

EN004399**RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident ayant causé la mort d'un travailleur
de l'entreprise 9064-3818 Québec inc. (Groupe Bertrand),
survenu le 30 mai 2023 à Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier.**

version dépersonnalisée

Service de la prévention-inspection – Capitale-Nationale

Inspectrice :

Véronique Dansereau

Inspecteur :

Jean-Claude Boulay

Date du rapport : 7 février 2024

Rapport distribué à :

- Monsieur Michel Bertrand, président, 9064-3818 Québec inc. (Groupe Bertrand)
 - Docteur Jean-Marc Picard, coroner, Bureau du Coroner
 - Docteur André Dontigny, directeur de santé publique, CIUSSS de la Capitale-Nationale
-

TABLE DES MATIÈRES

1	RÉSUMÉ DU RAPPORT	1
2	ORGANISATION DU TRAVAIL	3
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION ET GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3
3	DESCRIPTION DU TRAVAIL	4
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	4
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
4	ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE	7
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	7
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	7
4.2.1	INFORMATIONS SUR LE TRAVAILLEUR	7
4.2.2	RISQUES LIÉS À L'ABRASIF : SABLE NATUREL	8
4.2.3	PLANIFICATION DES TRAVAUX DE DÉCAPAGE	8
4.2.3.1	LOCATION D'ÉQUIPEMENTS ET CONSIGNES D'UTILISATION	8
4.2.4	INFORMATIONS SUR LE SYSTÈME DE SABLAGE AU JET D'ABRASIF	9
4.2.5	INFORMATIONS SUR LE SYSTÈME DE PROTECTION RESPIRATOIRE	10
4.2.5.1	DISPOSITIF DE PURIFICATION DE L'AIR	10
4.2.5.2	APPAREIL DE PROTECTION RESPIRATOIRE À ADDUCTION D'AIR	12
4.2.6	INFORMATIONS SUR L'ALIMENTATION EN AIR (COMPRESSEUR)	13
4.2.6.1	ÉTAT DU COMPRESSEUR	14
4.2.6.2	ENTRETIEN DU COMPRESSEUR	16
4.2.6.3	INCENDIE DANS LE COMPRESSEUR	17
4.2.7	ÉMANATIONS DE MONOXYDE DE CARBONE	19
4.2.7.1	RISQUES ASSOCIÉS AU MONOXYDE DE CARBONE	19
4.2.8	LOIS, RÈGLEMENTS ET NORMES APPLICABLES	20
4.2.8.1	LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (R.R.Q. 1981, c. S-2.1)	20
4.2.8.2	RÈGLEMENT SUR LA SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL (R.R.Q. 1981, c. S-2.1, r. 13)	21
4.2.8.3	NORME CSA- Z180.1 2000 AIR COMPRIMÉ RESPIRABLE ET SYSTÈMES CONNEXES	21
4.2.8.4	RÈGLEMENT SUR LES INSTALLATIONS SOUS PRESSION (LOI SUR LE BÂTIMENT, CHAPITRE B-1.1, r. 6.1)	23
4.2.8.5	NORME CSA B51 2019 – CODE SUR LES CHAUDIÈRES, LES APPAREILS ET LES TUYAUTERIES SOUS PRESSION	24
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	25

4.3.1	LA COMBUSTION INCOMPLÈTE DE L'HUILE, PROVOQUÉE PAR UN INCENDIE DANS LE RÉSERVOIR D'HUILE DU BLOC DE COMPRESSION, GÉNÈRE DES CONCENTRATIONS MORTELLES DE MONOXYDE DE CARBONE ACHÉMINÉES JUSQU'À L'APPAREIL DE PROTECTION RESPIRATOIRE À ADDUCTION D'AIR DU TRAVAILLEUR.	25
4.3.2	L'EMPLOYEUR NE FOURNIT PAS UN ÉQUIPEMENT SÉCURITAIRE POUR LA PRODUCTION D'AIR COMPRIMÉ RESPIRABLE, ENTRAÎNANT LA CONTAMINATION DE L'AIR ACHÉMINÉ AU TRAVAILLEUR.	26
5	<u>CONCLUSION</u>	28
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	28
5.2	SUIVIS DE L'ENQUÊTE	28
<u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Accidenté	29
ANNEXE B :	Liste des personnes rencontrées	30
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	31
ANNEXE D :	Conditions météorologiques	45
ANNEXE E :	Références bibliographiques	46

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

Le 30 mai 2023, en avant-midi, un travailleur décape au jet d'abrasif la peinture d'une remorque sur le terrain extérieur de l'entreprise 9064-3818 Québec inc. (ci-après, Groupe Bertrand). Afin de se protéger contre certains contaminants, il porte un appareil de protection respiratoire (APR) à adduction d'air, alimenté en air par un compresseur à l'huile fonctionnant au diesel. Alors que près du deux tiers de la remorque est décapée, un incendie se déclenche au niveau du compresseur. Le monoxyde de carbone (CO) produit par l'incendie provoque une contamination de l'air acheminé au travailleur via l'APR. Vers 12 h 10, une personne retrouve le travailleur inanimé au sol. Les services d'urgence sont appelés. Le décès est constaté sur place.

Conséquences

Le travailleur décède des suites d'une intoxication au CO.



Figure 1 - *Photo du lieu de l'accident*
Source : CNESST

Abrégé des causes

- La combustion incomplète de l'huile, provoquée par un incendie dans le réservoir d'huile du bloc de compression, génère des concentrations mortelles de monoxyde de carbone acheminées jusqu'à l'appareil de protection respiratoire à adduction d'air du travailleur.
- L'employeur ne fournit pas un équipement sécuritaire pour la production d'air comprimé respirable, ayant comme conséquence la contamination de l'air acheminé au travailleur.

Mesures correctives

Le 30 mai 2023, la CNESST interdit les travaux de décapage au jet d'abrasif avec le compresseur et saisit les équipements à des fins d'analyse (RAP1427924).

Le 26 juillet 2023, les analyses étant complétées, la CNESST remet les équipements de sablage au jet d'abrasif à leurs propriétaires respectifs (Groupe Bertrand et Équipements L.A.V. inc.). Ces derniers procèdent à leur destruction (RAP1435645).

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**

Le Groupe Bertrand se spécialise dans le déneigement et le transport de matières en vrac. Il emploie entre [REDACTED] travailleurs non syndiqués selon les besoins saisonniers. Toutes les activités de l'entreprise relèvent de monsieur [REDACTED].

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail**2.2.1 Mécanismes de participation et gestion de la santé et de la sécurité**

Aucun processus formel n'est mis en place afin de gérer la santé et la sécurité au sein de l'établissement. L'entreprise [REDACTED] et n'a pas élaboré de programme de prévention.

Les directives en matière de santé et de sécurité du travail sont données de façon verbale.

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

L'entreprise se situe au 141, route des Érables à Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier. Il s'agit d'un terrain comportant plusieurs bâtiments agricoles, des champs, une résidence et un garage pour l'entretien de la machinerie. Une portion du terrain située près du garage sert à l'entreposage des équipements.

L'accident s'est produit à l'extérieur, entre la résidence et le garage, à proximité du lieu d'entreposage.



Fig. 2 - *Vue aérienne du terrain de l'entreprise*
Source : Google Maps, modifiée par la CNESST

Selon les données de la station météorologique d'Environnement Canada, localisée à la base militaire de Valcartier (à moins de 10 km à vol d'oiseau), le 30 mai 2023, entre 10 h et 12 h, la température extérieure varie entre 21,4 °C et 23,6 °C. Le ciel est dégagé et le vent souffle à moins de 11 km/h.



Fig. 3 - *Lieu de l'accident*
Source : CNESST

3.2 Description du travail à effectuer

La tâche consiste à décapier une remorque utilisée pour le transport de machinerie dans l'objectif de la repeindre. Pour retirer la peinture existante, l'employeur choisit une méthode de décapage au jet d'abrasif.

Les équipements utilisés pour le décapage au jet d'abrasif sont regroupés en trois catégories :

- Un système de sablage au jet, composé d'un pot à abrasif et d'une buse à décapier;
- Un système d'alimentation en air : le ou les compresseur(s) génère(nt) une pression qui permet de propulser le sable et d'alimenter en air l'APR à adduction d'air;
- Un APR à adduction d'air : pour protéger le travailleur des projections d'abrasifs et de métaux.

L'employeur prévoit décapier la remorque en une semaine en fonction des conditions météorologiques.

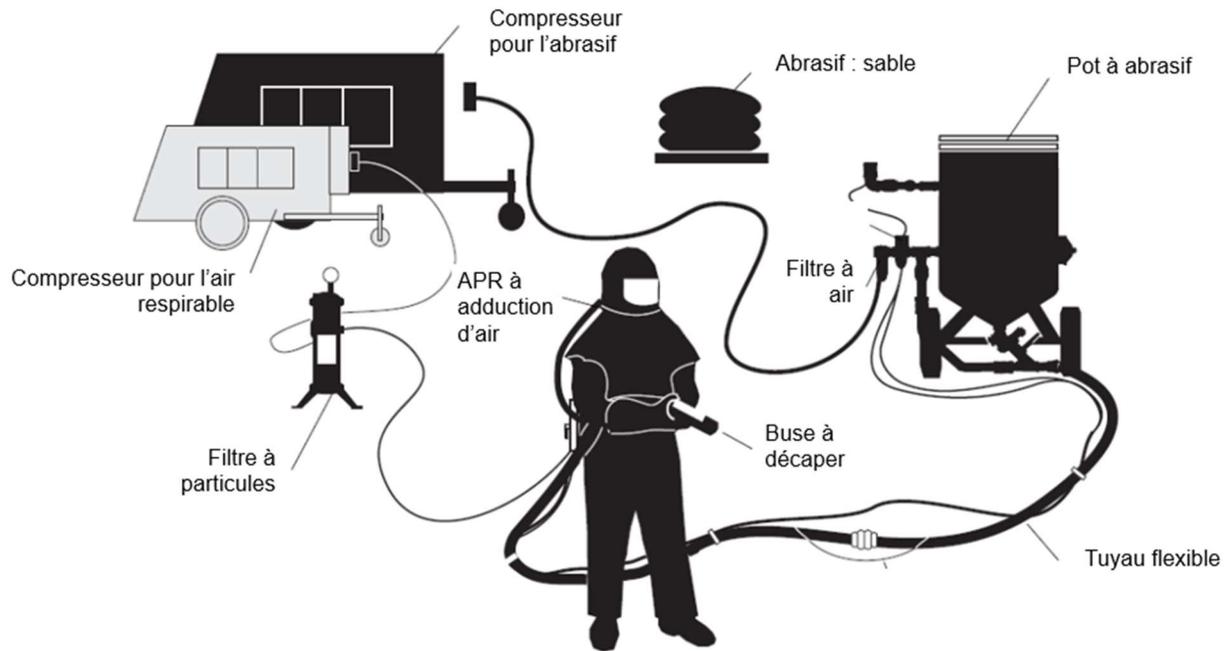


Fig. 4 - Équipements pour le décapage au jet d'abrasif

Source : <https://sfeg.co.uk/sites/default/files/TCF3%20Portable%20Blastpot%20Manual.pdf>,
traduction libre de la CNESST

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

La veille de l'accident, le 29 mai 2023, la personne en autorité de l'entreprise rassemble les équipements nécessaires pour effectuer le sablage au jet d'abrasif. Elle se rend dans un centre de location d'équipements pour récupérer les systèmes de protection et de sablage au jet d'abrasif. Elle s'informe auprès du centre de location du débit d'air requis pour alimenter ces systèmes. L'employeur possède un compresseur correspondant à ce débit.

De retour sur le terrain de l'entreprise, la personne en autorité et monsieur **A** (ci-après, le travailleur) décapent à tour de rôle la peinture de la remorque installée à l'extérieur, à proximité du garage, entre 10 h et 17 h 30. À la fin de l'après-midi, la personne en autorité indique au travailleur les tâches à accomplir pour le lendemain puisqu'elle prévoit être absente.

Le jour de l'accident, le 30 mai 2023, le travailleur débute son quart de travail vers 7 h 30 sur le terrain de l'entreprise. Il est seul sur les lieux à son arrivée.

Vers 8 h 30, la personne en autorité revient à la ferme pour échanger son véhicule. Elle monte à bord de son camion-benne et salue de loin le travailleur qui a recommencé le travail de décapage entrepris la veille.

Vers 10 h, monsieur **B**, un camionneur-artisan, se rend à la ferme pour récupérer un chargement de terre. À son arrivée, le travailleur l'aperçoit et arrête temporairement le décapage au jet d'abrasif. Il retire ses équipements de protection individuels et arrête le compresseur. Il discute avec le camionneur-artisan puis se dirige vers la chargeuse pour aller chercher de la terre plus loin sur le lot. Le travailleur effectue le chargement de terre dans le camion-benne. Le camionneur-artisan quitte les lieux vers 10 h 30 alors que les travaux de décapage au jet d'abrasif n'ont pas repris.

À son retour à la ferme, vers 12 h, le camionneur-artisan aperçoit au loin le travailleur étendu au sol à côté des équipements de sablage au jet d'abrasif. Il stationne son camion-benne et se dirige vers lui. Il lui retire sa cagoule. Ce dernier est inconscient. Le compresseur est arrêté et il n'y a pas de fumée. Le camionneur-artisan communique avec les services d'urgence et débute les manœuvres de réanimation. **C** le rejoint pour lui porter assistance. Les services d'urgence arrivent sur les lieux à 12 h 12. Le décès est constaté sur place.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Informations sur le travailleur

- Le travailleur est à l'emploi du Groupe Bertrand depuis ans.
- Il est
- Il a déjà fait du décapage au jet d'abrasif il y a plus de ans pour
- L'autopsie pratiquée à son décès révèle un taux de carboxyhémoglobine sanguine de 68 %.

4.2.2 Risques liés à l'abrasif : sable naturel

Le sable est majoritairement composé de poussières de silice cristalline. L'exposition à ces poussières peut causer une irritation des voies respiratoires, des bronchites chroniques et une fibrose pulmonaire. Une inhalation prolongée des poussières peut, entre autres, mener à une maladie pulmonaire sérieuse, la silicose. Elle se manifeste par de l'essoufflement à l'effort et une déficience respiratoire grave.

Le procédé de sablage au jet expose l'utilisateur à des risques de projection de l'abrasif principalement au niveau du haut du corps et du visage.

4.2.3 Planification des travaux de décapage

Le décapage au jet d'abrasif ne fait pas partie des activités habituellement réalisées par le Groupe Bertrand. Étant donné la présence à temps plein du travailleur [REDACTED] et une période creuse au niveau des activités de transport en vrac, l'employeur décide d'effectuer par [REDACTED] le décapage d'une remorque entreposée sur son terrain.

Pendant le mois de mai, la personne en autorité s'informe du matériel requis, notamment au niveau des équipements de protection individuels, pour effectuer du décapage au jet d'abrasif auprès de connaissances travaillant dans le domaine. Le procédé et l'abrasif choisis présentent des risques de projection au haut du corps et au niveau respiratoire. Ainsi, l'utilisateur doit porter un survêtement de protection et un APR à adduction d'air.

La personne en autorité remet en fonction des équipements accumulés au fil du temps et se procure une cagoule sur un site de vente en ligne. Elle teste le système. Insatisfaite du résultat, elle loue le matériel manquant auprès d'Équipements L.A.V. inc., c'est-à-dire les systèmes pour le sablage au jet d'abrasif et pour la protection respiratoire.

La journée même de la location des équipements, de retour à la ferme, la personne en autorité et le travailleur font les connexions nécessaires et débutent le décapage de la remorque.

4.2.3.1 Location d'équipements et consignes d'utilisation

Le matériel suivant est loué auprès d'Équipements L.A.V. inc. :

- Composants du système de sablage au jet :
 - Buse à décaper;
 - Pot à jet d'abrasif Clemco, modèle Classic Blast 3 CUFT;
 - Filtre à air High flow Vanguard;
 - Tuyaux flexibles permettant de raccorder les composants, sauf celui situé entre le pot à jet d'abrasif et le compresseur.
- Composants du système de protection respiratoire :
 - Cagoule Clemco Appollo 60;

- Filtre à particules Clemco CPF-20;
- Tuyaux flexibles permettant de raccorder les composants.

Lors de la récupération du matériel au centre de location, aucune consigne d'utilisation ou de sécurité n'est transmise. Les manuels d'instructions du fabricant n'accompagnent pas les équipements. Ces derniers ont été transmis à la CNESST à la suite de l'accident.

Quant au compresseur, le locateur indique qu'il doit minimalement offrir une pression de 185 pi³/min (CFM ou 5239 l/min).

4.2.4 Informations sur le système de sablage au jet d'abrasif

Un procédé à sec est utilisé comme système de décapage au jet d'abrasif. Le compresseur produit de l'air comprimé qui permet d'acheminer l'abrasif (le sable), entreposé dans un réservoir, jusque dans une buse projetant à grande vitesse celui-ci sur une surface.

- La buse à décaper est munie d'une commande permettant de couper automatiquement la projection de l'abrasif.
- Elle est reliée à un pot à jet d'abrasif Clemco, modèle Classic Blast 3 CUFT, par un tuyau flexible.
 - Une notice d'utilisation embossée sur une plaque de métal est affichée à l'avant du pot. Elle est rédigée uniquement en anglais et est difficilement lisible.



Fig. 5 - Pot à jet d'abrasif Clemco

Source : CNESST

- Le pot est ensuite relié à un filtre à air High flow Vanguard servant à déshumidifier et à retirer les particules solides de l'air généré par le compresseur.
 - Il n'y a pas d'étiquette sur cet équipement précisant les conditions d'opération.



Fig. 6 - *Filtre à air High Flow Vanguard*
Source : CNESST

4.2.5 Informations sur le système de protection respiratoire

Afin de se protéger de la poussière de silice cristalline dégagée par l'abrasif, un APR à adduction d'air est utilisé. Il s'agit d'une cagoule Clemco Apollo 60. Ce type d'appareil approvisionne l'utilisateur en air neuf à débit continu généré par le compresseur.

Le compresseur produit de l'air comprimé qui est filtré par un dispositif de purification de l'air (un filtre à particules, aussi nommé *poumon* dans le milieu), puis acheminé à l'utilisateur jusqu'à sa zone respiratoire via la cagoule.

4.2.5.1 Dispositif de purification de l'air

- Lors de l'accident, un filtre à particules Clemco CPF-20 est raccordé au compresseur et à l'APR à adduction d'air.
- Le filtre à particules est constitué d'une cartouche filtrante éliminant les vapeurs d'eau, les brouillards d'huile et les particules de plus de 0,5 micron.
- Lors de l'inspection visuelle réalisée le 30 mai, quelques heures après l'accident, il est observé que la cartouche filtrante est imbibée d'huile provenant du compresseur. La soupape de sécurité pour la pression est en position ouverte.
- Une étiquette apposée directement sur le filtre à particules indique les dangers associés à son utilisation. L'étiquette est en anglais uniquement et partiellement déchirée.

- Le manuel d'instructions du fabricant, remis après l'accident à la CNESST, précise que (traduction libre de la version anglaise du manuel) :
 - Tous les appareils de protection respiratoire à adduction d'air alimentés par un compresseur à l'huile doivent être équipés d'un détecteur de CO pour répondre aux exigences de la réglementation.
 - La qualité de l'air respirable acheminé à l'APR doit être de grade D, comme indiqué par *Compressed Air Associations commodity Specification G- 7.1*, tel que prescrit par l'article OSHA 29 CFR 1910.134 (d). Une mauvaise qualité de l'air peut causer des lésions respiratoires ou la mort de l'utilisateur.
 - Le CPF-20 est un filtre à particules filtrant les brouillards, les vapeurs d'eau et les particules de plus de 0,5 micron. Le CPF ne filtre pas ou n'élimine pas le CO ou les autres gaz toxiques. L'efficacité du filtre et des cartouches peut être réduite considérablement si l'air filtré est contaminé par des particules ou des moisissures.
 - Danger : Ne jamais connecter le filtre CPF ou tout autre conduit d'air respirable à une source d'air qui n'a pas été testée pour la contamination des gaz. La présence de CO ou d'un autre gaz à des taux dépassant les normes ou l'insuffisance d'oxygène dans l'air respirable peut causer la mort de l'utilisateur.
 - Si un compresseur à l'huile est utilisé, il doit être équipé d'une alarme de haute température ou d'une alarme de détection du CO, ou les deux. Si uniquement une alarme de haute température est utilisée, l'air généré par le compresseur doit être testé régulièrement pour détecter la présence de CO.

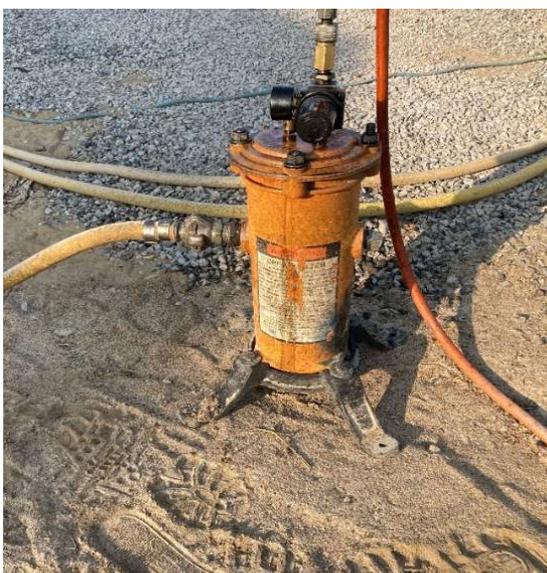


Fig. 6 - Filtre à particules Clemco CPF-20

Source : CNESST

4.2.5.2 Appareil de protection respiratoire à adduction d'air

Lorsqu'il a été retrouvé inconscient au sol, le travailleur portait un APR Apollo 60, composé d'une cagoule descendant jusqu'à la taille et d'un casque avec visière. Cet APR est conçu pour les travaux de décapage au jet d'abrasif.

- L'étiquette contenant des mises en garde, apposée à l'intérieur de la cagoule, est difficilement lisible à cause de son usure.
- Le système de protection respiratoire n'est pas équipé d'un détecteur de CO.
- La fiche technique de l'appareil, remise après l'accident, indique que les équipements suivants sont nécessaires pour le fonctionnement de l'APR, mais non inclus avec celui-ci (traduction libre) :
 - Source d'air respirable de grade D (ou de meilleure qualité), fournissant 7 à 15 pi³/min (CFM ou 198 à 424 l/min) à 65 à 100 psi (448 à 689 kPa);
 - Un filtre à particules pour filtrer les vapeurs d'eau, les brouillards d'huile, les particules et les odeurs;
 - Un détecteur de CO;
 - Des tuyaux flexibles de 95 mm (3/8 po) de diamètre.
- Le manuel d'instructions du fabricant précise que (traduction libre) :
 - L'APR Apollo 60 n'offre pas de protection contre le CO ou d'autres gaz toxiques. Des dispositifs les éliminant ou des détecteurs doivent être utilisés avec le respirateur pour assurer un apport d'air sécuritaire.
 - La qualité de l'air respirable doit être minimalement de grade D, comme prescrit par *Compressed Air Associations commodity Specification G-7.1* à l'article OSHA 29 1910.139 (d).
 - Toujours placer le compresseur à un endroit stratégique afin d'éviter la contamination de l'air entrant dans le système (exemple : à une distance sécuritaire des gaz d'échappement du moteur). Un filtre purifiant l'air et un détecteur de CO doivent être installés pour assurer la qualité de l'air respirable.
 - La qualité de l'air respirable acheminé au respirateur est critique pour la sécurité de l'utilisateur. (...) La présence de CO ou d'autres gaz à des taux dépassant les normes peut causer le décès de l'utilisateur.
 - Si un compresseur à l'huile est utilisé, il doit être équipé d'une alarme de haute température ou d'une alarme de détection du CO, ou les deux. Si uniquement une alarme de haute température est utilisée, l'air généré par le compresseur doit être testé à des intervalles suffisants pour s'assurer que le taux de CO dans l'air

respirable ne dépasse pas 10 ppm, tel que prescrit par l'article OSHA 29 1910.134 (i)(7).



Fig. 7 - APR Clemco Apollo 60 et son étiquette

Source : CNESST

4.2.6 Informations sur l'alimentation en air (compresseur)

Le compresseur génère une pression qui permet de propulser le sable et d'alimenter en air le système d'APR à adduction d'air.

L'équipement utilisé par le Groupe Bertrand est un seul compresseur à palettes, lubrifié à l'huile, fonctionnant au diesel de marque Ingersoll-Rand, modèle et année inconnus. Il alimente les deux systèmes (protection respiratoire et jet d'abrasif).

- Il n'y a pas de plaque signalétique indiquant le numéro de série du compresseur. Il n'y a pas de numéro de série sur les composants sous pression (réservoir d'huile).
- L'expert des Entreprises Larry inc., mandaté par la CNESST, estime qu'il s'agit d'un modèle Gyro-Flo, distribué sur le marché entre 1956 et 1970.

Le compresseur comprend deux composants principaux : un bloc de compression d'air et un moteur au diesel.

- Les deux composants possèdent leur propre réservoir d'huile.
- Le moteur au diesel fait fonctionner le bloc de compression d'air.
- Le bloc de compression comprime l'air pour l'acheminer dans le réseau afin d'alimenter les systèmes de protection respiratoire et de sablage au jet d'abrasif.

- L'air ambiant est aspiré dans le compresseur par le filtre d'admission, puis circule dans le bloc de compression. À l'intérieur de celui-ci, l'air passe au travers de palettes de carbone qui tournent dans une ouverture décentrée afin de créer le serrement nécessaire pour la compression de l'air. Durant le processus, de l'huile provenant du bloc de compression est injectée au niveau des palettes pour les lubrifier et les refroidir. Le mélange d'air et d'huile est ensuite dirigé vers le séparateur d'huile, dont la fonction est de séparer l'air de l'huile. L'air exempt d'huile est finalement expulsé dans le réseau.



Fig. 8 - *Compresseur Ingersoll-Rand*

Source : CNESST

4.2.6.1 État du compresseur

- L'employeur indique qu'il a récupéré le compresseur sur le bord du chemin il y a plus de 15 ans. Depuis environ cinq ans, il n'était plus fonctionnel et entreposé à l'extérieur.
- Au printemps 2023, en prévision de la saison estivale, l'employeur a déplacé le compresseur à l'intérieur du garage afin de le réparer. Après avoir uniquement ajouté du diesel, le compresseur a démarré du premier coup.
- Le compresseur a subi plusieurs modifications au fil des ans, sans qu'elles ne soient consignées dans un registre.
 - Un réservoir de carburant portatif est connecté directement sur le moteur au diesel. Le réservoir d'origine n'est plus fonctionnel. Les modifications ont été effectuées avant que l'employeur le récupère.
 - Une batterie externe permet de démarrer le compresseur.



Fig. 9 - Exemple de modifications apportées au compresseur

Source : CNESST

- En raison de leur âge avancé, de leur état et de l'absence de plaques signalétiques, les composants sous pression ne sont pas conformes au *Règlement sur les installations sous pression* et au Code d'installation des chaudières, des appareils et des tuyauteries (BNQ 3650-900).
- Le bloc de compression est équipé d'une sonde de température permettant de détecter la surchauffe de l'huile du compresseur. Cependant, celle-ci n'est pas reliée au panneau de contrôle et donc, n'est pas fonctionnelle le jour de l'accident.
 - Généralement, la sonde de température arrête automatiquement le moteur lorsqu'une température de 109 °C (228 °F) est atteinte.



Fig. 10 - État du compresseur

Source : CNESST

4.2.6.2 Entretien du compresseur

- Au printemps 2023, lors du démarrage du compresseur, du carburant de type « diesel coloré agricole pour moteur stationnaire (véhicules hors route) » est ajouté dans le réservoir portatif.
- Ensuite, un entretien est réalisé par le travailleur et la personne en autorité :
 - Changement des filtres à air et du carburant du moteur;
 - Remplacement du silencieux par un modèle conçu pour de la machinerie agricole.
- Durant le mois de mai, le compresseur sert à :
 - Nettoyer le tamiseur pour la terre;
 - Dévisser des boulons de la pelle mécanique;
 - Laver la sableuse d'étalage pour l'hiver.
- Dans la semaine du 22 mai, en prévision des travaux de décapage au jet d'abrasif, le travailleur fait un changement d'huile du moteur. Il utilise de l'huile CAT DEO-ULS 15W- 40.
- Le compresseur sert une première fois pour des travaux de décapage au jet d'abrasif le 29 mai 2023.
 - Aucun test de qualité de l'air n'est effectué avant l'utilisation du compresseur dans l'objectif de produire de l'air respirable.
- De plus, selon les informations recueillies auprès de l'employeur :
 - Aucune huile n'est ajoutée ou changée dans le réservoir du bloc de compression;

- Aucune vérification n'est faite concernant le fonctionnement de la sonde de température permettant de détecter la surchauffe du compresseur;
- Aucun entretien n'est consigné dans un registre.

4.2.6.3 Incendie dans le compresseur

À la suite de l'accident, plusieurs signes d'incendie sont apparents (extrait du rapport d'expertise d'Entreprises Larry inc.) :

- *Le filage, les tuyaux d'admission d'air du moteur et du compresseur ainsi que le panneau de contrôle sont brûlés;*
- *L'intérieur du réservoir d'huile est couvert de suie et l'huile est brûlée;*
- *Le tuyau de sortie du mélange air/huile entre le réservoir et le séparateur air/huile est brûlé et sectionné;*
- *Le séparateur air/huile du compresseur est calciné;*
- *Les boyaux d'air ainsi que le filtre coalescent sont remplis d'huile brûlée;*
- *Le bol du filtre à air, se trouvant directement au-dessus du réservoir d'huile semble avoir été « chauffé à blanc ».*



Fig. 11 - Panneau de contrôle brûlé

Source : CNESST

Selon les observations de l'expert, le feu a débuté dans le réservoir d'huile du bloc de compression.

Principes de combustion

À la base de toute réaction de combustion, trois éléments sont nécessaires : un carburant, un comburant et une source de chaleur ou d'ignition. Les trois éléments réunis forment « le triangle de feu ».

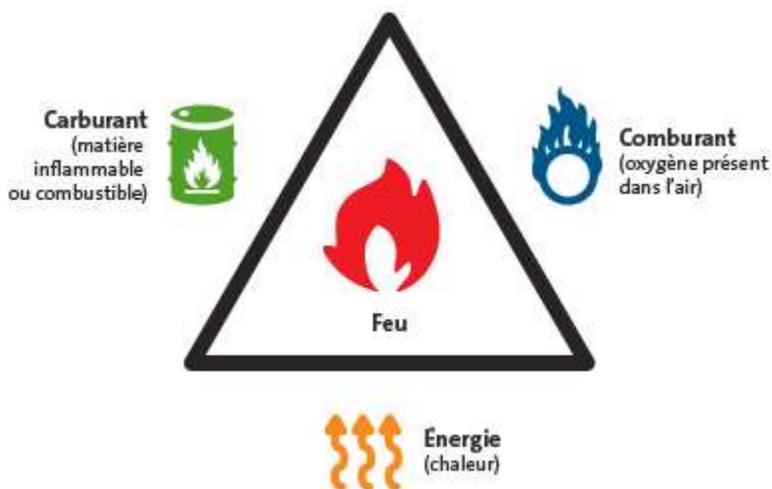


Fig. 12 - *Triangle de feu*

Source : Répertoire toxicologique de la CNESST

Le carburant (huile du compresseur) se fait oxyder par un comburant, c'est-à-dire l'oxygène, qui, exposé à une température suffisamment élevée, atteint son point d'éclair, puis d'inflammation. En présence d'une source d'ignition, telle qu'une décharge électrostatique ou l'atteinte de la température d'auto-inflammation de l'huile, il y a amorce de combustion.

Le point d'éclair est défini comme « *la température la plus basse à laquelle un produit dégage assez de vapeurs pour former avec l'air un mélange inflammable au contact d'une flamme ou d'une étincelle* »¹.

Le point d'éclair des huiles synthétiques habituellement utilisées pour les blocs de compression se situe entre 204 et 260 °C (entre 400 et 500 °F).

Étant donné l'âge et l'état du compresseur, il n'est pas possible d'identifier le type d'huile employé.

Source d'ignition

Le rapport d'expertise pointe plusieurs éléments pouvant avoir contribué à l'amorce d'un incendie dans le réservoir d'huile :

- Une surchauffe du bloc de compression causée par :
 - o l'utilisation d'une huile non adéquate, contaminée ou de mauvaise qualité;
 - o la circulation insuffisante d'huile dans le système;
 - o son usure générale et son entretien défaillant.
- Une protection thermique défectueuse et/ou contournée;
- Une étincelle statique provoquée par des composants manquants.

¹ Source : Répertoire toxicologique de la CNESST

4.2.7 Émanations de monoxyde de carbone

La combustion incomplète d'un carburant dans un environnement pauvre en oxygène produit du CO.

La combustion de l'huile dans le réservoir du bloc de compression, un milieu pauvre en oxygène, peut produire une quantité excessive de CO qui sera ensuite acheminée à l'utilisateur par son APR.

4.2.7.1 Risques associés au monoxyde de carbone

Le CO est un gaz chimique asphyxiant pouvant entraîner des lésions graves et même la mort. Il est incolore, inodore, sans saveur et non irritant. Il se mélange facilement à l'air ambiant étant donné sa densité similaire à celle de l'air (CO = 0,976 vs air = 1,0).

Le CO est rapidement absorbé par les poumons et circule par le système sanguin. Au moins 80 % du CO se lie à l'hémoglobine des globules rouges pour former la carboxyhémoglobine, un asphyxiant chimique interférant avec la distribution de l'oxygène aux organes et tissus. L'affinité de l'hémoglobine pour le CO est environ 240 à 250 fois supérieure à celle pour l'oxygène.

L'exposition à de fortes concentrations de CO peut notamment provoquer des convulsions, une perte de conscience, le coma et la mort.

Le tableau suivant montre les effets probables d'une exposition aiguë au CO pour un adulte en bonne santé en fonction du taux de carboxyhémoglobine dans le sang (COHb) (Figure 14).

**Concentration
en % de COHb
dans le sang**

Effets probables à la suite d'une exposition aiguë chez un adulte 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, étourdissements, tachycardie
30-40	Maux de tête sévères, nausées, vomissements, confusion, perte de conscience, tachycardie, hyperpnée
40-50	Altération de la vue, de l'audition, dysfonction intellectuelle, faiblesse musculaire
50-70	Syncope, coma, convulsions, détresse cardiaque et respiratoire parfois fatale
> 66	Décès

Fig. 13 - *Effets probables sur la santé d'une exposition aiguë au CO selon le taux de COHb dans le sang*

Source : Répertoire toxicologique de la CNESST

4.2.8 Lois, règlements et normes applicables

4.2.8.1 Loi sur la santé et la sécurité du travail (R.R.Q. 1981, c. S-2.1)

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

[...]

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

[...]

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

[...]

9° informer adéquatement le travailleur sur les risques liés 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;

[...]

4.2.8.2 Règlement sur la santé et sécurité du travail (R.R.Q. 1981, c. S-2.1, r. 13)

La section VI du Règlement énonce les exigences réglementaires quant aux appareils de protection respiratoire. L'article 48 est spécifique aux appareils à adduction d'air.

Article 48 – Air d'alimentation : L'air comprimé respirable qui alimente les appareils de protection respiratoire de type adduction d'air ou autonome doit être conforme à la norme Air comprimé respirable et systèmes connexes, CAN/CSA-Z180.1-00. Les systèmes de production, de stockage et les systèmes de distribution de l'air doivent être conformes à la norme qui leur est applicable.

Des échantillons d'air comprimé doivent être prélevés et analysés de manière à obtenir une précision équivalente à celle obtenue en appliquant les méthodes décrites dans le Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air publié par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. Les analyses doivent être faites au moins tous les 6 mois, sauf pour les systèmes d'alimentation à air ambiant. Les résultats de ces analyses doivent être consignés dans un registre qui doit être conservé pendant une période d'au moins 5 ans.

Les systèmes de production et de distribution d'air comprimé respirable doivent être entretenus conformément aux instructions du fabricant. La date à laquelle a lieu un tel entretien de même que le nom de la personne l'ayant effectué doivent être consignés par l'employeur dans un registre que celui-ci doit conserver pendant une période d'au moins 5 ans.

4.2.8.3 Norme CSA- Z180.1 2000 Air comprimé respirable et systèmes connexes

Les systèmes d'air comprimé respirable doivent être conformes à la norme d'application obligatoire CSA Z180.1 – 00.

Extraits d'articles de la norme s'appliquant à un APR à adduction d'air :

4.2 L'air comprimé respirable produit par un système d'alimentation en air comprimé respirable doit être conforme à l'article 15.3.

5.1 On doit concevoir, construire, installer, mettre en service, exploiter et entretenir les systèmes d'alimentation en air comprimé respirable conformément aux instructions du fabricant.

5.2 Les systèmes d'alimentation en air comprimé respirable doivent pouvoir fournir à chaque utilisateur de l'air comprimé respirable conforme aux exigences de qualité, de volume et de pression(s) nominale(s), pour les conditions normales et pour les conditions d'urgence prévues.

5.3 Si des concentrations élevées de monoxyde de carbone peuvent être accumulées ou produites par le système d'alimentation en air comprimé respirable, on doit surveiller ces teneurs à des intervalles suffisamment

rapprochés pour éviter qu'elles ne dépassent les limites du tableau 1 visant l'air respirable.

5.4 On doit mettre à l'essai les systèmes d'alimentation en air comprimé respirable pour garantir que leur mise en service et leur fonctionnement sont conformes à cette norme.

5.5 Après des modifications et des réparations, les systèmes d'alimentation en air comprimé respirable doivent être conformes aux articles 5.1 à 5.4.

5.6 Les éléments des systèmes d'alimentation en air comprimé respirable doivent être conformes à la norme CSA B51.

5.7 On doit effectuer l'installation, l'inspection, les essais, l'exploitation, l'entretien et les réparations des éléments d'un système d'alimentation en air comprimé respirable conformément aux exigences de leur fabricant.

5.8 On doit tenir des dossiers pour la mise en service, la mise à l'essai, l'exploitation, l'entretien et les résultats des analyses des systèmes d'alimentation en air comprimé respirable.

Note : Les dossiers de mise en service devraient être conservés pendant toute la vie utile du système d'alimentation en air comprimé respirable, et tous les autres dossiers devraient être conservés pendant au moins cinq ans. Le but de cet article est d'assurer l'intégrité du système.

7.1 On doit installer, entretenir et exploiter les compresseurs d'air conformément aux instructions du fabricant.

De plus, spécifiquement pour les compresseurs d'air lubrifiés à l'huile, les articles suivants s'appliquent :

7.2.1 Les compresseurs d'air lubrifiés à l'huile doivent être pourvus :

a) d'interrupteurs à sécurité intégrée qui activent des signaux d'alarme visible et audible, arrêtent le compresseur et empêchent son redémarrage automatique quand survient l'une des conditions ci-dessous :

(i) basse pression d'huile;

(ii) température élevée du compresseur;

b) d'un interrupteur d'arrêt en cas de pression excessive;

c) de clapets de non-retour, pour éviter le reflux de l'air purifié;

d) d'un manuel d'instructions et d'un journal d'exploitation.

7.2.2 Les compresseurs d'air lubrifiés à l'huile devraient être pourvus d'un détecteur de monoxyde de carbone avec alarme, en plus d'une alarme en cas de température excessive. S'il n'y a que cette dernière, on doit surveiller à intervalles réguliers la qualité de l'air sortant du compresseur pour éviter que les teneurs en monoxyde de carbone dans l'air respirable ne dépassent les limites du tableau 1.

L'appendice A indique les lignes directrices pour la sélection, l'installation, l'entretien et le nettoyage des compresseurs et des systèmes de purification d'air respirable.

Concernant l'entretien, notamment après une longue période d'inactivité, il précise :

A13.1 Exigences générales

(...) On devrait utiliser les compresseurs d'air de façon régulière. Les longues périodes d'inactivité peuvent être à l'origine d'une corrosion interne prématurée des soupapes et d'autres pièces d'importance critique. Dans un compresseur trop longtemps inactif, des changements naturels de température et d'humidité peuvent créer de la condensation sur les parois des pistons, sur les roulements et sur d'autres pièces. Les périodes prolongées d'inactivité peuvent causer des lacunes dans la couche d'huile de lubrification à des points critiques à l'intérieur du compresseur et être à l'origine de dommages dus à la corrosion. Bien que la plupart des chambres de purification sont conçues pour rester sous pression lorsque le système est arrêté, de longues périodes d'inactivité peuvent entraîner une baisse de pression causant une détérioration précoce de la cartouche. (...) Il faut communiquer avec le fabricant pour les méthodes à suivre pour l'entreposage d'un compresseur inutilisé pendant plus de trois mois.

Enfin, par rapport au personnel d'entretien :

A.13.2 Personnel

Le personnel d'entretien doit être formé adéquatement pour l'exploitation et l'entretien périodique du système, conformément au programme d'entretien préventif recommandé par le fabricant. (...)

4.2.8.4 Règlement sur les installations sous pression (Loi sur le bâtiment, chapitre B-1.1, r. 6.1)

Au Québec, les équipements et installations sous pression sont soumis à la *Loi sur le bâtiment*. Selon les dispositions générales sur l'utilisation et l'entretien d'un équipement sous pression :

51. Un équipement sous pression doit être utilisé pour les fins pour lesquelles il a été conçu et auxquelles il est destiné. Il doit être maintenu en bon état de fonctionnement et de sécurité.

54. Lorsqu'une installation sous pression présente des conditions de fonctionnement dangereuses notamment à la suite d'altération, de modification, d'usage intensif, d'usure ou de vétusté, le correctif nécessaire doit y être apporté.

55. Toute cause de corrosion, de dépôt excessif sur les surfaces, de déformation, de distorsion ou de fissuration doit être évaluée. Son étendue

doit être déterminée avant que les correctifs nécessaires n'y soient apportés.

69. Un robinet, un dispositif de verrouillage manuel ou automatique, ou un dispositif d'alarme défectueux ou inopérant d'une installation sous pression doit être réparé ou remplacé.

Une section définit les obligations en matière d'inspection.

72. L'inspection est de type externe ou interne. Elle comprend notamment la vérification de l'état de la surface extérieure ou intérieure selon le type d'inspection, du matériel isolant ou du revêtement, des trous d'homme, des trous de main ou d'autres ouvertures d'inspection, des raccords, de la tuyauterie, des accessoires et des supports de tuyauterie ainsi que du fonctionnement des dispositifs de contrôle et d'opération.

De plus, selon l'article 78, une inspection doit être effectuée à tous les quatre ans pour la catégorie « tout autre type d'appareil sous pression ».

4.2.8.5 Norme CSA B51 2019 – Code sur les chaudières, les appareils et les tuyauteries sous pression

Le *Règlement sur les installations sous pression* et la norme CSA Z180.1 2000 mentionnent que les équipements sous pression doivent être conformes à la norme CSA B51 – Code sur les chaudières, les appareils et les tuyauteries sous pression.

Par rapport à la modification ou à la réparation d'un appareil en service, cette dernière indique :

4.7.1 Le propriétaire d'une chaudière, d'un appareil sous pression, d'un serpentin de réchauffeur sous pression ou d'une tuyauterie doit s'assurer de l'entretenir et de le faire fonctionner de façon sécuritaire.

La norme définit les éléments à vérifier au niveau de l'inspection des dispositifs de sûreté présents sur un appareil sous pression à la section 12.5.

12.5.1 Le propriétaire doit effectuer un examen visuel périodique des dispositifs de sûreté pour assurer qu'ils sont en bon état de fonctionnement.

12.5.2 La fréquence de l'examen visuel dépend des conditions de fonctionnement et des recommandations du fabricant, mais ne doit toutefois pas dépasser cinq ans.

12.5.3 L'examen visuel périodique doit permettre de confirmer que :

- a) la sortie et, le cas échéant, l'orifice d'évacuation sont ouverts et dégagés;*
- b) il n'y a pas de signe de corrosion, de fissure, de débris, d'altération ou autre dommage mécanique;*
- c) il n'y a pas de fuite;*
- d) la plaque signalétique ou les marquages du constructeur sont présents, conformément au code de conception pertinent;*
- (...)*

Des mesures correctives doivent être prises si un ou plusieurs des critères ci-dessus ne sont pas respectés.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 La combustion incomplète de l'huile, provoquée par un incendie dans le réservoir d'huile du bloc de compression, génère des concentrations mortelles de monoxyde de carbone acheminées jusqu'à l'appareil de protection respiratoire à adduction d'air du travailleur.

Le compresseur aspire l'air ambiant et le comprime pour alimenter les systèmes de sablage au jet d'abrasif et de protection respiratoire. Durant le processus, de l'huile est injectée au niveau du bloc de compression pour lubrifier les composants et les refroidir.

La journée de l'accident, un incendie se déclare dans le réservoir d'huile du bloc de compression alors qu'il est en opération. L'huile s'enflamme dans un milieu restreint en oxygène, il se produit une combustion incomplète qui génère plusieurs contaminants, dont du CO.

L'interrupteur de sécurité n'étant pas lié à une sonde de température sur le bloc de compression, bien que requis par la norme CSA Z180.1, il n'entraîne pas l'arrêt du bloc malgré la température élevée du compresseur.

De ce fait, le CO suit le trajet du mélange d'air et d'huile jusqu'au séparateur, puis chemine jusqu'au filtre à particules Clemco CPF-20 du système de protection respiratoire. Ce dernier filtre les vapeurs d'eau et les particules de plus de 0,5 micron, mais n'élimine pas le CO. Ainsi, une grande concentration de CO circule jusqu'à l'APR à adduction d'air du travailleur.

Aucun détecteur de CO avec alarme n'est raccordé au système de production d'air comprimé, contrairement à ce qui est indiqué dans les manuels d'instructions du système de protection respiratoire et suggéré par la norme CSA Z180.1 pour les compresseurs d'air lubrifiés à l'huile.

Le CO étant un gaz asphyxiant chimique sans odeur et insipide, il se répand rapidement dans la zone respiratoire du travailleur. La carboxyhémoglobine du travailleur (concentration de 68 % de COHb dans le sang) démontre qu'il a été exposé à une dose létale de CO.

Ainsi, la présence de flammes dans le réservoir d'huile du bloc de compression génère une grande concentration de CO qui circule jusqu'à l'APR du travailleur, conduisant à son décès.

Cette cause est retenue.

4.3.2 L'employeur ne fournit pas un équipement sécuritaire pour la production d'air comprimé respirable, entraînant la contamination de l'air acheminé au travailleur.

Le compresseur de marque Ingersoll-Rand servant à produire de l'air comprimé n'est pas identifiable. Le modèle et l'année de fabrication sont inconnus. Aucun numéro de série ni manuel d'instructions du fabricant ne permet d'identifier le compresseur. L'expert mandaté par la CNESST estime qu'il s'agit d'un modèle Gyro-Flo, produit entre les années 1956 et 1970. Le compresseur a ainsi plus de 50 ans.

Il a subi plusieurs modifications et réparations au cours des années, dont le remplacement du réservoir de carburant par un réservoir portatif, l'ajout d'une batterie externe et le remplacement du silencieux. Les composants sous pression ne sont pas conformes aux exigences définies par le *Règlement sur les installations sous pression*, ni aux règles de l'art de la norme CSA B51 – Code sur les chaudières, les appareils et les tuyauteries sous pression, notamment à cause de la présence de rouille et de lacunes au niveau de l'entretien. À cet effet, les entretiens et réparations n'ont pas été consignés dans un registre permettant d'assurer l'intégrité du système.

De plus, le compresseur a été inutilisé et entreposé à l'extérieur pendant plus de 5 ans avant sa remise en service en mai 2023. La norme CSA Z180.1 spécifie que « *Les longues périodes d'inactivité peuvent être à l'origine d'une corrosion interne prématurée des soupapes et d'autres pièces d'importance critique* ». Le *Règlement sur les installations sous pression* précise à l'article 55 que toute cause de corrosion ou dépôt excessif sur les surfaces doit être évaluée. Les deux références recommandent de communiquer avec le fabricant pour les méthodes à suivre lorsque le compresseur a été inutilisé pendant une longue période, ce qui n'a pas été fait par l'employeur à sa remise en service.

Un entretien minimal a été réalisé par le travailleur et la personne en autorité au printemps 2023 : ajout de diesel, changement d'huile du bloc moteur et remplacement des filtres à air et à carburant du moteur. Aucune vérification n'a été effectuée concernant le fonctionnement de la sonde de température, ni le niveau d'huile du bloc de compression. Une inspection externe prévue minimalement aux 4 ans par le *Règlement sur les installations sous pression* n'a pas été réalisée sur les appareils sous pression du compresseur, ce qui aurait permis de détecter les signes de corrosion, d'altération et autres dommages mécaniques.

De plus, le personnel effectuant l'entretien du système de production d'air comprimé n'était pas formé adéquatement pour l'entretien périodique de celui-ci. Ce système aurait dû être entretenu conformément aux instructions du fabricant selon l'article 48 du RSST et être effectué par une personne compétente selon la norme CSA Z180.1. Après avoir subi des modifications ou des réparations, le système aurait dû être mis à l'essai et l'air comprimé

produit échantillonné, comme requis par la réglementation, ce qui aurait permis de déceler tout signe de contamination de l'air (huile, poussières, eau ou gaz).

On peut donc conclure que la maintenance générale du compresseur et son usure laissaient présager une défektivité pouvant entraîner une surchauffe du bloc de compression et une contamination de l'air comprimé produit. Ainsi, le compresseur n'aurait pas dû être utilisé pour produire de l'air.

En plus, dans le cadre d'une utilisation du système pour produire de l'air comprimé respirable, le filtre à particules n'éliminant pas le CO, l'air contaminé pouvait cheminer jusqu'à l'APR du travailleur. À cet effet, bien que des étiquettes de mises en garde étaient présentes sur les équipements loués, celles-ci étaient illisibles et uniquement en anglais. L'employeur ne s'est pas informé des consignes de sécurité et des risques associés à l'utilisation de ces équipements. Aucune consigne d'utilisation ni manuel d'instructions du fabricant n'a été remis par le centre de location. Or, les utilisateurs n'étaient pas adéquatement informés du fait que le filtre à particules n'éliminait pas le CO.

Pour toutes ces raisons, le matériel fourni pour produire de l'air comprimé, respirable ou non, n'était pas sécuritaire et en bon état.

Cette cause est retenue.

SECTION 5**5 CONCLUSION****5.1 Causes de l'accident**

- La combustion incomplète de l'huile, provoquée par un incendie dans le réservoir d'huile du bloc de compression, génère des concentrations mortelles de monoxyde de carbone acheminées jusqu'à l'appareil de protection respiratoire à adduction d'air du travailleur.
- L'employeur ne fournit pas un équipement sécuritaire pour la production d'air comprimé respirable, entraînant la contamination de l'air acheminé au travailleur.

5.2 Suivis de l'enquête

À titre préventif et informatif, la CNESST transmettra son rapport d'enquête aux associations sectorielles paritaires, à l'Association de location du Québec, à l'Association canadienne de location et aux gestionnaires de mutuelles de prévention afin qu'ils informent leurs membres concernés par l'enquête et ses conclusions.

Dans l'objectif de sensibiliser les futurs travailleurs, le rapport d'enquête sera acheminé au ministère de l'Éducation qui en assurera la diffusion dans les établissements de formation offrant les programmes d'études en mécanique d'entretien, en carrosserie et autres programmes connexes.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : A

Sexe : Masculin

Âge :

Fonctions habituelles :

Fonction lors de l'accident : Préposé au sablage au jet d'abrasif

Expérience dans cette fonction :

Ancienneté chez l'employeur :

Syndicat : Aucun

ANNEXE B**Liste des personnes rencontrées****9064-3818 Québec inc. (Groupe Bertrand)**

- Monsieur **D** [REDACTED], propriétaire
- Monsieur **E** [REDACTED], travailleur

Autres personnes présentes sur les lieux de l'accident

- Monsieur **B** [REDACTED], camionneur-artisan et témoin
- Madame **F** [REDACTED]
- Monsieur **G** [REDACTED]

Équipements L.A.V. inc.

- Monsieur **H** [REDACTED]

Autres personnes rencontrées

- Madame Sandra Laprise, sergente-enquêtrice, Sûreté du Québec MRC de La Jacques-Cartier
- Madame Sonia Marquis, agente, Sûreté du Québec MRC de La Jacques-Cartier
- Madame Mélanie Pouliot, technicienne scène de crime et incendie, Sûreté du Québec MRC de La Jacques-Cartier
- Madame Brigitte Bédard, technicienne scène de crime et incendie, Sûreté du Québec MRC de La Jacques-Cartier
- Monsieur **I** [REDACTED], Les Entreprises Larry inc.
- Monsieur Jean-Marc Picard, médecin et coroner, Bureau du Coroner

ANNEXE C

Rapport d'expertise



**Rapport d'inspection du compresseur
DPI-4367653
7 Juin 2023**

Québec, QC



22 Juin 2023

I

Entreprises Larry Inc., une division d'Atlas Copco compresseur Canada
925, Rue Newton suite 101
Québec, Qc, G1P 4M2
(418) 572-6701

Inspection du compresseur



Description du compresseur

Nous sommes en présence d'un compresseur diesel à palettes Ingersoll Rand. Il s'agit probablement d'un modèle Gyro-Flo.

Le Gyro-Flo a été introduit sur le marché en 1956 et vendu jusqu'au début des années 1970.

Une nouvelle technologie a pris place sur le marché vers 1970 et le Gyro-Flo a été discontinué.

L'absence de plaque signalétique et de numéro de série nous empêche d'identifier formellement le compresseur. Cela nous empêche également de trouver les manuels d'utilisateur, de pièces et tout autre documentation le concernant.

Toutefois, le principe de fonctionnement demeure sensiblement le même que tout compresseur fonctionnant avec un moteur diesel.

L'air est aspiré par le filtre d'admission. Elle passe ensuite dans la section compresseur qui est composée de palettes de carbone qui tournent dans une ouverture décentrée. L'huile est ensuite injectée au niveau des palettes pour les lubrifier, les refroidir et créer le serrement nécessaire pour la compression de l'air. Le mélange air/huile est dirigé vers un réservoir et ensuite propulsé vers le séparateur air/huile pour ensuite être expulsé dans le réseau.

Le tout est actionné par un moteur diesel, alimenté par un mélange d'oxygène et de carburant.

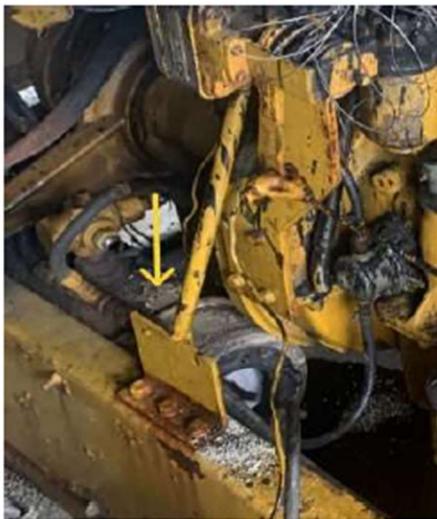


Unité de compression

1 866 767.5277 | www.E-Larry.com



Clapet d'admission



Réservoir d'huile

Inspection du compresseur



Chambre du séparateur air/huile



Boîtier du filtre à air moteur et compresseur



Pompe à huile



Intérieur de la chambre du séparateur

Inspection du compresseur



Séparateur air/huile



Emplacement normal du tuyau d'admission
d'air du moteur

Inspection du compresseur



Emplacement normal du tuyau d'admission
d'air du compresseur

État du compresseur lors de l'inspection

À prime abord, ce compresseur ne semble pas être conforme au règlement sur les installations sous pression et au code BNQ 3650-900. L'âge apparent de la soupape de sécurité et du compresseur lui-même ainsi que l'absence de plaques signalétiques sur l'unité et les réservoirs en témoignent.

Le capteur de surchauffe de l'unité de compression fait partie d'un ensemble de composantes reliées en série pour provoquer l'arrêt de la machine en cas de problèmes.

Dans le cas présent, le capteur de surchauffe était relié à un capteur thermique sur le système de refroidissement du moteur mais pas au panneau de commande, ce qui est anormal.

On peut donc conclure que les protections étaient contournées.

Normalement ce capteur arrête le fonctionnement du compresseur lorsqu'une température de 228 degrés F est atteinte.

Des traces d'incendie externes sont apparentes :

Le filage, les tuyaux d'admission d'air du moteur et du compresseur ainsi que le panneau de contrôle sont brûlés. (Fig. 1 et 2)

Nous remarquons également des éléments suggérant un incendie interne :

- L'intérieur du réservoir d'huile est couvert de suie et l'huile est brûlée
- Le tuyau de sortie du mélange air/huile entre le réservoir et le séparateur air/huile est brûlé et sectionné. (Fig. 3)
- Le séparateur air/huile du compresseur est complètement calciné. (Fig. 4 et 5)
- Les boyaux d'air ainsi que le filtre coalescent sont remplis d'huile brûlée.
- Le bol du filtre à air, se trouvant directement au-dessus du réservoir d'huile semble avoir été « chauffé à blanc » (Fig. 6)



Fig. 1 - Tuyaux d'admission brûlés



Fig. 2 - Panneau de contrôle brûlé

Inspection du compresseur



Fig.3 – Boyau de sortie air/huile vers le séparateur, brûlé et sectionné

Inspection du compresseur



Fig. 4 – Séparateur air/huile calciné



Fig. 5 – Séparateur air/huile calciné



Fig. 6 – Bol du filtre à air, directement au-dessus de la sortie du réservoir d'huile « chauffée à blanc »



Causes probables de l'incendie

Selon les informations disponibles et l'inspection sommaire, le scénario le plus probable est le suivant.

Pendant l'opération du compresseur, l'huile s'enflamme dans le réservoir, ce qui cause une combustion incomplète de l'huile.

Le réservoir, sous pression, pousse un mélange air/huile dans le boyau vers la cage du séparateur. Les flammes montent dans la cage du séparateur et calcine celui-ci.

Le séparateur, étant maintenant inefficace, l'huile s'accumule dans les boyaux vers le filtre coalescent et le filtre pour l'air respirable.

Ces boyaux étant complètement remplis d'huile et de gaz carbonique, ne brûlent pas.

Quand le niveau d'huile du réservoir devient trop bas, alors que l'incendie est toujours en cours, le boyau de sortie s'enflamme et se coupe, créant un effet de lance flammes en raison de la pression, ce qui « chauffe à blanc » le bol du filtre à air.

Sous l'effet du phénomène de lance-flamme, les tuyaux d'admission d'air du compresseur et du moteur prennent feu.

Les flammes, toujours poussées par la pression, suivent la forme du cabinet et finalement calcines le panneau de contrôle et le filage électrique.

Le moteur du compresseur s'arrête par manque d'oxygène quand le tuyau d'admission d'air brûle. L'incendie aura cours jusqu'à ce que l'unité de compression s'arrête également.

Plusieurs phénomènes peuvent avoir causé l'incendie dans le réservoir d'huile, par exemple : une surchauffe, l'utilisation d'une huile non adéquate ou contaminée, la qualité de l'huile, une protection thermique défectueuse ou contournée ou encore une étincelle statique due à des composantes manquantes. La surchauffe peut être causée par une usure dans le bloc de compression ou par une circulation insuffisante d'huile dans le système. L'entretien défaillant du système au complet est pratiquement toujours la cause première.

Peu importe la source d'ignition, s'il y avait eu un capteur fonctionnel, il n'y aurait fort probablement pas eu d'incendie. Une contamination de l'huile avec un produit volatil et inflammable pourrait survenir à une température plus basse que la limite du capteur.

Sur un compresseur de cet âge, on recommandait de changer l'huile après 100 heures d'utilisation. Avec les huiles récentes, on parle de 500 heures. Les huiles synthétiques ont un "Flash-Point" entre 400 F et 500 F. La protection thermique s'active normalement vers 228 F



Une expertise plus poussée du compresseur pourrait être réalisée afin de déterminer la cause précise de l'incendie, parmi les hypothèses énoncées plus haut, mais étant donné l'état du compresseur, il serait difficile de la déterminer.

Selon les observations sur place, la chronologie semble très probable.

Ainsi, toutes les causes possibles énumérées auraient conduit au même enchaînement des événements et auraient résulté par ce schéma d'incendie.

Nous vous remercions de l'intérêt que vous porterez à cette inspection et espérons le tout conforme à vos attentes.

N'hésitez pas à communiquer avec nous pour tout questionnement supplémentaire.

Salutations,

[Redacted signature]

Entreprises Larry, une division d'Atlas Copco Compresseur Canada

Inspection du compresseur

ANNEXE D

Conditions météorologiques du 30 mai 2023

Rapport de données horaires pour le 30 mai 2023

Si vous avez sélectionné l'heure normale locale (HNL), ajoutez 1h pour convertir l'heure locale en heure avancée, s'il y a lieu.

**VALCARTIER A
QUÉBEC**
Opérateur de station opérationnelle : MDN

Latitude :	46°54'10,000" <u>N</u>
Longitude :	71°30'13,000" <u>O</u>
Altitude :	167,60 <u>m</u>
ID climatologique :	7018574
ID de l'OMM :	71716
ID de TC :	YOY

HEURE	<u>Temp.</u>	<u>Point de</u>	<u>Hum.</u>	<u>Hauteur de</u>	<u>Dir. du</u>	<u>Vit. du</u>	<u>Visibilité</u>	<u>Pression à</u>	<u>Hmdx</u>	<u>Refr.</u>	<u>Météo</u>
<u>HNL</u>	<u>°C</u>	<u>rosée</u>	<u>rel.</u>	<u>précip.</u>	<u>vent</u>	<u>vent</u>	<u>km</u>	<u>la station</u>		<u>éolien</u>	
	<u>°C</u>	<u>°C</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>10's</u>	<u>km/h</u>		<u>kPa</u>			
	<u>°C</u>	<u>°C</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>deg</u>	<u>km/h</u>	<u>km</u>	<u>kPa</u>			
00:00											
01:00											
02:00											
03:00											
04:00											
05:00											
06:00	9,6	4,0	68		2	8	24,1	100,21			<u>ND</u>
07:00	13,5	4,1	53		2	11	24,1	100,24			<u>ND</u>
08:00	17,6	3,3	39		24	4	24,1	100,19			<u>ND</u>
09:00	19,8	5,5	39		23	8	24,1	100,17			<u>ND</u>
10:00	21,4	6,0	37		22	11	24,1	100,13			<u>ND</u>
11:00	22,4	4,2	30		25	9	24,1	100,08			<u>ND</u>
12:00	23,6	5,0	30		24	8	24,1	100,02			<u>ND</u>
13:00	24,9	2,4	23		22	15	24,1	99,94			<u>ND</u>
14:00	26,0	2,6	22		22	17	24,1	99,89	25		<u>ND</u>
15:00											
16:00											
17:00	25,0	0,2	20		23	11	24,1	99,80			<u>ND</u>
18:00	24,4	-0,9	19		25	9	24,1	99,79			<u>ND</u>
19:00	22,3	3,3	29		23	5	24,1	99,79			<u>ND</u>
20:00	16,6	6,4	51		34	4	24,1	99,82			<u>ND</u>

ANNEXE E**Références bibliographiques**

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Air comprimé respirable et systèmes connexes*, Toronto, CSA, 2010, 71 p. (CSA Z180.1-00).

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Code sur les chaudières, les appareils et les tuyauteries sous pression*, Toronto, CSA, 2019, 224 p. (CSA B51-F19).

CLEMCO. *Manuel Apollo Supplied air respirator helmet model 60 high pressure O.M. 10533*, rev., Washington, Missouri, Clemco, 2011, c1985, 16 p.

CLEMCO. *Manuel CPF 20/80 Particulate air filter O.M. 04143*, rev., Washington, Missouri, Clemco, 2007, c1978, 7 p.

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Guide d'utilisation d'une fiche signalétique*, [En ligne], 2023. [<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/simdut-2015/guide-utilisation-fiche-donnees-securite/Pages/00-table-matieres.aspx>] (Consulté le 15 juillet 2023)

MASTER PNEUMATIC. *Manuel Installation & Maintenance High-Flow Vanguard model FD100, ECN 4495*, rev., Detroit, Michigan, Master Pneumatic, 2008, c2007, 2 p.

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 25 septembre 2023*, [En ligne], 2023. [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/S-2.1>] (Consulté le 1^{er} octobre 2023)

QUÉBEC. *Règlement sur les installations sous pression, RLRQ, chapitre B-1.1, r. 6.1, à jour au 1^{er} juillet 2023*, [En ligne], 2023. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/B-1.1,%20r.%206.1>] (Consulté le 1^{er} octobre 2023)

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 1^{er} juillet 2023*, [En ligne], 2023. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/s-2.1,%20r.%2013>] (Consulté le 1^{er} octobre 2023)