage direct dégage du CO à l'intérieur du séchoir numéro 5. Il affirme ne pas connaître les consignes de sécurité du fournisseur et il ajoute que M. [ M ] pour Industries TLT, n'est pas formé.

#### **4.2.2 Nouvelles tâches liées au séchoir numéro 5**

Les méthodes de travail sont informelles et déterminées par M. [ F ] qui est le seul à avoir reçu la formation complète du fournisseur.

La première étape d'un cycle de séchage du séchoir numéro 5 consiste à charger le bois dans le séchoir à l'aide d'une chargeuse sur roues munie de fourches. Le temps nécessaire au chargement est lié au nombre de paquets à déplacer et au moment de la journée où le cycle précédent se termine. En effet, la manutention s'effectue uniquement le jour.

Pendant que le séchoir est chargé, les sondes d'humidité sont installées dans le bois, grâce aux portes de visite qui restent déverrouillées en permanence. Lorsque le chargement est terminé, les portes sont fermées et le brûleur est mis en marche.

L'hiver, le cycle de séchage dure entre 15 et 17 jours et est complètement automatisé, ne requérant aucune tâche à l'intérieur du séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement. Lorsque le bois est séché, il est transporté aux lignes de transformation de l'usine.

#### **4.2.3 Consignes de sécurité du fournisseur concernant le séchoir numéro 5**

Les risques de brûlures graves et d'asphyxie sont identifiés par le fournisseur (voir photo 4 à la page suivante). Il est indiqué de ne jamais ouvrir ni pénétrer dans le séchoir même en cas de dysfonctionnement.

Une procédure d'entrée dans le séchoir est aussi prévue et indique les étapes à respecter, soit l'arrêt de la ventilation et du chauffage, le cadenassage de l'armoire électrique et l'ouverture des clapets et des portes pour aérer un minimum de 20 minutes.

Les consignes de sécurité sont affichées sur les portes de visite du séchoir. Elles sont aussi présentes dans les documents techniques fournis à l'employeur.



**Photo 4 : Consignes de sécurité du fournisseur affichées sur les portes de visite (source : CNESST)**

#### 4.2.4 Rodage du séchoir numéro 5

Un incident oblige M. [ B ], M. [ F ] ainsi qu'un autre travailleur des Industries TLT à pénétrer à l'intérieur du séchoir au cours du premier cycle de séchage lorsque deux paquets de bois basculent dans la porte de chargement, empêchant son ouverture.

[ B ] déclare que pour cette intervention, le brûleur est arrêté, les portes de visite sont ouvertes et les ventilateurs sont mis en marche, et ce, afin de diminuer la température à l'intérieur du séchoir. Il est jugé possible d'entrer après une demi-journée de ventilation.

Le déchargement et le chargement du séchoir entre les premier et deuxième cycles sont réalisés en 9 heures.

Le deuxième cycle de séchage se déroule sans intervention à l'intérieur du séchoir, et ce, malgré l'arrêt et la réparation du brûleur par un technicien du fournisseur du 3 au 5 mars.

Le 13 mars, M. [ F ] et [ G ] ne réussissent pas à compléter le déchargement et le chargement des paquets de bois du séchoir numéro 5 puisque la manutention s'effectue uniquement sur le quart de travail de jour.

La tâche est accomplie le 14 mars. Le séchoir est à l'arrêt sur une période de 28 heures entre les deuxième et troisième cycles de séchage.

L'accident survient 20 heures après le démarrage du troisième cycle de séchage.

#### **4.2.5 Émanation de monoxyde de carbone à l'intérieur du séchoir numéro 5**

Selon le *North American Combustion Handbook* (voir annexe E), la combustion complète du gaz propane dégage de la chaleur, du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O).

En pratique, selon M. André Barriault de l'entreprise Cervo-Polygaz, il est improbable d'atteindre exactement les bonnes proportions de carburant et d'oxygène lors de l'ajustement d'un brûleur. Il y a alors émanation d'une certaine quantité de CO. La combustion est dite incomplète et résulte d'un manque d'oxygène dans le processus.

Les relevés du test de combustion effectué le 12 avril démontrent qu'en condition normale de fonctionnement et en fonction de l'ajustement initial du brûleur Riello, les gaz de combustion acheminés dans le séchoir contiennent près de 170 parties par million (ppm) de CO, 35 600 ppm CO<sub>2</sub> et 7 ppm d'oxyde d'azote (NO).

Le jour de l'accident, vers 10 heures, les pompiers ont réalisé une lecture du niveau de CO à l'intérieur du séchoir avec un détecteur multigaz de marque Ventis MX4. La valeur atteint le maximum de la plage de mesure, soit 1 000 ppm.

La seule source d'émanation de CO à l'intérieur du séchoir est liée à la combustion du gaz propane par le brûleur Riello.

#### **4.2.6 Effet du monoxyde de carbone sur la santé**

Selon le répertoire toxicologique (voir annexe F), incolore et inodore, le CO possède une densité voisine de celle de l'air, se mélangeant facilement à celui-ci et pouvant rapidement, en cas de fuite ou de combustion incomplète de matières organiques, atteindre des concentrations dangereuses. La limite de danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS) est de 1 200 ppm.

Le CO est un asphyxiant chimique qui interfère avec la distribution de l'oxygène aux tissus et organes. Les effets de l'exposition au CO sont en fonction de la concentration et de la

durée d'exposition. Par exemple, une exposition à 20 000 ppm de CO entraîne le coma et la mort en 4 minutes (voir tableau 1).

Suite de la relation dose-effet :

Concentration en CO (ppm)	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

Tableau adapté de Cloutier, F. et Gourdeau, P., «L'exposition au monoxyde de carbone : description d'une approche de santé publique.» *Médecin du Québec*. Vol. 28, no. 12, p. 65-71. (1993).

### **Tableau 1 : Effets probables à la suite d'une exposition aiguë au CO chez une personne en santé (source : fiche de données de sécurité du répertoire toxicologique)**

#### **4.2.7 Entrée du travailleur à l'intérieur du séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement**

M. [ F ] est aperçu par un collègue de travail vers 7 heures 30 près du séchoir numéro 1. Vers 8 heures 30, il est retrouvé à l'intérieur du séchoir numéro 5, inanimé, à 3 mètres de la porte de visite de gauche.

Selon M. [ N ] du fournisseur, la variation dans les données d'une des sondes de lecture d'humidité indique que la porte de visite de gauche est ouverte vers 7 heures 45 (voir annexe G). L'ambiance thermique à ce moment à l'intérieur du séchoir est de 23 °C.

Ni l'employeur, ni les travailleurs des Industries TLT, ni les représentants du fournisseur questionnés ne peuvent identifier un motif justifiant la présence de M. [ F ] à l'intérieur du séchoir numéro 5.

Deux objets sont retrouvés avec M. [ F ], soit la cerceuse à feuillard métallique et un sac de plastique contenant des sondes de lecture nécessaires au fonctionnement des séchoirs.

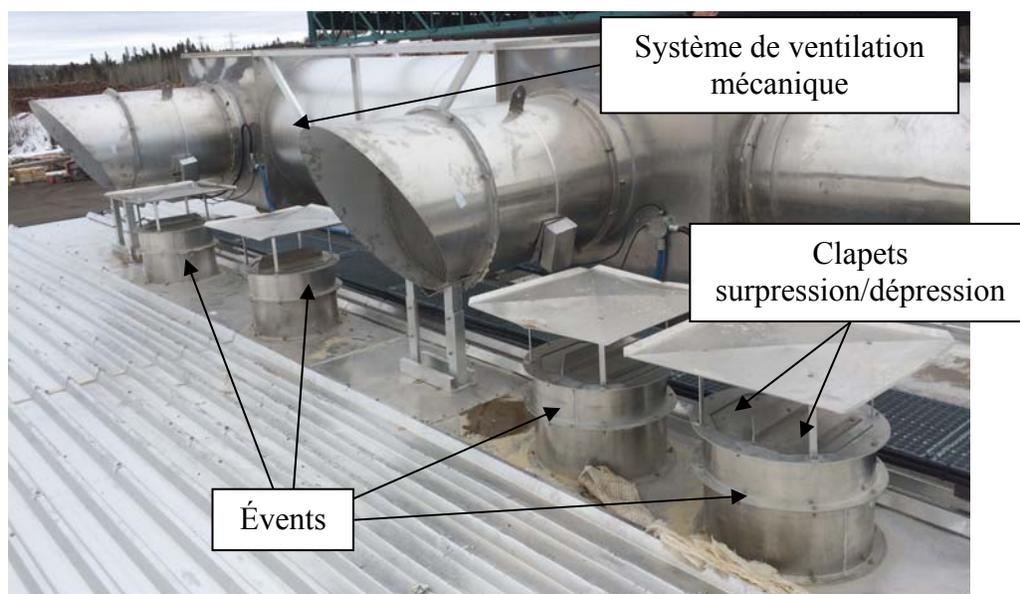
M. [ K ], affirme que ce sac contient tout le stock de sondes de lecture que possède l'entreprise, outre celles déjà en cours d'utilisation dans les séchoirs. Il indique également que puisque tous les séchoirs sont en cours de cycle au moment de l'accident, il est inutile pour M. [ F ] de conserver le sac de sondes sur lui.

#### 4.2.8 Conditions climatiques

Lors de l'arrêt de production de 28 heures entre les deuxième et troisième cycles de séchage, la température varie de  $-11\text{ °C}$  à  $-20\text{ °C}$ . Pendant les 20 heures du troisième cycle, la température varie de  $-7\text{ °C}$  à  $-15\text{ °C}$ . Il s'accumule 10 cm de neige pendant cette période de temps (voir annexe H).

#### 4.2.9 Ventilation du séchoir numéro 5

Le système de ventilation mécanique installé sur le toit du bâtiment sert à contrôler l'humidité à l'intérieur du séchoir tout en réduisant les pertes énergétiques. Les débits d'air neuf varient en fonction du pourcentage d'ouverture des volets qui est déterminé par le programme informatique de régulation du procédé. Il y a aussi quatre événements munis de clapets surpression/dépression qui assurent que le séchoir conserve une pression atmosphérique interne neutre lors de son fonctionnement (voir photo 5).

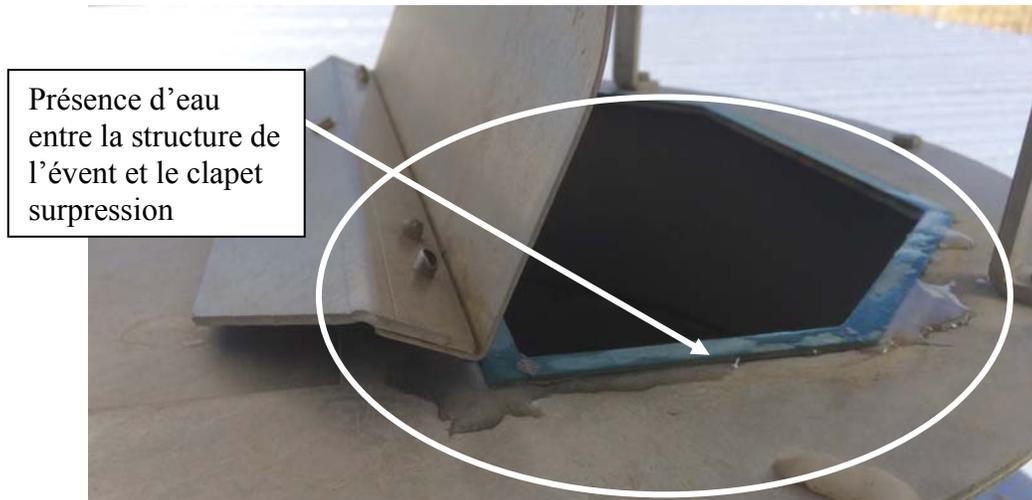


**Photo 5 : Ventilation du séchoir numéro 5 (source : CNESST)**

M. [ N ] du fournisseur, affirme que pour faciliter la phase de « montée en température » du séchoir lors du démarrage d'un cycle de séchage, le système de ventilation mécanique est à l'arrêt jusqu'à ce que la température atteigne  $60\text{ °C}$ . Selon les données du programme informatique de régulation du procédé, les volets du système de ventilation mécanique sont fermés du début du troisième cycle jusqu'au moment de l'accident (voir annexe G).

M. Jean-Martin Cloutier, inspecteur à la CNESST et M. [ O ] de Technorm et mandaté par l'employeur pour inspecter le séchoir, constatent que pendant la montée en température, les clapets des événements sont ouverts, créant une ventilation naturelle par un échange entre l'air chaud et humide du séchoir et l'air sec et frais de l'atmosphère extérieure. L'humidité qui

s'échappe du séchoir par les événements se condense sur les clapets surpression/dépression (voir photo 6).



**Photo 6 : Clapets surpression/dépression d'un événement (source : CNESST)**

En plus de la condensation, la chaleur dégagée par le séchoir fait fondre la neige sur le toit qui s'accumule ensuite sous forme de glace (voir photo 7).

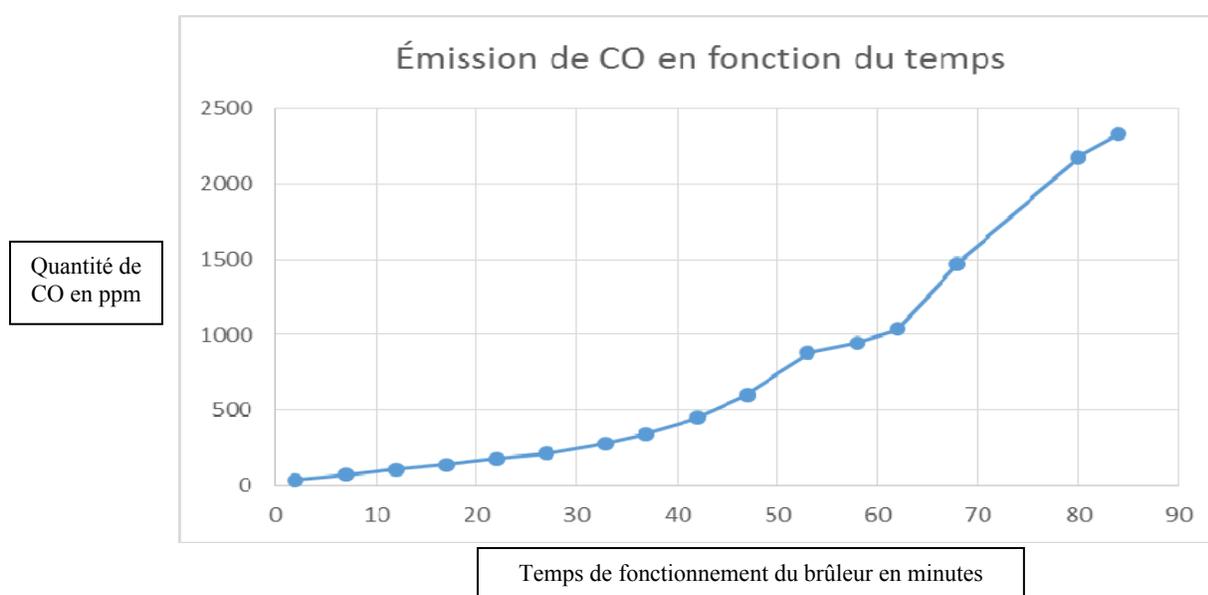


**Photo 7 : Glace accumulée lors des deux premiers cycles de séchage (source : CNESST)**

#### 4.2.10 Expertise

Une évaluation est effectuée par MM. André et Simon Barriault de l'entreprise Cervo-Polygaz (voir annexe I). Elle consiste à vérifier l'installation des équipements fonctionnant au gaz propane dans le séchoir numéro 5 afin de déterminer la ou les causes qui ont mené à l'émission et l'accumulation d'une quantité mortelle de CO.

Selon les relevés du test de combustion effectué le 22 mars, la quantité de CO émise par le brûleur Riello atteint 2 333 ppm en 84 minutes de fonctionnement (voir graphique 2). À ce moment, une lecture du niveau de CO à l'intérieur du séchoir avec un détecteur multigaz de marque DRAGER atteint le maximum de la plage de mesure, soit 1 000 ppm.

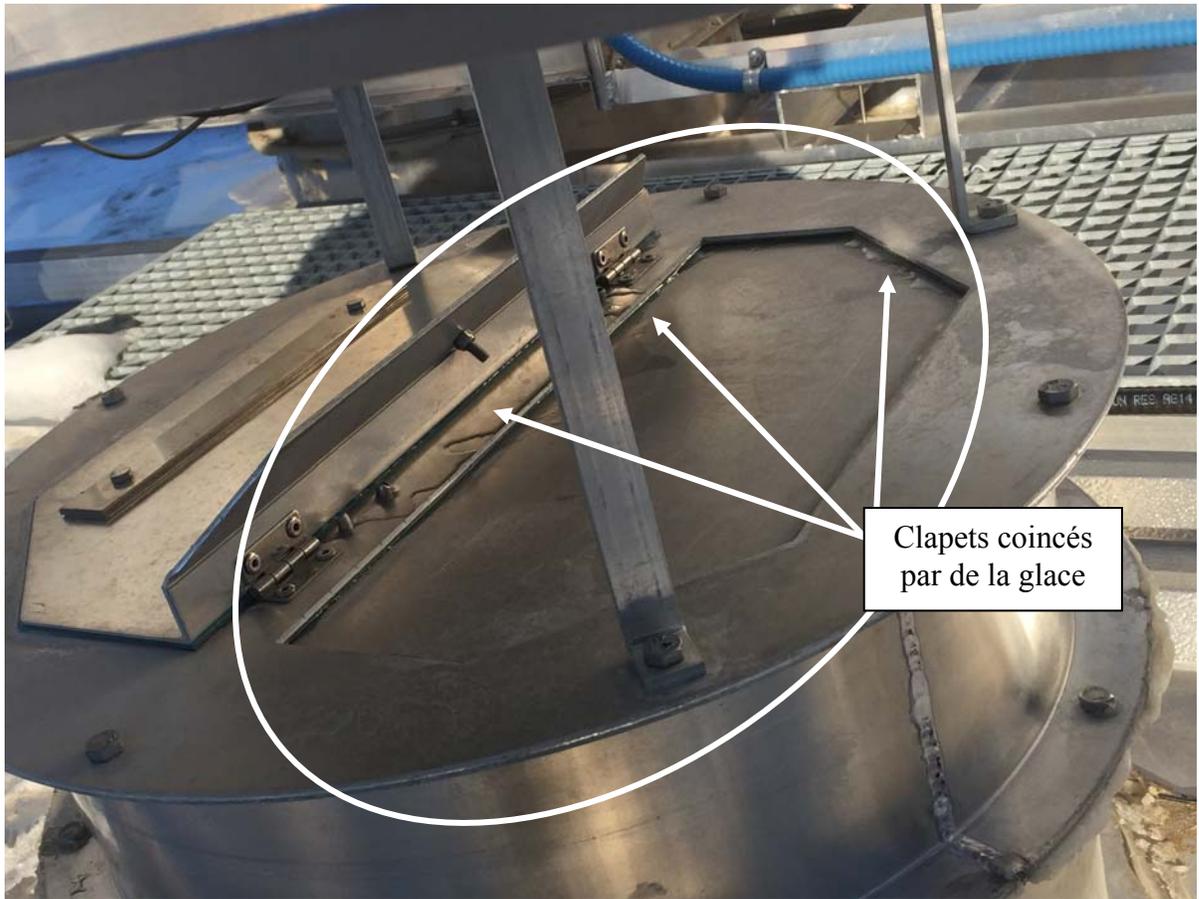


**Graphique 2 : Émission de CO en fonction du temps**  
(Source : CNESST selon les données du rapport d'expertise)

Les experts confirment que les ajustements de pression de gaz propane et d'oxygène correspondent aux normes du manufacturier Riello.

Ils indiquent que l'ajustement initial du brûleur par Combu-Expert n'est pas en cause dans l'émission d'une quantité mortelle de CO à l'intérieur du séchoir numéro 5 le 15 mars 2017.

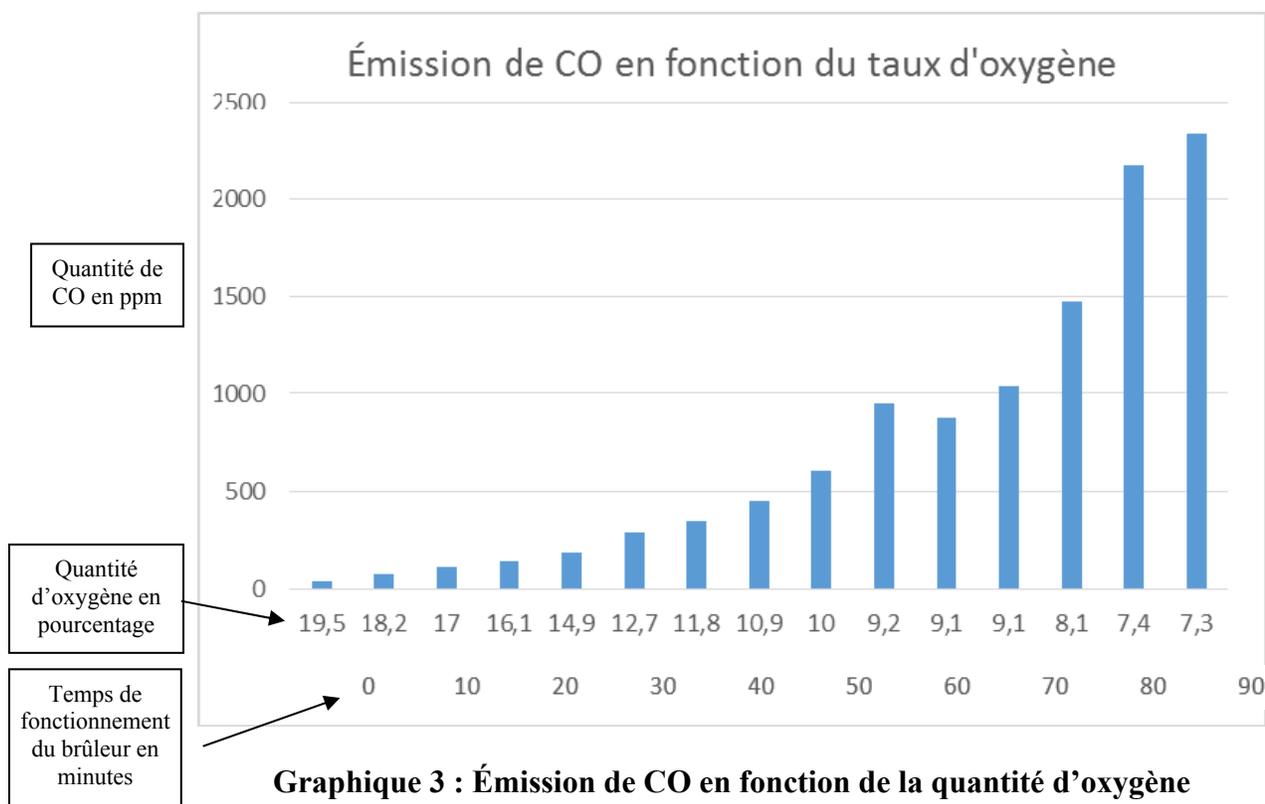
Le 22 mars, M. Simon Barriault de Cervo-Polygaz et M. [ O ] chez Technorm, constatent la présence de glace entre les clapets surpression/dépression et la structure des événements présents sur le toit (voir photo 8 à la page suivante).



**Photo 8 : Glace qui empêche l'ouverture des clapets surpression/dépression lors du fonctionnement du séchoir (source : M. [ O ] Technorm, précisée par la CNESST)**

Les experts concluent que l'émanation de CO en une concentration mortelle à l'intérieur du séchoir s'explique par le coincement des clapets surpression/dépression par de la glace, entraînant un manque d'oxygène à l'intérieur du séchoir.

Les relevés effectués par les experts démontrent la relation entre la quantité émise de CO et la concentration en oxygène (voir graphique 3 à la page suivante).



**Graphique 3 : Émission de CO en fonction de la quantité d'oxygène**  
(Source : CNESST selon les données du rapport d'expertise)

#### 4.2.11 Loi et Règlement

L'article 51, paragraphes (3) et (5) de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) (voir annexe J) indique :

*51. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment : [...]*

*3° s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur; [...]*

*5° utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur; [...]*

L'article 41 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) (voir annexe J) indique :

*41. Normes : Sous réserve de l'article 45, tout établissement dont l'exploitation est susceptible d'entraîner l'émission de gaz [...] dans le milieu de travail doit être exploité de manière à ce que la concentration [...] n'excède pas, au niveau de la zone respiratoire des travailleurs, les normes prévues à l'annexe I, pour toute période de temps indiquée à cette annexe.*

[...]

*Tel établissement doit être conçu, construit, aménagé ou pourvu d'un système d'évacuation des gaz [...] de manière à respecter les normes prévues au premier alinéa.*

[...]

L'annexe 1 du RSST indique les valeurs d'exposition admissibles (voir tableau 2) des contaminants de l'air (voir annexe J) :

<b>Substance</b>	<b>#CAS</b>	<b>Valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) en ppm</b>	<b>Valeur d'exposition courte durée (VECD)/Plafond en ppm</b>
CO2	124-38-9	5000	30000
CO	630-08-0	35	200
NO	10102-43-9	25	-
NO2	10102-44-0	3	-

**Tableau 2 : Valeurs d'exposition admissibles des contaminants de l'air  
(source : Règlement sur la santé et la sécurité du travail)**

### 4.3 Énoncés et analyse des causes

#### 4.3.1 La conception des événements entraîne un coincement des clapets surpression/dépression par de la glace, menant à l'émission d'une quantité mortelle de CO

Le 15 mars, vers 7 heures 45, le séchoir numéro 5 fonctionne depuis 20 heures dans la phase de montée en température. Le système de ventilation mécanique est à l'arrêt, tel que prévu par le programme informatique de régulation du procédé.

Habituellement, pendant cette phase, les événements assurent au séchoir un apport d'air neuf suffisant. Les données du rapport d'expertise démontrent effectivement qu'en condition normale et en fonction de l'ajustement du brûleur, 170 parties par million (ppm) de CO sont émises, ce qui est bien en dessous de la limite de danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS) qui est fixée à 1 200 ppm.

Or, le 22 mars, M. Simon Barriault de Cervo-Polygaz et M. [ O ] chez Technorm, constatent que de la glace coince les clapets surpression/dépression des événements présents sur le toit.

En effet, la structure des événements et la disposition des clapets à l'horizontale permettent l'accumulation d'eau par condensation entre ces deux parties. Cette eau se transforme en glace lors de l'arrêt prolongé de 28 heures entre les deuxième et troisième cycles de séchage lorsque les températures extérieures varient de -11 °C à -20 °C.

Le coincement des clapets surpression/dépression par de la glace crée un manque d'air neuf à l'intérieur du séchoir, ce qui entraîne la diminution de la quantité d'oxygène et mène à l'augmentation incessante de la quantité de CO, comme l'indique l'avis émis par les experts.

D'ailleurs, les relevés effectués lors de l'expertise démontrent que lorsque les événements sont bouchés et que le séchoir est en phase de montée en température, une concentration de 2 333 ppm de CO est mesurée après 84 minutes de fonctionnement. La concentration atteinte après 20 heures dépassait certainement cette mesure.

Ainsi, la conception des événements entraîne un coincement des clapets surpression/dépression par de la glace, menant à l'émission d'une quantité mortelle de CO.

Cette cause est retenue.

#### **4.3.2 Le travailleur entre à l'intérieur du séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement et s'expose à une concentration mortelle de CO**

Le 15 mars, vers 7 heures 30, M. [ F ] stationne son autoquad biplace à proximité du séchoir numéro 1 pour cercler un paquet de lattes. N'ayant pas de cerceuse à feuillard métallique avec lui, il se dirige dans l'usine à pied pour y récupérer l'outil. Sur le chemin du retour, il passe à proximité de la porte de visite de gauche déverrouillée du séchoir numéro 5 et il y entre.

M. [ F ] est-il entré pour aller récupérer le sac de sondes retrouvé sur lui après l'accident? Nul ne le sait. Qui plus est, aucune tâche, formelle ou non, ne justifie sa présence à l'intérieur du séchoir. De même, aucun témoin ne connaît les motifs qui l'ont incité à y pénétrer.

Toutefois, bien qu'on ne puisse expliquer avec certitude la présence de M. [ F ] à l'intérieur du séchoir numéro 5, il n'en demeure pas moins qu'il entre par la porte de visite de gauche qui est déverrouillée.

En condition normale de fonctionnement, le procédé de séchage par chauffage direct émet du CO à l'intérieur du séchoir numéro 5. Même si la concentration n'est pas mortelle à courte échéance, des effets sur la santé sont possibles et des mesures doivent être prises pour s'assurer de respecter les valeurs d'exposition déterminées par l'annexe 1 citée à l'article 41 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST).

Or, le 15 mars, les conditions sont anormales, une quantité mortelle de CO est émise et les portes de visite sont déverrouillées, permettant le libre accès à toute personne présente. Ainsi, l'absence de contrôle des accès du séchoir numéro 5 lors de son fonctionnement permet à M. [ F ] d'y entrer, ce qui entraîne sa mort.

Cette cause est retenue.

**4.3.3 La gestion de la santé et de la sécurité du travail liée au séchoir numéro 5 est déficiente en ce qu'aucune démarche d'identification des risques n'est effectuée des suites de la mise en place du nouveau procédé de séchage par chauffage direct et qu'aucune méthode de travail sécuritaire n'est élaborée pour sécuriser son accès.**

Le matin de l'accident, de la glace coince les clapets surpression/dépression, ce qui entraîne l'émission d'une concentration mortelle de CO à l'intérieur du séchoir numéro 5. M. [ F ] y entre par la porte de visite de gauche qui est déverrouillée, ce qui entraîne sa mort.

Les documents remis à l'employeur, de même que les affiches collées sur les portes de visite, indiquent clairement qu'il est interdit d'entrer dans le séchoir en cours de fonctionnement et qu'il y a un risque d'asphyxie.

Or, l'employeur déclare qu'il ne sait pas que le nouveau procédé de séchage par chauffage direct transfère du CO à l'intérieur du séchoir numéro 5. En fait, il n'utilise aucun de ses outils de santé et sécurité du travail pour analyser la situation. La responsable santé et sécurité n'est pas impliquée par la direction dans le projet d'installation du nouveau séchoir, ni le comité santé et sécurité, ni les représentants à la prévention.

Autrement dit, depuis la mise en service du séchoir, l'employeur n'a effectué aucune démarche d'identification des risques et n'a transmis aucune directive de sécurité à M. [ F ], qui détermine lui-même ses méthodes de travail au fur et à mesure, et ce, même s'il s'agit d'une nouvelle technologie pour l'entreprise qui modifie considérablement les méthodes de travail.

Pourtant, l'article 51, paragraphes (3) et (5) de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) indique que l'employeur doit s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur. Il doit aussi utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur.

L'analyse des risques aurait permis d'identifier le risque d'exposition au CO et de mettre en place des règles de sécurité, notamment l'interdiction d'entrer dans le séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement, l'obligation de verrouiller les portes de visite en tout temps et l'obligation de s'assurer que le niveau de CO à l'intérieur du séchoir est sécuritaire avant d'y entrer, une fois le brûleur arrêté et le cadenassage des sources d'énergie effectué.

Ainsi, l'absence de démarches de l'employeur pour identifier les risques et pour déterminer des règles de sécurité liées au nouveau procédé de séchage par chauffage direct démontre que la gestion de la santé et de la sécurité du travail est déficiente au séchoir numéro 5.

Cette cause est retenue.

## SECTION 5

### 5 CONCLUSION

#### 5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- La conception des événements entraîne un coincement des clapets surpression/dépression par de la glace, menant à l'émission d'une quantité mortelle de monoxyde de carbone;
- Le travailleur entre à l'intérieur du séchoir numéro 5 en cours de fonctionnement et s'expose à une concentration mortelle de monoxyde de carbone;
- La gestion de la santé et de la sécurité du travail liée au séchoir numéro 5 est déficiente en ce qu'aucune démarche d'identification des risques n'est effectuée des suites de la mise en place du nouveau procédé de séchage par chauffage direct et qu'aucune méthode de travail sécuritaire n'est élaborée pour sécuriser son accès.

#### 5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

La CNESST interdit l'utilisation du séchoir numéro 5 de marque CATHILD le 15 mars 2017. Le rapport (RAP9118052) émis le jour même explique cette décision. Afin d'éliminer le danger d'asphyxie, la CNESST exige de l'employeur qu'il :

- Informe les travailleurs sur les risques reliés à l'utilisation du séchoir;
- Établisse des procédures sécuritaires d'entrée dans le séchoir et forme les travailleurs en lien avec celles-ci;
- S'assure que les composants et accessoires relatifs au propane ainsi que leur installation répondent aux exigences normatives;
- S'assure que les portes de visite du séchoir soient contrôlées en tout temps et que seules les personnes habilitées aient accès à l'intérieur du séchoir.

Le 9 mai 2017, la CNESST autorise l'utilisation du séchoir numéro 5 (RAP9118056).

#### 5.3 Suivi de l'enquête

Afin de sensibiliser les milieux de travail, la CNESST transmettra les conclusions de ce rapport à *PréviBois*, organisme œuvrant en santé et sécurité dans le domaine des industries de la forêt et du bois au Québec, afin que ses membres en soient informés.

De plus, dans le cadre de son partenariat avec la CNESST visant l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans la formation professionnelle et technique, le ministère de l'Éducation et

de l'Enseignement supérieur diffusera à titre informatif et à des fins pédagogiques le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent le programme d'étude Sciage (5088).

L'objectif de cette démarche est de supporter les établissements de formation et les enseignants dans leurs actions pédagogiques destinées à informer leurs étudiants sur les risques auxquels ils seront exposés et des mesures de prévention qui s'y rattachent.

**ANNEXE A**

Accidenté

**ACCIDENTÉ**

**Nom, prénom** : [ F ]

Sexe : [...]

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : Responsable expéditions et séchoirs

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : [...]

**ANNEXE B**

## Liste des personnes rencontrées et contactées

Industries TLT

- Madame [ P ];
- Monsieur [ L ] pour les industries TLT;
- Monsieur [ A ];
- Monsieur [ Q ];
- Monsieur [ H ];
- Monsieur [ K ];
- Monsieur [ R ];
- Monsieur [ B ].

Technorm

- Monsieur [ O ].

Cervo-Polygaz

- Monsieur André Barriault, directeur des projets industriels;
- Monsieur Simon Barriault, technicien.

CATHILD

- Monsieur [ J ];
- Monsieur [ N ].

Famille du travailleur décédé

- Madame [ S ].

Service incendie de Ville d'Alma

- Monsieur Bernard Dallaire, directeur du service incendie de Ville d'Alma;
- Monsieur Maxim Fortin, capitaine.

Sûreté du Québec

- Madame Nathalie Dufour, enquêteuse;
- Monsieur Jean-Sébastien Lapointe, policier.

Service de santé au travail

- Madame [ T ];
- Monsieur [ U ];
- Monsieur [ V ].

## ANNEXE C

### Confirmation de mise en service du séchoir



Client            Scierie TLT

Contracteur plomberie

Nom

Date

Tel

Contracteur mise en service

Combu-Expert Québec inc

Date

09-02-2016

Nom

Tel: 418-951-6388

#### Ajustement

Gas	Pression Pilot/ Manifold	Air	CO <sup>2</sup>	O <sup>2</sup>	CO	Nox
<b>Pilot</b>						
20	6"wc					
<b>Ajustement brûleur</b>						
20	4,5	35	1,1	19,3	5ppm	
30						
40						
50	12,8	45	1,5	18,7	15ppm	
60						
70						
80						
90	14,2	82	1,4	18,9	8ppm	

Commentaires :

Pression après maxitrol 17"wc

Entrée de gaz 12psi et en haut feu 6,1psi



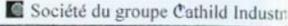
**Information sur le Brûleur**

Brûleur	Riello	
Modèle	RS-50/M	Séchoir
# Série		#Série
Gas d'alimentation	Propane	
Puissance	1900 Mbtu	
Maximum Gas Pressure	17 "WC	Pression alimentation Gaz 4,5 PSI
Minimum Gas Pressure	11,5 "WC	
Pression vs charte pleine puissance	9 "WC	
Ajustement Air setting	5	Pression chambre à combustion 1,4 "WC
Ajustement Gas setting	5	
Ajustement basse pression	8 "WC	Ajustement Détection de fuite 3 "WC
Ajustement haute pression	17,5 "WC	Ajustement Air pressure 0,4 "WC

**ANNEXE D**

Liste des activités réalisées





Nom du technicien

Client Industries TLT Inc  
166 rue Larouche  
Sainte Thérèse Québec  
CANADA

### RECEPTION TRAVAUX

De :

Fin de montage

Mise en route

Réparation

Exécution de contrat de maintenance

Type installation : 1VS 1E 240 + 4 raccordements HRS PAC

Nous soussignés attestons

- Que les travaux ont été correctement exécutés
- Que les travaux ont été exécutés en totalité
- Que le montage doit être complété par les travaux suivants : \_\_\_\_\_
- Que le personnel a été instruit
- Que les prescriptions de service et d'entretien, les notices techniques et les consignes de sécurité ont été perçues par :
- Qu'après essais, l'installation a été laissée en bon état de marche

Remarques éventuelles : APPROBATION CSA, Recv information technique TRP TARD  
ECHÉANCIER DE LIVRAISON, MONTAGE, et STARTUP NON RESPECTÉS

Date : 14/02/17

Nom en lettres capitales du représentant de l'entreprise cliente :

Signature et cachet du client

## ANNEXE E

### Extrait du North American Combustion Handbook

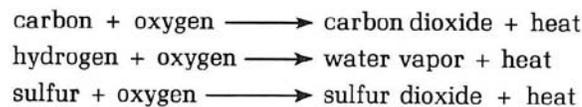
#### Part 1. BASIC PRINCIPLES OF COMBUSTION SCIENCE

##### WHAT IS COMBUSTION?

Combustion, or burning, is a rapid combination of oxygen with a fuel, resulting in release of heat.

The oxygen comes from the air, which is about 21% oxygen and 78% nitrogen by volume. (See Table 1.1.)

Most fuels contain carbon, hydrogen, and sometimes sulfur. (See Table 1.4.) As a simplification, we might say that combustion consists of the following three processes:



The three products of combustion listed above are called **chemical compounds**, and they are made up of molecules in which elements are combined in

**Table 1.1. Composition of air<sup>1</sup>**

	Dry Bulb Temperature (db) and Relative Humidity (rh)					
	60 F db 0% rh <sup>2</sup>	60 F db 80% rh	60 F db 100% rh	90 F db 20% rh	90 F db 80% rh	90 F db 100% rh
Component	% by Volume (mols)					
	% by Weight					
Oxygen, O <sub>2</sub>	20.99	20.70	20.62	20.79	20.19	19.99
	<b>23.20</b>	<b>23.00</b>	<b>22.94</b>	<b>23.06</b>	<b>22.63</b>	<b>22.50</b>
Nitrogen, N <sub>2</sub>	78.03	76.94	76.67	77.29	75.06	74.32
	<b>75.46</b>	<b>74.86</b>	<b>74.63</b>	<b>75.01</b>	<b>73.61</b>	<b>73.18</b>
Argon, Ar	0.94	0.93	0.92	0.93	0.90	0.90
	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.27</b>	<b>1.26</b>
Other <sup>3</sup>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>
Water, H <sub>2</sub> O	0.00	1.40	1.75	0.95	3.81	4.76
	<b>0.00</b>	<b>0.87</b>	<b>1.10</b>	<b>0.59</b>	<b>2.45</b>	<b>3.02</b>
Equiv. molecular weight		28.96	28.81	28.77	28.86	28.55
Density, lb/ft <sup>3</sup>		0.07632	0.07592	0.07581	0.07189	0.07111
Density, kg/m <sup>3</sup>		1.222	1.216	1.214	1.152	1.139

<sup>1</sup> For easy computation, it is convenient to remember these ratios:

Air/O<sub>2</sub> = 100/20.99 = 4.76 by volume (mols); Air/O<sub>2</sub> = 100/23.20 = 4.31 by weight

N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> = 3.76 by volume (mols); N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> = 3.31 by weight

<sup>2</sup> From International Critical Tables; all other columns calculated from I.C.T. data and from Reference 1.i at the end of Part 1.

<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> (about 0.03%), H<sub>2</sub> (about 0.01%), Neon, Helium, Krypton, Xenon.

certain fixed proportions. For example, a molecule of carbon dioxide contains one atom of carbon plus two atoms of oxygen; a molecule of water vapor contains two atoms of hydrogen plus one atom of oxygen. (See Table 1.4.)

It is an established law of science that matter\* is neither created nor destroyed in the process of combustion, and that the heat given off in any combustion process is merely excess energy which the new molecules are forced to liberate because of their internal make-up.

Let us now use equations to show how one carbon atom plus two oxygen atoms (one molecule) burn to form one carbon dioxide molecule and heat:



Fig. 1.2.  $C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{heat}$ .

Likewise, when two hydrogen atoms burn, one molecule of water is formed.

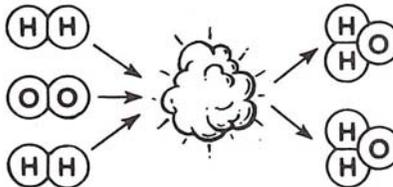


Fig. 1.3.  $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + \text{heat}$ , or  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{heat}$ .

The second of the above two forms is the more common way of writing this process, because oxygen usually comes in *package units*, or di-atomic molecules, containing two oxygen atoms. The amount of heat released in this case is twice as great as when only one oxygen atom and two hydrogen atoms are used.

\*Matter is anything which has weight and occupies space. Energy does not have weight and does not occupy space.

## COMBUSTION

3

### PERFECT COMBUSTION

Perfect combustion is obtained by mixing and burning just exactly the right proportions of fuel and oxygen so that nothing is left over, as in Figures 1.2 and 1.3. This is like a situation which exists at the assembly line in an automobile factory. Each chassis needs four wheels, and this is the only proportion (4 to 1) that will go together properly. If the conveyor supplying the wheels moves too slowly, some chassis will go by incomplete. But if the wheel conveyor goes too fast, there will be some wheels left over.

**Table 1.4. Elements and compounds commonly encountered in combustion\***

Element (E) or Compound	Symbol	Relative (mol) Weight†	Normal State	Found In	lb/ft <sup>3</sup> at stp	kg/m <sup>3</sup> at stp	Gas Gravity
Air □	—	28.95	gas	—	0.0763	1.225	1.000
Butane, n-	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58.12	vapor or liquid	fuels	0.1582	2.533	2.067
Carbon (E)	C	12.01	solid	fuels†, flue gas‡	138	2209	—
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	44.01	gas	flue gas	0.1170	1.873	1.528
Carbon monoxide	CO	28.01	gas	fuels, flue gas‡	0.0740	1.185	0.967
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30.07	gas	fuels	0.0803	1.286	1.049
Hydrogen (E)	H	1.01	—	—	—	—	—
Hydrogen	H <sub>2</sub>	2.02	gas	fuels	0.00532	0.085	0.0696
Hydrogen sulfide	H <sub>2</sub> S	34.08	gas	fuels	0.0898	1.438	1.177
Methane	CH <sub>4</sub>	16.04	gas	fuels	0.0424	0.679	0.554
Nitrogen (E)	N	14.01	—	—	—	—	—
Nitrogen	N <sub>2</sub>	28.01	gas	air, fuels <sup>Δ</sup> , flue gas	0.0744	1.191	0.972
Octane, n-	n-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114.23	liquid	fuels	—	—	—
Oxygen (E)	O	16.00	—	—	—	—	—
Oxygen	O <sub>2</sub>	32.00	gas	air, fuels <sup>Δ</sup> , flue gas	0.0846	1.354	1.105
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44.10	vapor or liquid	fuels	0.1196	1.915	1.562
Sulfur (E)	S	32.06	solid	fuels <sup>Δ</sup>	119-130	1905-2081	—
Sulfur dioxide	SO <sub>2</sub>	64.06	gas	fuels <sup>Δ</sup> , flue gas	0.1733	2.775	2.264
Sulfur trioxide	SO <sub>3</sub>	80.06	gas	flue gas	0.2109	3.378	2.765
Water	H <sub>2</sub> O	18.02	liquid	fuels <sup>Δ</sup> ,	62.4	1000	—
Water	H <sub>2</sub> O	18.02	vapor	flue gas	0.0475	0.761	0.622

\* Parts of this table are derived from data from Reference 1.i--see list of references at the end of Part 1.

<sup>Δ</sup> Usually in minor amounts in fuels, a trace constituent.

□ Air is neither an element nor a compound, but a mixture of both. See Table 1.1. Air is listed here only for comparison.

† If the element or compound is in the gaseous state, the density of the gas in lb/ft<sup>3</sup> will be the relative (mol) weight divided by 379, the ft<sup>3</sup>/lb mol at 60 F and 14.696 psia, or 359 at 0 F. The density in kg/m<sup>3</sup> will be the relative (mol) weight divided by 22.4 m<sup>3</sup>/kg mol at 0 Celsius and 760 mm Hg. Example: for N<sub>2</sub> or CO, 28 ÷ 379 = 0.0739 lb/ft<sup>3</sup> at 60 F; 28 ÷ 359 = 0.0780 at 0 F; 28 ÷ 22.4 = 1.250 kg/m<sup>3</sup> at 0 C.

‡ Not found in combustion products if a good burner is properly adjusted at stoichiometric or slightly lean air/fuel ratio.

If too much oxygen (excess air) is supplied, we say that the mixture is **lean** and that the fire is **oxidizing**. This results in a flame that tends to be shorter and clearer. The excess oxygen plays no part in the process. For example, if four atoms of oxygen (instead of two) were mixed with an atom of carbon, two oxygen atoms would be left over. (This is like having six wheels for every chassis.)

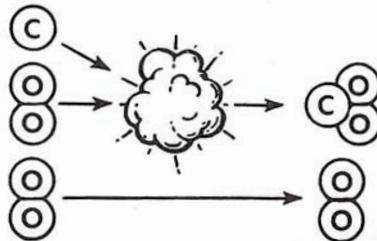


Fig. 1.5.  $C + 2O_2 \rightarrow CO_2 + O_2 + \text{heat}$ .

If too much fuel (or not enough oxygen) is supplied we say that the mixture is **rich** and that the fire is **reducing**. (This results in a flame that tends to be longer and sometimes smoky.) This is usually called **incomplete combustion**; that is, all of the fuel particles combine with *some* oxygen, but they cannot get enough oxygen to burn completely. (Like chassis with only three wheels.) For example, if we mix two atoms of carbon (instead of one) with two atoms of oxygen, the carbon atoms may share the available oxygen, but neither has enough to become carbon dioxide. Instead they may form carbon monoxide (CO), a compound which will burn to carbon dioxide if given more oxygen later.

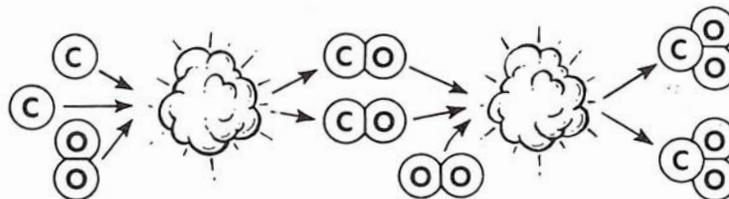


Fig. 1.6.  $2C + O_2 \rightarrow 2CO + \text{heat}$ , and later,  $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + \text{heat}$ .

Table 1.7 lists the proper proportions for perfect combustion of several typical fuels. The fuel and air must not only be properly proportional but also thoroughly mixed. Otherwise one part of the fire may be rich while the other part remains lean.

## COMBUSTION

5

The **oxygen supply** for combustion usually comes from the air. Because air contains a large proportion of nitrogen, the required volume of air is much larger than the required volume of pure oxygen. (See Table 1.1.)

The nitrogen in the air does not take part in the combustion reaction—it just goes along for the ride. It does, however, absorb some of the heat with the result that the heat energy is *spread thinly* throughout a large quantity of nitrogen and the combustion products. This means that a much lower flame temperature results from using air instead of pure oxygen. The same phenomenon occurs when excess air is supplied, as in Figure 1.5. The effect of excess air on efficiency and flame temperature is covered in Figures 3.10 and 3.12 of Part 3.

**Primary air** is that air which is mixed with the fuel at (or in) the burner. **Secondary air** is usually that air brought in around the burner. **Tertiary air** is usually that air brought in downstream of secondary air or through other openings in the furnace.

### COMBUSTION OF PRACTICAL FUELS

Carbon, hydrogen, and sulfur are seldom burned in their pure forms. Most fuels are mixtures of chemical compounds called **hydrocarbons** (combinations of hydrogen and carbon some of which are listed in Table 1.4). When these burn, the final products are carbon dioxide and water vapor unless there is a shortage of oxygen, in which case the products may contain carbon monoxide, hydrogen, unburned hydrocarbons, and free carbon.

Up to now, we have spoken only of the *final* products of combustion. Although these final products are usually limited to the same few compounds for all

**Table 1.7. Proper combining proportions for perfect combustion**  
(See also Tables 1.10, 2.1, 2.12, 3.1)

Fuel	<u>vol O<sub>2</sub></u>	<u>vol air</u>	<u>wt O<sub>2</sub></u>	<u>wt air</u>	<u>ft<sup>3</sup> O<sub>2</sub></u>	<u>ft<sup>3</sup> air</u>	<u>m<sup>3</sup> O<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> air</u>
	vol fuel	vol fuel	wt fuel	wt fuel	lb fuel	lb fuel	kg fuel	kg fuel
Acetylene, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2.50	11.9	3.08	13.3	36.5	174	2.28	10.8
Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	7.50	35.7	3.08	13.3	36.5	174	2.28	10.8
Butane, C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	6.50	31.0	3.59	15.5	42.5	203	2.65	12.6
Carbon, C	—	—	2.67	11.5	31.6	150	1.97	9.39
Carbon monoxide, CO	0.50	2.38	0.571	2.46	6.76	32.2	0.422	2.01
Ethane, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3.50	16.7	3.73	16.1	44.2	210	2.76	13.1
Hydrogen, H <sub>2</sub>	0.50	2.38	8.00	34.5	94.7	451	5.92	28.2
Hydrogen sulfide, H <sub>2</sub> S	1.50	7.15	1.41	6.08	16.7	79.5	1.04	4.97
Methane, CH <sub>4</sub>	2.00	9.53	4.00	17.2	47.4	226	2.96	14.1
Naphthalene, C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	—	—	3.00	12.9	35.5	169	2.22	10.6
Octane, C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	—	—	3.51	15.1	41.6	198	2.60	12.4
Propane, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	5.00	23.8	3.64	15.7	43.1	205	2.69	12.8
Propylene, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	4.50	21.4	3.43	14.8	40.6	193	2.54	12.1
Sulfur, S	—	—	1.00	4.31	11.8	56.4	0.74	3.52

## ANNEXE F

### Extrait de la fiche de données de sécurité du monoxyde de carbone

28/07/2017

Fiche complète pour Carbone, monoxyde de - CNESST

Répertoire toxicologique (<http://www.csst.qc.ca/prevention/>)

#### Carbone, monoxyde de

Numéro CAS ([/prevention/reptox/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx#Numéro CAS](#)) : 630-08-0

#### Identification

#### Description

Numéro UN ([/prevention/reptox/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx#Numéro UN](#)) : UN1016

Formule moléculaire brute ([/prevention/reptox/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx#Formule moléculaire brute](#)) : CO

#### Principaux synonymes

Noms français :

Carbone, monoxyde de  
Monoxyde de carbone  
Monoxyde de carbone (gaz sous pression élevée)

Noms anglais :

Carbon monoxide  
Carbon monoxide (high pressure gas)

#### Commentaires

Pour de l'information supplémentaire concernant le monoxyde de carbone, vous pouvez consulter la bibliographie sélective préparée par le Centre de documentation : <http://www.centredoc.csst.qc.ca/pdf/BiblioSelect/MonoxydeCarbone.pdf> (<http://www.centredoc.csst.qc.ca/pdf/BiblioSelect/MonoxydeCarbone.pdf>)

#### Utilisation et sources d'émission 1 2 3 4 5

En milieu de travail, la principale source d'exposition au monoxyde de carbone provient généralement des gaz d'échappement de moteurs à combustion interne et d'appareils de chauffage à combustibles. En effet, la combustion incomplète de carburants produit du monoxyde de carbone dont la quantité varie suivant la qualité du processus de combustion.

Le monoxyde de carbone est utilisé essentiellement :

en métallurgie comme agent réducteur, par exemple, pour l'extraction et le raffinage du nickel à partir de minerai brut (procédé Mond) ou pour la production d'aciers spéciaux;  
dans l'industrie chimique pour la synthèse de nombreux composés, dont le méthanol, l'acide acétique, l'acide formique, l'acide acrylique, le phosgène, les polycarbonates, les polycétones, etc.;  
pour la fabrication de métaux carbonyles, notamment le carbonyle de fer;  
pour la production de produits de haute pureté, par exemple : la poudre métallique, «blanc de zinc» utilisé comme pigment dans les peintures et les vernis;  
comme gaz combustible, seul ou en mélange;  
dans le secteur électronique, pour des procédés d'ablation en gravure de diélectriques.

La présence environnementale du monoxyde de carbone peut résulter de nombreuses activités industrielles, domestiques et même naturelles, telles:

les procédés et activités industriels énumérés ci-dessus;  
les travaux de coupage et d'oxycoupage;  
l'emploi d'explosifs (mines, chantiers hydroélectriques, etc.);  
les travaux d'incinération des ordures;  
les cimenteries;

[http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=1172](http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=1172)

1/21

28/07/2017

Fiche complète pour Carbone, monoxyde de - CNESST

l'utilisation d'appareils de chauffage au charbon, au gaz ou autres hydrocarbures (tels que poêle, four, génératrice, appareils à gaz défectueux);  
le tabagisme;  
la pollution atmosphérique par les véhicules routiers;  
les incendies, feux de forêts et éruptions volcaniques.

## Hygiène et sécurité

### Apparence 6

Mise à jour : 2011-09-22

À température et pression normales, le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et sans saveur.

### Caractéristiques de l'exposition (/prevention/reptox/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx#Caractéristiques de l'exposition)

Mise à jour : 2011-09-22

L'exposition au monoxyde de carbone en milieu de travail se fait principalement lorsqu'il se trouve à l'état gazeux. Le monoxyde de carbone peut se trouver également à l'état de gaz liquéfié (liquide cryogénique). Sous cette forme, il génère une concentration importante de monoxyde de carbone en raison de son point d'ébullition très bas et de sa volatilité élevée. Cependant, l'exposition au monoxyde de carbone sous forme de liquide reste moins fréquente en raison de son utilisation moins répandue.

#### Exposition au gaz :

L'absence d'odeur du monoxyde de carbone le rend impossible à identifier par l'odorat avant ou après que ne soit atteinte la VEMP (35 ppm), ou la VECD (200 ppm). L'odeur ne peut donc être un signe d'avertissement adéquat à une exposition dangereuse. À cause de sa densité voisine de celle de l'air, il se mélange facilement à celui-ci et peut rapidement, en cas de fuite ou de combustion incomplète de matières organiques, atteindre des concentrations dangereuses. Des détecteurs sont donc recommandés là où existe une possibilité d'exposition au monoxyde de carbone. La valeur de DIVS (1 200 ppm) étant suffisamment basse par rapport à la LIE (12,5 % ou 125 000 ppm), le risque d'intoxication survient avant le risque d'explosion.

#### Exposition au gaz liquéfié :

Le monoxyde de carbone à l'état de gaz liquéfié est un liquide cryogénique puisqu'à pression normale son point d'ébullition est de -191,5 °C. Il faut donc tenir compte lors de son utilisation de tous les aspects que comporte l'exposition à un liquide à très basse température.

### Danger immédiat pour la vie et la santé 7

DIVS (/prevention/reptox/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx#DIVS) : 1 200 ppm

### Propriétés physiques 6 8

Mise à jour : 2011-09-22

État physique :	Gaz
Masse moléculaire :	28,01
Densité :	Sans objet
Solubilité dans l'eau :	0,027 g/l à 20 °C Autre valeur : 0,041 g/l à 0 °C
Densité de vapeur (air=1) :	0,96
Point de fusion :	-205 °C
Point d'ébullition :	-191,5 °C
Tension de vapeur :	Sans objet
Concentration à saturation :	Sans objet
pH :	Sans objet
Limite de détection olfactive :	Sans objet
Facteur de conversion (ppm->mg/m³) :	1,146
Taux d'évaporation (éther=1) :	Sans objet

### Inflammabilité et explosibilité 9 10

[http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=1172](http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=1172)

2/21

28/07/2017

Fiche complète pour Carbone, monoxyde de - CNESST

Autres sources de monoxyde de carbone :

- monoxyde de carbone de source endogène suite au catabolisme de l'hémoglobine ou d'autres hémoprotéines (protéines contenant un pigment hème);
- air (p. ex. voyageurs sur des autoroutes congestionnées);
- fumée de cigarettes (fumeurs);
- le monoxyde de carbone est un métabolite du chlorure de méthylène.

Facteurs à considérer lors de l'interprétation :

- la carboxyhémoglobine n'est pas un indicateur spécifique de l'exposition au monoxyde de carbone;
- l'indice biologique d'exposition ne s'applique pas aux fumeurs ou aux personnes exposées au chlorure de méthylène;

 Pour obtenir plus de détails, consulter le *Guide de surveillance biologique de l'IRSS - prélèvement et interprétation des résultats*.

## Commentaires [16](#) [17](#) [18](#) [19](#) [20](#) [21](#)

Mise à jour : 2011-09-22

### Normes environnementales :

Puisque le monoxyde de carbone est un contaminant présent dans l'environnement, diverses normes ont été établies pour protéger l'ensemble de la population :

- Communauté urbaine de Montréal : limite maximale de concentration acceptable : 35 mg/m<sup>3</sup> (30 ppm) pour la moyenne horaire et 15 mg/m<sup>3</sup> (13 ppm) pour la moyenne sur 8 heures (Normes en vigueur dans l'air ambiant extérieur) (Règlement 90)
- Environnement Canada : niveau maximum souhaitable : 5 ppm pour 8 heures, 13 ppm pour 1 heure (Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant extérieur);
- Santé Canada : Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : long terme, 10 ppm pour 24 heures, court terme, 25 ppm pour 1 heure ;
- Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) : 10 mg/m<sup>3</sup> (9 ppm) pour 8 heures, 40 mg/m<sup>3</sup> (35 ppm) pour 1 heure (National Ambient Air Quality standards);
- Organisation mondiale de la Santé : valeurs-guides recommandées : 9 ppm pour 8 heures, 26 ppm pour 1 heure;
- World Health organization (WHO) : valeurs guides recommandées (air intérieur) : 100 mg/m<sup>3</sup> pour 15 minutes, 35 mg/m<sup>3</sup> pour 1 heure, 10 mg/m<sup>3</sup> pour 8 heures et 7 mg/m<sup>3</sup> pour 24 heures.

 Le niveau de fond des concentrations en monoxyde de carbone à l'échelle planétaire est de l'ordre de 60 à 140 µg/m<sup>3</sup> (0,05 à 0,12 ppm).

Les valeurs d'exposition admissibles pour le milieu de travail sont présentées dans la section «Réglementation».

## Prévention

### Mesures de protection [22](#) [23](#)

Mise à jour : 2011-09-22

 La *Loi sur la santé et la sécurité du travail* vise l'élimination des dangers à la source. Lorsque des mesures d'ingénierie et les modifications des méthodes de travail ne suffisent pas à réduire l'exposition à cette substance, le port d'équipement de protection individuelle peut s'avérer nécessaire. Les équipements de protection doivent être conformes à la réglementation.

#### Voies respiratoires

 Porter un appareil de protection respiratoire si la concentration dans le milieu de travail est supérieure à la VEMP (35 ppm ou 40 mg/m<sup>3</sup>) ou à la VECD (200 ppm ou 230 mg/m<sup>3</sup>).

#### Peau

Porter un équipement de protection de la peau s'il y a un risque d'éclaboussures avec le gaz liquéfié. La sélection d'un tel équipement dépend de la nature du travail à effectuer.

#### Yeux

Porter un équipement de protection des yeux s'il y a un risque d'éclaboussures avec le gaz liquéfié. La sélection d'un protecteur oculaire dépend de la nature du travail à effectuer et, s'il y a lieu, du type d'appareil de protection respiratoire utilisé.

### Équipements de protection [22](#) [24](#) [25](#) [26](#) [27](#) [28](#)

Mise à jour : 2011-09-22

#### Équipements de protection des voies respiratoires

[http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=1172](http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=1172)

4/21

28/07/2017

Fiche complète pour Carbone, monoxyde de - Cnesst

Les équipements de protection respiratoire doivent être choisis, ajustés, entretenus et inspectés conformément à la réglementation. Des informations quant à la sélection des appareils de protection respiratoire exigés à l'article 45 du RSST sont disponibles dans la norme CSA Z94.4-93 ainsi que dans le *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec* publié par l'IRSSST.

Les appareils de protection respiratoires suivants ont été définis en appliquant les recommandations de NIOSH aux valeurs de VEMP inscrites à l'annexe I du RSST.

Certains organismes, tel que NIOSH, proposent des facteurs de protection caractéristiques (FPC) différents de ceux exigés par la réglementation québécoise.

Il est à noter que l'utilisation d'appareils de protection respiratoire à épurateur d'air est limitée par la valeur de DIVS établie à 1 200 ppm pour le monoxyde de carbone.

#### Entrée (planifiée ou d'urgence) dans une zone où la concentration est inconnue ou en situation de DIVS.

Tout appareil de protection respiratoire autonome muni d'un masque complet fonctionnant à la demande ou tout autre fonctionnant à surpression (pression positive).

Tout appareil de protection respiratoire à approvisionnement d'air muni d'un masque complet fonctionnant à la demande ou tout autre fonctionnant à surpression (pression positive) accompagné d'un appareil de protection respiratoire autonome auxiliaire fonctionnant à la demande ou de tout autre appareil fonctionnant à surpression (pression positive).

#### Évacuation d'urgence

Tout appareil de protection respiratoire à épurateur d'air, muni d'un masque complet (masque à gaz), à boîtier assurant une protection contre le contaminant concerné, fixé au niveau du menton, ou porté à la ceinture ou à un harnais, devant ou derrière l'utilisateur.

Indicateur de fin de service requis (IFS).

Tout appareil de protection respiratoire autonome approprié pour l'évacuation.

#### Jusqu'à 350 ppm

Tout appareil de protection respiratoire à approvisionnement d'air.

#### Jusqu'à 875 ppm

Tout appareil de protection respiratoire à approvisionnement d'air fonctionnant à débit continu.

#### Jusqu'à 1 200 ppm

Tout appareil de protection respiratoire à épurateur d'air, muni d'un masque complet (masque à gaz), à boîtier assurant une protection contre le contaminant concerné, fixé au niveau du menton, ou porté à la ceinture ou à un harnais, devant ou derrière l'utilisateur.

Indicateur de fin de service requis (IFS).

Tout appareil de protection respiratoire autonome muni d'un masque complet.

Tout appareil de protection respiratoire à approvisionnement d'air muni d'un masque complet.

### Équipements de protection des yeux et de la peau

#### Peau

Les équipements de protection de la peau doivent être conformes à la réglementation.

La combinaison suivante est recommandée :

TYCHEM® 10000

#### Yeux

Les équipements de protection des yeux et de la figure doivent être conformes à la norme CSA Z94.3.

Les protecteurs oculaires suivants sont recommandés :

une visière (écran facial) est recommandée, en combinaison avec l'appareil de protection respiratoire utilisé, lorsqu'il y a éclaboussures possibles avec le gaz liquéfié.

### Réactivité [3](#) [6](#) [29](#) [30](#)

Mise à jour : 2011-09-22

#### Stabilité

Stable à pression et température normales, le monoxyde de carbone devient très réactif à haute pression ou à haute température.

#### Incompatibilité

Le monoxyde de carbone est un agent réducteur. Il est incompatible avec les oxydants forts, tels les halogènes, le trifluorure de brome, le pentafluorure de brome, l'heptafluorure d'iode, le dioxyde de chlore, le trifluorure de chlore, le trifluorure d'azote, le trioxyde de fer, l'oxyde d'argent, le difluorure d'oxygène, et le peroxyde de baryum.

28/07/2017

Fiche complète pour Carbone, monoxyde de - CNESST

Le monoxyde de carbone n'est pas un gaz irritant pour les voies respiratoires et les yeux. Le contact avec le gaz liquéfié peut causer une gelure des tissus exposés.

### Effets aigus [14](#) [19](#) [34](#) [35](#) [40](#) [44](#) [45](#)

Mise à jour : 2011-09-21

Le monoxyde de carbone est un asphyxiant chimique qui interfère avec la distribution de l'oxygène aux tissus et aux organes. Les organes ayant un besoin élevé en oxygène tels que ceux du système nerveux central et du système cardiovasculaire seront donc les premiers affectés.

Les premiers symptômes associés à l'exposition sont des maux de tête, de la fatigue et de la faiblesse. On peut ensuite observer des nausées, de l'irritabilité, des vertiges, une altération du jugement, des difficultés respiratoires, des douleurs thoraciques, une réduction de la performance lors de certains tests neurocomportementaux (vigilance, dextérité manuelle, perception visuelle), des vomissements, de la confusion, une désorientation, des troubles visuels, de l'arythmie cardiaque, une ischémie myocardique, des convulsions, une perte de conscience, un coma et possiblement la mort.

Une intoxication grave peut laisser des séquelles cardiaques (modifications de l'électrocardiogramme, aggravation de maladies cardiaques pré-existantes). Des séquelles neurologiques peuvent également être observées (apathie, difficulté de concentration, réduction des capacités intellectuelles, troubles de la personnalité, du comportement et de la mémoire, syndrome parkinsonien, altération de la vision, etc.); elles peuvent apparaître de 1 à 4 semaines après l'intoxication. Les séquelles pourront persister pendant une période de temps plus ou moins longue, selon la sévérité de l'intoxication.

### Relation dose - effet ([/prevention/reptox/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx#Relation dose - effet](#)) [19](#) [38](#) [40](#)

Mise à jour : 2011-09-21

Concentration en ( % de carboxyhémoglobine dans le sang)	Effets probables à la suite d'une exposition aiguë
Note	Les effets rapportés dans ce tableau s'appliquent à des adultes en bonne santé
0,3-0,7	Niveau normal chez une population non exposée, aucun effet attendu
3,5	Indice biologique d'exposition (pour une exposition à 25 ppm pendant 8 heures)
5-10	Diminution de la capacité à effectuer un effort physique intense, possibilité d'effets neurocomportementaux
10-20	Maux de tête légers, troubles visuels, fatigue, étourdissements
20-30	Maux de tête sévères, nausées, tachycardie
30-40	Maux de tête sévères, nausées, vomissements, faiblesse musculaire, confusion
50-60	Syncope, coma, convulsions
60-70	Coma, dépression cardiaque et respiratoire parfois fatales
> 66	Mort
Note	La relation dose-effet (exprimée en ppm de CO) peut être consultée dans la section «Commentaires»

### Effets chroniques [19](#) [34](#) [35](#) [40](#) [44](#) [46](#) [47](#) [48](#) [49](#) [50](#)

Mise à jour : 2011-09-21

L'apparition d'effets toxiques résultant d'une exposition prolongée à de faibles concentrations de monoxyde de carbone n'est pas encore clairement établie dans la documentation scientifique et demeure un sujet de controverse. Le système nerveux central et le système cardiovasculaire seraient, tout comme pour les effets aigus, les cibles.

Divers symptômes tels que des maux de tête, de l'anorexie, de l'insomnie, de la fatigue, des pertes de poids, de la faiblesse généralisée, des troubles de la mémoire, de la personnalité et du langage ainsi que des déficits moteurs ont été rapportés. Cependant, on ne peut tirer de conclusion à cause de la possibilité que ces effets soient des séquelles d'une intoxication antérieure, de l'absence de données sur les niveaux et la durée de l'exposition et d'une exposition à d'autres contaminants.

Les études épidémiologiques réalisées chez divers types de travailleurs (inspecteurs de véhicules moteurs, surveillants de ponts et tunnels, mécaniciens automobiles, travailleurs de fonderie) ne permettent pas de conclure qu'une exposition au monoxyde de carbone puisse provoquer une augmentation de la mortalité due aux maladies cardiovasculaires. Ces études possèdent plusieurs limitations (petit nombre de sujets, exposition mixte, absence de donnée concernant le niveau d'exposition).

Certaines études indiquent qu'il peut y avoir un effet sur certains paramètres sanguins (augmentation de l'hémoglobine, de l'hématocrite et du nombre de globules rouges). Il s'agit en fait d'une réponse compensatoire à l'hypoxie résultant de l'exposition au monoxyde de carbone.

Plusieurs études effectuées chez l'animal n'ont montré aucun effet ototoxique associé à l'exposition au monoxyde de carbone seul.

[http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=1172](http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=1172)

10/21

28/07/2017

Fiche complète pour Carbone, monoxyde de - CNESST

Les données ne permettent pas de faire une évaluation adéquate de l'effet mutagène.

## Justification des effets [95](#)

### Effet mutagène héréditaire / sur cellules germinales

Aucune donnée concernant un effet héréditaire n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

### Effet mutagène sur cellules somatiques

Kwak et al. (1986) ont exposé des souris par inhalation, pendant la gestation, à des doses élevées pendant une courte période (0, 1 500, 2 500 et 3 500 ppm; 10 minutes/jour; jours 5, 11 ou 16 de la gestation) ou à une dose plus faible pendant une période plus longue (500 ppm; 1 heure/jour; jours 0 à 6, 7 à 13 ou 14 à 20 de la gestation). Ils ont observé une augmentation significative des micronoyaux et des échanges de chromatides-soeurs dans le sang maternel et dans le sang foetal pour les deux essais. Ils ont mis en évidence un effet transplacentaire. Aucun contrôle positif n'a été incorporé dans les essais. La signification biologique de cet effet demeure incertaine et il nous semble important que des études additionnelles soient entreprises afin d'en vérifier et d'en préciser la nature.

## Interaction [18](#) [19](#) [34](#) [46](#)

Mise à jour : 2011-09-21

### Chez l'humain

Les effets du monoxyde de carbone sont augmentés suite à une exposition au chlorure de méthylène et à d'autres hydrocarbures halogénés (dibromométhane, diiodométhane, bromochlorométhane). Ces produits sont métabolisés en monoxyde de carbone, ce qui résulte en une augmentation de la carboxyhémoglobine.

L'exposition simultanée à d'autres asphyxiants chimiques (p. ex. : cyanure d'hydrogène) ou à des asphyxiants simples (ex. : dioxyde de carbone) peut augmenter les effets du monoxyde de carbone.

Le monoxyde de carbone potentialise possiblement l'effet du bruit.

## Dose létale 50 et concentration létale 50 [96](#)

Mise à jour : 2011-09-21

### CL<sub>50</sub>

Rat : 1 807 ppm pour 4 heures

Souris : 2 444 ppm pour 4 heures

Cobaye : 5 718 ppm pour 4 heures

## Commentaires [19](#) [97](#)

Mise à jour : 2011-09-21

### Suite de la relation dose-effet :

Concentration en CO (ppm)	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

Tableau adapté de Cloutier, F. et Gourdeau, P., «L'exposition au monoxyde de carbone : description d'une approche de santé publique.» *Médecin du Québec*. Vol. 28, no. 12, p. 65-71. (1993).

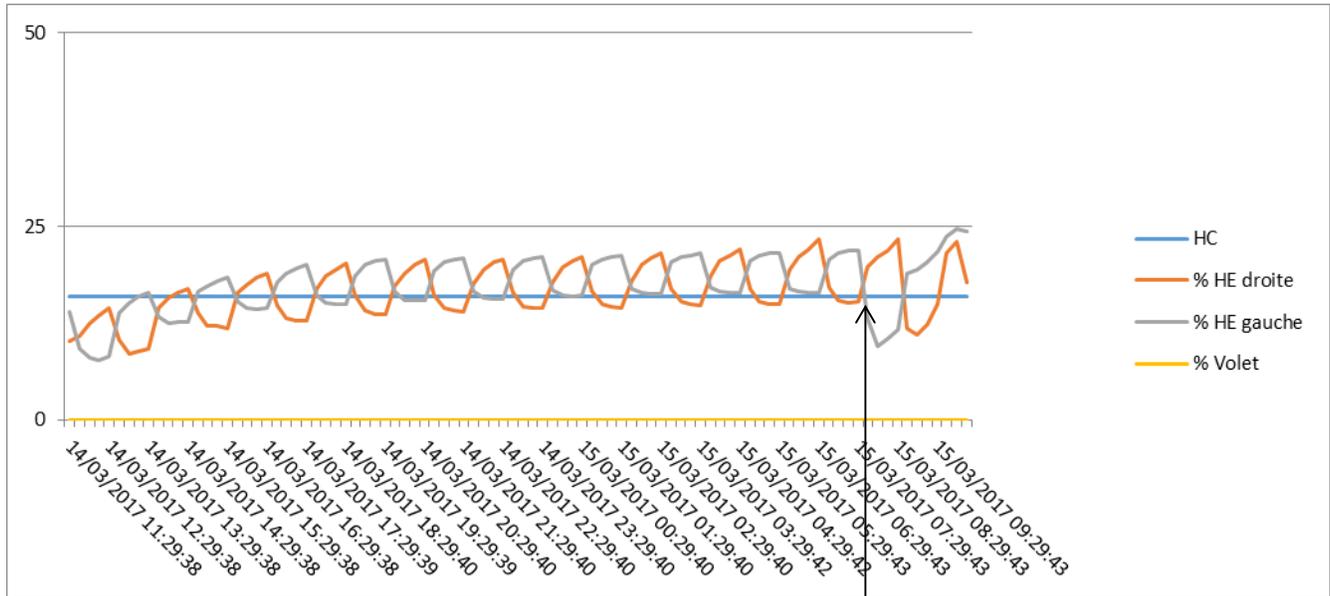
Note : la relation dose-effet (exprimée en % de carboxyhémoglobine) peut être consultée dans la section «Relation dose-effet».

### Maladies à déclaration obligatoire (MADO)

L'intoxication au monoxyde de carbone fait partie de la liste des maladies, infections et intoxications à déclaration obligatoire selon la *Loi sur la santé publique* (L.R.Q., c. S-2.2) et ses règlements d'application. Elle est indiquée sous gaz et asphyxiants.

ANNEXE G

Extrait des données de programme informatique de régulation du procédé



Pourcentage  
d'ouverture des  
volets à 0 %

Ouverture de la  
porte de gauche vers  
7 heures 45

## ANNEXE H

### Conditions météorologiques et climatiques du 13 au 15 mars 2017

Rapport de données horaires pour le 13 mars 2017										
HEURE	Temp. °C °F	Point de rosée °C °F	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00 ±	-17,1	-21,9	67	29	19	32,2	100,40	-27		Neige
01:00 ±	-17,5	-22,6	65	29	17	19,3	100,47	-27		Neige
02:00 ±	-17,9	-23,3	63	30	23	32,2	100,51	-29		Neige
03:00 ±	-18,7	-24,3	62	30	27	32,2	100,53	-30		Neige
04:00 ±	-19,2	-24,8	62	30	25	32,2	100,57	-31		Neige
05:00 ±	-19,7	-25,3	62	30	18	32,2	100,60	-30		Neige
06:00 ±	-20,2	-25,7	62	30	20	40,2	100,64	-31		ND
07:00 ±	-20,5	-25,8	63	30	20	40,2	100,66	-31		Généralement dégagé
08:00 ±	-19,6	-25,5	60	30	23	40,2	100,76	-31		ND
09:00 ±	-18,2	-24,8	57	32	18	40,2	100,78	-28		ND
10:00 ±	-17,0	-24,3	54	32	13	40,2	100,79	-25		Généralement dégagé
11:00 ±	-15,7	-23,5	52	34	19	40,2	100,77	-25		ND
12:00 ±	-14,5	-23,0	49	34	19	40,2	100,76	-23		ND
13:00 ±	-13,2	-22,3	47	34	16	40,2	100,72	-21		Généralement nuageux
14:00 ±	-12,1	-22,3	43	33	16	40,2	100,71	-20		ND
15:00 ±	-11,5	-21,8	43	33	14	40,2	100,69	-18		ND
16:00 ±	-11,2	-21,8	42	4	4	40,2	100,69	-14		Généralement nuageux
17:00 ±	-12,6	-20,6	52	17	5	40,2	100,68	-16		ND
18:00 ±	-13,5	-20,7	55	36	1	40,2	100,69	-14		ND
19:00 ±	-15,4	-22,8	54	28	8	40,2	100,72	-21		Généralement dégagé
20:00 ±	-14,7	-23,2	49	29	12	40,2	100,73	-22		ND
21:00 ±	-15,0	-24,2	46	29	12	40,2	100,73	-22		ND
22:00 ±	-16,0	-25,2	46	28	12	40,2	100,79	-23		Généralement dégagé
23:00 ±	-16,1	-25,5	45	29	11	40,2	100,77	-23		ND

Rapport de données horaires pour le 14 mars 2017

HEURE	Temp. °C <small>↕</small>	Point de rosée °C <small>↕</small>	Hum. rel. % <small>↕</small>	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h <small>↕</small>	Visibilité km <small>↕</small>	Pression à la station kPa <small>↕</small>	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00 <small>±</small>	-18,1	-26,2	50	27	12	40,2	100,77	-26		<u>ND</u>
01:00 <small>±</small>	-19,2	-26,3	54	27	12	40,2	100,78	-27	Généralement dégagé	
02:00 <small>±</small>	-18,8	-25,2	58	28	16	40,2	100,76	-28		<u>ND</u>
03:00 <small>±</small>	-18,7	-25,1	58	29	15	40,2	100,71	-27		<u>ND</u>
04:00 <small>±</small>	-19,4	-25,0	62	28	13	40,2	100,72	-28	Généralement dégagé	
05:00 <small>±</small>	-20,8	-25,9	64	26	10	40,2	100,78	-28		<u>ND</u>
06:00 <small>±</small>	-20,3	-25,1	66	25	10	40,2	100,78	-28		<u>ND</u>
07:00 <small>±</small>	-20,5	-25,5	65	28	9	40,2	100,75	-27	Généralement nuageux	
08:00 <small>±</small>	-17,6	-23,4	61	32	8	40,2	100,82	-23		<u>ND</u>
09:00 <small>±</small>	-17,4	-23,4	60	34	13	40,2	100,77	-25		<u>ND</u>
10:00 <small>±</small>	-16,4	-22,9	58	33	16	40,2	100,71	-25	Généralement nuageux	
11:00 <small>±</small>	-15,2	-22,4	55	34	10	40,2	100,65	-21		<u>ND</u>
12:00 <small>±</small>	-14,5	-21,9	54	36	9	40,2	100,59	-20		<u>ND</u>
13:00 <small>±</small>	-14,3	-20,3	61	15	9	40,2	100,54	-20	Généralement nuageux	
14:00 <small>±</small>	-13,2	-20,2	56	6	5	40,2	100,34	-17		<u>ND</u>
15:00 <small>±</small>	-12,4	-21,6	47	35	10	40,2	100,15	-18		<u>ND</u>
16:00 <small>±</small>	-12,2	-21,1	48	31	7	64,4	100,04	-17	Nuageux	
17:00 <small>±</small>	-11,3	-19,8	50	31	13	40,2	99,86	-18		<u>ND</u>
18:00 <small>±</small>	-10,7	-18,8	52	32	18	40,2	99,69	-18		<u>ND</u>
19:00 <small>±</small>	-10,2	-18,1	53	33	14	40,2	99,53	-17	Nuageux	
20:00 <small>±</small>	-9,0	-16,1	57	36	16	19,3	99,32	-16	Nelge	
21:00 <small>±</small>	-7,8	-14,5	59	1	12	19,3	99,15	-13	Nelge	
22:00 <small>±</small>	-8,0	-12,9	68	1	14	4,8	98,94	-14	Nelge	
23:00 <small>±</small>	-7,9	-10,3	83	2	16	2,4	98,71	-14	Nelge	

### Rapport de données horaires pour le 15 mars 2017

HEURE	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10°e deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00 ±	-7,9	-9,7	87	1	16	1,2	98,52	-14		Nelge
01:00 ±	-8,1	-9,8	88	36	17	1,2	98,42	-15		Nelge
02:00 ±	-8,0	-9,5	89	35	24	0,8	98,20	-16		Nelge modérée
03:00 ±	-8,2	-9,9	88	35	21	0,8	98,04	-16		Nelge modérée
04:00 ±	-8,3	-10,0	88	34	21	0,4	97,92	-16		Nelge forte
05:00 ±	-8,5	-10,1	88	34	26	0,4	97,84	-17		Nelge forte
06:00 ±	-8,6	-10,4	87	34	23	1,6	97,78	-17		Nelge
07:00 ±	-8,6	-10,4	87	34	27	1,6	97,69	-17		Nelge
08:00 ±	-8,3	-10,2	86	34	28	1,6	97,63	-17		Nelge
09:00 ±	-7,8	-10,2	83	34	27	1,6	97,56	-16		Nelge
10:00 ±	-7,2	-10,3	79	34	30	3,2	97,52	-16		Nelge
11:00 ±	-6,2	-10,1	74	34	30	3,2	97,49	-15		Nelge
12:00 ±	-6,0	-9,4	77	34	28	6,4	97,46	-14		Nelge
13:00 ±	-5,7	-9,8	73	35	28	6,4	97,46	-14		Nelge
14:00 ±	-5,8	-9,2	77	34	27	6,4	97,46	-14		Nelge
15:00 ±	-6,6	-8,9	84	33	26	3,2	97,49	-15		Nelge
16:00 ±	-7,1	-9,5	83	32	26	12,9	97,54	-15		Nelge
17:00 ±	-7,4	-9,5	85	32	31	6,4	97,58	-16		Nelge
18:00 ±	-7,8	-10,1	84	32	29	1,6	97,62	-17		Nelge
19:00 ±	-8,0	-10,6	82	32	27	19,3	97,69	-16		Nelge
20:00 ±	-8,1	-11,3	78	32	33	12,9	97,71	-17		Nelge, Poudrerie élevée
21:00 ±	-8,8	-11,8	79	32	32	8,1	97,71	-18		Nelge, Poudrerie élevée
22:00 ±	-9,4	-13,1	75	32	30	32,2	97,73	-19		Nelge, Poudrerie élevée
23:00 ±	-9,8	-13,6	74	32	32	40,2	97,74	-20		Nelge

## ANNEXE I

### Expertise



**CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC**

### RAPPORT D'EXPERTISE

RAPPORT PRÉSENTÉ À :

**Mr. Jean-Martin Cloutier inspecteur**  
Direction Saguenay Lac-St-Jean  
Commission des normes et de l'équité de la  
santé et de la sécurité du travail

### **Relevé des travaux fait par notre technicien**

**Présenté par :**  
André Barriault  
Directeur Projet  
Cervo-Polygaz inc.  
[16 mai 2017]



**CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC**

Table des matières

**Introduction** ..... 3  
**LISTE DES PERSONNES PRÉSENTES À L'ARRIVÉ:**..... 3  
**Description du mandat :**..... 3  
 Les instruments nécessaires à cette vérification sont les suivants :..... 3  
 Liste des observations visuelles faites avant le démarrage (mars 2017) :..... 4  
 Résultat des observations du 22-23 mars 2017 :..... 5  
 Autres observations : ..... 6  
 Reprise des vérifications les 11 et 12 avril 2017..... 7  
**LISTE DES PERSONNES PRÉSENTES À L'ARRIVÉ:**..... 7  
 Liste des observations visuelles faites avant le démarrage (avril 2017) :..... 7  
 Nos conclusions : ..... 8

**CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC**

### Introduction

Messieurs,

Vous trouverez ci-dessous, une description des relevés des travaux effectués à votre usine par notre technicien le 22-23 mars 2017 et les 11-12 avril 2017.

### LISTE DES PERSONNES PRÉSENTES À L'ARRIVÉ:

- Mr. B Industries T.L.T.;
- Mr. A Industries T.L.T.;
- Mr. O Technorm;
- Mr. Charles Bergeron CNESST;
- Mr. Jean-Martin Cloutier CNESST;
- Mr. W C.E.P.;
- Mr. X Cathild;
- Mr. N Cathild;
- Mr. Y Pyrotech;
- Mr. Z Q.G.H.;
- Mr. M Supérieur Propane;
- Mr. André Barriault Cervo-Polygaz;
- Mr. Simon Barriault Cervo-Polygaz.

### Description du mandat :

Nous avons été convoqués pour faire la vérification de l'installation des équipements fonctionnant au gaz propane.

Mr. Cloutier a avisé toutes les personnes présentes que seul Cervo-Polygaz, Industries T.L.T. et CNESST peuvent entrer dans le local de commande du brûleur. Nous avons mentionné que le technicien de la compagnie Cathild était accepté pour faire le cycle de démarrage.

- À notre entrée, le séchoir était sous scellé donc cadenassé par l'usine et par Supérieur Propane.

### Les instruments nécessaires à cette vérification sont les suivants :

- Analyseur de combustion de marque KANE  
modèle # 905  
série #071616309



CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC

- calibré décembre 2016;
- Analyseur de combustion de marque Quintox  
modèle #KM9106  
série #11106124
- Détecteur quatre gaz de marque  
modèle DRAGER  
série # ERAE-0112  
calibré 20 mars 2017 (voir document de calibration en pièce jointe);
- Détecteur LEL et CO  
modèle GMI GASURVEYOR 500  
série # 98E2233  
calibré lebellet illisible

Liste des observations visuelles faites avant le démarrage (mars 2017) :

- Faire décadencer l'équipement pour la vérification.
- Nous avons fait une observation visuelle avant le démarrage. Voici la liste :
  - La température extérieure était de plus ou moins -15 C ;
  - Apport d'air frais du bas est bouché (voir photo 3042);
  - Soupape d'évent de la veilleuse qui était bouchée car celle-ci avait été diagnostiquée défectueuse par un technicien de Cathild mais cela n'a aucune influence sur la sécurité car elle n'est pas requise par le code de gaz B149.3-15;
  - Un gros morceau de glace extrême à l'extérieur qui obstruait l'entrée d'air du bas (voir photo 3043-3044 et 3045);
  - Vérification de la tête du brûleur qui avait une légère croûte de carbone (voir photo 3046 et 3047);
  - Nous avons dû enlever le silicone dans le tube où est placé un thermocouple de température avec une mèche de plus ou moins 15" afin d'atteindre la chambre des gaz de combustion;
  - Nous avons laissé un tube de 1/2 Ø pour les essais futurs d'analyse de combustion;
  - Il n'y avait pas de prise de pression pour la chambre à combustion et ou le passage des gaz de retour du séchoir;
  - L'écrou du tube d'évent du régulateur MAXOTROL 325-3 n'était pas sur adaptateur évasé (voir photo 7148).



CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC

Résultat des observations du 22-23 mars 2017 :

- L'entrée d'air n'aurait jamais dû être bouchée;
- La grandeur de cette ouverture pourrait être diminuée selon l'article 8.4.3 du code B149.1-15 (fourni en annexe);
- L'écrrou aurait dû être serré sur son adaptateur afin de ne pas avoir de fuite de gaz (éventuel) dans ce local;
- Nous avons fait venir le technicien de Cathild pour le démarrage d'un cycle de chauffe. Voici une séquence d'opération :
  1. Il ne faut pas qu'il y ait de défaut avant une séquence de pré ventilation de 20 minutes;
    - ✓ Pas de haute limite de température;
    - ✓ Pas de haute pression de gaz;
    - ✓ Pas de basse pression de gaz;
    - ✓ Preuve d'étanchéité des valves à gaz fait par le contrôleur de marque SIEMENS modèle LDU :
      - Preuve de pression d'air de combustion;
      - Preuve de pression d'air dans la chambre de circulation;
      - Pas de perte de flamme au brûleur.
  2. Suites à ces vérifications, une autre purge de 31 secondes est faite par l'autre contrôleur de marque SIEMENS modèle LFL1.335-110V;
  3. La flamme du brûleur peut s'éteindre selon la température à l'intérieur du séchoir et redémarrer par la suite à la condition que l'arrêt ne dépasse pas 2 heures sinon il y aura un autre départ de 20 minutes de purge;
  4. Nous avons démarré le brûleur vers 16:00 après quelques essais d'allumage sans succès causé par la purge de gaz, un fusible défectueux;
 

*(Voir les résultats des analyses de combustion en annexe 1).*
  5. Tout au long des analyses de combustion, nous avons un détecteur quatre gaz et un explosimètre dans le local de commande du brûleur et voici les valeurs de CO relevées :

PRISE DE LECTURE	% LEL	CO DANS LA PIÈCE
Après 30 minutes	0	12
Après 35 minutes	0	15
Après 45 minutes	0	31



**CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC**

Après 53 minutes	0	45
Après 62 minutes	0	44

**PS : Nous avons ouvert la porte de service car nous étions rendus à plus de 50 P.P.M.**

Après 85 minutes	0	76
------------------	---	----

**PS : À ce moment-là, la porte de service était ouverte en continue.**

6. Après l'arrêt des analyses de combustion, nous avons fait un test de CO par l'entremise de la porte de service du séchoir (la porte a été ouverte de plus ou moins ½ pouces afin de passer notre tige d'échantillonnage) Un relevé de plus 1000 de CO en plus ou moins 3-4 secondes.
7. Observation fait par Mr. B des Industries T.L.T. :
  - Présence d'humidité anormalement élevé dans ce local;
  - Beaucoup d'eau sur les murs et les planchers.
8. Jeudi le 23 mars, notre technicien à fait les observations suivantes :
  - Passe câble non bouché entre le local et le séchoir (voir photo 7163) ce qui a surement fait la présence de monoxyde de carbone dans le local du brûleur;
  - Mr. B a fait ventiler le séchoir sur une période de plus ou moins 2 heures avant de prendre un échantillon de CO avant d'entré dans le séchoir;
  - Nous voulons avoir une vue de l'installation à l'intérieur de la chambre des gaz (voir photo 7167)

Autres observations :

1. La soupape d'appareil de marque M.A. STUART de 2 " devra être changée car celle-ci n'est pas certifié pour le gaz propane. Les gens de Supérieur Propane sont avisés.
2. Il y a une fuite de gaz en amont de la valve d'appareil, Supérieur Propane est avisé. La valve est cadennassé par Industries T.L.T. et Cervo-Polygaz;
3. Le régulateur de marque ACTARIS modèle B34R protège les équipements en aval de celui-ci;



CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC

4. La conversion au gaz propane du brûleur a été faite avec les composantes du manufacturier Riello voir les photos en pièce jointe ainsi que le bulletin de Riello RS50.
5. Après toutes ces analyses de combustion, monsieur O et monsieur Simon Barriault sont montés sur le toit du séchoir et ont remarqué des amonts de glace au volet d'entré d'air et à l'évacuation des gaz d'échappement.

Reprise des vérifications les 11 et 12 avril 2017

**Liste des personnes présentes à l'arrivée:**

- Mr. Jean-Martin Cloutier CNESST ;
- Mr. Charles Bergeron CNESST ;
- Mr. O Technorm;
- Mr. B Industries T.L.T. ;
- Mr. A Industries T.L.T. ;
- Mr. Simon Barriault Cervo-Polygaz inc.

Liste des observations visuelles faites avant le démarrage (avril 2017) :

- Faire décadénasser l'équipement pour la vérification.
- Nous avons fait une observation visuelle avant le démarrage. Voici la liste :
  - La température extérieur était de plus ou moins +3 C ;
  - Prendre test d'air à l'intérieur du séchoir ;
  - Aller vérifier la section chambre à combustion où sont situé les deux ventilateurs de recirculation et tout est normal pour cette enceinte ;
  - Boucher le conduit entre le séchoir et la salle de contrôle avec de l'uréthane ;
  - Reprendre les analyses de combustion avec un analyseur de marque Quintox modèle KM9106 ;
  - Toutes les analyses de combustion du 11 avril sont dans la norme de PPM de CO (voir annexe 2 en pièce jointe) ;
  - Monsieur et monsieur Simon Barriault ont monté sur le toit du séchoir pour obstruer les quatre (4) volets d'entré d'air et d'évacuation des gaz. Cette action a eu un effet instantané sur la quantité de monoxyde de carbone (CO) (voir les relevés 1 à 12 de l'analyseur de marque Kane 905 annexe 3 en pièce jointe) ;
  - Monsieur monsieur Barriault sont retourné sur le toit du séchoir pour enlever les barrures des quatre (4) volets (voir les analyses de

**CERVO-POLYGAZ Inc  
GROUPE PGS 2009 INC**

combustion 13 à 17 annexe 4 en pièce jointe) il y a retour à la normale pour le monoxyde de carbone (CO) à l'intérieur du séchoir.

#### Nos conclusions :

- Notre première pensée était de dire que les ajustements de pression de gaz et d'air du brûleur n'étaient pas adéquats mais celle-ci entre dans les normes du manufacturier Riello;
- L'ajustement du brûleur tel que constaté sur place n'est pas la cause de la fatalité
- L'émanation de CO en une concentration mortelle à l'intérieur du séchoir s'explique par le coincement des clapets par la glace et le givre entraînant un manque d'oxygène à l'intérieur du séchoir.
- Avec toutes ces analyses de combustion, prise de pression de gaz, d'air, chambre et séchoir, notre conclusion était que les quatre volets d'entrée d'air et d'évacuation des gaz de combustion étaient coincés par de la glace et du givre;
- Il faudrait que le manufacturier Cathild regarde cette anomalie en période hivernale;
- Pour le propriétaire des Industries T.L.T il serait conseillé de faire une vérification annuelle sur toutes les composantes de sécurité, analyse de combustion, fuite de gaz etc.
- Le déflecteur installé sous le brûleur est de type assiette à voir avec le manufacturier du brûleur (Riello) Mr. \_\_\_\_\_ au numéro de cellulaire \_\_\_\_\_ si cela correspond bien à l'opération du brûleur.

Espérant le tout conforme à vos attentes, veuillez agréer, Messieurs, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

**CERVO-POLYGAZ INC.  
GROUPE PGS 2009 INC.**

AB/kb

  
André Barriault  
Directeur projet

**ANNEXE J****Loi et Règlement sur la santé et la sécurité du travail**

- Article 51 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) :

**51.** L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment:

1° s'assurer que les établissements sur lesquels il a autorité sont équipés et aménagés de façon à assurer la protection du travailleur;

2° désigner des membres de son personnel chargés des questions de santé et de sécurité et en afficher les noms dans des endroits visibles et facilement accessibles au travailleur;

3° s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur;

4° contrôler la tenue des lieux de travail, fournir des installations sanitaires, l'eau potable, un éclairage, une aération et un chauffage convenable et faire en sorte que les repas pris sur les lieux de travail soient consommés dans des conditions hygiéniques;

5° utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur;

6° prendre les mesures de sécurité contre l'incendie prescrites par règlement;

7° fournir un matériel sécuritaire et assurer son maintien en bon état;

8° s'assurer que l'émission d'un contaminant ou l'utilisation d'une matière dangereuse ne porte atteinte à la santé ou à la sécurité de quiconque sur un lieu de travail;

9° informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié;

10° afficher, dans des endroits visibles et facilement accessibles aux travailleurs, les informations qui leur sont transmises par la Commission, l'agence et le médecin responsable, et mettre ces informations à la disposition des travailleurs, du comité de santé et de sécurité et de l'association accréditée;

11° fournir gratuitement au travailleur tous les moyens et équipements de protection individuels choisis par le comité de santé et de sécurité conformément au paragraphe 4° de l'article 78 ou, le cas échéant, les moyens et équipements de protection individuels ou collectifs déterminés par règlement et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et équipements;

12° permettre aux travailleurs de se soumettre aux examens de santé en cours d'emploi exigés pour l'application de la présente loi et des règlements;

13° communiquer aux travailleurs, au comité de santé et de sécurité, à l'association accréditée, au directeur de santé publique et à la Commission, la liste des matières dangereuses utilisées dans l'établissement et des contaminants qui peuvent y être émis;

14° collaborer avec le comité de santé et de sécurité ou, le cas échéant, avec le comité de chantier ainsi qu'avec toute personne chargée de l'application de la présente loi et des règlements et leur fournir tous les renseignements nécessaires;

15° mettre à la disposition du comité de santé et de sécurité les équipements, les locaux et le personnel clérical nécessaires à l'accomplissement de leurs fonctions.

1979, c. 63, a. 51; 1992, c. 21, a. 303; 2001, c. 60, a. 167; 2005, c. 32, a. 308.

- Article 41 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) :

⌚ **41. Normes:** Sous réserve de l'article 45, tout établissement dont l'exploitation est susceptible d'entraîner l'émission de gaz, de fumées, 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, poussière, fumée, vapeur ou brouillard n'excède pas, au niveau de la zone respiratoire des travailleurs, les normes prévues à l'annexe I, pour toute période de temps indiquée à cette annexe.

L'utilisation de la crocidolite, de l'amosite ou d'un produit contenant l'une ou l'autre de ces matières est interdite sauf si leur remplacement n'est pas raisonnable et pratiquement réalisable.

Tel établissement doit être conçu, construit, aménagé ou pourvu d'un système d'évacuation des gaz, des fumées, des vapeurs, des poussières ou des brouillards de manière à respecter les normes prévues au premier alinéa.

Le premier alinéa s'applique également à tout poste de travail situé dans un véhicule, où qu'il soit.

D. 885-2001, a. 41.

- Extrait de l'annexe 1 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) :

Carbone, disulfure de	[75-15-0]	4	12	12	36	<i>Pc</i>
Carbone, fibres		<i>Voir Fibres synthétiques organiques</i>				
Carbone, monoxyde de	[630-08-0]	35	40	200	230	
Carbone, tétrabromure de	[558-13-4]	0,1	1,4	0,3	4,1	
Carbone, tétrachlorure de	[56-23-5]	5	31	10	63	<i>Pc, C2, EM</i>
Catéchol	[120-80-9]	5	23			<i>Pc</i>

**ANNEXE K**

## Références bibliographiques

- QUÉBEC, *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 1<sup>er</sup> mai 2017*, [En ligne], 2016.  
[<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/S-2.1>] (Consulté le 2017-07-28).
- QUÉBEC, *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r-13, à jour au 1<sup>er</sup> juin 2017*, [En ligne], 2016.  
[<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/S-2.1,%20r.%2013>] (Consulté le 2017-07-28).
- CNESST. Service du répertoire toxicologique. Monoxyde de carbone, [En ligne], 2017.  
[[http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=1172](http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=1172)] (Consulté le 2017-07-28).
- NORTH AMERICAN MFG. CO., *North American Combustion Handbook, third edition, volume I*, 1986, 332 pages.