

Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

EN003872

# RAPPORT D'ENQUÊTE

Accident mortel survenu à un employeur le 13 novembre 2010 à l'entreprise Ferme Coupar Inc. 1751, rue Johnson à Thetford-Mines.

Direction régionale de la Chaudière-Appalaches

Inspecteurs:			
	Christian Roy	Roger Gagné ing	

Date du rapport : 17 juin 2011



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

Rapport distribué à :

- Monsieur B, propriétaire
- Docteure Louise Boulianne, coroner
- Monsieur Philippe Lessard, directeur de la santé publique



Dossier d'intervention

Numéro du rapport RAP0716657

DPI4143302

# TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	RES	SUME [	DU RAPPORT	1
<u>2</u>	ORC	GANIS/	ATION DU TRAVAIL	4
	2.1	STRU	CTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	4
	2.2		NISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	4
			MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
			GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	4
<u>3</u>	DES	CRIPT	TION DU TRAVAIL	5
	3.1	DESC	RIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
	3.2		RIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	8
<u>4</u>	ACC	CIDENT	Γ: FAITS ET ANALYSE	9
_	4.4	C::		•
	4.1 4.2		NOLOGIE DE L'ACCIDENT	9
	4.2		TATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES  CONSTATATIONS ET TÉMOIGNAGES :	<b>10</b> 10
			RISQUES IDENTIFIÉS PAR LA RÉGIE DU BÂTIMENT SUR LE FONCTIONNEMENT DU	10
		4.2.2	MONTE-PERSONNE:	15
		123	ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DES COMPOSANTES ÉLECTRIQUES DU MONTE-	13
		7.2.0	PERSONNE:	15
		424	NORME APPLICABLE ET RÉGLEMENTATION :	16
			FORMATION OU COMPÉTENCE POUR EFFECTUER L'INSTALLATION ET L'ENTRETIE	_
		1.2.0	D'UN MONTE-PERSONNE:	16
		4.2.6	RÉGLEMENTATION PRÉVUE POUR LA FABRICATION, LA VENTE ET LA DISTRIBUTIO	
			D'UN ÉQUIPEMENT:	17
	4.3	Énon	CÉS ET ANALYSE DES CAUSES	17
			Un court-circuit causé par la rupture du câble du boîtier de la	
			TÉLÉCOMMANDE DU MONTE-PERSONNE PROVOQUE UNE ASCENSION INCONTRÔL	_ÉE
			DE CE DERNIER.	17
		4.3.2	LA CONCEPTION, L'INSTALLATION ET L'ENTRETIEN DU MONTE-PERSONNE	
			PRÉSENTENT DES DÉFICIENCES QUI RENDENT SON UTILISATION NON SÉCURITAIR 18	₹E.
			10	
<u>5</u>	<u>CO1</u>	<u>ICLUS</u>	ION	20
	5.1	CAUS	ES DE L'ACCIDENT	20
			ES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	20
	5.3		MMANDATIONS	21



Dossier d'intervention DPI4143302

Numéro du rapport

RAP0716657

## **ANNEXES**

ANNEXE A:	Accidenté	22
ANNEXE B:	Croquis	23
ANNEXE C:	Liste des témoins et autres personnes rencontrées	26
ANNEXE D:	Rapport d'expertise : Régie du bâtiment	27
ANNEDE E :	Rapport d'expertise : Cégep Lévis Lauzon	30
ANNEXE F:	Références bibliographiques	31



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

#### **SECTION 1**

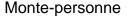
## 1 RÉSUMÉ DU RAPPORT

#### **Description de l'accident :**

Le 13 novembre 2010, un des propriétaires d'une entreprise agricole utilise le montepersonne d'un des silos pour se rendre à son videur. Lors de l'ascension, le câble électrique du boîtier de commande du monte-personne se sectionne provoquant un court-circuit. L'ascension se poursuit sans que le propriétaire puisse arrêter l'équipement. Le propriétaire est retrouvé coincé entre le monte-personne et l'entonnoir qui sert à diriger l'ensilage dans la chute conçue à cet effet.

#### Conséquences:

Le propriétaire est mortellement coincé.



Crinoline du silo





Dossier d'intervention

143302 RAP0716657

Numéro du rapport

DPI4143302

#### Abrégé des causes :

L'enquête a permis d'identifier les causes suivantes :

- Un court-circuit causé par la rupture du câble relié au boîtier de la télécommande du monte-personne provoque une ascension incontrôlée de ce dernier.
- La conception, l'installation et l'entretien du monte-personne présentent des déficiences qui rendent son utilisation non sécuritaire.

#### **Mesures correctives:**

À la suite de l'accident, une interdiction d'utiliser le monte-personne a été émise à l'employeur étant donné que le monte-personne demeure en fonction malgré le fait que le fil du boîtier de commande est cassé. De plus, l'utilisateur de cet équipement est exposé à des risques de coincement entre la structure mobile du monte-personne et certaines structures du silo telles que les échelons de l'échelle que l'on retrouve dans la crinoline. Le rapport RAP9095767, visant l'intervention effectuée le jour de l'accident, fait état de cette demande.

Le 16 février 2011, une décision est émise à Usinage Pierre Laflamme Enr. ainsi qu'à Agrizone 3000 Inc. pour qu'elles cessent de fabriquer, fournir, distribuer, installer ou de vendre le monte-personne à silo de marque Agrizone 3000 pour les motifs suivants :

- Danger de chute : L'usager pourrait chuter en raison d'un bris de câble du monte personne. De plus, le dispositif parachute de l'équipement est non fonctionnel et inefficace.
- Danger de cisaillement : Lors de l'utilisation, l'usager s'expose à des dangers de cisaillement à son entrée dans la crinoline, entre les barreaux de l'échelle situés derrière le monte-personne ainsi qu'au niveau des portes du silo lorsqu'elles sont ouvertes.
- Danger d'écrasement : L'usager peut-être coincé et/ou écrasé mortellement contre le déflecteur d'ensilage qui entrave la course du monte-personne.
- ➢ Problèmes électriques: Plusieurs problèmes au niveau électrique ont été observés dont notamment l'effet que le contrôleur du monte-personne ne comporte aucun circuit de redondance afin de prévenir sa mise en marche accidentelle. De plus, le câble du boîtier de commande est un simple câble à 4 conducteurs de type « cabtire SJO ». Ce type de câble n'est pas autorisé pour être utilisé comme câbles mobiles d'ascenseur. Il ne respecte pas les normes électriques prescrites pour l'application qui lui est attribuée (frottement du câble sur des parties en métal).



Dossier d'intervention

Numéro du rapport
RAP0716657

DPI4143302 RAP071

Les mesures suivantes doivent être prises avant de fabriquer, fournir, distribuer, installer ou de vendre le monte-personne à silo de marque Agrizone 3000 :

- revoir et modifier la conception du monte-personne de façon à respecter les normes applicables pour ce type d'équipement;
- obtenir une attestation d'un ingénieur spécifiant que la conception et la fabrication du monte-personne respectent les éléments de sécurité des normes prescrites pour ce type d'équipement.

De plus, la fabrication, l'installation, la distribution et la vente des montes-personne à silo Agrizone 3000 ne peuvent reprendre avant qu'un inspecteur ne l'ait autorisé. Le rapport RAP0473988 fait état de cette interdiction.

Le présent résumé n'a pas comme tel 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 ne remplace aucunement les diverses sections du rapport d'enquête qui devrait être lu en entier. 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.



Dossier d'intervention

Numéro du rapport

DPI4143302 RAP0716657

#### **SECTION 2**

#### 2 ORGANISATION DU TRAVAIL

#### 2.1 Structure générale de l'établissement

Ferme Coupar Inc. est une entreprise agricole familiale en copropriété dirigée par messieurs A, B et C qui en sont propriétaires. Elle œuvre dans la production laitière. Un travailleur y est employé en permanence ainsi que quelques travailleurs pour des travaux saisonniers. La supervision du personnel est assurée par les propriétaires.

Au moment de l'accident, un des propriétaire se rendait débourrer le videur du silo situé dans la partie supérieur du silo.

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

#### 2.2.1 Mécanismes de participation

L'entreprise n'a pas développé de programme de prévention propre à ses activités. Notons que les entreprises du secteur agricole ne sont pas tenues selon la Loi sur la santé et sécurité du travail (LSST) d'en développer un.

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

Outre des directives verbales qui sont données aux travailleurs concernant certains risques associés aux tâches qui leur sont assignées, l'entreprise n'a aucun mécanisme particulier qui vise la prise en charge de la santé et de la sécurité.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

#### **SECTION 3**

#### 3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

#### 3.1 Description du lieu de travail

L'accident s'est produit à l'intérieur de la crinoline du silo de marque Harvestore. Ce silo d'un diamètre de 6,10 mètres (m) et d'une hauteur de 27,43 m. a été construit à l'été 2009.



Vue extérieure du silo



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

Le silo est muni d'un monte-personne de marque Agrizone 3000 qui permet l'accès au videur du silo ainsi qu'aux différentes portes par lesquelles l'ensilage est vidé. Selon son fabricant, ce monte-personne présente les caractéristiques suivantes :

- ➤ Il est conçu pour une seule personne et sa charge maximale est de 136 kg;
- > sa vitesse d'ascension est de 10,36 m par minute;
- il se déplace sur des glissières de polyéthylène situées de part et d'autre des échelons de l'échelle sur une hauteur approximative de 27 m;

#### Monte-personne





Source CSST

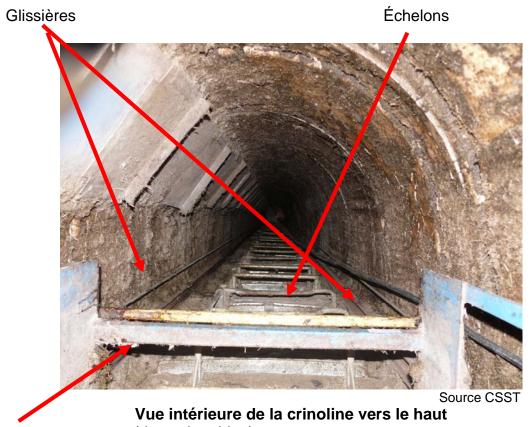
Vue du monte-personne de l'intérieur du bâtiment agricole



Dossier d'intervention
DPI4143302

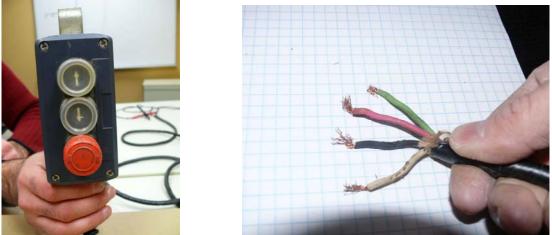
Numéro du rapport RAP0716657

Le monte-personne se déplace de façon parallèle à l'échelle qui se trouve à l'intérieur de la crinoline du silo (annexe B croquis 1 et 2).



Bâti du monte-personne (de couleur bleu)

Un boîtier de commande à trois boutons-poussoirs permet de diriger le monte-personne. Il est relié au panneau de contrôle principal situé près de la crinoline à la base du silo par un câble électrique de type SJO. Ce câble a un diamètre de 8 millimètres (mm) et une longueur d'environ 30 m. Il est constitué de quatre fils conducteurs.



Boîtier de commande et câble électrique de type SJO

Source CSST



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport

RAP0716657

Sur le panneau de contrôle principal du monte-personne, on retrouve les mêmes fonctionnalités (monter – descendre – arrêt d'urgence) que celles qui sont disponibles sur le boîtier de commande.





Source CSST





Un câble d'acier relié à un treuil électrique permet l'ascension et la descente du montepersonne.

#### 3.2 Description du travail à effectuer

Monsieur A était affairé à débourrer le souffleur servant à vider le silo. Pour s'y rendre, il a utilisé le monte-personne situé dans la crinoline du silo.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

**SECTION 4** 

#### 4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

#### 4.1 Chronologie de l'accident

Le 13 novembre 2010 vers 5h30, monsieur A se rend à la ferme familiale pour effectuer la traite des vaches laitières. Il rejoint son frère monsieur B ainsi que leur employé, monsieur E. Ensemble, ils procèdent à la traite des vaches ainsi qu'à diverses tâches s'y rattachant.

Vers 7 h 15, monsieur A emprunte le monte-personne du silo à fourrage pour aller débourrer le videur puisque l'ensilage s'écoule de façon inhabituelle. Il procède au débourrage du conduit du videur, redescend et poursuit le remplissage d'un des chariots à ensilage.

Vers 7 h 30, monsieur B va au garage pour réparer une crevaison sur un des chariots à ensilage. Il aperçoit son frère qui utilise le monte-personne du silo. Vers 7 h 50, monsieur B revient à la ferme et constate que le moteur du monte-personne est en fonction et qu'il n'est pas en mouvement. Il regarde dans la crinoline du silo et interpelle son frère. Il n'obtient aucune réponse. Monsieur B actionne alors le bouton d'arrêt d'urgence de l'équipement et le fait redescendre de quelques pouces. Puis, il emprunte l'échelle située dans la crinoline sous-jacente au monte-personne et grimpe pour rejoindre son frère. Il constate que ce dernier est inerte. Il redescend et contacte le 911 à 8 h 04. Quelques minutes plus tard, il revient au monte-personne et interpelle monsieur D, ami de la famille, pour obtenir son aide afin de secourir son frère. Monsieur B rejoint son frère pour faciliter sa descente. Monsieur D actionne le monte-personne en mode « descente » en utilisant les commandes situées sur le panneau de contrôle principal.

Les services d'urgence arrivent sur les lieux à 8 h 12. Monsieur A est dégagé de sa position à 8 h 24 et conduit au Centre Hospitalier de Thetford-Mines où son décès est constaté.



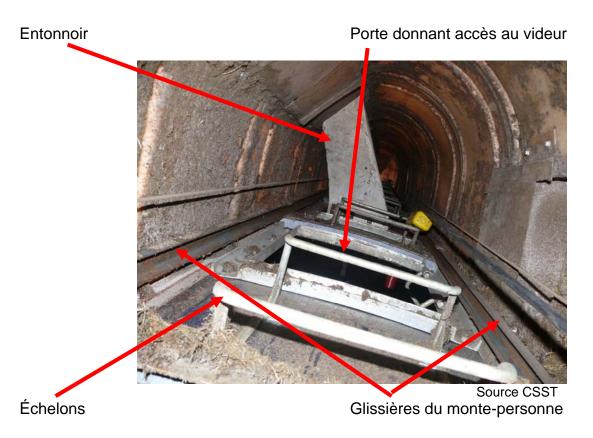
Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

#### 4.2 Constatations et informations recueillies

#### 4.2.1 Constatations et témoignages :

L'employeur était seul sur le monte-personne pendant l'ascension lorsque l'accident s'est produit. Il a été retrouvé coincé à environ 20 m du sol. À cet endroit, on retrouve un entonnoir en fibre de verre qui sert à diriger l'ensilage dans la chute prévue à cet effet qui est située le long de la crinoline du silo. Cet entonnoir entrave le passage du monte-personne lors de son ascension.



Vue de l'intérieure de la crinoline vers le haut

Au moment de l'accident, l'entonnoir est obstrué par un amoncellement d'ensilage qui empêche son écoulement dans la chute prévue à cet effet.

À la hauteur à laquelle monsieur A a été retrouvé coincé, une des portes du silo est ouverte ce qui permet d'accéder à l'intérieur du silo. Le boîtier de commande du monte personne a été retrouvé près de cet endroit. Le bouton-poussoir « arrêt d'urgence » était enfoncé.



Dossier d'intervention
DPI4143302

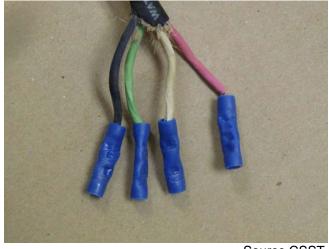
Numéro du rapport RAP0716657

Au moment de l'accident, monsieur A utilisait le boîtier de commande à trois boutonspoussoirs afin de contrôler l'ascension du monte-personne. Le câble électrique qui relie ce boîtier au panneau de contrôle principal est sectionné à environ 5,5 m du boîtier de commande.



Boitier de commande et une partie de son câble

À l'endroit où le câble électrique c'est sectionné, nous constatons qu'une réparation a déjà été effectuée à l'aide de ruban adhésif électrique et d'unions qui ne nécessitent aucune soudure. Les témoignages nous indiquent que cette réparation a été effectuée par l'un des propriétaires.



Source CSST **Réparation effectuée à l'aide d'union** 



Dossier d'intervention
DPI4143302

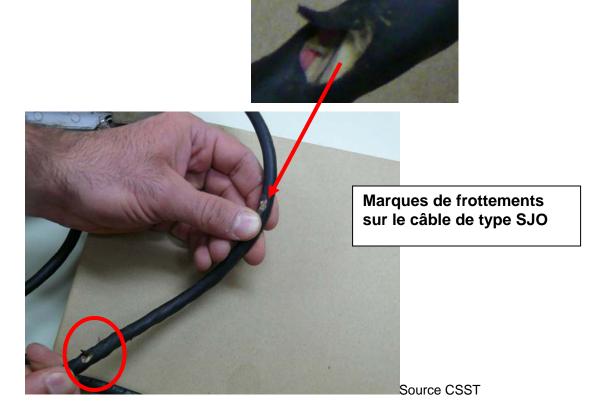
Numéro du rapport RAP0716657

Nous constatons que les fils qui composent le câble électrique du boîtier de commande se touchent à l'endroit où il a été sectionné. Lorsque nous plaçons l'équipement sous-tension, un court-circuit se produit et la commande de montée demeure active.



Fils qui se touchent suite au sectionnement du câble

Il est possible de constater que le câble électrique du boîtier de commande comporte plusieurs marques de frottement ainsi que des déchirures à différents endroits sur sa longueur.





Dossier d'intervention DPI4143302

Numéro du rapport

RAP0716657

Lors du déplacement du monte-personne, le câble électrique du boîtier de commande frotte sur le rebord de la crinoline d'une épaisseur de 1,7 mm ce qui représente une arrête vive. De plus, le câble électrique peut demeurer coincé à différents endroits dans la crinoline.

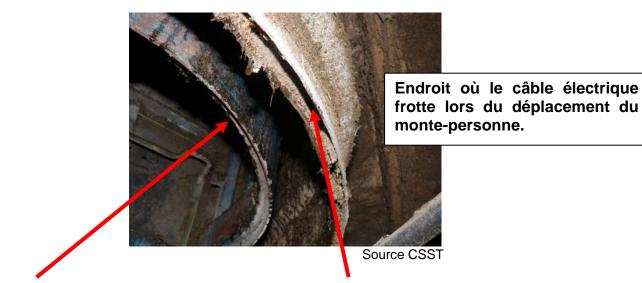


Plate-forme du monte-personne

Pourtour de la crinoline

La distance entre le seuil du monte-personne et le pourtour de la crinoline est de 8,26 centimètres (cm).

Le monte-personne se déplace de façon parallèle aux échelons de l'échelle qui se trouve à l'intérieur de la crinoline du silo ce qui créé des zones de coincement et de cisaillement entre son bâti et les échelons de l'échelle. Il existe également une possibilité de coincement et de cisaillement lorsqu'une porte du silo est ouverte.

Selon les témoignages recueillis, le bourrage de l'entonnoir est occasionné par le désajustement des palettes de la turbine du videur. L'espace entre les palettes et le fond de la turbine est estimé à 6 mm alors qu'elle devrait être d'environ 3 mm, ce qui affecte le rendement de la turbine et occasionne des bourrages dans la chute à ensilage.

Selon les témoignages recueillis, le monte-personne a été utilisé sans incident à quelques reprises la veille de l'accident. Monsieur B nous précise que par le passé, le câble du boîtier de commande s'est rompu pendant l'ascension du monte-personne. Ce dernier a poursuivi son ascension jusqu'à l'entonnoir de fibre de verre. Monsieur B a été en mesure de se faufiler entre l'entonnoir et la paroi intérieure de la crinoline sans anicroche. Le câble du boîtier a été réparé par la suite.

Le jour de l'accident, le Service d'incendie de la ville de Thetford-Mines a effectué des relevés de concentration d'oxygène à l'extérieur des bâtiments, dans la crinoline ainsi qu'à l'intérieur du silo. Ces relevés nous démontrent que la concentration d'oxygène est normale.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

Le monte-personne a été conçu et développé par monsieur G. Il est commercialisé depuis 1993 par l'entreprise Agrizone 3000 inc. Près de 550 exemplaires ont été vendus depuis sa commercialisation. Selon les informations obtenues auprès du fabricant et du concepteur de l'équipement, aucun ingénieur n'a certifié que le monte personne respecte les normes prescrites, dont notamment la norme CAN/CSA-B311-02 « Code de sécurité sur les montepersonne ». Il n'existe aucun plan détaillé du monte-personne outre que des croquis. Aucun manuel d'opération et d'entretien n'a été élaboré par le fabricant.

Selon un document que le fabricant nous a fait parvenir, le concepteur a reçu une étude d'avant projet en date du 6 avril 1993 d'une firme d'ingénieur conseil qu'il a consultée. Selon cette étude, l'ingénieur a consulté différentes ressources afin de connaître quel serait la norme applicable pour la conception du monte-personne. L'ingénieur a recommandé au concepteur de concevoir le monte-personne en suivant la norme B311-M1979 ACNOR (CSA) « Safety Code for Manlifts ». Il lui a précisé qu'en se basant sur cette dernière, les points suivants devraient être considérés dans la conception du monte-personne :

- Interrupteur de fin de course au haut et au bas de la crinoline;
- protection à la base pour que rien ni personne ne se place sous le monte-personne lorsqu'il descend;
- protection de l'utilisateur afin que ni lui, ni les outils qu'il transporte entrent en contact avec la cage de sécurité ou le silo;
- > double système de freinage, soit un pour l'opérateur et l'autre pour la sécurité;
- accessibilité des pièces d'entraînement pour l'entretien;
- fiabilité du système de commande;
- bouton d'arrêt d'urgence;
- issue en cas de panne.

L'ingénieur lui a précisé également que ces items ne sont que quelques uns des points soulevés par la norme B311-M1979. Ces points reflètent cependant bien l'esprit de la norme qui est d'assurer la sécurité des utilisateurs du monte-personne.

Les informations obtenues auprès de l'entreprise qui a vendu, érigé le silo et installé le monte-personne, nous démontrent qu'aucune des personnes qui ont participé à ces travaux ne détient un certificat de qualification en mécanique d'ascenseur délivré en vertu de la Loi sur la formation et la qualification professionnelle et en respect du Règlement sur les certificats de qualification et sur l'apprentissage en matière d'électricité, de tuyauterie et de mécanique de systèmes de déplacement mécanisés dans les secteurs autres que celui de la construction.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

4.2.2 Risques identifiés par la régie du bâtiment sur le fonctionnement du montepersonne :

La Régie du bâtiment du Québec (RBQ), a relevé plusieurs risques concernant la conformité du monte-personne fabriqué par la firme Agrizone 3000 inc., dont notamment :

- Danger de chute : L'usager pourrait chuter en raison d'un bris de l'unique câble.
- Danger de cisaillement: Lors de l'utilisation, l'usager s'expose à des dangers de cisaillement à son entrée dans la crinoline, entre les barreaux de l'échelle située derrière la plate-forme du monte-personne ainsi qu'aux portes du silo lorsqu'elles sont ouvertes.
- Danger d'écrasement : L'usager peut-être coincé ou écrasé mortellement contre le déflecteur d'ensilage qui entrave la course du monte-personne.
- Problèmes électriques : Plusieurs problèmes électriques ont été observés notamment que le monte-personne ne comporte aucun circuit de redondance afin de prévenir la mise en marche accidentelle de l'appareil.

(voir annexe D)

#### 4.2.3 Analyse du fonctionnement des composantes électriques du monte-personne :

Une analyse concernant le fonctionnement et l'installation électrique effectuée par le département des Technologies du Génie électrique du Cégep Lévis-Lauzon (voir annexe D), démontre que :

- Le relai de surcharge du moteur du monte-personne est fonctionnel, bien branché et conforme aux normes électriques en vigueur.
- Le type de câble utilisé pour alimenter le moteur du monte-personne et reliant le boîtier de commande au panneau de contrôle principal est de type « SJO ». Il ne possède aucune gaine ou enveloppe flexible en métal. Il n'est pas adéquat pour ce type d'installation (ascenseur/monte-charge) où les câbles sont exposés aux frottements et aux coincements. Les articles 38-011 (isolants et types de conducteurs) et 38-021 (câblage) du Code canadien de l'électricité spécifient les normes et règles à respecter concernant ce type d'installation et d'équipement.
- ➤ En plus de ne pas être autorisés à être employés pour ce type d'installation, la plupart des câbles utilisés ne sont pas bien soutenus et sont mal protégés contre l'endommagement mécanique.
- ➤ En se sectionnant, les fils qui composent le câble électrique du boîtier de commande se sont touchés. Le courant en provenance du panneau électrique a continué à alimenter le moteur du monte-personne en mode ascension.
- ➤ Le bouton d'arrêt d'urgence, situé sur le boîtier de commande, n'est pas connecté correctement. Ce mauvais branchement n'est pas en cause dans l'accident puisque le câble électrique du boîtiers a été sectionné.
- ➤ La première composante à faiblir lors d'une surcharge ou d'un blocage mécanique du monte-personne est la courroie qui relie le moteur au réducteur de vitesse par engrenages dont le ratio est de 30 tours pour 1 tour. Cette dernière s'est désagrégée avant que le relais de surcharge n'ait eu le temps de s'activer et de couper l'alimentation au moteur.



Dossier d'intervention

Numéro du rapport RAP0716657

DPI4143302

- Mise à part la manette de commande opérateur, il n'existe aucune autre forme de sécurité électrique fixe sur le monte-personne permettant de freiner immédiatement de manière électrodynamique le moteur de l'élévateur.
- Le niveau de sécurité de l'équipement devrait minimalement être de catégorie 2 pour ce type d'installation où le contrôle du système serait alors en mesure de détecter la perte de la fonction de sécurité et couper immédiatement la puissance du moteur.
- L'interrupteur de fin de course est de type 3 (étanche à l'eau de pluie et à la poussière) mais il n'est pas de type à action positive («positive break switch»).
- Contrairement à l'interrupteur sur lequel il est connecté, le connecteur de l'interrupteur de fin de course n'est pas étanche à l'eau, ni à l'humidité, ni à la poussière.
- ➤ Le monte-personne ne comporte pas de sectionneur installé à même le panneau de contrôle principal ou à proximité de ce dernier, ce qui n'est pas conforme aux normes d'installation électriques requises pour ce genre d'équipement.

Cette analyse démontre que l'ensemble des protections électriques qui ont été testées étaient fonctionnelles. Par contre, leur installation, le câblage utilisé et leur niveau de sécurité ne sont pas satisfaisants pour le niveau de sécurité requis par ce type d'installation et ce genre d'équipement.

#### 4.2.4 Norme applicable et réglementation :

La norme CAN/CSA-B311-02 « Code de sécurité sur les monte-personne » établit les exigences minimales visant la conception, la construction, l'installation, le fonctionnement, l'inspection, la mise à l'essai, l'entretien, la modification et la réparation des monte-personne installés de façon permanente et utilisés pour le transport vertical de personnes et s'il y a lieu de leurs outils et de leurs appareils. Ces monte-personne sont surtout installés dans des ouvrages dont notamment, des élévateurs à grains, des antennes radio et des tours de ponts. Cette norme énonce toutes les exigences qui doivent être respectées lors de la conception, la construction, l'installation et du fonctionnement des composantes d'un monte-personne dont notamment : des cabines, des parachutes, des câbles de suspension, des dispositifs électriques de protection.

#### 4.2.5 Formation ou compétence pour effectuer l'installation et l'entretien d'un montepersonne:

Selon le Ministère de l'Emploi et de la Solidarité Sociale Emploi-Québec, les personnes qui procèdent à l'installation et à l'entretien de monte-personne doivent détenir un certificat de qualification en mécanique d'ascenseur.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

4.2.6 Réglementation prévue pour la fabrication, la vente et la distribution d'un équipement:

Selon l'article 63 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail, nul ne peut fabriquer, fournir, vendre, louer, distribuer ou installer un produit, un procédé, un équipement, un matériel, un contaminant ou une matière dangereuse à moins que ceux-ci ne soient sécuritaires et conformes aux normes prescrites par règlement.

#### 4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Un court-circuit causé par la rupture du câble du boîtier de la télécommande du monte-personne provoque une ascension incontrôlée de ce dernier.

Au moment de l'accident, monsieur A utilisait le boîtier de commande à trois boutonspoussoirs afin de contrôler le monte-personne lors de son ascension. Le câble électrique qui relie ce boîtier au panneau de contrôle principal s'est sectionné. Conséquemment à sa rupture, certains fils composant le câble se sont touchés. L'ordre de montée du montepersonne s'est poursuivi sans qu'il soit possible pour monsieur A de l'arrêter et ce même en appliquant l'arrêt d'urgence que l'on retrouve sur le boîtier de commande. Cet arrêt d'urgence est relié au panneau de contrôle principal par le même câble électrique que celui qui a été sectionné.

La seule sécurité électrique qui aurait pu agir et arrêter l'ascension du monte-personne est le relais de protection contre les surcharges du moteur de l'équipement. Cependant, étant donné que le moteur est couplé à un réducteur de vitesse par engrenage dont le ratio est de 30 tours pour 1 tour, lui-même relié au moteur par une courroie et poulies, le relais de surcharge, même s'il est bien ajusté, ne peut s'activer lorsque survient un blocage mécanique. La première section du système à faiblir pour absorber une surcharge mécanique du monte-personne est la courroie qui fait le lien entre le moteur et le réducteur de vitesses. Cette dernière s'est désagrégée avant que le relais de surcharge n'ait eu le temps de s'activer et de couper l'alimentation au moteur à la suite à de l'événement.

Un court-circuit causé par la rupture du câble du boîtier de la télécommande du montepersonne provoque une ascension incontrôlée de ce dernier. À la suite à cette rupture et du court-circuit qu'y s'en est suivi, il a été impossible pour monsieur A d'arrêter le montepersonne.

Cette cause est retenue.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

4.3.2 La conception, l'installation et l'entretien du monte-personne présentent des déficiences qui rendent son utilisation non sécuritaire.

Selon les informations obtenues auprès du fabricant et du concepteur du monte-personne, aucun ingénieur n'a certifié que le monte-personne respecte les normes prescrites, dont notamment la norme CAN/CSA-B311-02 « Code de sécurité sur les monte-personne ». Celle-ci établit les exigences minimales visant la conception, la construction, l'installation, le fonctionnement, l'inspection, la mise à l'essai, l'entretien, la modification et la réparation des monte-personne installés de façon permanente. Elle énonce toutes les exigences qui doivent être respectées lors de la conception, la construction, l'installation et du fonctionnement des composantes d'un monte-personne dont notamment : des cabines, des parachutes, des câbles de suspension, des dispositifs électriques de protection.

Nos observations nous permettent de conclure que le monte-personne impliqué dans l'accident n'est pas conforme à la norme CAN/CSA-B311-02 « Code de sécurité sur les monte-personne ». Lors de l'utilisation de l'équipement, l'usager est exposé à différents dangers de cisaillement, de coincement et d'écrasement compte tenu de sa configuration. Dès l'entrée du monte-personne à l'intérieur de la crinoline l'usager peut être coincé entre le bâti du monte-personne et le pourtour de la crinoline. L'usager peut se retrouver coincé entre les échelons de l'échelle et le bâti du monte-personne. Il peut également être coincé lorsqu'une porte donnant accès à l'intérieur du silo est ouverte. Le monte-personne étant dépourvu de toit, et de dispositifs de détection de proximité, l'usager peut être coincé et écrasé entre le monte-personne et l'entonnoir qui dirige l'ensilage dans la chute conçue à cet effet. Ce dernier entrave la course du monte-personne lors de son ascension. C'est à cet endroit que monsieur A s'est fait coincé à la suite de la rupture du câble du boîtier de la télécommande.

En plus des risques de coincement, de cisaillement et d'écrasement, l'utilisateur du monte personne pourrait chuter lors du bris du seul câble d'acier qui retient la plate-forme du monte-personne. Nos observations nous ont démontré que le dispositif de freinage d'urgence est inefficace.

Concernant le fonctionnement et l'installation des composantes électriques de l'équipement, une analyse réalisée par le département des Technologies du Génie électrique du Cégep Lévis-Lauzon nous démontre que :

- ➤ Le type de câblage électrique de type « SJO » utilisé pour relier le boîtier de commande au panneau de contrôle principal ainsi que pour alimenter le moteur du monte-personne n'est pas permis et conforme aux dispositions prévues par le Code Canadien de l'électricité pour ce type d'équipement.
- Les câbles électriques sont mal protégés contre l'endommagement mécanique et ne sont pas soutenus.
- ➤ Outre le boîtier de commande, il n'existe aucune autre fonction de sécurité électrique fixe sur le monte-personne permettant d'arrêter en tout temps de manière électrodynamique le monte-personne lors d'une défaillance.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

➤ Le niveau de sécurité devrait être minimalement de catégorie 2. Le système serait en mesure de détecter la perte de la fonction de sécurité en cas de défaillance du système électrique et couper immédiatement la puissance du moteur.

L'interrupteur de fin de course du monte-personne n'est pas à action positive. De plus, il n'est pas étanche à l'eau, à l'humidité et à la poussière bien qu'il y soit exposé.

Le concepteur n'a reçu qu'une étude d'avant projet lui recommandant de concevoir le monte-personne en s'appuyant sur la norme B311-M1979 de l'ACNOR (CSA) «Safety Code for Manlifts». Or, aucun ingénieur n'a certifié que le monte-personne respecte cette norme ou les normes prescrites, dont notamment la norme CAN/CSA-B311-02 « Code de sécurité sur les monte-personne ». Il n'existe aucun plan détaillé du monte-personne outre que des croquis. Aucun manuel d'opération et d'entretien n'a été élaboré par le fabriquant.

Concernant l'installation du monte-personne impliqué dans l'accident, ces travaux ont été réalisés par des techniciens en installation d'équipements agricoles de l'entreprise Silo J-M Lambert inc. Les informations qui nous ont été transmises par cette entreprise nous démontrent qu'aucune de ces personnes ne détenaient un certificat de qualification en mécanique d'ascenseur requis pour l'installation de ce type d'équipement. Un certificat en mécanique d'ascenseur délivré en vertu de la Loi sur la formation et la qualification professionnelles et en respect du Règlement sur le certificat de qualification et sur l'apprentissage en matière d'électricité, de tuyauterie et de mécanique de systèmes de déplacement mécanisés dans les secteurs autres que celui de la construction est requis pour installer un monte-personne.

Son entretien est réalisé par les propriétaires de l'entreprise agricole. Aucune de ces personnes ne détient un certificat de qualification en mécanique d'ascenseur requis pour ces travaux.

Ces faits démontrent que la conception tant mécanique qu'électrique, l'installation et l'entretien du monte-personne présentent des déficiences qui rendent son utilisation non-sécuritaire.

Cette cause est retenue.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

#### **SECTION 5**

#### **5 CONCLUSION**

#### 5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis d'identifier les causes suivantes :

- Un court-circuit causé par la rupture du câble du boîtier de la télécommande du montepersonne provoque une ascension incontrôlée de ce dernier.
- La conception, l'installation et l'entretien du monte-personne présentent des déficiences qui rendent son utilisation non sécuritaire.

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

À la suite de l'accident, une interdiction d'utiliser le monte-personne a été émise à l'employeur étant donné que le monte-personne demeure en fonction malgré le fait que le fil du boîtier de commande est sectionné. De plus, l'utilisateur de cet équipement est exposé à des risques de coincement entre la structure mobile du monte-personne et certaines structures du silo telles les échelons de l'échelle que l'on retrouve dans la crinoline. Le rapport RAP9095767, visant l'intervention effectuée le jour de l'accident, fait état de cette demande.

Le 16 février 2011, une décision est émise à Usinage Pierre Laflamme enr. ainsi qu'à Agrizone 3000 inc. afin qu'elles cessent de fabriquer, fournir, distribuer, installer ou de vendre le monte-personne à silo de marque Agrizone 3000 pour les motifs suivants :

- Danger de chute : L'usager pourrait chuter en raison d'un bris de câble du monte personne. De plus, le dispositif parachute de l'équipement est non fonctionnel et inefficace.
- Danger de cisaillement : Lors de l'utilisation, l'usager s'expose à des dangers de cisaillement à son entrée dans la crinoline, entre les barreaux de l'échelle située derrière le monte-personne ainsi qu'au niveau des portes du silo lorsqu'elles sont ouvertes.
- Danger d'écrasement : L'usager peut-être coincé ou écrasé mortellement contre l'entonnoir de fibre de verre qui entrave la course du monte-personne.
- Problèmes électriques: Plusieurs problèmes au niveau électrique ont été observés dont notamment que le contrôleur du monte-personne ne comporte aucun circuit de redondance afin de prévenir sa mise en marche accidentelle. De plus, le câble de la manette de commande est un simple câble à 4 conducteurs de type « cabtire SJO ». Ce type de câble n'est pas autorisé pour être utilisé comme câble mobile de monte-personne. Il ne respecte pas les normes électriques prescrites pour l'application qui lui est attribuée (frottement du câble sur des pièces en métal).



Dossier d'intervention

Numéro du rapport RAP0716657

DPI4143302 RA

Les mesures suivantes doivent être prises avant de fabriquer, fournir, distribuer, installer ou de vendre le monte-personne à silo de marque Agrizone 3000:

- revoir et modifier la conception du monte-personne de façon à respecter les normes applicables pour ce type d'équipement;
- Obtenir une attestation d'un ingénieur spécifiant que la conception et la fabrication du monte-personne respecte les éléments de sécurité des normes prescrites pour ce type d'équipement.

De plus, la fabrication, l'installation, la distribution et la vente des montes-personne à silo Agrizone 3000 ne peuvent reprendre avant qu'un inspecteur ne l'ait autorisé. Le rapport RAP0473988 fait état de cette interdiction.

#### 5.3 Recommandations

L'analyse des circonstances de l'accident a mis en évidence des lacunes importantes quant à la conception et l'installation du monte-personne d'Agrizone 3000 :

- La conception de l'appareil fait en sorte qu'il y a, notamment, des dangers de chute, d'écrasement et de cisaillement ainsi que des problèmes électriques.
- L'installation et l'entretien n'ont pas été réalisés par une personne détenant un certificat de qualification, tel que requis par la réglementation applicable.

Étant donné les lacunes et qu'un accident mortel est survenu, la CSST considère que les monte-personne de marque Agrizone 3000 vendus jusqu'à maintenant présentent des risques sérieux pour la sécurité des utilisateurs.

Aussi, la CSST informera les employeurs qui sont susceptibles de posséder un montepersonne de marque Agrizone 3000 des conclusions de son enquête et des risques reliés à l'utilisation de celui-ci. De plus, elle leur rappellera leurs obligations concernant la santé, la sécurité et l'intégrité physique du travailleur, notamment, l'obligation d'utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques et celle de fournir un matériel sécuritaire et d'assurer son maintien en bon état.

La CSST, transmettra également les conclusions de son enquête, à l'Association des marchands de machines aratoires du Québec ainsi qu'à l'Association des grossistes en machinisme agricole du Québec afin qu'elles informent leur membres des circonstances et des causes de l'accident et leur rappellent leurs obligations en matière de conception, d'installation et d'entretien sécuritaire des machines et autres équipements agricoles.

Enfin, la CSST transmettra les conclusions de son enquête à l'Union des producteurs agricoles du Québec et à l'Association canadienne de sécurité agricole afin qu'elles informent leurs membres des circonstances et des causes de l'accident ainsi que des risques associés aux monte-personne pour silo.



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

## **ANNEXE A**

Accidenté

**ACCIDENTÉ** 

Nom, prénom : A

Sexe :

Âge :

Fonction habituelle : Propriétaire et ouvrier agricole

Fonction lors de l'accident : Propriétaire et ouvrier agricole

Expérience dans cette fonction : Monsieur A a toujours travaillé à la ferme

familiale.

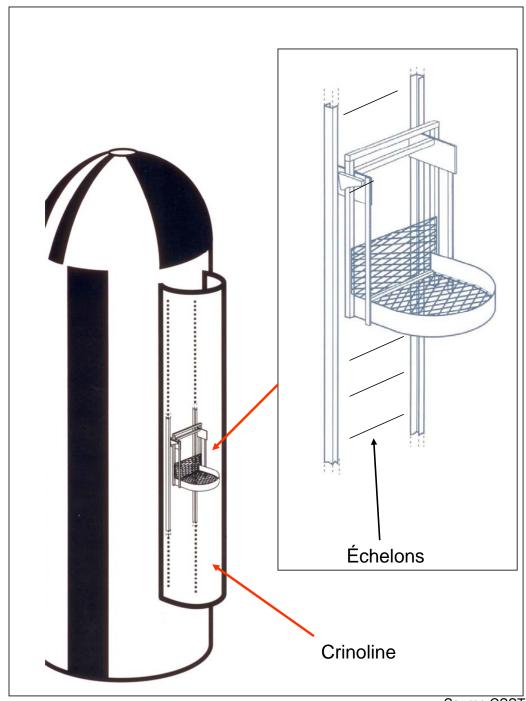
Syndicat : N/a



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

**ANNEXE B** Croquis ou plans



Source CSST

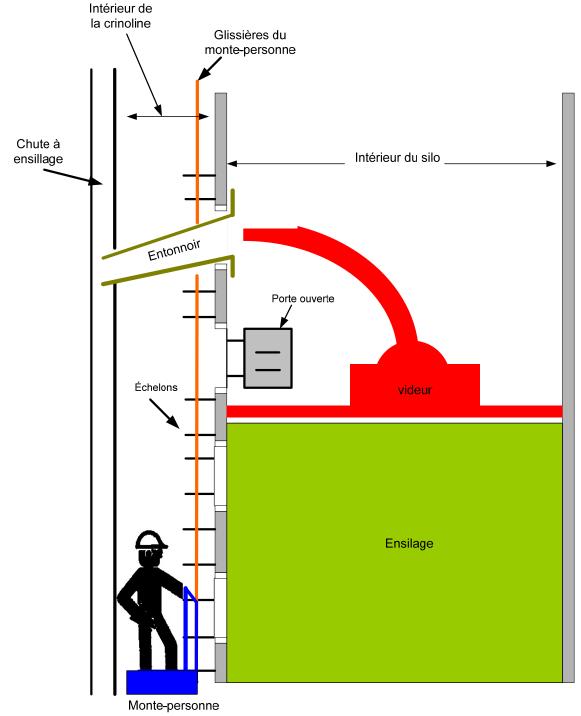
Croquis effectué à partir du feuillet publicitaire du fabricant.

Croquis 1



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657



Source CSST

Croquis vue en coupe de l'intérieur du silo et de la crinoline où se déplace le montepersonne

**Croquis 2** 



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

#### ANNEXE C

#### Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Monsieur B, propriétaire Ferme Coupar Inc.

Monsieur C, propriétaire Ferme Coupar Inc.

Monsieur E, employé Ferme Coupar Inc.

Monsieur D, ami de la famille.

Monsieur F, fabricant et propriétaire Agrizone 3000 Inc.

Monsieur G, concepteur du monte-personne

Monsieur H, Silo J-M Lambert

Monsieur Stéphan Asselin, inspecteur Régie du bâtiment du Québec

Monsieur Serge Blais, professeur au département des technologies du Génie électrique du Cégep de Lévis-Lauzon.

Monsieur Christian Blais, agent d'aide socio-économique, ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale.

Docteure L, centre hospitalier de Thetford-Mines Docteure Louise Boulianne, coroner

Monsieur Denis Lachance, lieutenant service d'incendie de la ville de Thetford-Mines. Monsieur Yan Blais, pompier service d'incendie de la ville de Thetford-Mines.

Monsieur Michel Dodier, sergent Sûreté municipale ville de Thetford Mines



Dossier d'intervention DPI4143302

Numéro du rapport

RAP0716657

## ANNEXE D

Risques identifiés par la Régie du bâtiment



Dossier d'intervention DPI4143302

Numéro du rapport

RAP0716657



Trois-Rivières, 25 janvier 2011

Monsieur Christian Roy, inspecteur Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec 835, rue de la Concorde Saint-Romuald (Québec) G6W 7P7

OBJET:

Visite d'inspection du 14 décembre 2010

Lieu: Ferme Coupar inc., 1745 rue Johnson à Thetford-Mines No intervention: 1-396483794 No site: 1-396483511

#### Monsieur,

La présente fait suite à notre rencontre du 14 décembre dernier concernant le monte-personne d'un silo au site cité en objet.

Bien que la Loi sur le bâtiment (L.R.Q., chapitre B - 1.1) s'applique pour un tel appareil, la Régie du bâtiment n'a adopté aucune norme de référence ou code en regard des particularités de l'appareil concerné. Toutefois afin de vous guider dans vos futures actions vous permettant d'assurer la sécurité des travailleurs utilisant ce type d'appareil, nous vous adressons une liste non exhaustive des principaux risques relevés sur cette machine.

#### Danger de chute :

L'usager pourrait chuter en raison d'un bris de câble porteur. Cet appareil n'a qu'un seul câble de petit diamètre et de plus le système de parachute de plateforme est non fonctionnel et inefficace. La plate-forme n'est pas munie de parois ni de toit.

#### Danger de cisaillement :

Lors de l'utilisation du monte-personne, l'usager s'expose à des dangers de cisaillement à son entrée dans la gaine (crinoline) ainsi qu'au niveau des portes du silo. De plus, les échelons de l'échelle d'accès au silo font saillie et représentent des risques de coincements.

> Trois-Rivières Ouebec

1" étage, bureau 115 Trois-Rivières (Québec) G9A 5S9 Téléphone : 819 371-6181 Sans frais : 1 800 567-7683 Télécopieur : 819 371-6967 trois-rivières@rbq.gouv.qc.ca www.rbq.gouv.gc.ca

100, rue Laviolette

Saguenay Sept-lies

...2



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

Ferme Coupar inc., 1745 rue Johnson à Thetford-Mines

2

#### Danger écrasement :

La plate-forme étant dépourvue de toit et de parois ou d'un dispositif de détection de proximité d'obstacles, l'usager pourrait être coincé ou écrasé avec un obstacle fixe se trouvant dans la gaine d'accès de la plate-forme.

#### Problèmes électriques :

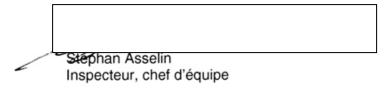
Le panneau de contrôle de l'appareil ne porte pas de marquage d'approbation tel que l'ASTM A17.5 - B44.1 concernant les ascenseurs. Les fonctions de ce contrôleur ne comprennent aucun circuit de redondance prévenant la mise en marche « non souhaitée » du moteur d'entraînement advenant une simple mise à la terre d'un composant électrique ou la défaillance d'un interrupteur.

#### Autres points :

Le câble de levage passe au travers du toit du bâtiment et est en contact avec la tôle du toit. Son enroulement sur le tambour est non guidé et l'empilement est désordonné. Certains interrupteurs de sécurité sont absents tels que l'interrupteur de mou de câble et celui de la prise des parachutes de plate-forme.

Pour toute autre information, n'hésitez pas à contacter le soussigné par téléphone 819 695-3670 ou par courriel à l'adresse suivante : stephan.asselin@rbq.gouv.qc.ca.

Veuillez recevoir, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.



c.c. François Moore, chef de service, Régie du bâtiment du Québec



Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport RAP0716657

## **ANNEXE E**

Analyse du fonctionnement des composantes électriques du monte-personne département des Technologies du Génie électrique du Cégep Lévis-Lauzon



Expertise concernant le fonctionnement et l'installation électrique d'une plate-forme élévatrice de marque Agrizone 3000 pour silo ainsi que l'analyse des protections électriques qui s'y rattachent

Présenté à : CSST (Commission de la santé et sécurité du travail)

777, rue des promenades

St-Romuald (Québec) G6W 7P7

À l'attention de : Mr. Christian Roy

**Inspecteur CSST** 

Préparé par : Serge Blais, T.Sc.A., B.T.B.A.

CÉGEP DE LÉVIS-LAUZON

Département des Technologies du Génie Électrique

205, rte Mgr-Bourget

Lévis (Québec)

**G6V 6Z9** 

Vérifié par : Denis Villeneuve, Ing. Électrique, Coordonnateur du département

des Technologies du Génie Électrique

Réalisé à : Lévis, du 26 novembre au 20 décembre 2010

# Table des matières

1.	Man	dat	3
2.	Résu	ımé de la visite des lieux de l'accident de travail	4
3.	Prés	entation de l'équipement	6
4.	Clari	fication des points et réponses aux questions du mandat	8
	4.1	Description du système de commande électrique	8
	4.2	Branchement du relais de surcharge du moteur	10
	4.3	Ajustement du relais de surcharge du moteur	11
	4.4	Protection contre les courts-circuits	13
	4.5	Manette de commande opérateur	14
	4.6	Résumé de l'ensemble des protections électriques	21
<b>5.</b>	Cond	clusion et recommandations	24
	5.1	Conclusion	24
	5.2	Recommandations au niveau de l'installation électrique	26
6.	Ann	exe sur la sécurité des machines	28
	6.1	Niveaux de sécurité	28
	6.2	Interrupteurs de sécurité à action positive	30
	6.3	Relais de sécurité	32

#### 1. Mandat

Suite à un accident de travail mortel, survenu le 13 novembre 2010 chez « Ferme Coupar Inc. », nous avons été mandatés par la CSST pour effectuer une expertise technique le 19 novembre 2010, sur une plate-forme élévatrice pour silo de marque Agrizone 3000 installé de façon permanente sur un silo servant à effectuer de l'ensilage de foin.

Le présent rapport contient les résultats de l'expertise technique et fournit les réponses aux questions formulées par les inspecteurs de la CSST, soit :

- a) Est-ce que le relais de surcharge (« overload ») est fonctionnel et branché selon les normes prescrites?
- b) Quel est l'ajustement du relais de surcharge (« overload ») du moteur électrique de l'équipement et est-ce que cet ajustement respecte les normes du code électrique en fonction du moteur de l'équipement?
- c) Quelle est la valeur de la protection contre les courts-circuits de l'équipement et est-ce que cette valeur respecte les normes du code électrique en fonction de l'installation électrique?
- d) La manette de commande opérateur de l'ascenseur est-elle fonctionnelle?
- e) La manette de commande opérateur est-elle correctement branchée et selon le niveau de sécurité requis?
- f) Quel est le niveau de sécurité de la manette de commande opérateur de l'ascenseur?
- g) Les réparations observées sur le fil de la télécommande ont-elles été effectuées selon les règles de l'art et/ou selon les normes prescrites?
- h) En résumé, l'ensemble des protections électriques que l'on retrouve sur l'équipement sont-elles fonctionnelles, correctement branchées et suffisantes pour le niveau de sécurité requis?

#### 2. Résumé de la visite des lieux de l'accident de travail

La visite chez l'entreprise « Ferme Coupar Inc. », située à proximité de Thetford Mines, a eu lieu le jeudi 26 novembre 2010. Cette visite fut effectuée par M. Serge Blais du Dept. des Technologies du Génie Électrique du Cégep de Lévis-Lauzon, accompagné de M. Christian Roy, Inspecteur à la CSST ainsi que de M. Roger Gagné, Ingénieur Électrique et Inspecteur pour la CSST.

De plus, un membre du personnel de l'entreprise, mandaté par « Ferme Coupar Inc. » était également sur place avec nous, tout au long de notre expertise.

Sur le site de l'entreprise, nous avons tout d'abord inspecté les lieux et circonstances de l'accident pour ensuite procéder à la vérification du fonctionnement de la plate-forme élévatrice et plus particulièrement, à l'analyse des protections électriques qui s'y rattachent. Cela dans un but d'analyse et de synthèse des aspects reliés à la sécurité de l'équipement qui aurait été utilisé par le travailleur menant à l'accident de travail mortel.



Photo 1 : lieu de l'accident incluant la plate-forme élévatrice Agrizone 3000 (en position basse)

Comme vous pouvez le constater, il s'agit d'une plate-forme élévatrice de petite dimension, dont la capacité est d'une personne, de marque Agrizone 3000 qui est installée de manière permanente sur une unité d'ensilage d'une hauteur approximative de 90 pieds.

Par ailleurs, tout au long de notre expertise sur place, nous avons bénéficié de l'excellente collaboration d'un des membres du personnel de l'entreprise qui nous a assistés lors de nos interventions de fonctionnement mécaniques et électriques sur l'équipement.

#### En résumé, durant cette journée chez « Ferme Coupar Inc. », nous avons :

- 1. Inspecté les lieux de l'accident.
- 2. Identifié les principaux équipements mécaniques et électriques nécessaires au fonctionnement de l'ascenseur et à l'aspect sécurité électrique.
- 3. Effectué la lecture et l'interprétation des plans électriques des équipements.
- 4. Remis l'équipement en état de fonctionner (le remplacement d'une courroie d'entraînement ainsi que le contournement (« by-pass ») de certaines composantes électriques furent nécessaires).
- 5. Réalisé des prises de mesures et effectué la vérification de plusieurs composantes électriques de protection, de commande et de puissance (les tests furent réalisés à vide et en charge, et ce, aussi bien en montant qu'en descendant la plate-forme).
- 6. Vérifié l'ajustement des composantes de protection de l'équipement.
- 7. Réalisé des prises d'images de diverses composantes mécaniques et électriques des équipements reliés à la plate-forme élévatrice Agrizone 3000.
- 8. Travaillé en étroite collaboration avec un membre du personnel de chez « Ferme Coupar Inc. » qui était sur place et avec nous tout au long de cette journée.

# 3. Présentation de l'équipement

L'équipement dont il est question dans ce rapport d'expertise consite en une plate-forme élévatrice de marque Agrizone 3000 dont les principales spécifications apparaissent cidessous:

Capacité : - une personne

- poids max 300 lbs

- vitesse d'ascension de 34 pieds à la minute

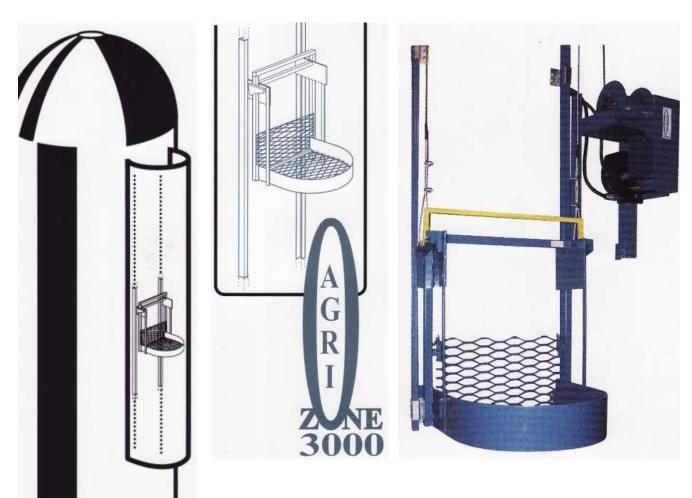


Photo 2, 3, 4 : plate-forme élévatrice Agrizone 3000 (photos de courtoisie de l'entreprise Agrizone 3000)

Selon les premières informations recueillies, le travailleur était seul dans la plate-forme élévatrice pendant l'ascension lorsque l'accident de travail fatal s'est produit.

Par ailleurs, suites aux informations préliminaires obtenues, le travailleur utilisait le boîtier de commande à trois boutons poussoirs (monter-descendre-stop) que l'on peut voir sur la photo ci-dessous :

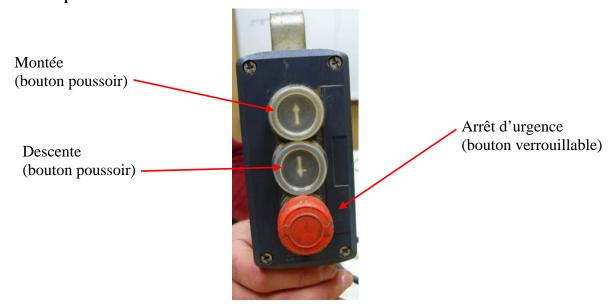


Photo 5 : boîtier de commande opérateur de la plate-forme élévatrice Agrizone 3000

Ce boîtier de commande est relié par un câble (à quatre conducteurs) au panneau de contrôle de la plate-forme élévatrice et était en ascension, aux environs de 60 pieds de hauteur, lorsque l'accident de travail mortel s'est produit. De plus, selon nos premières observations, nous avons également constaté que le câble de la télécommande à trois boutons poussoirs fut sectionné lors de cette ascension et que le bouton poussoir « arrêt d'urgence » était enfoncé.

Suite à ces constatations principales, le présent rapport répondra aux interrogations précisées au mandat demandé (voir page 3) afin de permettre d'aider à faire la lumière sur cet accident de travail mortel survenu chez « Ferme Coupar Inc. » et pour appuyer et compléter les recommandations émises par la CSST.

### 4. Clarification des points et réponses aux questions du mandat

# 4.1 Description du système de commande électrique

La photo ci-dessous représente la façade du panneau de contrôle électrique de la plateforme élévatrice. On y retrouve les mêmes fonctionnalités (monter — descendre — arrêt d'urgence) que celles qui sont disponibles sur la manette de commande opérateur (voir photo 5 à la page précédente) que l'on peut utiliser pour opérer la plate-forme élévatrice à distance et lorsqu'on se trouve à l'intérieur de celle-ci.



Photo 6 : façade du panneau de contrôle électrique de la plate-forme élévatrice Agrizone 3000

À l'intérieur du panneau de contrôle électrique, on retrouve les principaux équipements suivants permettant de contrôler et de protéger le moteur de la plate-forme élévatrice :

#### Borniers des entrées/sorties du panneau

Entrée électrique du panneau incluant fusibles au primaire et au secondaire du transfo

Relais de surcharge (« overload ») du moteur

Contacteur « descente »

Transformateur (240 V à 24 V) pour la partie commande du système

Contacteur « montée »

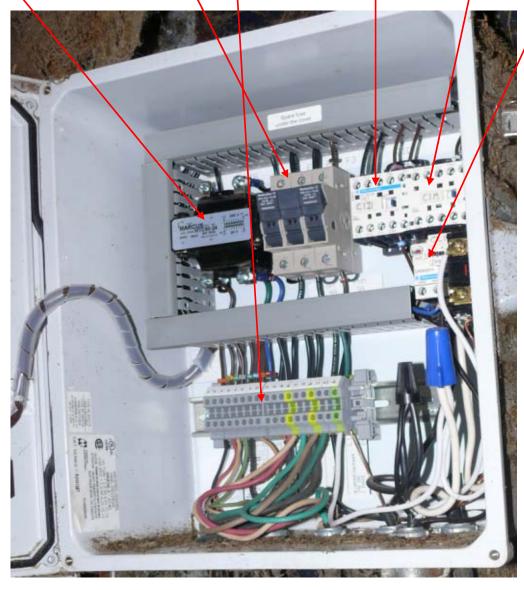


Photo 7 : intérieur du panneau de contrôle électrique de la plate-forme élévatrice Agrizone 3000

# 4.2 Branchement du relais de surcharge du moteur (point a du mandat)

Nous avons tout d'abord vérifié que le relais de surcharge du moteur (« overload ») était bien branché et qu'il respectait les normes électriques. Par la suite, à l'aide des boutons de test et reset, nous avons réalisé le test de fonctionnalité du relais de surcharge **avec le moteur de la plate-forme élévatrice sous-tension et en marche**.



Photo 8 : relais de surcharge (« overload ») du moteur

Suite à nos tests et observations, nous confirmons que le relais de surcharge du moteur de la plate-forme élévatrice est effectivement bien branché selon les normes électriques en vigueur et qu'il était fonctionnel lors des tests que nous avons réalisés.

# 4.3 Ajustement du relais de surcharge du moteur (point b du mandat)

Pour répondre à ce point et déterminer la valeur de l'ajustement du relais de surcharge protégeant le moteur de la plate-forme élévatrice, il faut connaître les spécifications de ce moteur électrique :



Courant nominal du moteur à pleine charge ou « Full Load Ampacity »

Photo 9 : plaque signalétique du moteur

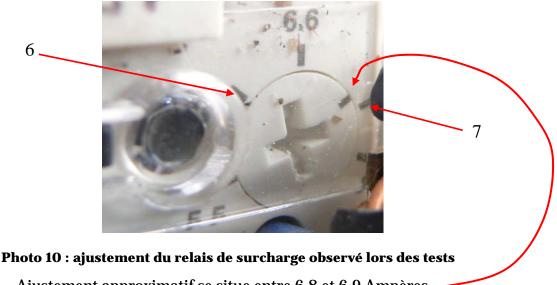
Coefficient de surcharge de ce moteur ou « Service Factor » = 1,15

**Selon l'article 28-306, art 1,** du Code canadien de l'électricité, qui défini le choix de déclenchement des dispositifs de protection contre les surcharges, les dispositifs réglables (tel que le relais de surcharge utilisé dans le cas présent) « ... doivent être réglés pour déclencher aux pourcentages suivants :

- a) 125% du courant nominal à pleine charge d'un moteur dont le coefficient de surcharge est marqué à au moins 1,15; ou
- b) 115% du courant nominal à pleine charge d'un moteur dont le coefficient de surcharge n'est pas marqué ou si le coefficient de surcharge marqué est inférieur à 1,15. »

Par conséquent, la valeur de l'ajustement du relais de surcharge devrait être déterminé comme suit :

- Courant nominal à pleine charge du moteur = 5,5 Ampères à 230 Volts avec SF = 1,15
- 1,25 \* 5,5 A = **6,875 A** = *ajustement du relais de surcharge pour ce moteur*



Ajustement approximatif se situe entre 6,8 et 6,9 Ampères

Selon nos observations, calculs et vérifications, nous pouvons constater que l'ajustement du relais de surcharge du moteur de la plate-forme élévatrice est adéquat et respecte le code canadien de l'électricité en rapport avec les spécifications du moteur.

Par ailleurs, afin de vérifier la bonne condition du moteur et le fonctionnement mécanique adéquat de la plate-forme élévatrice, nous avons réalisé des tests à vide et en charge, et ce, en montée et en descente dont les résultats apparaissent ci-dessous :

Résultats des tests de fonctionnement	Courant tiré par le moteur	
électrique de la plate-forme-élévatrice	En montée	En descente
Test à vide (aucune personne sur la plate-forme)	5,1 Amps	4,7 Amps
Test en charge (une personne sur la plate-forme)	5,4 Amps	4,6 Amps

Toutes les valeurs obtenues sont inférieures au courant nominal à pleine charge inscrit sur la plaque signalétique du moteur (5,5 Amps); donc l'ensemble constitué du moteur et de son entraînement mécanique ont un comportement ou fonctionnement normal.

#### 4.4 Protection contre les courts-circuits (point c du mandat)

D'entrée de jeu, nous constatons que l'équipement en question ne comporte pas de sectionneur installé à même le panneau de contrôle électrique, ni situé à proximité du panneau de contrôle électrique, ni même localisé dans la même pièce que l'équipement qu'il doit alimenter, ce qui ne rencontre pas les normes d'installations électriques requises pour ce genre d'équipement.

En effet, selon **l'article 28-604, art. 3**, du code Code canadien de l'électricité, « ... le dispositif de sectionnement d'un moteur, du démarreur ou du contrôleur du moteur doit être situé :

- a) dans un endroit d'où on peut voir le moteur et à une distance d'au plus 9 m du moteur et de la machine entraînée par celui-ci; et
- b) dans un endroit d'où on peut voir le démarreur ou le contrôleur à une distance d'au plus 9 m de ces derniers. »

Or, le seul dispositif de sectionnement et de protection contre les courts-circuits que nous avons repéré concernant l'équipement en question est un disjoncteur de 10 A – 240 V localisé dans un panneau de service qui de plus, est situé dans une autre pièce de l'entreprise... Ce qui ne respecte pas les normes d'installations requises par l'article 28-604, et ce, même si la valeur de la protection contre les courts-circuits de 10 A pour l'artère de service de l'équipement dont il est question est adéquate.

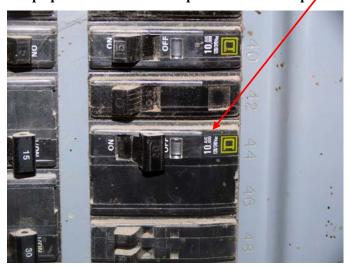
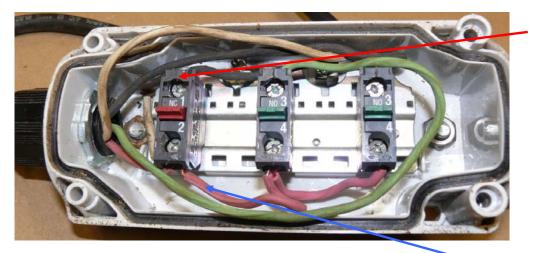


Photo 11 : disjoncteur qui alimente le panneau de contrôle électrique de la plate-forme élévatrice

# 4.5 Manette de commande opérateur (points d, e, f, g du mandat)

Tout d'abord, suite aux tests de vérification et de fonctionnement de la manette de commande opérateur, nous avons constaté l'anomalie suivante :



Sortie du contact du bouton d'arrêt d'urgence

Photo 12 : intérieur de la manette de commande opérateur avec fil mal connecté

Tel que l'on peut l'observer, le fil de sortie du bouton d'arrêt d'urgence (bouton de gauche) qui alimente les deux autres boutons (montée et descente), n'est pas connecté au bon endroit... De cette façon, lorsqu'on appuie sur le bouton montée ou descente et en même temps que sur l'arrêt d'urgence, l'action en cours se poursuit quand même!

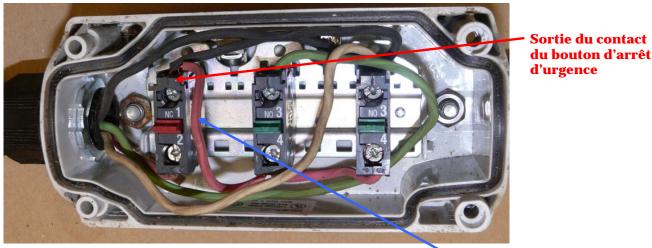


Photo 13 : intérieur de la manette de commande opérateur avec fil bien connecté

Le contact du bouton d'arrêt d'urgence doit plutôt être **placé en série** avec les deux autres contacts (montée et descente) pour être en mesure de couper le courant lorsque l'arrêt d'urgence est actionné en même temps qu'un des deux autres boutons poussoirs.

À la suite de la modification du branchement à la page précédente, la manette de commande opérateur comme telle est maintenant pleinement fonctionnelle.

Cependant, ce n'est pas ce mauvais branchement qui aurait causé l'accident de travail tragique. Autrement dit, pour le cas particulier dont il est question ici, cela n'aurait rien changé que le contact du bouton d'arrêt d'urgence soit placé ou non en série avec l'alimentation des contacts des deux autres boutons poussoirs (montée et descente).

Voici plutôt l'explication circonstancielle de ce qui s'est vraisemblablement passé concernant le fonctionnement de l'équipement lors de cet accident de travail mortel qui est survenu le 13 novembre 2010.

Dès le départ, les enquêteurs qui ont travaillé sur ce dossier ont constaté que le câble reliant la manette de commande opérateur au panneau de contrôle électrique fut sectionné pendant que le travailleur était en ascension sur la plate-forme élévatrice. Tel que l'on peut le voir sur la photo ci-dessous, le câble électrique de la manette opérateur dont on ne voit ici qu'une petite partie est relativement long (aux environs de 100 pieds) et **ne possède aucune gaine ou enveloppe flexible en métal**.

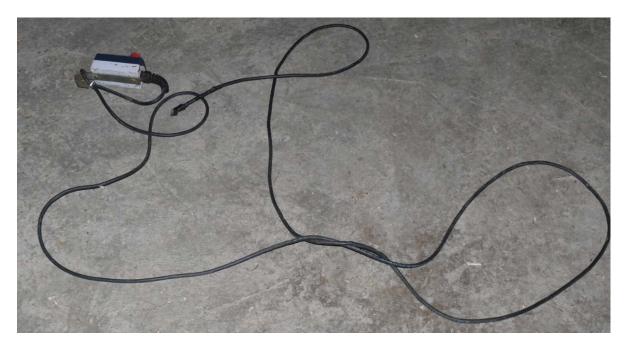


Photo 14: manette de commande opérateur et une section de son câble

En effet, tel que déduit par les enquêteurs, le câble de la manette opérateur s'est coincé pendant le déplacement de la plate-forme élévatrice entre le côté du silo et le châssis de la plate forme élévatrice. Par ailleurs, on peut constater sur les photos suivantes, que le câble comporte plusieurs marques de frottement ainsi que des déchirures.









Photo 15, 16, 17, 18 : sections de câble de la manette de commande opérateur abîmés

De plus, on peut voir sur la photo ci-contre que le câble avait également déjà été réparé, mais d'une manière peu professionnelle. En effet, une telle technique de réparation utilisant des unions sans soudure ne respecte pas les standards et techniques de réparation en électronique industrielle. On doit souder les fils et les isoler par la suite avec une gaine thermo-rétrécissante (« heat shrink cable »).

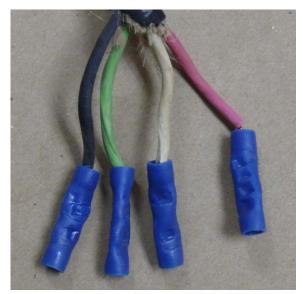


Photo 19: réparation non professionnelle

Tel que mentionné précédemment, le câble de la manette de commande opérateur fut sectionné lors de l'ascension de la plate-forme élévatrice... Mais comment se fait-il que cela n'ait pas coupé le courant sur l'équipement de commande du moteur?

À l'aide des photos de l'extrémité du câble sectionné de la manette de commande opérateur qui provient du panneau électrique de commande de l'équipement et en analysant une partie des plans électriques, voici la démonstration de ce qui s'est passé au niveau du fonctionnement électrique de l'équipement.



Vue de côté du câble sectionné non-dégainé

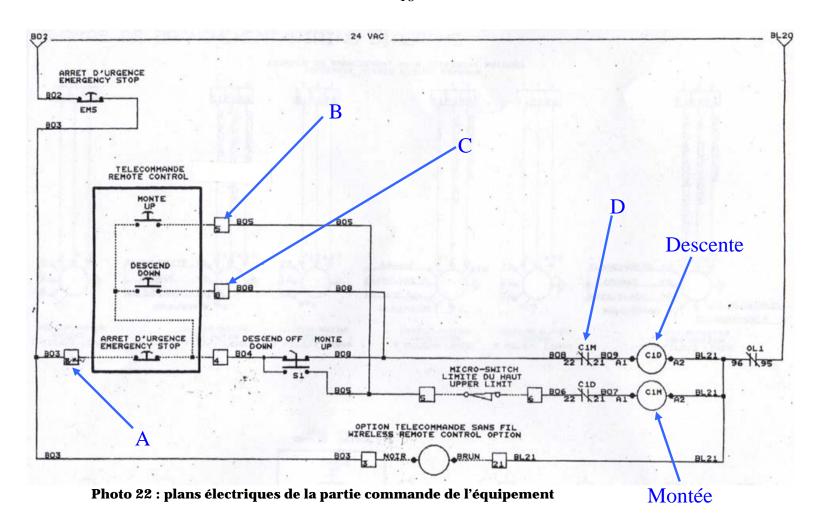
Photo 20 : câble sectionné de la manette de commande opérateur (côté du panneau électrique)



Vue de face du câble sectionné non-dégainé

Photo 21 : câble sectionné de la manette de commande opérateur (côté du panneau électrique)

Sur les deux photos ci-haut, on peut constater que lors du sectionnement du câble de la manette de commande opérateur, parmi les quatre fils présents dans le câble, deux d'entre eux ou plus se sont touchés.



Lors du sectionnement du câble, le fil pointé par la flèche A a touché au fil pointé par la flèche B. Ce faisant, le courant en provenance du panneau de contrôle électrique (du fil A) a pu retourner directement (sans devoir passer par la manette de commande opérateur) au panneau de contrôle électrique pour alimenter la bobine du contacteur montée C1M, qui enclenche le contacteur qui a son tour, active le moteur dans le bon sens pour monter la plate-forme. Même si par la suite, le fil pointé par la flèche C (ordre de descente pour la bobine C1D) touchait un autre fil sous tension, la plate-forme continuerait à monter puisque le contact pointé par la flèche D est activé (devient ouvert).

Il nous apparaît que la description présentée ci-dessus correspond assurément au scénario de ce qui s'est réellement passé lors de cet accident de travail fatal. Des recommandations pour diminuer grandement les risques qu'une telle situation ne se reproduise sont présentées à la section 5 de ce document.

Mesure de résistance entre les fils 803 et 805 **avant de dégainer le câble** en provenance du panneau électrique de commande vers la manette opérateur prouvant le

scénario décrit à la page précédente :



Photo 23 : bornier de raccordement des fils de la manette opérateur

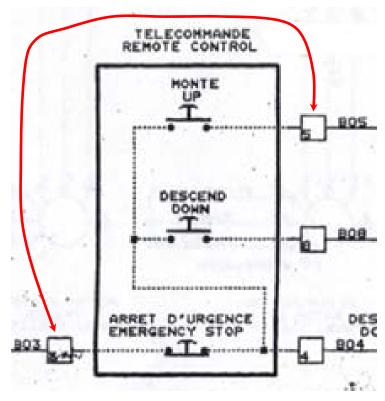


Photo 24 : section de plan représentant les fils 803 et 805



Photo 25: mesure d'un court-circuit (presque-franc à 2,70hms) entre les fils 803 et 805

Concernant maintenant le niveau de sécurité de cet équipement, incluant la manette de commande opérateur de plate-forme élévatrice, celui-ci est vraiment de **niveau minimal**. En effet, parmi les cinq niveaux de sécurité (B, 1, 2, 3 et 4), ce système correspond à la **catégorie de sécurité la plus faible et la moins fiable, soit le niveau B**.

Voici ci-dessous une brève description de chacun des niveaux de sécurité, et pour plus d'informations, voir l'**annexe** sur la **sécurité des machines** présentée au point 6.

- Niveau B : contacts standards, aucune redondance (dualité), ni diversité, ni fonction de surveillance ou de diagnostique.
- Niveau 1 : contacts à action positive (plus fiable), aucune redondance (dualité), pas de diversité, ni de fonction de surveillance ou de diagnostique.
- Niveau 2 : contacts à action positive, aucune redondance (dualité), ni diversité, mais possède fonction de surveillance et de diagnostique (« monitoring »).
- Niveau 3 : contacts à action positive, redondance (dualité), diversité et fonction de diagnostique (« monitoring »).
- Niveau 4 : contacts à action positive, redondance (dualité), diversité et fonction de diagnostique (« monitoring »), signaux pulsés.

Nonobstant le niveau de sécurité de l'équipement, nous avons constaté que le câble de la manette de commande est un simple câble à 4 conducteurs de type « cabtire SJO » (semblable aux câbles d'extension ou de cordon électrique utilisés de manière temporaire). Un tel type de câble <u>sans gaine protectrice ou armature de métal</u> ne respecte pas les normes électriques prescrites pour l'application qui lui est attribuée (frottement du câble sur des parties en métal).



Photos 26, 27 : sections de câble de la manette de commande opérateur

En effet, **selon le Code canadien de l'électricité**, concernant les gaines et les méthodes de câblage des ascenseurs, à **l'article 38-021**, à **l'annexe B et au tableau 11**, il est mentionné que les câbles de type SJO ne sont pas autorisés pour être utilisés comme câbles mobiles d'ascenseur et ne peuvent être utilisés qu'en tant que composants d'appareillage. Pour des emplacements humides (ou secs), le Code canadien de l'électricité **l'article 38-021 et le tableau 11** stipulent que les câbles mobiles d'ascenseur doivent être de type E, ETT, ETP ou EO.

#### 4.6 Résumé des protections électriques (point h du mandat)

Les protections électriques de l'équipement comportent les aspects suivants :

- a) Un disjoncteur de 10 Ampères pour l'alimentation du panneau de contrôle électrique et pour la protection contre les courts-circuits.
- b) Des fusibles au primaire (de 0,4 A) et au secondaire (3 A) du transformateur dédié à la partie contrôle du système dans le panneau électrique de contrôle.
- c) Un dispositif de protection (relais de surcharge) pour protéger le moteur contre les surcharges.
- d) Un interrupteur de fin de course de catégorie B pour l'arrêt de la plate formeélévatrice en position « limite haute ».

Tel que déjà mentionné dans ce rapport, l'ensemble des protections électriques ont été testées et étaient fonctionnelles. Par contre, leur installation, le câblage utilisé et leur niveau de sécurité ne sont pas satisfaisant pour le niveau de sécurité requis par ce type d'installation et ce genre d'équipement.

# En effet, on retrouve des lacunes importantes au niveau de l'installation et du câblage des équipements, dont voici les principaux aspects :

- 1. Aucun sectionneur pour couper l'alimentation du panneau de contrôle électrique de la plate-forme élévatrice n'est installé dans la pièce où se trouve l'équipement.
- 2. Le type de câble utilisé (type SJO) pour alimenter le moteur de la plate-forme élévatrice n'est pas permis pour ce type d'application et d'installation.
- 3. Le type de câble utilisé (type SJO) pour relier la manette de commande opérateur au panneau électrique de contrôle n'est pas adéquat pour ce type d'installation (ascenseur/monte-charge) où les câbles sont exposés aux frottements et où il y risque de coincement. Les articles 38-011 (isolants et types de conducteurs) et 38-021 (câblage) du Code canadien de l'électricité spécifient les normes et règles à respecter concernant ce type d'installation et d'équipement.
- 4. En plus de ne pas être autorisés à être employés pour ce type d'installation, la plupart des câbles utilisés ne sont pas bien soutenus et sont mal protégés contre l'endommagement mécanique.



Photo 28 : câbles non-conformes et non soutenus



Photo 29 : câbles non-protégés contre le frottement mécanique

- 5. L'interrupteur de fin de course est de type 3 (étanche à l'eau de pluie et à la poussière) mais il n'est pas de type à action positive («positive break switch»).
  - *☞ Voir type d'interrupteur de sécurité à action positive en annexe (au point 6.2)*
- 6. Contrairement à l'interrupteur sur lequel il est connecté, le connecteur de l'interrupteur de fin de course n'est pas à étanche à l'eau ni à l'humidité, ni à la poussière.

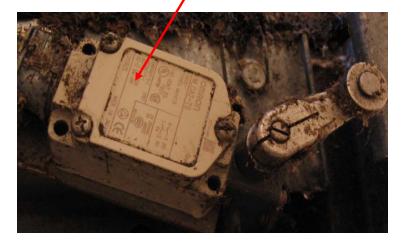




Photo 30 : pas de symbole « action positive » sur l'interrupteur

Photo 31 : connecteur non étanche

- 7. À part la manette de commande opérateur, il n'existe aucune autre forme de sécurité électrique fixe dans la plate-forme élévatrice permettant de freiner immédiatement de manière électrodynamique le moteur de l'élévateur.
- 8. Le niveau de sécurité de l'équipement devrait minimalement être de catégorie 2 pour ce type d'installation où le contrôle du système serait alors en mesure de détecter la perte de la fonction de sécurité.
  - Voir catégories de niveau de sécurité machine en annexe (au point 6.1)

#### 5. Conclusion et recommandations

#### 5.1 Conclusion

Selon nos observations et constatations **concernant l'aspect électrique** résultant de notre analyse, le principal aspect déficient de cet équipement et de cette installation est une combinaison de deux facteurs incluant une installation de câblage non-conforme ainsi qu'à un niveau de sécurité de l'équipement comportant des lacunes importantes pour ce type d'application.

Tel que mentionné principalement au point 4.5 de ce rapport d'expertise, c'est principalement le fait que le câble de la manette de commande opérateur en provenance du panneau de contrôle électrique qui en restant coincé quelque part entre le châssis du silo et la plate-forme élévatrice s'est sectionné et que certains fils à l'intérieur se sont alors touchés. Tel que démontré, cela a fait en sorte que l'ordre de montée de la plate-forme élévatrice s'est poursuivi sans qu'aucune des protections électriques ni autre forme de sécurité électrique additionnelle ne puisse stopper la montée. La seule sécurité électrique qui aurait pu aider est le relais de protection contre les surcharges.

Cependant, étant donné que le moteur est couplé à un réducteur de vitesse par engrainage de 30 : 1, lui-même relié au moteur par courroie et poulies, le moteur, et par ricochet, le relais de surcharge, même s'il est bien ajusté, qui vérifie le courant tiré par le moteur, ne voit pas de façon assez significative qu'une surcharge causé par un blocage mécanique survient pour ce cas-ci. La première section du système à faiblir pour prendre une surcharge mécanique de la plate-forme est donc la courroie qui fait le lien entre la sortie du moteur et le réducteur de vitesses. La courroie s'est alors désagrégée sur la plus petite poulie qui l'entraîne, avant que le relais de surcharge n'ait eu le temps de s'activer et de couper l'alimentation au moteur.

C'est d'ailleurs ce que nous avons pu constater lors de la mise en marche de l'élévateur pour la première fois depuis l'accident, la courroie était complètement brulée à un endroit particulier et presque sectionnée, nous avons dû la remplacer pour pouvoir être en mesure d'opérer la plate-forme élévatrice dans le cadre des tests à réaliser pour notre expertise technique.

Comme c'est effectivement arrivé, la perte de la fonction de sécurité s'est produite lorsque le câble de la manette de commande opérateur s'est sectionnée **sans que le contrôle du système ne s'en rende compte**. Cela a fait en sorte que la plate-forme élévatrice a poursuivi sa montée malgré une certaine résistance mécanique que le relais de surcharge n'a pas eu à tolérer assez longtemps pour s'activer puisque c'est la courroie d'entraînement qui a écopé de ce surplus d'énergie en peu de temps. Nous avons d'ailleurs essayé en compagnie des deux inspecteurs de la CSST présents de mettre une restriction mécanique sur le mécanisme de montée de la plate-forme élévatrice et cela a très peu paru sur le courant consommé par le moteur. Cette très petite augmentation de courant consommé par le moteur a été trop faible pour faire réagir le relais de surcharge du moteur.

Par ailleurs, comme nous ne sommes pas une autorité compétente en mécanique des ascenseurs, il est à noter que le présent rapport d'expertise se concentre essentiellement à donner le point de vue expert du côté électrique de l'équipement et de son installation tel que stipulé dans notre mandat.

# 5.2 Recommandations au niveau de l'installation électrique

Suite à notre investigation, pour éviter qu'un tel accident ne se reproduise et pour respecter les normes du Code canadien de l'électricité pour ce type d'équipement et d'installation, les aspects suivants doivent être considérés et implantés:

- 1. Installer un sectionneur avec fusibles dans la pièce où se trouve la plate-forme élévatrice, à moins de 9 mètres du panneau électrique de contrôle de la plate-forme élévatrice *Si les fusibles sont de type à action rapide mettre 20 A au maximum et si les fusibles sont de type temporisés mettre 15 A au maximum.* 
  - Fin vertu de l'article 28-604.3 du Code canadien de l'électricité.
- 2. Remplacer le câble actuel du moteur de la plate-forme élévatrice par un câble de type TECK (hydrofuge, flexible, possédant une gaine métallique) qui respecte le Code canadien de l'électricité pour ce type d'équipement et d'installation.
  - FEn vertu des sections 12, 28 et 36 du Code canadien de l'électricité.
- 3. Remplacer le câble actuel de la manette de commande opérateur par un câble ignifuge et hydrofuge (type E, ETP, ETT ou EO) qui respecte le Code canadien de l'électricité pour ce type d'équipement et d'installation.
  - Ten vertu des articles 38-011 et 38-021 du Code canadien de l'électricité.
- 4. Remplacer le câble actuel de l'interrupteur de fin de course limite haute par un câble ignifuge et hydrofuge (type E, ETP, ETT ou EO) qui respecte le Code canadien de l'électricité pour ce type d'installation.
  - Fin vertu des articles 38-011 et 38-021 du Code canadien de l'électricité.
- 5. Remplacer le connecteur actuel de l'interrupteur de fin de course par un connecteur à l'épreuve de l'eau et de l'humidité (type « liquid tight »).
- 6. Soutenir, attacher et sécuriser adéquatement tous les câbles de l'équipement de manière à éviter les frottements et l'endommagement mécanique.

- 7. Faire passer l'alimentation de la manette de commande opérateur dans un conduit ou câble indépendant du conduit ou câble qui contient les fils de sortie de la manette commande opérateur qui retournent au panneau de contrôle électrique.
- 8. Démonter et retirer le coupe-circuit situé sur le côté droit du panneau électrique de commande ainsi que ses câbles d'alimentation et de sortie et installer le tout dans un autre panneau électrique de façon indépendante du panneau électrique de commande de la plate-forme élévatrice. Ce coupe-circuit (qui sert pour une autre application) ne devrait pas faire partie du panneau électrique de contrôle de la plate-forme élévatrice et il empêche en plus d'avoir un accès normal au relais de surcharge du moteur de la plate-forme élévatrice car il est installé beaucoup

trop près de celui-ci.

- 9. Installer un arrêt d'urgence câblé supplémentaire **fixe et indépendant** sur la plate-forme élévatrice.
- 10. Installer un interrupteur de limite haute à action positive (positive break switch ») sur la châssis de la plate-forme élévatrice et non pas sur le châssis en haut du silo. Le fonctionnement d'un tel interrupteur est présenté à l'annexe 6.2.
- 11. Revoir tout l'aspect **sécurité machine** de cet équipement pour le rendre conforme à une catégorie de sécurité machine au minimum de niveau 2 qui nécessite au moins une **fonction de surveillance et de diagnostique** (**«monitoring»**) de manière à ce que le système soit informé pour couper immédiatement la puissance au moteur et activer une alarme lorsqu'une composante faisant partie de la boucle de sécurité est en faute. Comme équipement de sécurité supplémentaire, cela inclurait un relais de sécurité du type semblable à celui que l'on retrouve en annexe 6.3

<u>Note</u>: une catégorie de niveau 3 serait encore plus performante et fiable car en plus de la fonction de surveillance/diagnostique, on retrouve obligatoirement la dualité et la diversité dans les composantes de sécurité.

#### 6. Annexe : sécurité des machines

#### 6.1 Niveaux de sécurité

La norme Z432-04 sur la sécurité des machines, vise la protection des personnes contre les phénomènes dangereux résultant de l'utilisation de machines mobiles ou fixes. Cette norme énonce les critères à observer et traite de la description, du choix et de l'utilisation des protecteurs et des dispositifs de sécurité à considérer. Pour une situation donnée incluant un équipement ou machine mobile ou fixe, une analyse du niveau de risque doit être réalisée afin d'établir la catégorie de sécurité à considérer pour les équipements de sécurité à utiliser sur la machinerie.

Principes de sécurité

# Systèmes de commande relatifs à la sécurité

# Systèmes de commande relatifs à la sécurité

Qu'entend-on exactement par système de commande relatif à la sécurité ? (ou SCRS) ?

Il s'agit de la partie d'un système de commande d'une machine ayant pour fonction de prévenir l'apparition d'une situation de danger. Il peut s'agir d'un système externe ou intégré au système normal de commande de la machine.

Sa complexité peut varier d'un système simple (par exemple une porte de protecteur avec interrupteur de sécurité et arrêts d'urgence câblés en série à la bobine de commande d'un contacteur de puissance) à un système combiné constitué à la fois de dispositifs simples et de dispositifs complexes (avec communication par logiciel ou par matériel).

Afin d'assurer la fonction de sécurité, le système doit continuer à fonctionner correctement dans toutes les conditions prévisibles.

Ainsi, comment s'y prendre pour concevoir un système capable de cela, et lorsque c'est fait, comment le démontrer ?

La norme ISO 13849-1 « Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité » traite de tous ces aspects. Par convention, elle définit cinq catégories pour référencer et décrire le fonctionnement des SRCS (voir Figure 32 pour le résumé de ces catégories).

Remarque I : la catégorie B ne prescrit aucune mesure particulière en elle-même, mais constitue la Contact des autres catégories.

Remarque 2 : une série de plusieurs pannes dues à une cause commune ou aux conséquences inévitables de la première panne, doit être considérée comme une panne unique.

Remarque 3 : la comptabilisation des pannes peut se limiter à deux défaillances combinées si cela peut être justifié, mais pour les circuits complexes (microprocesseurs par exemple), il peut être nécessaire de prendre en compte un plus grand nombre de défaillances combinées.

Comment donc définir la catégorie nécessaire ? Pour pouvoir traduire ces impératifs en un système de spécifications de conception, il faut se livrer à une interprétation des impératifs de Contact.

Une idée fausse très répandue veut que la catégorie 1 fournisse la protection minimale et la catégorie 4 la meilleure protection. *Ce n'est pourtant pas le raisonnement à adopter pour ces catégories.* Elles sont sensées être des points de référence permettant de décrire la performance fonctionnelle des différentes méthodes de commande associée à la sécurité et leurs constituants.

La catégorie 1 vise la PREVENTION des défaillances, laquelle est atteinte par l'utilisation de principes, de composants, de constituants, et de matériaux, adaptés. Les facteurs-clés de cette catégorie sont d'une part la simplicité du principe et de la conception, et d'autre part la stabilité et le choix des matériaux.

Les catégories 2, 3 et 4 ont été conçues pour détecter des pannes dans le cas ou il n'est pas possible de s'en prémunir (et de déclencher les actions appropriées). Les facteurs-clés de ces catégories sont la surveillance et le contrôle. La méthode habituelle (qui n'est pas la seule) de surveillance consiste à dupliquer les fonctions critiques de sécurité (on parle de redondance) et à en comparer les fonctionnements respectifs.

Source : Rockwell Automation Produits de sécurité

# Systèmes de commande relatifs à la sécurité

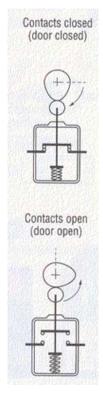
Résumé des prescriptions	Comportement du système	Principe
CATEGORIE B (voir remarque I)  - Les parties des systèmes de commande relatives à la sécurité et leur équipement de protection, ainsi que leurs composants, doivent être conçus en conformité avec les normes en vigueur afin de pouvoir résister aux influences prévues.	Toute panne risque de conduire à la perte de la fonction de sécurité.	annes)
CATEGORIE I  - Les prescriptions de la catégorie B s'appliquent avec utilisation de principes et de composants de sécurité dûment éprouvés.	Comme pour la catégorie B mais avec un niveau relevé de fiabilité de la fonction relative à la sécurité. (plus la fiabilité est élevée, moindre est la probabilité d'un défaut	Sélection des composants (axée sur la PREVENTION des p
CATEGORIE 2  - Les prescriptions de la catégorie B et l'utilisation d'un principe de sécurité dûment éprouvé s'appliquent.	La perte de la fonction de sécurité est détectée par le contrôle.	
- La ou les fonction(s) de sécurité sont contrôlées au démarrage de la machine et périodiquement par le système de commande. Si un défaut est détecté, la machine doit être rétablie à un état de sécurité et en cas d'impossibilité, une alarme doit être déclenchée.	Toute panne peut conduire à la perte de la fonction de sécurité entre deux contrôles périodiques.	
CATEGORIE 3 (voir remarques 2 et 3)  - Les prescriptions de la catégorie B et l'utilisation d'un principe de sécurité dûment éprouvé s'appliquent.  - Le système doit être conçu de sorte qu'aucun défaut dans l'une des parties ne conduise à la perte des fonctions de sécurité.	Un seul défaut ne suffit pas à faire perdre la fonction de sécurité.  Certains défauts, mais pas tous, sont détectés.  Une accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Structure sur la DETECTION des défauts)
CATEGORIE 4 (voir remarques 2 et 3)  - Les prescriptions de la catégorie B et l'utilisation d'un principe de sécurité dûment éprouvé s'appliquent.  - Le système doit être conçu de sorte qu'aucun défaut dans l'une des parties ne conduise à la perte des fonctions de sécurité.  - La panne simple est détectée pendant ou avant la sollicitation suivante de la fonction de sécurité. Si la détection est impossible, une accumulation de défauts ne doit pas conduire à la perte de la fonction de sécurité.	La fonction de sécurité est toujours maintenue même en cas de défauts multiples.  Les défauts sont détectés à temps pour prévenir la perte des fonctions de sécurité.	source :

#### 6.2 Interrupteurs de sécurité à action positive

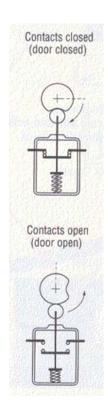
Ce type d'interrupteur est obligatoire pour les niveaux de sécurité de 1 à 4. Ils sont identifiés par le **symbole d'ouverture positive** tel qu'indiqué ci-dessus. L'ouverture positive permet d'assurer, en cas de collage de contacts NF, leur ouverture forcée par action normale de l'interrupteur, c'est-à-dire par pression sur le poussoir, enlèvement de la clé, rotation du levier ou traction sur le câble. **En d'autres termes, de part leur conception et construction, l'ouverture du circuit pour couper le courant est garantie même à la suite d'un défaut mécanique ou électrique dans l'interrupteur**.



Exemple d'interrupteurs de sécurité : celui de gauche est de catégorie B et celui de droite est à <u>action positive</u> (bon pour des systèmes de sécurité de catégorie 1, 2, 3 et 4).





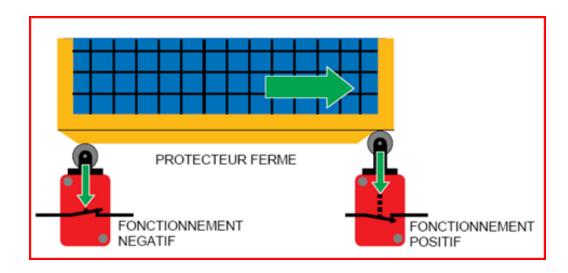


**Bon fonctionnement** 

**Mauvais fonctionnement** 

**Toujours bon fonctionnement** 

Les trois images ci-dessus illustrent bien la différence entre le fonctionnement d'un interrupteur normal (images de gauche et du centre) versus un interrupteur à action positive (image de droite)



Différence entre le fonctionnement d'un interrupteur normal versus un interrupteur à action positive. Par exemple, si les contacts restent collés ou soudés lors de l'ouverture du protecteur, les contacts de l'interrupteur de gauche resteraient fermés tandis que les contacts de l'interrupteur de droite seraient forcés d'ouvrir, même en se brisant s'il le faut!

#### 6.3 Relais de sécurité

Les images ci-dessous représentent des relais de sécurité possédant tous une fonction de surveillance des entrées et de diagnostique (« monitoring »). Cette fonction permet de détecter des fautes qui seraient présentes dans les boucles de sécurité et d'activer une alarme et de désactiver les sorties appropriées sur le système.



Relais de sécurité de la compagnie Phoenix



Relais de sécurité de la compagnie Allen Bradley



Relais de sécurité de la compagnie Banner



# RAPPORT D'ENQUÊTE

Dossier d'intervention
DPI4143302

Numéro du rapport

RAP0716657

#### **ANNEXE F**

# Références bibliographiques

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. Code de sécurité sur les monte-personne. 2e éd., Missisauga, Ont., ACNOR, 2003, 94 p. (CAN/CSA: B311-02 (Approuvée 2003)).

QUÉBEC. Loi sur la santé et la sécurité du travail : L.R.Q., chapitre S-2.1, dernière modification : 1er juillet 2010, à jour au 10 août 2010, [Québec], Éditeur officiel du Québec, c2010, vi, 65, xii p.