

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident ayant causé la mort d'un contremaître
de l'entreprise Portes Gensteel inc., survenu
le 20 avril 2022 à Saint-Laurent**

Version dépersonnalisée

Service de la prévention-inspection de Montréal – Établissements 3

Inspecteur :

François Deschênes

Inspectrice :

Marie-Josée Blondin

Date du rapport : 28 octobre 2022

Rapport distribué à :

- Monsieur Antonio Gervasi, vice-président, Portes Gensteel inc.
 - Maître Amélie Lavigne, coroner
 - Docteure Mylène Drouin, directrice de la santé publique de Montréal
-

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
3.3	DESCRIPTION DES TÂCHES DU CONTREMAÎTRE	6
3.4	DESCRIPTION DE LA MACHINE	7
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>10</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	10
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
4.2.1	LIFTMASTER COMPACT	10
4.2.1.1	Protection	10
4.2.1.2	Panneau de commande	12
4.2.1.3	Codes d'erreur	14
4.2.1.4	Zone de coincement	14
4.2.1.5	Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies	16
4.2.1.6	Formation	17
4.2.2	EXIGENCES LÉGALES, RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	17
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	20
4.3.1	LE MOUVEMENT DE L'UNITÉ DE CHARGEMENT DE LA CELLULE AUTOMATISÉE ENTRAÎNE LE COINCEMENT DU CONTREMAÎTRE QUI SE TROUVE DANS UNE ZONE DANGEREUSE ACCESSIBLE	20
4.3.2	LA MÉTHODE UTILISÉE POUR INVESTIGUER UNE ANOMALIE AYANT CAUSÉ L'INTERRUPTION DU CYCLE DE LA MACHINE EXPOSE LE CONTREMAÎTRE À UN DANGER DE COINCEMENT LORS DE LA REPRISE INATTENDUE DU CYCLE	21
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>25</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	25
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	25
5.3	SUIVIS DE L'ENQUÊTE	25

ANNEXES

ANNEXE A :	Accidenté	26
ANNEXE B :	Liste des personnes interrogées	27
ANNEXE C :	Références bibliographiques	28

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

Le 20 avril 2022, le contremaître opère la machine de découpe laser, qui fait partie d'une cellule automatisée. Des anomalies surviennent à l'unité de chargement, qui achemine les feuilles de métal à la machine de découpe laser. Ces anomalies font en sorte d'interrompre le cycle de la machine. À 14 h 47, le contremaître accède à la zone de déplacement de l'unité de chargement. C'est alors que le cycle de la machine reprend. L'unité de chargement entraîne le contremaître et le coince mortellement contre l'échangeur de plateaux.

Conséquence

Le contremaître subit de graves blessures qui entraînent son décès.

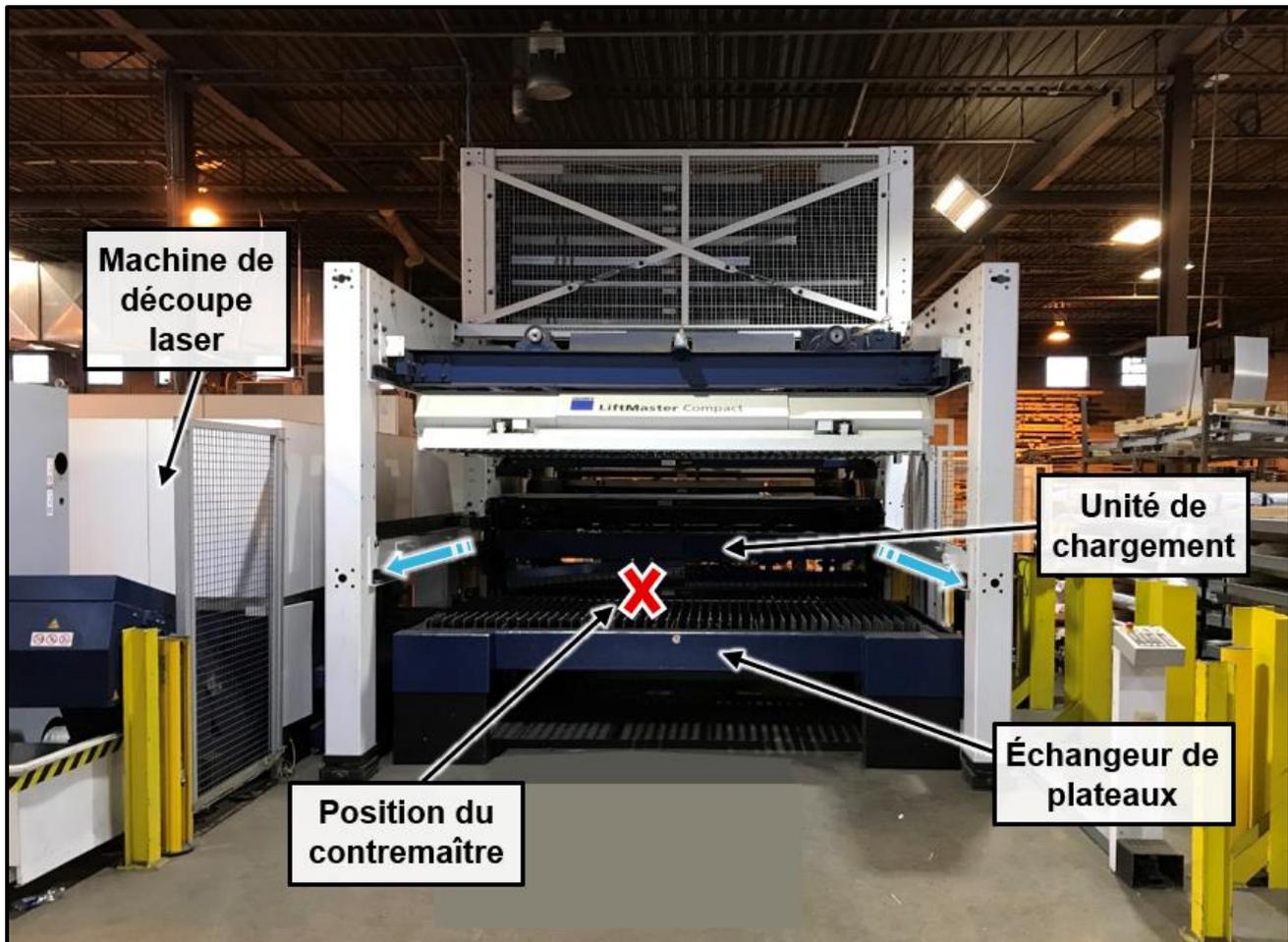


Figure 1 - Représentation de la position du contremaître lorsqu'il se fait coincer entre l'unité de chargement du « LiftMaster Compact » et l'échangeur de plateaux

(Source : CNESST)

Abrégé des causes

- 1- Le mouvement de l'unité de chargement de la cellule automatisée entraîne le coincement du contremaître qui se trouve dans une zone dangereuse accessible.
- 2- La méthode utilisée pour investiguer une anomalie ayant causé l'interruption du cycle de la machine expose le contremaître à un danger de coincement lors de la reprise inattendue du cycle.

Mesures correctives

Le 20 avril 2022, dans le rapport d'intervention RAP1382810, la CNESST interdit l'accès au *LiftMaster Compact* aux fins d'enquête et interdit également son utilisation.

Le 25 avril 2022, dans le rapport d'intervention RAP1382995, la CNESST autorise l'accès au *LiftMaster Compact*.

Le 29 avril 2022, dans le rapport d'intervention RAP1383733, la CNESST autorise l'utilisation du *LiftMaster Compact*. Elle émet en plus un avis de correction afin que l'employeur élabore une procédure de travail sécuritaire lors de travaux de déblocage, de réglage, de recherche de défauts ou de nettoyage du *LiftMaster Compact*.

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

L'entreprise Portes Gensteel inc. se spécialise dans la fabrication de portes coupe-feu et de cadres de porte en acier. Son siège social se situe à l'usine de Saint-Laurent. Elle a également une usine à Cornwall, en Ontario, ainsi qu'à Plattsburgh, dans l'état de New York, aux États-Unis.

L'établissement de Saint-Laurent emploie 78 travailleurs non syndiqués dans l'usine, répartis sur deux quarts de travail de 8 heures. Le quart de jour est de 6 h à 14 h 15 et le quart de soir est de 14 h 20 à 22 h 30.

Le contremaître décédé occupait le poste de contremaître de soir au département des cadres.

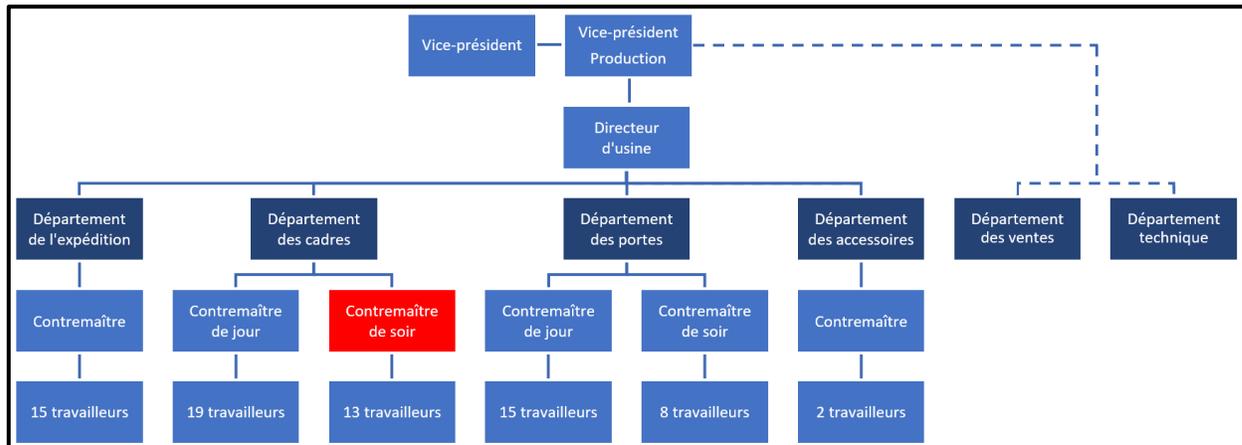


Fig. 2 - Organigramme de la production de l'entreprise Portes Gensteel inc.
(Source : CNESST)

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

L'entreprise a déjà possédé un comité de santé et de sécurité, mais ce dernier n'est plus actif depuis 2020.

Les contremaîtres tiennent des rencontres tous les lundis au début de chacun des quarts de travail afin de discuter de problématiques concernant la production. Des sujets concernant la santé et la sécurité sont aussi abordés lors de ces rencontres.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Il n'y a pas de programme de prévention qui est appliqué dans l'entreprise. Il y a cependant un manuel nommé Plan de santé et sécurité qui identifie les risques et fait mention des règles de sécurité de l'établissement. Ce manuel est remis à chaque nouveau travailleur. Un formulaire est

disponible afin d'attester que le nouveau travailleur a pris connaissance du document. Le manuel n'a pas été mis à jour depuis 2016 et le formulaire n'est plus signé par les travailleurs.

À l'embauche, les travailleurs sont d'abord affectés sur des tâches simples. Ils sont formés par la suite sur des tâches de plus en plus complexes, au fur et à mesure qu'ils acquièrent de l'expérience. Les nouveaux travailleurs sont jumelés à des travailleurs d'expérience et sont supervisés par le contremaître de leur département. Les méthodes de travail sécuritaires sont enseignées lors de la formation, mais aucun registre de formation n'est tenu.

Lorsque survient un accident de travail, un formulaire d'enquête et analyse d'accident est complété par le contremaître du département afin d'identifier les causes de l'accident. Le directeur d'usine s'assure de la mise en place des actions correctives.

Enfin, des inspections formelles des lieux de travail étaient réalisées tous les six mois par le directeur d'usine à l'aide d'une grille d'inspection. Ces inspections permettaient une identification des problèmes ou des situations à risque. Les éléments identifiés et les actions correctives étaient ensuite pris en charge par le directeur d'usine. Cependant, ces grilles ne sont plus complétées depuis 2020 et les registres de ces inspections ne sont pas disponibles.

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

L'entreprise Portes Gensteel inc. est située au 4950, rue Hickmore, à Saint-Laurent. L'établissement occupe une superficie d'environ 6 800 m².

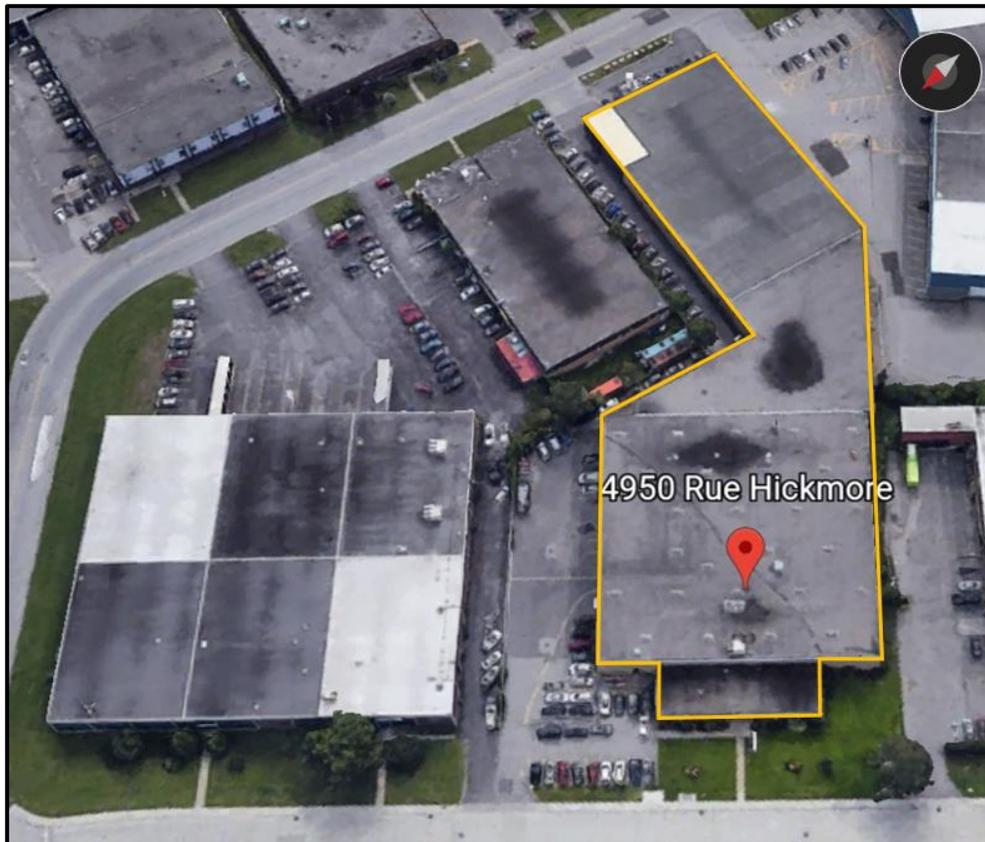


Fig. 3 - Vue de l'usine de Portes Gensteel inc., située au 4950, rue Hickmore, à Saint-Laurent
(Source : Google Earth)

L'usine est divisée en quatre départements, soient le département des cadres, des portes, des accessoires et de l'expédition. La cellule automatisée, sur laquelle l'accident est survenu, est située dans le département des cadres. Les bureaux administratifs sont également localisés dans l'établissement. Ils regroupent notamment le département des ventes et le département technique.

3.2 Description du travail à effectuer

L'ensemble des départements contribue au processus de fabrication des portes et des cadres de porte. En amont du processus, il y a le département des ventes qui consigne les commandes des clients et les soumet au département technique. Les feuilles de commandes sont ensuite acheminées dans l'usine, au département concerné de la production.

Au département des cadres, l'opérateur effectue l'entrée de données des commandes reçues dans le programme de la machine de découpe laser *TruLaser*. Les pièces nécessaires à la fabrication des cadres sont alors coupées par la machine. Ces pièces sont ensuite pliées, soudées, assemblées et peintes, lorsque requis. Les cadres de porte sont finalement emballés et expédiés.

Au département des portes, le travail est exécuté dans un ordre semblable. La majorité des pièces pour la fabrication des portes sont usinées par la poinçonneuse *TruPunch* de la cellule automatisée. Elles sont ensuite pliées, soudées et peintes, lorsque requis. Enfin, les portes sont envoyées au département de l'expédition.

En ce qui concerne le département des accessoires, les pièces sont fabriquées et entreposées jusqu'à ce qu'elles soient utilisées par les départements des cadres et des portes.

Finalement, le département d'expédition reçoit les bordereaux d'expédition des ventes. Les commandes sont emballées selon le plan de charge des camions. Une fois emballées, les palettes sont placées dans la zone de préparation pour être expédiées.

3.3 Description des tâches du contremaître

De façon générale, le contremaître au département des cadres distribue les commandes et s'assure du bon déroulement de la production. Il effectue la répartition des tâches et du personnel. Il s'assure de tenir compte de la charge de travail par machine et de surveiller l'évolution des travaux en cours.

Dans la journée du 20 avril 2022, en plus de ses tâches habituelles, le contremaître au département des cadres opérait la machine *TruLaser 5030* puisque l'opérateur de soir de la machine était absent.

3.4 Description de la machine

La cellule automatisée du fournisseur TRUMPF, sur laquelle est survenu l'accident, est composée de cinq machines servant à la transformation de feuilles de métal : la *TruLaser 5030*, le *LiftMaster Compact 1530*, le *TruStore 3030*, la *TruPunch 5000* et la *SheetMaster*.

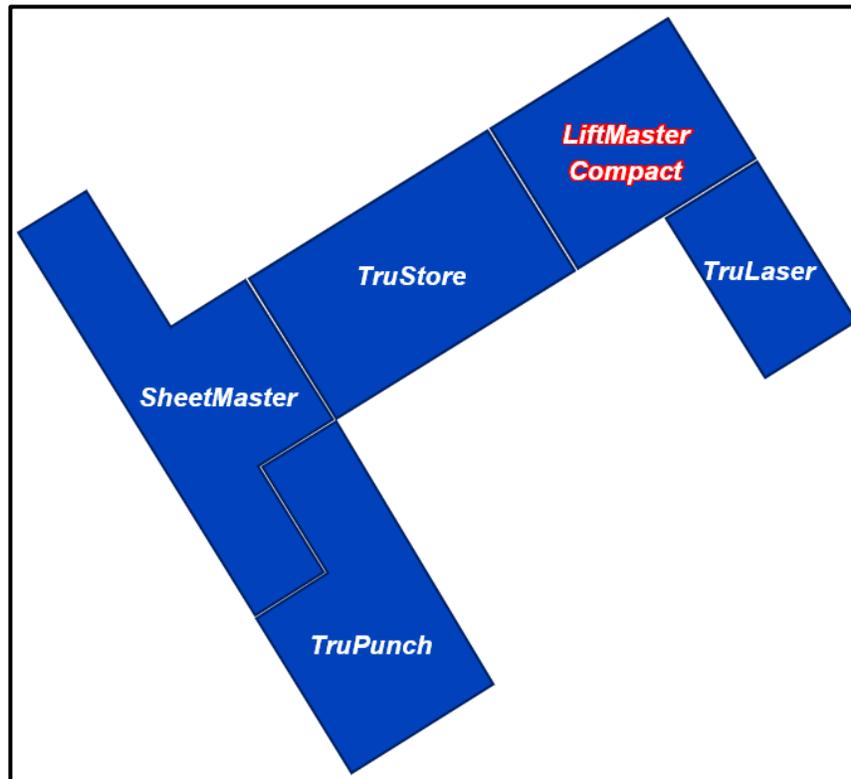


Fig. 4 - Représentation des machines qui composent la cellule automatisée de TRUMPF
(Source : CNESST)

La *TruLaser* est une machine de découpe laser qui effectue l'usinage et la découpe de feuilles de métal (tôles). Celle-ci est reliée à la machine *LiftMaster Compact*, qui effectue le chargement et le déchargement des tôles par l'arrière de la machine de découpe laser. L'acheminement des tôles brutes et des tôles coupées, qui sont sur des palettes, est effectué par le transtockeur (changeur de palettes), situé dans la tour de stockage *TruStore*. Le *TruStore* est le point central qui approvisionne en tôles brutes la *TruLaser* et la machine à poinçonner *TruPunch* puis les stocke une fois les tôles transformées. La *TruPunch* est située du côté opposé de la *TruLaser* et est alimentée par la machine *SheetMaster*.

LiftMaster Compact :

Le *LiftMaster Compact* amène les tôles brutes requises par la machine de découpe laser *TruLaser* et les retire du plateau mobile sitôt la découpe réalisée.

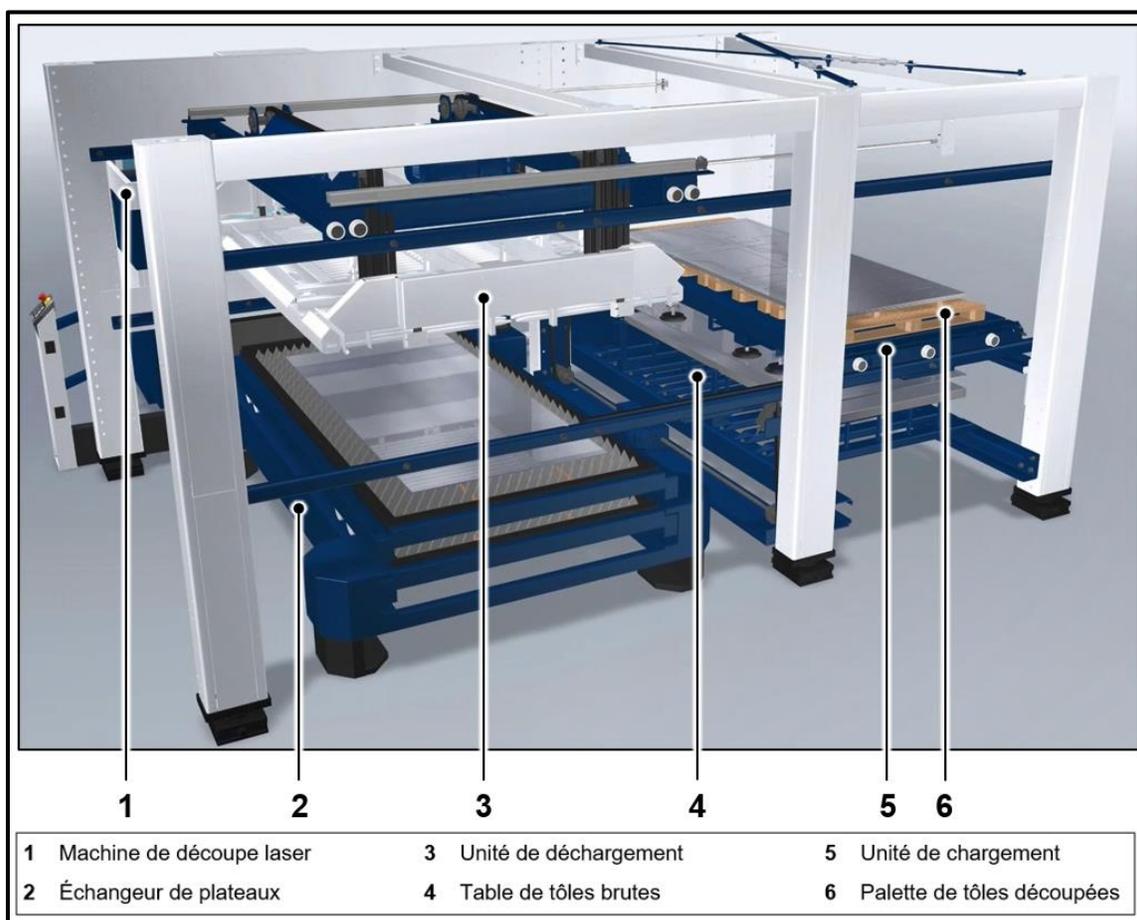


Fig. 5 - Schéma du « *LiftMaster Compact* » et de ses principales composantes
(Source : Image extraite d'une vidéo d'animation disponible sur le site du fournisseur TRUMPF)

Pour ce faire, l'unité de chargement du *LiftMaster Compact*, munie de ventouses, se dirige vers la table de tôles brutes pour récupérer une tôle. Une fois la tôle récupérée, l'unité se déplace horizontalement vers l'échangeur de plateaux pour y déposer la tôle sur le plateau mobile.

Des brosses de nettoyage sont positionnées au bas du cadre de l'unité de chargement. Elles sont abaissées juste avant son déplacement vers l'échangeur de plateaux. Les brosses nettoient les barres de support du plateau mobile pendant ce déplacement horizontal.

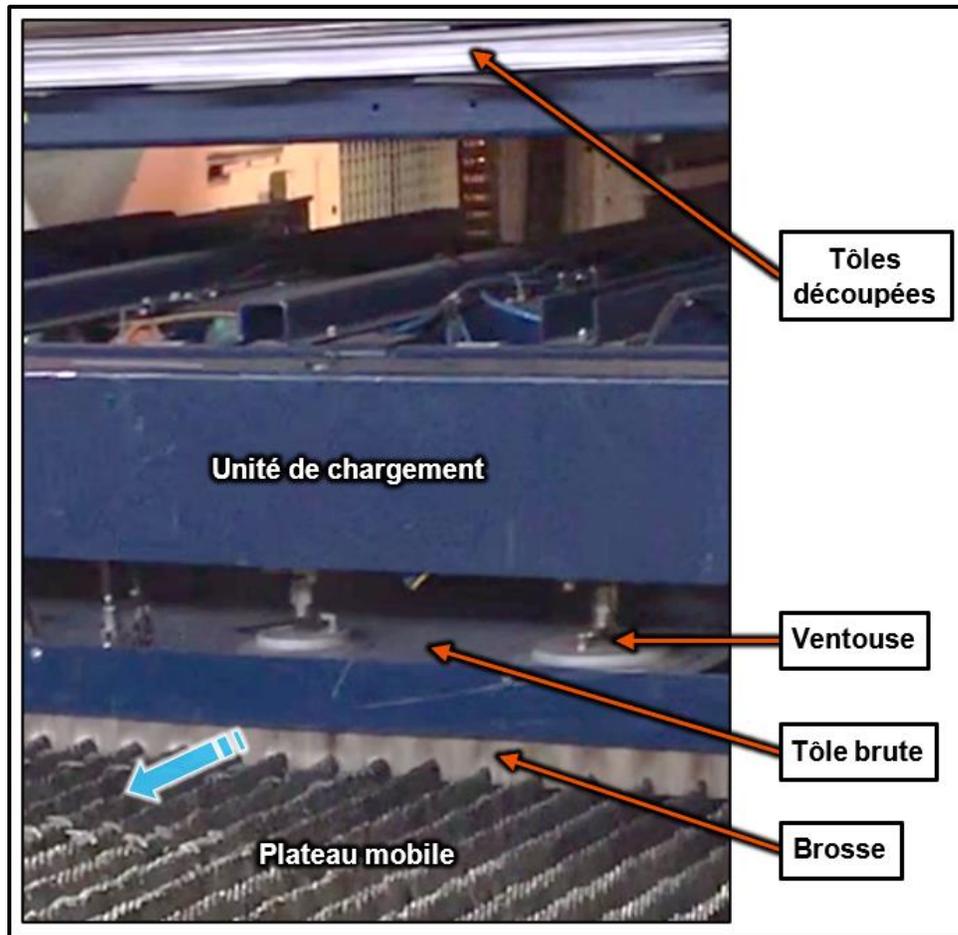


Fig. 6 - Acheminement d'une tôle brute par l'unité de chargement du « LiftMaster Compact » au plateau mobile
(Source : CNESST)

L'unité de chargement retourne ensuite vers sa position initiale et l'échangeur de plateaux se soulève. À ce moment, le second plateau mobile, contenant une tôle découpée, sort de la machine de découpe laser et se positionne sous le premier plateau. L'échangeur de plateaux descend et le premier plateau, sur lequel repose la tôle brute, est introduit dans la machine de découpe laser. L'échangeur de plateaux remonte à nouveau et l'unité de déchargement s'abaisse avec le râteau ouvert. Le râteau se ferme et l'unité de déchargement remonte la tôle découpée. Au même moment, l'unité de chargement amène une nouvelle tôle brute à l'échangeur de plateaux. L'unité de déchargement descend à ce moment pour déposer la feuille découpée sur la palette située au-dessus de l'unité de chargement. Cette dernière se rétracte à nouveau vers la table de tôles brutes et un nouveau cycle recommence. Le cycle complet de chargement et de déchargement du *LiftMaster Compact* est d'une durée d'environ 90 secondes.

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

Le 20 avril 2022, vers 13 h 50, monsieur A, ci-après nommé le contremaître, arrive à l'usine. Il discute avec un collègue puis commence son quart de travail à 14 h au département des cadres. Il se rend à la machine *TruLaser* et rencontre l'opérateur de jour qui l'informe du travail qu'il a effectué au cours de la journée. Celui-ci lui mentionne une problématique au niveau des ventouses de l'unité de chargement occasionnant la préhension de plus d'une tôle brute à la fois.

Vers 14 h 20, le contremaître discute avec le travailleur au poste de chargement du *TruStore*. Le contremaître opère la machine *TruLaser* puisque l'opérateur de soir de la machine est absent.

Entre 14 h 20 et 14 h 45, le contremaître tente de résoudre des anomalies de fonctionnement du *LiftMaster Compact*.

À 14 h 46, il appelle le contremaître de jour pour l'informer du problème au niveau des ventouses de l'unité de chargement et lui demande de contacter le fournisseur.

À 14 h 47, le cycle de la machine s'interrompt à nouveau.

À 14 h 47 m 52 s, le contremaître entre dans la machine par le protecteur latéral.

À 14 h 47 m 58 s, l'unité de chargement amorce son déplacement vers l'échangeur de plateaux.

À 14 h 47 m 59 s, le contremaître se fait coincer entre l'échangeur de plateaux et l'unité de chargement du *LiftMaster Compact*.

Vers 15 h 28, le travailleur au poste de chargement du *TruStore* découvre le contremaître inanimé, coincé entre l'échangeur de plateaux et l'unité de chargement du *LiftMaster Compact*. Il court appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence et le 911 est contacté à 15 h 32. À 15 h 38 les policiers arrivent sur les lieux, suivis des ambulanciers et des pompiers. Le corps du contremaître est retiré de la machine et son décès est constaté sur place.

4.2 Constatations et informations recueillies**4.2.1 LiftMaster Compact****4.2.1.1 Protection**

L'installation et la sécurisation de la cellule automatisée, qui est composée du *LiftMaster Compact*, ont été réalisées en 2016 par le fournisseur TRUMPF. L'employeur fait appel à ce fournisseur pour assurer certains travaux de maintenance de la machine et en cas d'anomalies de fonctionnement.

L'accès à la zone dangereuse du *LiftMaster Compact* est sécurisé par une combinaison de barrières immatérielles, constituées de faisceaux de sécurité, et d'un protecteur fixe :

- Des faisceaux de sécurité (dispositifs de protection optoélectroniques actifs (AOPD)) sécurisent l'accès par l'avant et le côté droit de la machine. Une intrusion dans un faisceau provoque l'arrêt de tout mouvement de l'échangeur de plateaux, des composants d'automatisation de la machine et du *TruStore*. Un réarmement au niveau du panneau de commande est nécessaire afin de remettre ensuite la machine en marche ;
- Un protecteur fixe, installé du côté droit, ferme l'ouverture laissée derrière la zone sécurisée par les faisceaux. Ce protecteur est composé d'un assemblage de trois panneaux grillagés formant un angle droit. Les panneaux sont fixés à des poteaux verticaux à l'aide de boulons à tête hexagonale (de type Allen).

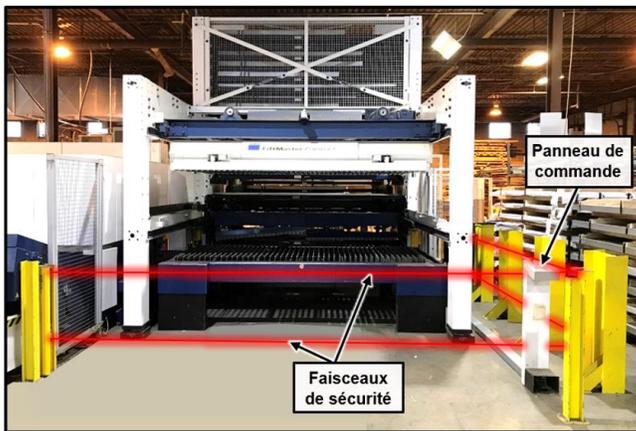


Fig. 7a - Protecteur et dispositifs de protection autour du « LiftMaster Compact »
(Vue de face)
(Source : CNESST)



Fig. 7b - Protecteur et dispositifs de protection autour du « LiftMaster Compact » (Vue latérale droite)
(Source : CNESST)

Lors de l'accident, le contremaître a accédé à l'intérieur de la machine en passant par la zone du protecteur. Le côté droit du panneau central du protecteur n'était alors pas fixé. Il pouvait ainsi être ouvert comme une porte, car les deux boulons, situés du côté gauche du panneau, faisaient office de charnières. Un boulon est trouvé au sol, à proximité du protecteur (voir la photo de gauche de la figure 8).

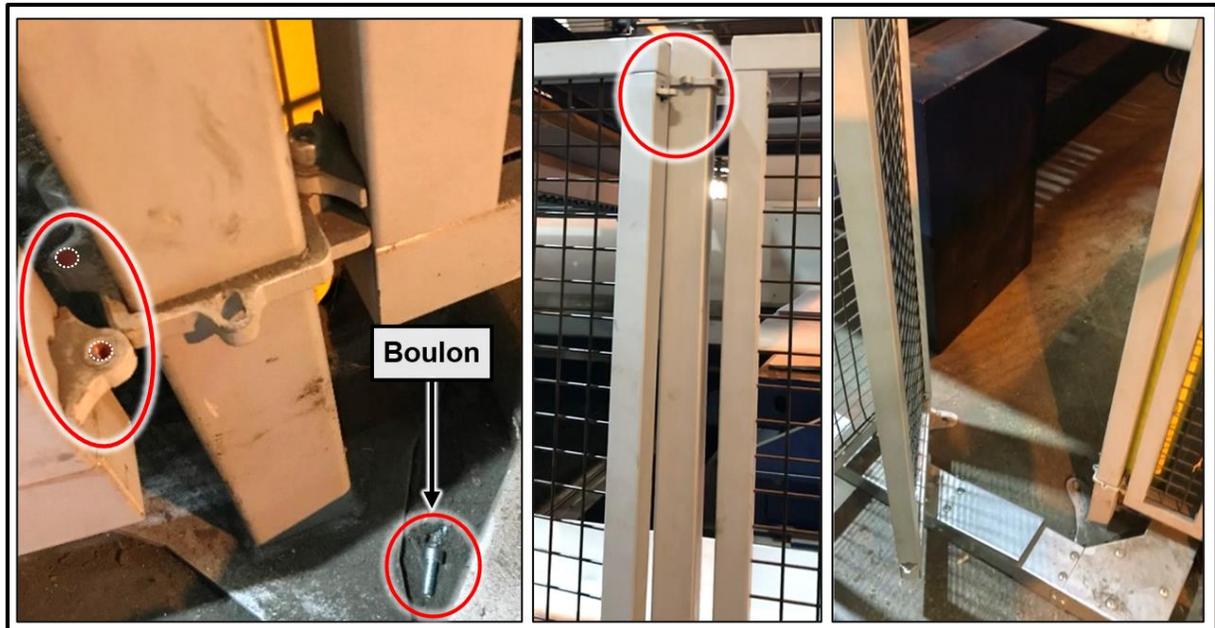


Fig. 8 - *Protecteur latéral non fixé par lequel le contremaître accède à l'intérieur du « LiftMaster Compact »*

(Source : CNESST)

Sur les photos de gauche et du centre, le panneau grillagé et le poteau sur lequel le panneau devrait être fixé sont désalignés. Le cadre du panneau se heurte au poteau lors de sa fermeture.

Au moment de l'entrée du contremaître dans la machine, le panneau central était légèrement entrouvert. Selon l'information obtenue, ce panneau n'était jamais fixé, seulement appuyé contre le poteau. Il n'a pas été possible d'identifier depuis quand ce protecteur n'était plus fixe. Les rapports de service du fournisseur ne font aucune mention relative à ce protecteur.

L'ouverture du panneau central crée un espace d'une largeur de 44,5 cm, tel que représenté sur la photo de droite de la figure 8, qui permet d'accéder à la zone dangereuse de la machine.

4.2.1.2 Panneau de commande

Le panneau de commande du *LiftMaster Compact* est situé en façade de la machine, du côté droit. Il est équipé de touches dotées de voyants lumineux qui permettent de connaître notamment la position et l'état des composantes de la machine, selon que la touche est allumée, éteinte ou clignotante. Des touches servent également à la mise en marche et à l'arrêt de la machine ainsi qu'au déplacement des composantes en mode manuel.

Le panneau de commande est relié à la console de la machine de découpe laser *TruLaser 5030*. En cas d'anomalie, une des touches s'allume sur le panneau de commande du *LiftMaster Compact* (voir la touche identifiée n° 8 à la figure 9) et le texte du message d'erreur s'affiche sur la console du *TruLaser*. Une interruption dans le cycle de la machine n'oblige pas nécessairement une action sur le panneau de commande pour la reprise du cycle. Tout dépend de la cause de l'interruption.

Les séquences vidéo de caméras de surveillance ont permis de connaître l'état du panneau de commande au moment de l'accident (voir figure 9).

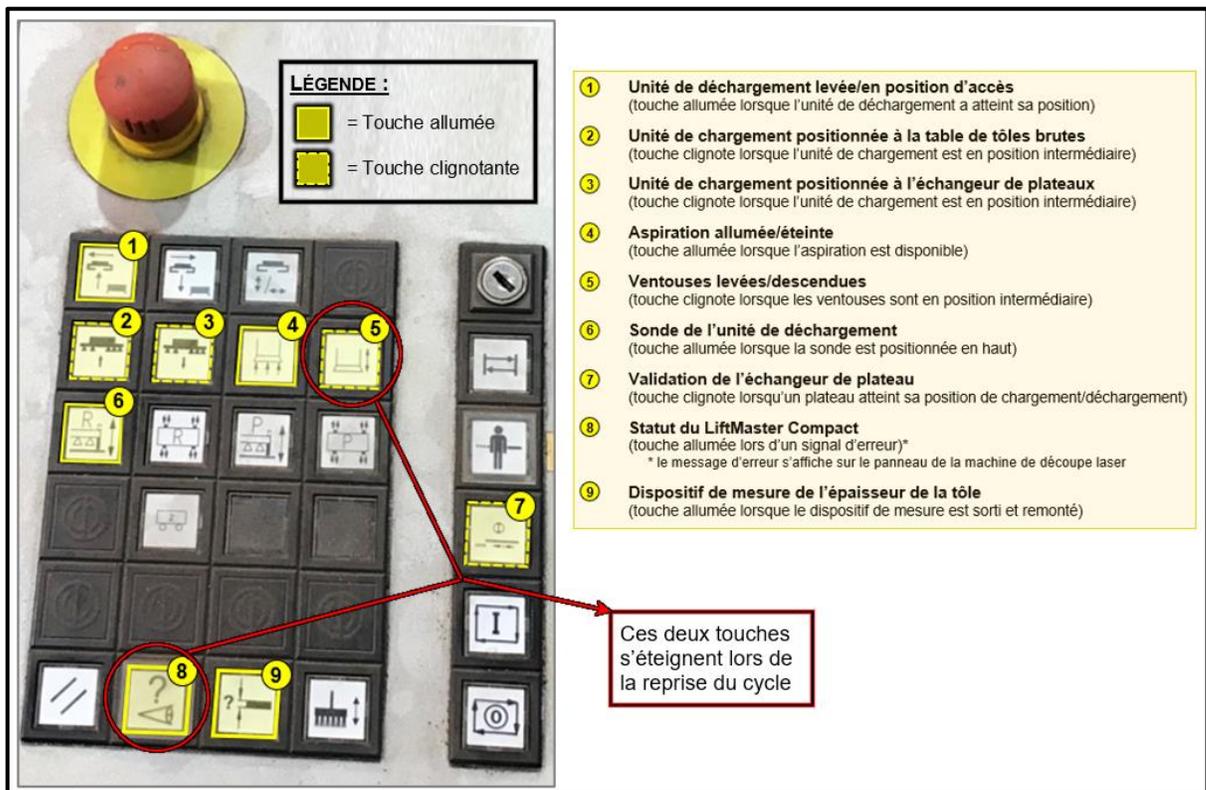


Fig. 9 - État du panneau de commande du « LiftMaster Compact » lors de l'entrée du contremaître à l'intérieur de la machine
(Source : CNESST)

Un peu avant que le contremaître décide d'entrer à l'intérieur de la machine, le cycle de la machine s'interrompt et la touche identifiée n° 8 s'allume. La touche n° 5 clignote également, indiquant que les ventouses sont en position intermédiaire, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas complètement relevées. Enfin, les touches n° 2 et n° 3 clignotent aussi, indiquant que l'unité de chargement est en position intermédiaire entre la table de tôles brutes et l'échangeur de plateaux. Cela pourrait également signifier que le signal a été envoyé pour commander le déplacement de l'unité de chargement vers l'échangeur de plateaux.

Le contremaître appuie à ce moment sur la touche n° 2. Cette action ne produit aucun effet. Il décide alors d'investiguer l'anomalie au niveau des ventouses et pour ce faire, il accède à l'intérieur de la machine.

Une fois à l'intérieur, le cycle de la machine reprend sans qu'aucune personne ne touche au panneau de commande du *LiftMaster Compact* ni à la console de la *TruLaser*. La touche n° 5 s'éteint alors, indiquant que les ventouses ont atteint leur fin de course. Le touche n° 8 s'éteint également, considérant l'anomalie réglée. L'unité de chargement amorce dès lors son déplacement vers l'échangeur de plateaux, coinçant le contremaître.

4.2.1.3 Codes d'erreur

Dans les quarante minutes qui précèdent l'accident, l'historique des codes d'erreur et des messages d'avertissement de la machine révèle une dizaine d'intrusions dans un faisceau de sécurité.

Le contremaître a d'ailleurs contacté par téléphone le contremaître de jour, deux minutes avant l'accident, afin que ce dernier communique avec le fournisseur. C'est ensuite qu'est apparu le message d'avertissement indiquant que les ventouses ne sont pas relevées. Cet avertissement est résolu 1 min 50 sec plus tard, ce qui correspond au moment où le cycle reprend, alors que le contremaître se trouve dans la machine.

4.2.1.4 Zone de coincement

Un passage d'une largeur d'environ 1,1 m est aménagé à l'intérieur du *LiftMaster Compact* entre la table de tôles brutes et l'échangeur de plateaux. Il se trouve vis-à-vis le protecteur fixe, situé du côté droit de la machine. Ce passage est accessible lorsque l'unité de chargement est positionnée à la table de tôles brutes ou à l'échangeur de plateaux.

L'unité de chargement est constituée de différentes composantes notamment de 16 ventouses montées chacune sur un vérin pneumatique. Ces ventouses soulèvent par aspiration la tôle brute. L'unité de chargement est également munie de deux brosses côte à côte, positionnées au bas de l'unité. Ces brosses sont abaissées à l'aide de cylindres pneumatiques avant que l'unité de chargement se déplace vers l'échangeur de plateaux.

Après avoir franchi le protecteur latéral, qui n'était pas fixé, le contremaître passe sous le rail duquel l'unité de chargement se déplace. L'unité de chargement est positionnée à ce moment-là au-dessus de la table de tôles brutes. Le contremaître s'engage dans le passage situé entre la table de tôles brutes et l'échangeur de plateaux. Il circule jusqu'à une distance d'environ 1,9 m. Alors qu'il se tient debout, face à l'unité de chargement, celle-ci se remet en mouvement en direction de l'échangeur de plateaux. L'unité de chargement exerce une force linéaire d'environ 3 700 N (force générée par 380 kg) vers le contremaître, entraînant ce dernier vers l'échangeur de plateaux.

Le plateau et la structure fixe de la brosse de l'unité de chargement sont situés respectivement à une hauteur de 85,7 cm et 89 cm à partir du sol. Le corps du contremaître est donc exposé à une zone de coincement de 3,3 cm, tel qu'illustré à la figure 10.



Fig. 10 - Vue latérale de l'unité de chargement en déplacement vers l'échangeur de plateaux
(Source : CNESST)

Le coincement du contremaître exerce une pression suffisante pour soulever le côté droit de la 2^e brosse où il se tient. Celle-ci se soulève jusqu'à ce qu'elle se heurte à une structure fixe de l'unité de chargement. Le contremaître se trouve ainsi couché sur le dos, coincé au niveau de son abdomen dans un espace d'environ 13,4 cm, tel qu'illustré à la figure 11.

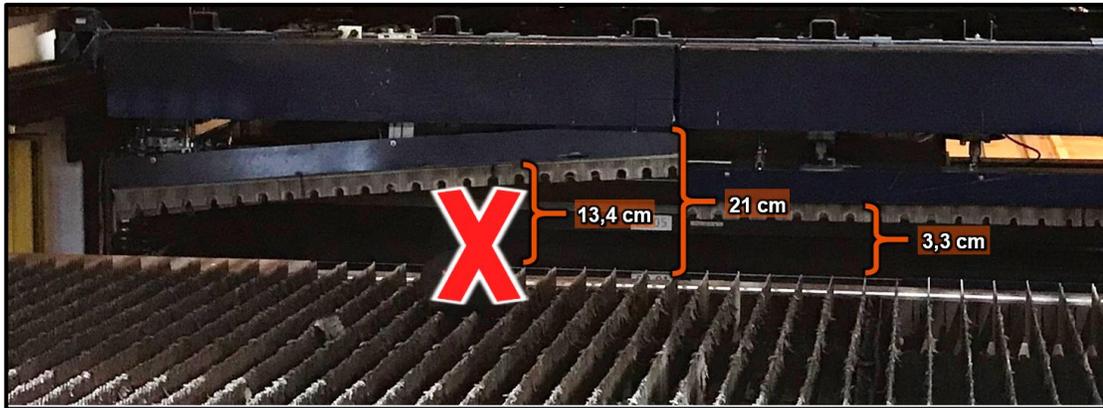


Fig. 11 - Représentation des distances verticales entre l'unité de chargement et le plateau après le coincement du contremaître
(Source : CNESST)

4.2.1.5 Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies

Le manuel de l'opérateur du *LiftMaster Compact* n'est pas disponible sur les lieux de travail. Ce manuel ne prévoit pas d'instruction en cas de blocage ou de recherche de défauts. Il fait mention de quelques règles générales pour l'exécution de travaux de réglage et d'entretien. Par exemple :

- Seul le personnel autorisé, qualifié et instruit en la matière est habilité à procéder aux travaux d'opération, de réglage et d'entretien ;
- Les dispositifs de sécurité ne doivent pas être démontés ou mis hors fonction sauf pour les travaux d'entretien ou de réparation. Après ces travaux, le personnel doit replacer et remettre les dispositifs de sécurité en fonction ;
- Pour tous les travaux, par exemple, travaux de réglage et d'entretien, il faut respecter les procédures de mise hors tension prescrites ;
- Danger de mort lors des travaux d'entretien effectués sur une machine sous tension :
 - o Sauf stipulation contraire : éteignez l'interrupteur principal ;
 - o Cadenassez l'interrupteur principal pour empêcher toute remise sous tension ;
 - o Respectez strictement les consignes de sécurité.

Le manuel de service du *LiftMaster Compact*, qui n'est pas accessible à l'utilisateur, mais aux techniciens du fournisseur, prévoit des règles de sécurité pour le dépannage et le diagnostic des anomalies :

- Toute personne doit être à l'extérieur de la zone dangereuse de la machine lorsque les variateurs de vitesse sont activés ;
 - o Lorsque des travaux sont réalisés dans la zone dangereuse, il faut activer le mode Service et retirer la clé ;
 - o Exécuter le dépannage et le diagnostic des anomalies à partir de l'extérieur de la zone dangereuse (en utilisant le logiciel de diagnostic, si nécessaire) ;

- Cependant, si un travail de service dans la zone de danger est nécessaire lorsque les variateurs de vitesse sont activés, les axes doivent être bloqués mécaniquement.

L'employeur possède une procédure de cadenassage générale dans son plan de santé et sécurité. Des procédures de cadenassage spécifiques sont également élaborées pour chaque machine, dont une procédure de cadenassage pour la *TruLaser 5030/LiftMaster Compact*. Cette dernière identifie les tâches nécessitant l'application de la procédure, soit l'entretien, la réparation, la maintenance, le nettoyage ou toutes autres tâches nécessitant d'avoir accès à l'une des zones dangereuses de la machine. Elle décrit également les différentes étapes de cadenassage et de decadenassage. Le plan de santé et de sécurité de l'entreprise contient une liste des personnes autorisées à cadenasser les machines. Cette liste comprend notamment les noms du directeur d'usine, des contremaîtres et d'un travailleur de la maintenance. Les opérateurs ne font pas partie de cette liste.

Il n'y a pas de procédure formelle en cas de déblocage, de réglage, de recherche de défauts ou de nettoyage. En cas de problème, l'opérateur en informe son contremaître. Lorsqu'une intervention à l'intérieur de la machine est nécessaire, par exemple en cas de chute d'une tôle, le contremaître arrête d'abord la machine à l'aide du panneau de commande ou en faisant une intrusion dans un faisceau de sécurité. Le contremaître, accompagné ou non par l'opérateur, peut accéder à l'intérieur de la machine en passant directement au-dessus de l'échangeur de plateaux ou en passant par le protecteur latéral. En cas de bris ou de mauvais fonctionnement de la machine, le contremaître fera une demande d'assistance ou un appel de service au fournisseur.

4.2.1.6 Formation

Un contremaître de jour et un opérateur ont suivi une formation sur le fonctionnement des machines de découpe laser *TruLaser*. Cette formation a eu lieu chez le fournisseur TRUMPF, au Connecticut, aux États-Unis.

Les autres opérateurs et contremaîtres ont par la suite été formés par le contremaître de jour.

Une formation générale a aussi été donnée sur les lieux de travail aux opérateurs et aux contremaîtres par le fournisseur TRUMPF, à la suite de l'installation de la cellule automatisée.

4.2.2 Exigences légales, réglementaires et normatives

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

La LSST définit les obligations générales de l'employeur. Parmi celles-ci, elle mentionne que :

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 ;
 - 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 ;
- 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.

Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) (S-2.1, r. 13)

Le RSST définit à la section XXI les exigences relatives à la sécurité des machines et aux méthodes de contrôle des énergies, dont celles-ci :

172. [...] on entend par « zone dangereuse » toute zone située à l'intérieur ou autour d'une machine et qui présente un risque pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des travailleurs.

174. Protecteur fixe : Un protecteur fixe est celui qui ne peut être enlevé sans l'aide d'un outil ou qui est maintenu en place de façon permanente, par exemple, par soudure.

182. Contrôle de la zone dangereuse : Sous réserve de l'article 183, une machine doit être conçue et construite de manière à rendre sa zone dangereuse inaccessible, à défaut de quoi celle-ci doit être munie d'au moins un des protecteurs ou des dispositifs de protection suivants :

1° dans le cas où aucune personne n'a accès à la zone dangereuse de la machine durant son fonctionnement :

- a) un protecteur fixe ;
- b) un protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage ;
- c) un protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage ;
- d) un dispositif sensible ;

2° dans le cas où au moins une personne a accès à la zone dangereuse de la machine durant son fonctionnement :

- a) un protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage ;
- b) un protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage ;
- c) un protecteur à fermeture automatique ;
- d) un protecteur réglable ;
- e) un dispositif sensible ;
- f) une commande bimanuelle.

184. Mise en place : Sous réserve de l'article 189.1, avant la mise en marche d'une machine, les protecteurs doivent être mis en place ou les dispositifs de protection doivent être en fonction.

188.1 « cadenassage »: une méthode de contrôle des énergies visant l'installation d'un cadenas à cléage unique sur un dispositif d'isolement d'une source d'énergie ou sur un autre dispositif permettant de contrôler les énergies telle une boîte de cadenassage ;

« méthode de contrôle des énergies »: une méthode visant à maintenir une machine hors d'état de fonctionner, telle sa remise en marche, la fermeture d'un circuit électrique, l'ouverture d'une vanne, la libération de l'énergie emmagasinée ou le mouvement d'une pièce par gravité, de façon à ce que cet état ne puisse être modifié sans l'action volontaire de toutes les personnes ayant accès à la zone dangereuse.

188.2. Avant d'entreprendre dans la zone dangereuse d'une machine tout travail, notamment de montage, d'installation, d'ajustement, d'inspection, de décoinçage, de réglage, de mise hors d'usage, d'entretien, de désassemblage, de nettoyage, de maintenance, de remise à neuf, de réparation, de modification ou de déblocage, le cadenassage ou, à défaut, toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente doit être appliqué conformément à la présente sous-section.

La présente sous-section ne s'applique pas :

1° lorsqu'un travail est effectué dans la zone dangereuse d'une machine qui dispose d'un mode de commande spécifique tel que défini à l'article 189.1 ;

2° lorsque le débranchement d'une machine est à portée de main et sous le contrôle exclusif de la personne qui l'utilise, que la source d'énergie de la machine est unique et qu'il ne subsiste aucune énergie résiduelle à la suite du débranchement.

188.5. L'employeur doit, pour chaque machine située dans un établissement sur lequel il a autorité, s'assurer qu'une ou plusieurs procédures décrivant la méthode de contrôle des énergies soient élaborées et appliquées.

Les procédures doivent être facilement accessibles sur les lieux où les travaux s'effectuent dans une transcription intelligible pour consultation de toute personne ayant accès à la zone dangereuse d'une machine, du comité de santé et de sécurité de l'établissement et du représentant à la prévention.

Les procédures doivent être révisées périodiquement, notamment chaque fois qu'une machine est modifiée ou qu'une défaillance est signalée, de manière à s'assurer que la méthode de contrôle des énergies demeure efficace et sécuritaire.

Norme CSA Z460-2020 – Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes

Cette norme prescrit des exigences relatives à la maîtrise des énergies dangereuses associées à des machines. Elle décrit notamment les règles en lien avec les autres méthodes de maîtrise des énergies :

7.2 Méthode de maîtrise

La méthode de maîtrise des énergies dangereuses à sélectionner varie selon qu'il soit possible ou non d'effectuer la tâche en condition hors tension. Dans tous les cas, la principale méthode de maîtrise doit être le cadenassage, tel que prescrit à l'article 7.3. Si le recours au cadenassage n'est pas nécessaire dans le cadre des tâches associées aux activités énumérées à l'article 1.3, lesquelles font partie intégrante du processus de production, ou lorsque le

cadennage complet empêche la réalisation de ces tâches, d'autres méthodes ou procédures de maîtrise, ou une combinaison de celles-ci comme le prescrit l'article 7.4 doivent être mise en application en vue de protéger les employés pendant qu'ils procèdent aux tâches (c.-à-d., une réduction efficace du risque) (voir la figure 2). Toutefois, avant d'adopter d'autres méthodes de maîtrise, l'utilisateur doit procéder à une appréciation du risque qui démontre le caractère adéquat de l'évaluation et l'efficacité des mesures de protection (voir l'article 7.4.3 et la figure 3) ou avoir recours à l'une ou l'autre des autres méthodes reconnues par cette norme (voir l'article 7.4 et les annexes N à R).

7.4.3. Sélection d'autres méthodes de maîtrise

Lorsque le cadennage complet n'est pas possible ou empêche l'exécution de tâches particulières, l'utilisateur doit sélectionner d'autres méthodes de maîtrise qui sont conçues de manière à permettre la réduction efficace du risque, conformément à l'article 7.4.4. L'appréciation du risque doit tenir compte du fait que les mesures de protection intégrées à la machine, à l'équipement ou au processus devront possiblement être retirées ou modifiées de manière à permettre l'exécution d'une tâche donnée. L'autre méthode de maîtrise sélectionnée doit être accompagnée de procédures détaillées et documentées de maîtrise des énergies dangereuses.

Notes :

- 1) Les activités qui pourraient être réalisées au moyen d'autres méthodes de maîtrise des énergies dangereuses comprennent notamment la lubrification, les changements d'outils, les tâches mineures de nettoyage, le dégagement, le dépannage, les ajustements, l'inspection et le réglage.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le mouvement de l'unité de chargement de la cellule automatisée entraîne le coincement du contremaître qui se trouve dans une zone dangereuse accessible

L'accès à la zone dangereuse du *LiftMaster Compact* est sécurisé par une combinaison de barrières immatérielles, constituées de faisceaux de sécurité, et d'un protecteur fixe. Les faisceaux de sécurité empêchent l'accès à la zone dangereuse par l'avant et le côté droit de la machine. Une intrusion dans un faisceau provoque l'arrêt de la machine et nécessite un réarmement avant que le cycle ne puisse reprendre. Un protecteur fixe est également installé sur le côté droit, afin de fermer l'ouverture laissée derrière la zone sécurisée par les faisceaux.

Selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST), un protecteur fixe est celui qui ne peut être enlevé sans l'aide d'un outil ou qui est maintenu en place de façon permanente, par exemple, par soudure.

Le protecteur latéral est situé vis-à-vis le passage aménagé à l'intérieur de la machine entre la table de tôles brutes et l'échangeur de plateaux. Ce protecteur n'était pas complètement fixé, car les fixations d'un des côtés du protecteur étaient absentes. Il pouvait ainsi être ouvert comme une porte, car les deux boulons, situés du côté gauche du protecteur, faisaient office de charnière. La journée de l'accident, un boulon est trouvé au sol, à proximité du protecteur.

Le cadre du protecteur était de plus désaligné, ce qui faisait en sorte que lors de sa fermeture, le protecteur se heurtait au poteau sur lequel il aurait dû être fixé. Selon l'information obtenue, ce protecteur n'était pas maintenu fixe. Il était seulement appuyé contre le poteau.

Il n'a pas été possible d'identifier depuis quand ce protecteur n'était plus fixe. Aucun mécanisme formel d'inspection des lieux de travail n'est appliqué dans l'entreprise depuis 2020 et les registres d'inspection précédents n'étaient pas disponibles. Aucune observation ni anomalie en lien avec ce protecteur n'était mentionnée dans les rapports de service du fournisseur. Selon l'information obtenue, il n'était pas inhabituel que ce protecteur latéral soit utilisé comme moyen d'accès.

Le contremaître n'a pas eu à dévisser le protecteur au moment de son entrée dans la machine, ce qui a facilité son accès. Le protecteur était légèrement entrouvert avant son entrée. L'ouverture complète du protecteur crée un espace d'une largeur de 44,5 cm, ce qui permet d'accéder à la zone dangereuse de la machine.

Une fois à l'intérieur de la machine, le contremaître a circulé sur une distance d'environ 1,9 m. L'unité de chargement se trouvait à ce moment-là au-dessus de la table de tôles brutes. Alors que le contremaître se tenait debout, face à l'unité de chargement, celle-ci a amorcé son déplacement vers l'échangeur de plateaux. Lors de son déplacement, l'unité exerce une force linéaire d'environ 3 700 N (force générée par 380 kg), ce qui a été suffisant pour entraîner le contremaître dans sa trajectoire. Environ une seconde plus tard, l'unité de chargement a atteint l'échangeur de plateaux.

Le corps du contremaître s'est alors fait coincer dans un espace d'environ 3,3 cm, entre une des brosses de l'unité de chargement et le plateau. Le coincement du contremaître a exercé une pression suffisante pour soulever le côté droit de la brosse où il se tenait, jusqu'à ce que la brosse se heurte à une structure fixe de l'unité de chargement. Le contremaître s'est ainsi trouvé couché sur le dos, coincé au niveau de son abdomen dans un espace d'environ 13,4 cm.

En résumé, le protecteur latéral n'était pas maintenu fixe et il n'était pas inhabituel que la zone du protecteur soit utilisée comme moyen d'accès à l'intérieur de la machine. Si le protecteur latéral avait été bien fixé, le contremaître n'aurait pas pu accéder facilement à l'intérieur de la machine sans se faire détecter par les faisceaux de sécurité. L'employeur ne s'est ainsi pas assuré que le protecteur fixe soit remis en place avant la mise en marche du *LiftMaster Compact*. Le contremaître était donc exposé à une zone de coincement accessible par le protecteur latéral non fixé, ce qui a entraîné son décès.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La méthode utilisée pour investiguer une anomalie ayant causé l'interruption du cycle de la machine expose le contremaître à un danger de coincement lors de la reprise inattendue du cycle

Au début du quart de travail de soir, vers 14 h, le contremaître est informé par l'opérateur de jour d'une problématique au niveau des ventouses de l'unité de chargement du *LiftMaster Compact*, occasionnant la préhension de plus d'une tôle brute à la fois.

Dans les 40 minutes pendant lesquelles le contremaître opère la machine, il y a eu une dizaine d'intrusions dans le faisceau de sécurité protégeant la zone dangereuse du *LiftMaster Compact*. Il n'a pas été possible de déterminer si ces intrusions découlaient d'une intervention du contremaître directement dans la zone sécurisée par les faisceaux au niveau de l'échangeur de plateaux ou si elles consistaient par exemple, en une méthode lui permettant de se faire détecter avant d'entrer dans la machine par le protecteur latéral.

Deux minutes avant l'accident, le contremaître a communiqué par téléphone avec le contremaître de jour pour l'informer du problème au niveau des ventouses de l'unité de chargement. Il lui demande de contacter le fournisseur.

Quelques secondes plus tard, le cycle de la machine s'est interrompu à nouveau. La touche signalant un message d'erreur s'est allumée sur le panneau de commande du *LiftMaster Compact*.

Également, la touche de positionnement des ventouses s'est mise à clignoter, signifiant que les ventouses étaient bloquées en position verticale intermédiaire. Les ventouses, chargées d'une tôle brute, étaient à l'étape de remonter, avant que l'unité de chargement n'amorce son déplacement vers l'échangeur de plateaux.

Enfin, deux autres touches se sont mises à clignoter, signifiant que l'unité de chargement était positionnée entre la table de tôles brutes et l'échangeur de plateaux. Cela pourrait également signifier que le signal a été envoyé pour commander le déplacement de l'unité de chargement vers l'échangeur de plateaux. Normalement, l'unité de chargement est positionnée au-dessus de la table de tôle brute lors du chargement de la tôle par les ventouses. Le contremaître a appuyé sur une de ces deux touches clignotantes, pour commander le déplacement de l'unité de chargement vers la table de tôles brutes. Cette action n'a produit aucun effet. Le contremaître a décidé d'investiguer l'anomalie au niveau des ventouses. Il a alors accédé à l'intérieur de la machine par le protecteur latéral, sans arrêter la machine, ni se faire détecter par un faisceau de sécurité, ni utiliser une méthode de cadenassage ou de contrôle des énergies.

Environ 5 secondes après l'entrée du contremaître dans la machine, le cycle automatique a repris de façon inattendue. Il n'a pas été possible de confirmer si une action a été effectuée par le contremaître au niveau des ventouses ou de la tôle soulevée par celles-ci. Cependant, un délai de 5 secondes est suffisant pour permettre au contremaître d'exercer une action pour débloquer la machine.

La résolution de l'anomalie a provoqué la reprise du cycle automatique, sans qu'aucune personne n'ait à toucher au panneau de commande du *LiftMaster Compact* ni à celui de la *TruLaser*. Une interruption dans le cycle de la machine n'oblige pas nécessairement une action sur le panneau de commande pour la reprise du cycle. Tout dépend de la cause de l'interruption.

Les ventouses ont donc atteint leur fin de course et l'unité de chargement a amorcé dès lors son déplacement vers l'échangeur de plateaux, coinçant le contremaître contre ce dernier.

Aucune instruction spécifique en cas de blocage ou de recherche de défauts n'est présente dans le manuel de l'opérateur du *LiftMaster Compact*. Quelques règles générales sont mentionnées pour l'exécution de travaux de réglage et d'entretien, dont un rappel de cadenasser

l'interrupteur principal pour empêcher toute remise sous tension. Ce manuel n'était cependant pas disponible sur les lieux de travail.

Le manuel de service du *LiftMaster Compact* prévoit quant à lui des méthodes de contrôle des énergies pour le dépannage et le diagnostic des anomalies, notamment par le retrait d'une clé de service du panneau de commande, par l'utilisation d'un logiciel de diagnostic à partir de l'extérieur de la zone dangereuse ou par le blocage mécanique des axes. Ce manuel ne prévoit pas de procédure d'accès à l'intérieur de la machine. Comme ce manuel n'est accessible qu'aux techniciens du fournisseur, le contremaître n'était donc pas informé des méthodes de contrôle des énergies énoncées dans ce manuel.

Selon le RSST, avant d'entreprendre dans la zone dangereuse d'une machine tout travail (notamment de montage, d'installation, d'ajustement, d'inspection, de décoincage, de réglage, de mise hors d'usage, d'entretien, de désassemblage, de nettoyage, de maintenance, de remise à neuf, de réparation, de modification ou de déblocage), le cadenassage ou, à défaut, toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente doit être appliquée.

L'employeur possède une procédure de cadenassage pour la *TruLaser 5030/LiftMaster Compact*. Celle-ci précise les tâches nécessitant l'application de la procédure, soit l'entretien, la réparation, la maintenance, le nettoyage ou toutes autres tâches nécessitant d'avoir accès à l'une des zones dangereuses de la machine. Les différentes étapes de cadenassage et de decadenassage y sont décrites. Il n'y a toutefois aucun registre permettant de confirmer que le contremaître avait été informé de cette procédure.

Les opérateurs ne sont pas autorisés à cadenasser les machines. Ils doivent se référer à leur contremaître. En cas d'anomalies nécessitant une intervention à l'intérieur de la machine, par exemple lors de la chute d'une tôle, l'opérateur en informe son contremaître.

Selon l'information obtenue, contrairement aux règles du manuel d'opération et aux procédures de cadenassage élaborées par l'employeur, le cadenassage n'était pas effectué pour ce genre de tâche. L'employeur ne s'assurait donc pas de l'application de ses procédures de cadenassage.

Avant d'entrer dans la zone dangereuse, le contremaître arrêtait d'abord la machine à l'aide du panneau de commande ou en faisant une intrusion dans un faisceau de sécurité. Une intrusion dans le faisceau de sécurité provoque en effet l'arrêt de la machine et nécessite une action sur le panneau de commande afin de redémarrer celle-ci. Le contremaître, accompagné ou non par l'opérateur, pouvait accéder ensuite à l'intérieur de la machine en passant au-dessus de l'échangeur de plateaux ou par la zone du protecteur latéral, qui n'était pas fixé ni équipé d'un dispositif de sécurité.

Lors de l'accident, le contremaître ne s'est pas assuré avant d'entrer dans la machine que celle-ci était cadenassée ou hors d'état de fonctionnement.

La principale méthode de maîtrise des énergies pour accéder à l'intérieur de la machine aurait dû être le cadenassage. D'autres méthodes de maîtrise des énergies auraient pu être adoptées, par exemple dans le cadre des tâches associées aux activités faisant partie intégrante du processus de production ou lorsque le cadenassage complet empêche la réalisation de ces tâches. Cependant, avant de mettre en place ces autres méthodes de maîtrise des énergies, une appréciation du risque

doit être réalisée préalablement, en vue d'assurer la protection des travailleurs pendant qu'ils procèdent aux tâches, tel que mentionné dans la norme CSA Z460.

En n'ayant pas appliqué une méthode de cadenassage ou de contrôle des énergies lors de l'interruption du cycle de la machine, le contremaître s'est exposé à un danger de coincement lors de la reprise inattendue du cycle de la machine.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- 1- Le mouvement de l'unité de chargement de la cellule automatisée entraîne le coincement du contremaître qui se trouve dans une zone dangereuse accessible.
- 2- La méthode utilisée pour investiguer une anomalie ayant causé l'interruption du cycle de la machine expose le contremaître à un danger de coincement lors de la reprise inattendue du cycle.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le rapport d'intervention RAP1382810, daté du 22 avril 2022, consigne les décisions suivantes rendues le 20 avril 2022 :

- Interdiction d'accès au *LiftMaster Compact* aux fins d'enquête
- Interdiction d'utilisation du *LiftMaster Compact*

Le rapport d'intervention RAP1382995, daté du 25 avril 2022, consigne la levée de la décision d'interdiction d'accès au *LiftMaster Compact* aux fins d'enquêtes.

Le rapport d'intervention RAP1383733, daté du 2 mai 2022, consigne la levée de la décision d'interdiction d'utilisation du *LiftMaster Compact*. De plus, un avis de correction y est émis afin que l'employeur élabore une procédure de travail sécuritaire lors de travaux de déblocage, de réglage, de recherche de défauts ou de nettoyage sur la machine *LiftMaster Compact*.

5.3 Suivis de l'enquête

La CNESST transmettra les conclusions de son enquête aux associations sectorielles paritaires ainsi qu'à l'ensemble des gestionnaires de mutuelles de prévention.

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 (MEES) diffusera à titre informatif et à des fins pédagogiques le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent les programmes d'études suivants : électromécanique de systèmes automatisés, mécanique industrielle de construction et d'entretien ainsi qu'opérateur d'équipements de production.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : A

Sexe :

Âge :

Fonction habituelle :

Fonction lors de l'accident : Contremaître

Expérience dans cette fonction :

Ancienneté chez l'employeur :

Syndicat : Sans objet

ANNEXE B**Liste des personnes interrogées**

Monsieur B [REDACTED]

Monsieur C [REDACTED]

Monsieur D [REDACTED]

Monsieur E [REDACTED]

Monsieur F [REDACTED]

Monsieur G [REDACTED]

ANNEXE C**Références bibliographiques**

- 1) QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1*, à jour au 1^{er} avril 2022, [En ligne], 2022. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/s-2.1>]
- 2) QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13*, à jour au 1^{er} mars 2022, [En ligne], 2022. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/s-2.1,%20r.%2013>].
- 3) ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes*, 3^e édition, Toronto, CSA, 2020, 200 p. (CSA Z460-20).
- 4) TRUMPF. *Manuel opérateur : LiftMaster Compact*, Ditzingen, Allemagne, TRUMPF, 2015, [138] p. (B680fr).
- 5) TRUMPF. *Operator's manual : LiftMaster Compact*, Ditzingen, Allemagne, TRUMPF, 2015, [134] p. (B680en).
- 6) TRUMPF. *Service manual : LiftMaster Compact 1530/2040 (AL21/AL22/AL15)*, Ditzingen, Allemagne, TRUMPF, 2015, 324 p. (H680en).
- 7) TRUMPF. *LiftMaster Compact : le champion de sa catégorie*, [Vidéo en ligne], 2008. Repéré au https://www.trumpf.com/fr_FR/produits/machines-systemes/automatisation/automatisation-pour-machines-de-decoupe-laser-2d/liftmaster-compact/.