

EN004139

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident mortel survenu à un travailleur
le 30 avril 2016 à la Société en commandite Prolam
439, chemin Vincelotte, à Cap-Saint-Ignace**

Direction régionale de la Chaudière-Appalaches



Inspecteurs :

Rock Bussière

François Morency, ing.

Date du rapport : 10 avril 2017

Rapport distribué à :

- Monsieur [A] Société en commandite Prolam
 - Comité de santé et de sécurité
 - Madame [B]
 - Madame [C]
 - Monsieur [D]
 - Dr Jasmin Villeneuve, coroner
 - Dr Philippe Lessard, directeur de la santé publique
-

TABLE DES MATIÈRES

1	RÉSUMÉ DU RAPPORT	1
2	ORGANISATION DU TRAVAIL	3
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
	ORGANIGRAMME PARTIEL OBTENU DE PROLAM	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	4
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	4
3	DESCRIPTION DU TRAVAIL	5
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
4	ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE	6
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	6
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	7
4.2.1	LA MÉTHODE DE TRAVAIL ÉTABLIE	8
4.2.2	LA TABLE DE MONTAGE	8
4.2.3	LE SERRE-JOINTS	8
4.2.4	LA COMMANDE ÉLECTRIQUE DU SERRE-JOINTS	10
4.2.5	LA PROGRAMME DE CADENASSAGE	11
4.2.6	LE REGISTRE DE CADENASSAGE	13
4.2.7	LE CADENASSAGE EFFECTUÉ LE JOUR DE L'ACCIDENT	14
4.2.8	LA RECHERCHE DE L'HYPOTHÈSE LA PLUS PROBABLE	14
4.2.8.1	LA FUIITE D'AIR	15
4.2.8.2	L'ACTIONNEMENT DE L'ARRÊT D'URGENCE	15
4.2.8.3	LE DÉMARRAGE INTEMPESTIF	15
4.2.8.4	LE TEMPS DE RÉACTION	16
4.2.8.5	L'HYPOTHÈSE LA PLUS PROBABLE	16
4.2.8.6	LA POSITION DU TRAVAILLEUR	17
4.2.9	LA LOI, LES NORMES ET RÈGLEMENTS EN VIGUEUR	18
4.2.9.1	LA LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	18
4.2.9.2	LE RÈGLEMENT SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	18
4.2.9.3	LA NORME CSA Z432-04 SUR LA PROTECTION DES MACHINES	21
4.2.9.4	LA NORME CSA Z460-13 SUR LE CONTRÔLE DES ÉNERGIES DANGEREUSES	21
4.2.9.5	LA NORME ISO13850 :2015(F) SÉCURITÉ DES MACHINES : FONCTION D'ARRÊT D'URGENCE : PRINCIPES DE CONCEPTION	21

4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	23
4.3.1	LE TRAVAILLEUR SUIT UNE MÉTHODE D'INSPECTION QUI L'EXPOSE À UN DANGER D'ÉCRASEMENT PAR LE SERRE-JOINTS TOUJOURS ALIMENTÉ.	23
4.3.2	L'ABSENCE DE PROTECTION SUR TOUTE LA LONGUEUR DE LA COURSE DU BOUTON DE COMMANDE PERMET UN DÉMARRAGE INTEMPESTIF DU SERRE-JOINTS.	24
5	<u>CONCLUSION</u>	25
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	25
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	25
5.3	SUIVI DE L'ENQUÊTE	25
<u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Accidenté	26
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	27
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	28
ANNEXE D :	Schéma de cadenassage de la colleuse de la ligne 3 et photos de la procédure de cadenassage	61
ANNEXE E :	Plan du serre-joints par le fabricant	63
ANNEXE F :	Croquis de la position du serre-joints, des boîtiers et de la console de commande	64
ANNEXE G :	Références bibliographiques	65

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

Le samedi 30 avril 2016, un électromécanicien s'apprête à entrer dans une colleuse à lattes de bois de la ligne de montage numéro 3, pour une inspection visuelle quand le serre-joints de la colleuse à bois est actionné accidentellement. Le travailleur est écrasé sous celui-ci.

Conséquences

Il décède de ses blessures.



Source CNESST

Vue latérale du serre-joints de la colleuse à bois et de la table de montage

Abrégé des causes

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

- Le travailleur suit une méthode d'inspection qui l'expose à un danger d'écrasement par le serre-joints de la colleuse à bois toujours alimenté.
- L'absence de protection sur toute la longueur de la course du bouton de commande permet un démarrage intempestif du serre-joints de la colleuse à bois.

Mesures correctives

À la suite de l'accident, les inspecteurs ont apposé un scellé à la colleuse à bois de la ligne 3 pour le motif qu'il y a un accès à une zone de coincement. Ils ont par ailleurs émis un rapport exigeant six conditions à remplir avant de permettre le redémarrage de cet ensemble de machines : encolleur, serre-joints, colleuse et autres. Ces décisions sont signifiées aux rapports d'intervention RAP 9091338 et RAP9112226, respectivement du 30 avril et du 2 mai 2016.

Ils ont réalisé cinq autres interventions qui s'échelonnent du 3 mai au 10 juin 2016 inclusivement. Ils ont demandé par avis de correction que l'employeur forme et informe ses travailleurs sur les risques pour la santé et la sécurité et les mesures spécifiques à la méthode de contrôle des énergies dangereuses; une méthode de contrôle par audit sur le cadenassage ; de remplacer le bouton d'arrêt d'urgence ainsi que l'installation d'un bouton de réarmement à cette machine. L'employeur s'est conformé aux avis de correction des inspecteurs qui sont consignées aux rapports RAP1001777 ; RAP1001779 ; RAP1002727 ; RAP1007550 et RAP1007925.

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**

La Société en commandite Prolam, ci-après nommée Prolam, est un fabricant de planchers pour les remorques routières de différents gabarits. L'établissement emploie 205 personnes dont 124 à la production, syndiqués au Syndicat des salariés (ées) de planchers remorque – Prolam affilié à la Centrale des syndicats démocratiques (CSD).

[...]

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

L'établissement œuvre dans le groupe prioritaire II, secteur 6 de l'industrie du bois (sans scierie). Un comité de santé et sécurité paritaire composé de six personnes est actif. Le comité se réunit mensuellement.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur a élaboré et met en application un programme de prévention qui traite entre autres du cadenassage. Une formation est donnée aux travailleurs à l'interne couvrant les principaux aspects du cadenassage, notamment :

- L'utilisation du plan d'usine afin de repérer les différentes stations de cadenassage ;
- Les fiches de cadenassage (lorsque disponibles) identifiant les sources d'énergie à neutraliser ;
- Une procédure générale en cas d'absence de fiche de cadenassage propre à l'équipement ;
- L'obligation d'enregistrer les interventions dans un registre de cadenassage confirmant que la sécurisation de l'équipement est conforme à la procédure et aux fiches de cadenassage;
- Le matériel mis à la disposition des travailleurs aux stations de cadenassage ;
- Une procédure en cas d'oubli d'un cadenas sur l'équipement;
- Les mesures disciplinaires en cas de non-respect de la procédure de cadenassage.

En 2015, une inspection des différents postes de travail de l'usine a été réalisée par les coordonnateurs de services. Des risques ont été identifiés et des mesures à prendre ont été suggérées pour corriger les situations dangereuses. Le processus de mise en place des correctifs est en cours.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

Prolam dispose de trois lignes de production pour la fabrication de section de planchers. L'établissement possède l'équipement pour débiter, façonner et coller les lamelles de bois entrant dans la fabrication de planchers de bois pour remorque.

Le site de l'accident est un ensemble de machines qui appliquent de la colle aux lamelles de bois sur une face. Des préposés, au nombre de [...], les assemblent en les plaçant bout à bout en longueur continue pour former des sections de 30 centimètres (cm) de large. La table de montage fait 1,2 mètre (m) de large par 21 m de long, donc quatre sections de planchers sont assemblées en même temps. Quand les préposés ont terminé d'assembler les lamelles sur la table, l'un d'eux actionne le bouton de positionnement sur le boîtier de commande du serre-joints de la colleuse à bois ci-après nommé serre-joints. Celui-ci descend pour ne laisser que 8,5 cm de dégagement par rapport à la table. L'opérateur, à partir de la console de commande, fait avancer la table à l'intérieur de la colleuse, il actionne le mécanisme pour cintrer latéralement les sections de planchers et actionne le serre-joints pour que les griffes les compriment longitudinalement.

Le travail à l'intérieur de la colleuse se résume à comprimer les sections de planchers et envoyer un courant électrique d'induction qui active la colle et scelle les lamelles en section de planchers. Le cycle dure de deux à trois minutes selon l'épaisseur du bois et du type de colle utilisé.

3.2 Description du travail à effectuer

Le travail effectué au moment de l'accident en est un d'entretien alors que la production est arrêtée, une inspection visuelle des structures qui supportent la table de montage à l'intérieur de la colleuse. Un problème a été identifié à l'entrée de la colleuse : les sections de planchers ne sont pas planes ce qui présente un problème pour l'étape suivant, le rabotage.

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Le samedi 30 avril 2016, Monsieur [E], arrive au travail peu avant 10 h. Il reçoit de [F] les différentes assignations de travail pour la journée. Parmi celles-ci, la colleuse PR00-COLLEUSE-367, dite colleuse de la ligne 3 qui est en arrêt depuis la veille à midi. Des défauts de collage ont été signalés lors des semaines précédentes par l'opérateur et un bon de travail a été émis le 26 avril précédent.

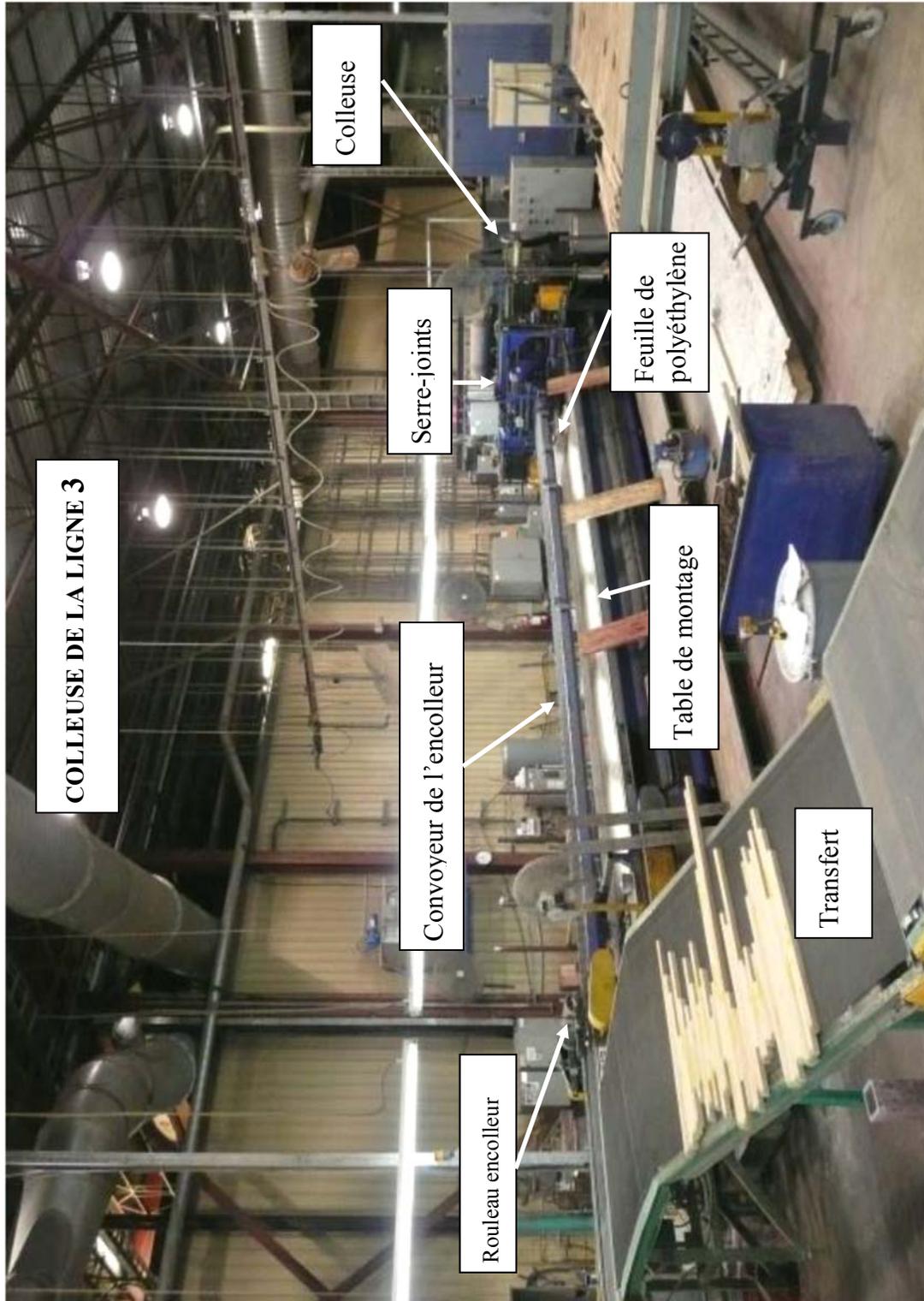
[...], Monsieur [F], lui demande de l'attendre avant d'entrer dans la machine parce qu'il faut être deux pour pouvoir procéder adéquatement. Le travailleur prépare la table de montage en démontant deux plaques afin de créer un trou de visualisation.

C'est vers 17 h 42, heure où le travailleur a écrit son dernier travail au journal de l'entreprise que [F] l'appelle par l'interphone afin qu'il le rejoigne à la colleuse de la ligne 3. Comme les plaques créant le trou de visualisation sont déjà enlevées, ils installent une « feuille de polyéthylène » sur ce convoyeur de sorte que le travailleur est protégé contre les résidus de colle. Le travailleur se couche dessus à plat ventre alors que [F] va à la console de commande pour le faire avancer par à-coups.

Une fois le travailleur avancé à l'entrée de la colleuse, [F] se déplace vers lui. C'est alors qu'il entend les vérins pneumatiques du serre-joints s'activer et qu'il voit celui-ci descendre sur le travailleur le coinçant mortellement. Ne connaissant que peu cette machine, il cherche le bouton pour faire relever le serre-joints qu'il trouve et actionne. Il extirpe le travailleur de sa position et tente des manœuvres de réanimation.

Le décès est constaté à l'hôpital, l'Hôtel-Dieu-de-Montmagny.

4.2 Constatations et informations recueillies



Source CNESST

Vue générale de la colleuse de la ligne 3

4.2.1 La méthode de travail établie

La méthode de travail établie pour ce genre d'inspection visuelle demande aux travailleurs de la maintenance de démonter des sections de la table de montage qui est essentiellement un convoyeur à plateau. Il faut placer le convoyeur de l'encolleur et le serre-joints à leur position haute, appelée le mode maintenance. Un des travailleurs monte sur la table, couché à plat ventre et inspecte visuellement les structures de soutien de la table de montage pour en constater le défaut pendant que l'autre actionne la dite table directement de la console de commande. Les deux travailleurs peuvent se suppléer au besoin. L'inspection se fait visuellement avec des outils simples : marteau, tournevis, clés hexagonales, pinces et clés mécaniques. Toutes les composantes de la colleuse de la ligne 3 incluant le serre-joints doivent être cadenassées mis à part la table de montage afin de permettre le déplacement du travailleur à l'intérieur de la colleuse pendant l'inspection visuelle.

4.2.2 La table de montage

La table de montage est constituée d'un convoyeur à plateau de 21 m de long par 1,2 m de large. Elle va des rouleaux encolleur à la sortie de la colleuse. Elle est surmontée par le convoyeur de l'encolleur jusqu'au serre-joints. De là, elle entre dans la colleuse.

4.2.3 Le serre-joints

Le serre-joints est un élément mobile situé au-dessus de la table de montage entre le convoyeur de l'encolleur et la colleuse. Il est conçu et fabriqué par la firme Meco Technologies Inc. (Annexe E) Il n'est pas original à la colleuse mais a été ajouté en 2003. Il sert à cintrer latéralement les sections de planchers et longitudinalement par les griffes. Il s'actionne en deux temps : dans le premier temps, par un des préposés à la table de montage lorsqu'ils ont terminé leur travail et dans le second par l'opérateur à partir de la console de commande pour faire entrer les sections de planchers à l'intérieur de la colleuse. La première commande positionne le serre-joints en mode opération et la seconde active le procédé. (Annexe F)



Source CNESST

Les « griffes » sous le serre-joints. Elles servent à pousser longitudinalement les lamelles pour former les sections de planchers



Source CNESST

Le serre-joints en position de travail à 8,5 cm au-dessus de la table de montage

4.2.4 La commande électrique du serre-joints

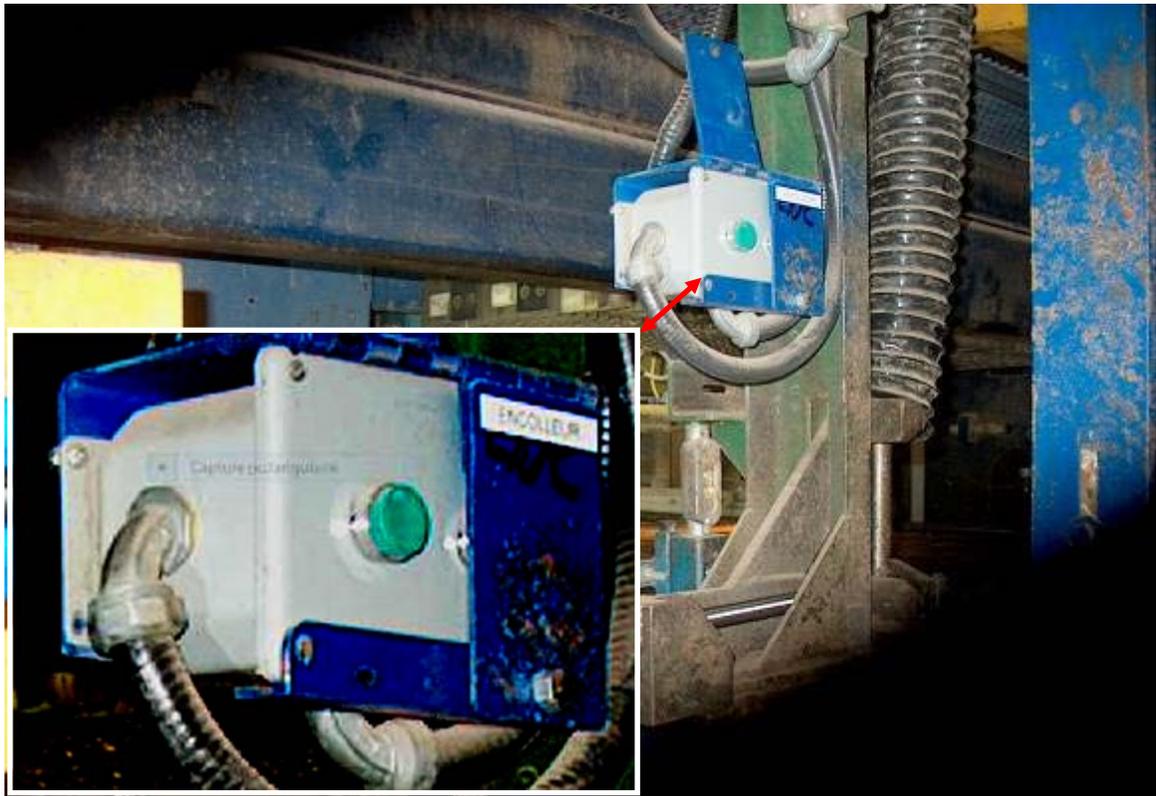


Source CNESST

Boîtier de commande entre le convoyeur de l'encolleur et le serre-joints

Le boîtier de commande est composé d'une boîte électrique étanche de 15 cm par 10 cm par 10 cm de profond. Une plaque de recouvrement est munie de deux boutons poussoir. Le boîtier est boulonné à un profilé anglé qui est lui-même fixé au profilé en C de la structure soutenant. L'employeur a installé des plaques métalliques montées sur charnière afin de protéger les boutons des résidus de colle qui se trouvent sur les gants des préposés. En poussant sur la plaque, le bouton est enfoncé et le serre-joints est actionné pour sa montée ou sa descente. Notons qu'une boîte électrique semblable avec les mêmes fonctions, est installée de l'autre côté de la table de montage. (Annexe F)

Bien qu'il y ait deux boutons par boîtier de commande, un seul par boîtier est dédié au serre-joints. L'autre bouton sert pour faire monter ou descendre le convoyeur de l'encolleur. Habituellement, on retrouve sur ce type d'appareil deux boutons distincts : un de montée et un pour la descente. Le fonctionnement du mécanisme de commande est expliqué chapitre 3 du rapport d'expertise : « Présentation globale du fonctionnement de l'équipement » (Annexe C).



Source CNESST

Le boîtier de commande tel que vu à notre arrivée sur le site de l'accident

Le bouton de démarrage pour le mouvement du serre-joints n'est pas entièrement protégé par une collerette. La partie verte émerge de 4,3 millimètre (mm) au-dessus de la collerette que l'on remarque en argenté sur la photo. Cette mesure représente la course totale du bouton. Les tests réalisés par l'expert démontrent que le mécanisme de départ change de statut lorsqu'il est enfoncé à 2,6 mm. (Annexe C, Section 4 et 5) La norme CSA Z-432-04 stipule que le dispositif de commande doit être abrité, protégés pour éviter les démarrages intempestifs.

4.2.5 La programme de cadenassage

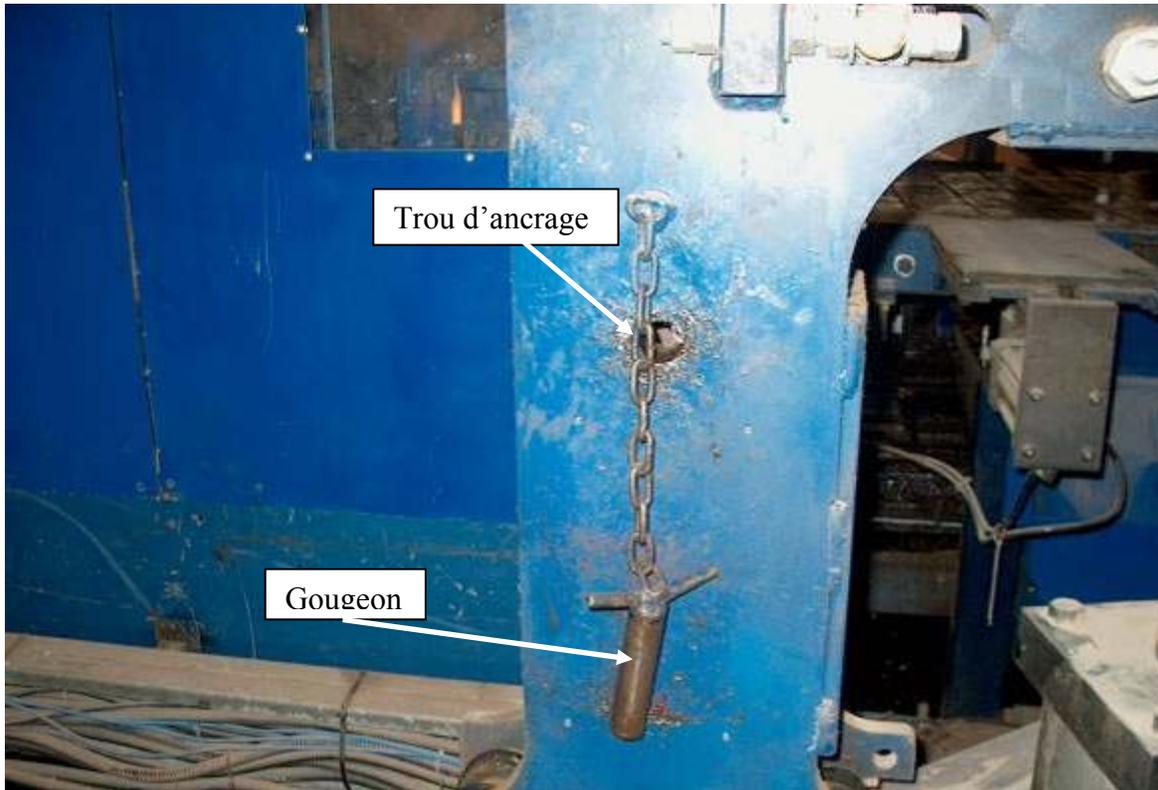
L'employeur a élaboré et mis en application un programme de cadenassage propre à chaque machine de son établissement. Ce programme prévoit un audit mensuel de manière à instaurer un suivi régulier. Cet audit est réalisé par les coordonnateurs des différents services. (Voir organigramme simplifié au chapitre 2.1) Notons que l'employeur ne nous a pas produits de documents s'y afférant.



Source CNESST

Boîte de cadenassage

La procédure mise en place pour la colleuse de la ligne 3 prévoit huit (8) points de cadenassage sur l'alimentation électrique et pneumatique plus deux endroits où le travailleur doit installer des gougeons de blocage pour éviter la descente du serre-joints. (Annexe D)



Source CNESST

Gougeon et trou d'ancrage

4.2.6 Le registre de cadenassage

L'employeur a mis à la disposition des travailleurs un registre de cadenassage que chaque travailleur doit remplir lors des travaux de maintenance, de déblocage et d'entretien divers.

Les écritures du registre de cadenassage retrouvé à la station 15, adjacente à la colleuse de la ligne 3, débutent le 9 janvier 2016 jusqu'au 26 avril 2016. Nous constatons que le nombre d'écritures de cadenassage diffère du nombre de bons de travail émis pour les machines entourant cette station de cadenassage qui est la station adjacente à la colleuse de la ligne 3. Seulement 20 écritures apparaissent à ce registre par rapport à 167 bons de travail émis depuis le début du mois de janvier.



Source CNESST

Registre de cadenassage et cadenas disponibles à l'unité de cadenassage

4.2.7 Le cadenassage effectué le jour de l'accident

Le travailleur a cadenassé l'alimentation électrique de la plaque d'induction située à l'intérieur de la colleuse. Toutes les autres fonctions de cet ensemble de machines : encolleur, serre-joints, table de montage sont toujours alimentées.

[F] nous a informé ne pas avoir vérifié le cadenassage effectué par le travailleur. Il n'a pas effectué de cadenassage à son tour bien que le règlement sur le cadenassage l'y oblige. Aucune écriture n'apparaît au registre pour cette journée.

4.2.8 La recherche de l'hypothèse la plus probable

Arrivé à ce stade de l'enquête, les inspecteurs se sont questionnés sur ce qui a pu déclencher le mouvement descendant du serre-joints. Nous savons pour toutes les expérimentations exercées sur le serre-joints que l'actionnement du bouton de démarrage à l'extrémité du convoyeur de l'encolleur le fait monter ou descendre. C'est le même bouton pour les deux actions. Nous savons aussi, pour l'avoir expérimenté, que l'enfoncement du bouton de l'arrêt d'urgence à la console de commande fait descendre le serre-joints et que le désengagement de ce bouton d'arrêt d'urgence le fait remonter, contrairement aux spécifications de la norme ISO13850 :2015(F). Rapport d'expertise : 3 Présentation globale du fonctionnement de l'équipement. (Annexe C)

Les autres éléments possibles pourraient être le démarrage intempestif causé par un faux contact, une surcharge électrique, une fausse manœuvre. Il est aussi possible qu'une fuite d'air ait causé la descente du serre-joints. Voyons chacun de ces éléments à rebours.

4.2.8.1 La fuite d'air

Les vérins pneumatiques sont à double effet. Ils doivent être sous-pression pour actionner le serre-joints. Le système pneumatique est toujours fonctionnel et en bon état après l'événement.

4.2.8.2 L'actionnement de l'arrêt d'urgence

Il y a deux arrêts d'urgence sur cette machine : un est situé à la console de commande adjacent à la machine et le second est situé à la sortie de la colleuse près de la botteuse. L'actionnement du bouton d'arrêt d'urgence fait descendre le serre-joints de la position maintenance. De plus, il coupe l'alimentation électrique des boutons de commande du serre-joints ainsi que les mouvements du convoyeur de l'encolleur, tel que décrit au point 7 de l'expertise. (Annexe C) Pour que ces boutons soient alimentés électriquement et donc être fonctionnels, l'arrêt d'urgence ne doit pas avoir été utilisé.

4.2.8.3 Le démarrage intempestif

Un démarrage intempestif est possible pour plusieurs raisons : que ce soit une surcharge électrique, un court-circuit qui provoque un faux contact, une fausse manœuvre ou autres. L'expertise demandée par les inspecteurs vise justement à vérifier le volet technique par l'analyse de la qualité du dispositif de commande par bouton poussoir et identifier les propriétés de fonctionnement.

L'expert et les inspecteurs ont éliminé le court-circuit et son faux contact parce que cela ne s'est pas reproduit malgré tous les essais réalisés. La surcharge électrique non plus d'ailleurs. Nous avons quand même examiné la disposition des conduits électriques et les chemins parcourus de l'automate à l'entraînement « *drive* ». Tous les fils électriques conducteurs de courant de haut voltage sont de type « *teck* », enrobés et mis à la terre, ce qui contrôle un éventuel champ magnétique qui aurait pu induire une surtension électrique sur un fil de plus faible voltage qui sont également blindés.

Nous avons examiné le boîtier de commande à l'extrémité du convoyeur de l'encolleur. Le bouton de démarrage n'est pas protégé sur toute sa hauteur par une collerette, de plus, il est sensible à la moindre pression. L'employeur a recouvert ce boîtier de commande d'une protection métallique sur trois faces : la face arrière, la face supérieure et la face avant qui recouvre le bouton. Cette dernière est mobile sur charnière. Habituellement, cette plaque métallique est toujours rabattue de sorte que les employés n'ont qu'à pousser dessus pour actionner le serre-joints. Si la plaque est levée et qu'elle tombe pour quelque raison que ce soit, elle a suffisamment de masse pour enfoncer le bouton de démarrage et l'activer.

Les inspecteurs ont aussi découvert qu'un choc exercé sur le boîtier de commande, malgré sa protection métallique fait démarrer le mouvement du serre-joints. Pourtant, ce dispositif est boulonné sur un profilé métallique en C et renforcé à sa base par des structures anglées.

Un simple coup du revers de la main fait déclencher le mouvement du serre-joints à chaque fois. Il s'agit du mouvement de la plaque métallique qui amorce un mouvement vers l'avant qui au retour enfonce le bouton de démarrage. (Annexe C)

4.2.8.4 Le temps de réaction

L'action est immédiate une fois le bouton de commande enfoncé. Le serre-joints met quatre secondes pour descendre.

4.2.8.5 L'hypothèse la plus probable

Nous retenons les deux éléments suivants pour expliquer la descente du serre-joints : d'une part, [F] aurait pu enfoncer le bouton d'arrêt d'urgence et d'autre part, un faux mouvement du travailleur qui a pu frapper le boîtier de commande.

[F] est à la console de commande de l'appareil pour faire avancer et reculer la table de montage où est couché le travailleur peu avant l'accident. La distance entre ce poste de contrôle et l'endroit où est couché le travailleur est de 4 m.

Dans son témoignage à l'enquêteur de la Sûreté du Québec, ci-après nommé SQ ainsi qu'à l'inspecteur de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et sécurité du travail, ci-après nommée CNESST, le soir même de l'accident, [F] nous dit qu'il est déjà en déplacement lorsqu'il entend les vérins pneumatiques s'activer et voit le serre-joints descendre. De plus, il a dû faire relever le serre-joints pour en dégager le travailleur et il nous a dit avoir actionné le bouton de démarrage à l'extrémité du convoyeur de l'encolleur, face au serre-joints. Rappelons que ce bouton est désactivé électriquement si l'arrêt d'urgence est utilisé.

Les [...] travailleurs : [F] et l'électromécanicien, sont seuls à la colleuse de la ligne 3 au moment de l'accident. Si [F] n'a pas utilisé le bouton d'arrêt d'urgence et qu'il a vu et entendu la descente du serre-joints alors qu'il était en déplacement vers là où se trouve le travailleur, il ne reste que le démarrage intempestif par un coup porté au boîtier de commande.



Source CNESST

La console de commande

4.2.8.6 La position du travailleur sur le convoyeur

Le travailleur est couché à plat ventre sur la table de montage. Il a préalablement installé « une feuille de polyéthylène » pour éviter de se gommer à cause des résidus de colle sur la table. Il a aussi démonté deux plaques d'acier. Son travail consiste à faire un examen visuel des éléments de structure qui soutiennent la table dans la colleuse.

Le problème a été identifié à la partie droite de la table de montage près de l'entrée. L'analyse des photos prises par la CNESST et la SQ le soir de l'événement nous permettent de connaître la position du travailleur sur la table de montage. Sa tête est à plus de 30 cm de l'ouverture au-dessus de la table de montage, elle est située au centre. Compte tenu de la taille du travailleur, de l'angle qu'il présente par rapport au serre-joints et de la table, il doit se déplacer vers la droite pour accéder à l'endroit où le défaut a été signalé. L'espace restreint laissé par l'ouverture du serre-joints l'oblige à se mouvoir soit en rampant ou soit en se poussant. Il est chaussé de bottes de travail à bout d'acier, en voulant se pousser à l'aide d'une de ses jambes, il a bien involontairement, donné un coup de pied à l'arrière du boîtier contenant le bouton de démarrage.

Des essais effectués par les inspecteurs de la CNESST démontrent qu'il est possible de déclencher le mouvement du serre-joints par un coup porté derrière la boîte de jonction qui contient le bouton de démarrage. L'expertise effectuée le démontre. (Annexe C)

4.2.9 La Loi, les normes et règlements en vigueur

4.2.9.1 La Loi sur la santé et la sécurité du travail

L'article 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^o s'assurer que les établissements sur lesquels il a autorité sont équipés et aménagés de façon à assurer la protection du travailleur ;

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

9^o 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;

4.2.9.2 Le règlement sur la santé et la sécurité du travail

Article 188.1

« **cadennassage** » : 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 cadennassage;

« **cléage unique** » : une disposition particulière des composantes d'un cadenas qui permet de l'ouvrir à l'aide d'une seule clé;

« **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.

Article 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 cadennassage 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.

Article 188.3

Le cadenassage doit être effectué par chacune des personnes ayant accès à la zone dangereuse d'une machine.

Article 188.4

Lorsqu'un employeur ayant autorité sur l'établissement prévoit appliquer une méthode de contrôle des énergies autre que le cadenassage, il doit, au préalable, s'assurer de la sécurité équivalente de cette méthode en analysant les éléments suivants :

- 1° les caractéristiques de la machine;
- 2° l'identification des risques pour la santé et la sécurité lors de l'utilisation de la machine;
- 3° l'estimation de la fréquence et de la gravité des lésions professionnelles potentielles pour chaque risque identifié;
- 4° la description des mesures de prévention applicables pour chaque risque identifié, l'estimation du niveau de réduction du risque ainsi obtenue et l'évaluation des risques résiduels.

Les résultats de cette analyse doivent être consignés dans un écrit.

La méthode visée au premier alinéa doit être élaborée à partir des éléments mentionnés aux paragraphes 1° à 4°.

Article 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.

Article 188.6

Une procédure décrivant la méthode de contrôle des énergies doit comprendre les éléments suivants :

- 1° l'identification de la machine;
- 2° l'identification de la personne responsable de la méthode de contrôle des énergies;
- 3° l'identification et la localisation de tout dispositif de commande et de toute source d'énergie de la machine;
- 4° l'identification et la localisation de tout point de coupure de chaque source d'énergie de la machine;
- 5° le type et la quantité de matériel requis pour appliquer la méthode;
- 6° les étapes permettant de contrôler les énergies;

7° le cas échéant, les mesures visant à assurer la continuité de l'application de la méthode de contrôle des énergies lors d'une rotation de personnel, notamment le transfert du matériel requis;

8° le cas échéant, les particularités applicables telles la libération de l'énergie résiduelle ou emmagasinée, les équipements de protection individuels requis ou toute autre mesure de protection complémentaire.

Article 188.7

Lorsque la méthode appliquée est le cadenassage, les étapes permettant de contrôler les énergies aux fins du paragraphe 6° de l'article 188.6 doivent inclure :

1° la désactivation et l'arrêt complet de la machine;

2° l'élimination ou, si cela est impossible, le contrôle de toute source d'énergie résiduelle ou emmagasinée;

3° le cadenassage des points de coupure des sources d'énergie de la machine;

4° la vérification du cadenassage par l'utilisation d'une ou de plusieurs techniques permettant d'atteindre le niveau d'efficacité le plus élevé;

5° le décadenassage et la remise en marche de la machine en toute sécurité.

Article 188.8

Avant d'appliquer une méthode de contrôle des énergies, l'employeur qui a autorité sur l'établissement doit s'assurer que les personnes ayant accès à la zone dangereuse de la machine sont formées et informées sur les risques pour la santé et la sécurité liés au travail effectué sur la machine et sur les mesures de prévention spécifiques à la méthode de contrôle des énergies appliquée.

Article 189

Dispositifs de commande : Les dispositifs de commande doivent être conçus, installés et entretenus de façon à éviter la mise en marche ou l'arrêt accidentel de la machine.

Article 189.1

Lorsqu'une personne effectue un travail de réglage, d'apprentissage, de recherche de défauts ou de nettoyage nécessitant de déplacer ou de retirer un protecteur, ou de neutraliser un dispositif de protection dans la zone dangereuse d'une machine qui doit demeurer, en totalité ou en partie, en marche, celle-ci doit être munie d'un mode de commande spécifique dont l'enclenchement doit rendre tous les autres modes de commande de la machine inopérants et permettre :

1° soit le fonctionnement des éléments dangereux de la machine uniquement par l'utilisation d'un dispositif de commande nécessitant une action maintenue ou d'un dispositif de commande bimanuelle, ou par l'action continue d'un dispositif de validation;

2° soit le fonctionnement de la machine uniquement dans des conditions où les pièces en mouvement ne présentent aucun danger pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des personnes ayant accès à la zone dangereuse, par exemple, à vitesse réduite, à effort réduit, pas à pas ou au moyen d'un dispositif de commande de marche par à-coups.

Article 190

Dispositif de mise en marche et d'arrêt : Chaque machine doit être munie d'un dispositif de commande permettant sa mise en marche et son arrêt dans des conditions sécuritaires.

Article 192

Arrêt d'urgence : Sous réserve de l'article 270, toute machine dont le fonctionnement nécessite la présence d'au moins un travailleur doit être pourvue d'un dispositif d'arrêt d'urgence.

Ce dispositif arrête la machine, compte tenu de sa nature, dans un temps aussi court que possible, sans risques additionnels. Il possède, de plus, les caractéristiques suivantes :

- 1° il est situé bien en vue et à la portée du travailleur;
- 2° il s'actionne en une seule opération;
- 3° il est clairement identifié.

La remise en fonction du dispositif d'arrêt d'urgence après son utilisation ne doit pas provoquer à elle seule la mise en marche de la machine.

4.2.9.3 La Norme CSA Z432-04 sur la protection des machines**Article 12.9.2**

Les dispositifs de commande de la mise en marche doivent être abrités, protégés ou placés de façon à ne pas être actionnés intempestivement.

4.2.9.4 La Norme CSA Z460-13 sur le contrôle des énergies dangereuses**Article 5.2.3 Emplacement**

Les dispositifs d'isolement des sources d'énergie doivent être accessibles et, là où la situation le permet, situés de manière à faciliter la mise en application des dispositifs de cadenassage au cours des travaux de réparation et d'entretien.

Note : il est préférable d'installer les dispositifs d'isolement des sources d'énergie à l'extérieur des zones dangereuses, à une hauteur qui en facilite la manipulation à partir d'une zone adjacente à laquelle on peut normalement accéder en position debout à une même le niveau du sol (p. ex., à un endroit qui n'est pas surélevé ou sous la machine, qui ne nécessite pas l'utilisation d'une échelle ou qui n'est pas un espace clos).

4.2.9.5 La Norme ISO13850 :2015(F) Sécurité des machines : fonction d'arrêt d'urgence : principes de conception**Article 4.1.1.5**

La fonction d'arrêt d'urgence doit être conçue de sorte qu'après actionnement du dispositif d'arrêt d'urgence, les mouvements et opérations hasardeux de la machine sont arrêtés de façon appropriée, sans générer de phénomènes dangereux supplémentaires et sans aucune intervention supplémentaire.

Article 4.1.1.6

La fonction d'arrêt d'urgence doit être conçue de sorte que la décision d'actionner l'organe de service d'arrêt d'urgence n'exige aucune réflexion quant aux effets qui en résulteront.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le travailleur suit une méthode d'inspection qui l'expose à un danger d'écrasement par le serre-joints de la colleuse à bois toujours alimenté.

La méthode de travail retenue pour l'inspection visuelle à l'intérieur de la colleuse de la ligne 3 oblige le travailleur à entrer dans la machine alors que des éléments sont toujours sous tension. Ce dernier n'a cadenassé que la plaque qui sert à l'induction électrique qui active la colle entre les lattes de bois.

Pour pouvoir se glisser à l'intérieur de la colleuse, le travailleur doit placer le serre-joints ainsi que le convoyeur de l'encolleuse en position maintenance. Cette position libère un espace de 40 cm au-dessus de la table de montage. Le travailleur et [F] ont installé une « feuille de polyéthylène » sur la table de montage pour le protéger des résidus de colle. Cet espace réduit oblige le travailleur soit à se laisser entraîner par le mouvement de convoyeur de la table de montage ou à ramper dessus. De plus, il y est monté sans terminer le travail de cadenassage et immobiliser les mouvements possibles du serre-joints. En effet, il est possible de verrouiller le mouvement de l'appareil en installant des gougeons dans les trous dans la structure, ce qui bloque le mouvement de descente même en cas de démarrage intempestif ou accidentel.

La méthode de cadenassage en huit points élaborée est disponible au poste de cadenassage numéro 15, adjacent à la colleuse de la ligne 3. Le cadenassage n'a pas été réalisé comme prescrit. Qui plus est, [F] qui avait demandé au travailleur en début de journée de l'attendre avant de débiter les travaux sur cette colleuse n'a pas cadenassé lui-même ni vérifié le cadenassage du travailleur.

Bien qu'il ait élaboré et mis en application une procédure détaillée de cadenassage de cette machine, l'employeur ne fait pas une supervision soutenue de l'exercice comme nous le démontre le nombre de bons de travail émis par rapport aux écritures au registre de cadenassage du poste numéro 15, adjacent à la colleuse de la ligne 3. L'employeur nous a informés que [...] ont procédé à des inspections sur ce cadenassage et auraient fait des recommandations à la direction sans pour autant produire des documents s'y afférant. Notons que ces inspections auraient été réalisées en 2015 et qu'à la fin du quatrième mois de 2016, le processus de mise en place des correctifs serait toujours en cours.

Le travailleur suit une méthode d'inspection qui l'expose à un danger d'écrasement par le serre-joints de la colleuse à bois toujours alimenté.

Cette cause est retenue

4.3.2 L'absence de protection sur toute la longueur de la course du bouton de commande permet un démarrage intempestif du serre-joints de la colleuse à bois.

Toutes les situations ont été inspectées et analysées concernant le démarrage de ce serre-joints. Les inspecteurs ont effectué une recherche de l'hypothèse la plus probable en scrutant toutes les causes possibles ayant pu générer un mouvement du serre-joints de la colleuse à bois. Ils ont requis les services d'un expert reconnu pour analyser de façon exhaustive la qualité des intrants constituant le boîtier de commande, la relation avec l'automate programmable, une surcharge possible qui aurait induit un courant et provoquer le mouvement du serre-joints. Les conclusions de l'expert sont : les composantes du boîtier de démarrage répondent à la qualité d'un fonctionnement normal. Les câbles électriques sont enrobés et placés de façon à éliminer le champ magnétique potentiel. Nous savons que l'arrêt d'urgence n'a pu être utilisé même de façon accidentelle pour deux raisons : la première est que si le bouton avait été utilisé, il désactiverait aussi l'alimentation électrique des boîtiers de commande, donc qu'il aurait fallu enlever l'arrêt d'urgence pour pouvoir se servir du bouton de montée et descente du serre-joints. De plus, [F] nous a affirmé être déjà en mouvement quand il a entendu les vérins pneumatiques s'activer et vu le serre-joints descendre.

Le bouton de démarrage n'est pas protégé par une collerette sur toute la longueur de la course contrairement à ce qu'exige la norme CSA Z-432-04 sur la protection des machines. Ce chemin de course (*travel*) répond à ce qui est normalement attendu d'un bouton semblable. La plaque métallique en avant de ce bouton a suffisamment de masse pour, sous l'impulsion d'un coup, se balancer et enfoncer le bouton au retour. L'expertise a démontré qu'un coup porté à l'arrière du boîtier de commande fait osciller la plaque métallique qui au retour enfonce le bouton qui amorce le démarrage et le mouvement de descente du serre-joints.

Nous savons que le travailleur n'est pas au-dessus de l'ouverture pratiquée dans la table de montage ou moment de la descente du serre-joints mais que pour procéder à son inspection visuelle, il devait s'y déplacer. Il portait des bottes de travail à bout d'acier et c'est en voulant s'avancer pour accéder au trou de visualisation pratiqué dans la table de montage qu'il a donné un coup sur l'arrière du boîtier de commande.

L'absence de protection sur toute la longueur de la course du bouton de commande permet un démarrage intempestif du serre-joints de la colleuse à bois.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

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

- Le travailleur suit une méthode d'inspection qui l'expose à un danger d'écrasement par le serre-joints de la colleuse à bois toujours alimenté.
- L'absence de protection sur toute la longueur de la course du bouton de commande permet un démarrage intempestif du serre-joints de la colleuse à bois.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

À la suite de l'accident, les inspecteurs ont apposé un scellé à la colleuse à bois de la ligne 3 pour le motif qu'il y a un accès à une zone de coincement. Ils ont par ailleurs émis un rapport exigeant six conditions à remplir avant de permettre le redémarrage de cet ensemble de machines : encolleur, serre-joints, colleuse et autres. Ces décisions sont signifiées aux rapports d'intervention RAP 9091338 et RAP9112226, respectivement du 30 avril et du 2 mai 2016.

Ils ont réalisé cinq autres interventions qui s'échelonnent du 3 mai au 10 juin 2016 inclusivement. Ils ont demandé par avis de correction que l'employeur forme et informe ses travailleurs sur les risques pour la santé et la sécurité et les mesures spécifiques à la méthode de contrôle des énergies dangereuses; une méthode de contrôle par audit sur le cadenassage ; de remplacer le bouton d'arrêt d'urgence ainsi que l'installation d'un bouton de réarmement à cette machine. L'employeur s'est conformé aux avis de correction des inspecteurs qui sont consignées aux rapports RAP1001777 ; RAP1001779 ; RAP1002727 ; RAP1007550 et RAP1007925.

5.3 Suivi de l'enquête

Pour éviter qu'un tel accident se reproduise, le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur dans le cadre de son partenariat avec la CNESST visant l'intégration de la santé et de la sécurité dans la formation professionnelle et technique, diffusera, à titre informatif et à des fins pédagogiques, le rapport d'enquête dans les établissements de formation offrant le programme d'études en mécanique industrielle. L'objectif de cette démarche est de supporter les établissements de formation et les enseignants dans leurs actions pédagogiques destinées à informer leurs étudiants sur les risques auxquels ils seront exposés et sur les mesures de prévention qui s'y rattachent.

ANNEXE A

Accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom : [E]
Sexe : masculin
Âge : [...]
Fonction habituelle : [...]
Fonction lors de l'accident : électromécanicien
Expérience dans cette fonction : [...]
Ancienneté chez l'employeur : [...]
Syndicat : [...]

ANNEXE B

Liste des personnes et témoins rencontrés

Monsieur [G]

Monsieur Serge Blais, ingénieur expert, CEGEP Lévis-Lauzon

Madame [H]

Monsieur [I]

Madame [C]

Monsieur [F]

Monsieur [J]

Monsieur [K]

Madame Nadine Levesque, policière, Sûreté du Québec

Monsieur Philippe Martin, policier, service de l'identité judiciaire

Madame [B]

Monsieur Vincent Poulin-Parent, policier, Sûreté du Québec

Monsieur [A]

Monsieur [L]

Monsieur Pascal Thiffau, sergent détective, Sûreté du Québec

ANNEXE C

Expertise



Expertise technique concernant le fonctionnement de boutons de commande et leur impact sur l'activation du serre-jointss d'une colleuse à bois

Présenté à : **CNESST**
835, rue de la Concorde
St-Romuald (Québec)
G6W 7P7

À l'attention de : M. Rock Bussière
Inspecteur CNESST, Chaudière-Appalaches

Préparé par : Serge Blais
CÉGEP DE LÉVIS-LAUZON
Département des Tech. en Électronique Industrielle
205, route Mgr-Bourget
Lévis (Québec)
G6V 6Z9

Réalisé à : Lévis, du 4 juillet au 29 juillet 2016
Révision finale : le 27 sept. 2016

Table des matières

1. Mandat	30
2. Résumé de la visite des lieux de l'accident de travail	31
3. Présentation globale du fonctionnement de l'équipement	33
4. Résumé des spécifications des boutons de commande	37
5. Test des boutons de commande sous tension	38
6. Réponses aux questions soumises par la CNESST	42
7. Autres questionnements pertinents survenus en cours d'analyse	44
8. Recommandations	49
9. Conclusion	50
10. Annexes	51
10.1 Spécifications des boutons de commande	51
10.2 Connexions et interfaçage des boutons de commande et du sélecteur du serre-joints à l'automate	54
10.3 Connexions et interfaçage de l'électrovanne du serre-joints à l'automate	56
10.4 Diagramme schématique pneumatique des distributeurs et des cylindres du serre-joints	57
10.5 Principe de fonctionnement des distributeurs pneumatiques 4/2 et 5/2	58
10.6 Principe de fonctionnement des distributeurs pneumatiques 5/3	59
10.7 Exemple d'une stratégie de sécurité machine de niveau 3	60

1. Mandat

Suite à un accident de travail mortel survenu le 30 avril 2016 chez Prolam, une entreprise de Cap-Saint-Ignace, nous avons été mandatés par la CNESST pour effectuer une expertise technique concernant le fonctionnement de boutons de commande faisant partie d'une colleuse à bois.

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

- Identifier les spécifications techniques des boutons de commande du serre-joints de la colleuse à bois.
- Évaluer la fonctionnalité des boutons de commande existants et établir un diagnostic de fonctionnement en lien avec un bouton poussoir neuf.
- Déterminer s'il existe un dysfonctionnement des boutons poussoirs qui aurait pu causer le déclenchement involontaire d'un contact d'un bouton de démarrage en précisant la défektivité en cause s'il y a lieu.
- Si aucun dysfonctionnement n'est identifié, approfondir la recherche au niveau des autres composantes faisant partie du système de commande de la machine.

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

La visite à l'entreprise Prolam, située à Cap-Saint-Ignace, a eu lieu le mercredi 29 juin 2016. Cette visite fut effectuée par Monsieur Serge Blais du Département des Technologies en Électronique Industrielle du Cégep de Lévis-Lauzon, accompagné de Monsieur Rock Bussière, Inspecteur à la CNESST.

Deux membres du personnel de l'entreprise étaient également présents, soit : [...] ainsi qu' [...]

Sur le site de l'entreprise, nous avons inspecté les lieux, établi les circonstances de l'accident, puis procédé à la vérification du fonctionnement global de la colleuse à bois de la ligne 3. Ceci dans le but de nous permettre d'avoir une vue d'ensemble du fonctionnement de la machine et des aspects concernant la sécurité de celle-ci.



Photo 1: vue d'ensemble de la ligne 3 où s'est produit l'accident.

Nous avons observé le fonctionnement de la machine en production puis effectué des tests de fonctionnement en mode manuel.



Photo 2: entrée de la colleuse, plateau en haut (serre-joints non-activé).



Photo 3: entrée de la colleuse, plateau en bas (serre-joints activé).

Sur place, nous avons porté particulièrement notre analyse sur le fonctionnement du serre-joints de la colleuse ainsi que sur tous les éléments en lien avec l'activation de celui-ci. Cela dans le but de comprendre les séquences de fonctionnement des équipements et les aspects liés à la sécurité et à la fonctionnalité de cette section de la machine où le travailleur œuvrait lorsque l'accident s'est produit.

-

En résumé, durant notre visite chez « Prolam », nous avons :

1. Constaté les lieux de l'accident et inspecté l'environnement machinerie.
2. Analysé le fonctionnement de la machine, en mode manuel et automatique, en portant plus particulièrement notre attention sur le serre-joints de la colleuse.
3. Vérifié la possibilité d'activer le serre-joints via d'autres options telles que l'interface opérateur ou l'automate.
4. Validé la possibilité que certains éléments présents sur la colleuse puissent produire des champs magnétiques risquant d'induire une tension parasite pouvant permettre l'activation accidentelle de l'électrovanne du serre-joints.
5. Échangé avec des membres du personnel de l'entreprise pour valider certaines informations pertinentes à notre expertise technique.

3. Présentation globale du fonctionnement de l'équipement

La machine dont il est question dans ce rapport d'expertise consiste en une ligne d'assemblage de planches de bois pour en faire des planchers de bois franc lamellés. Cependant, nous allons prioriser l'étude du serre-joints de la colleuse à bois puisque c'est dans cette section que c'est produit l'accident.



Photo 4: entrée de la colleuse, incluant le bouton de démarrage du serre-joints à gauche et le bouton de l'encolleur à droite.

Habituellement, on retrouve sur ce type de procédé une commande pour faire monter et une autre commande indépendante pour faire descendre un plateau. Dans ce cas-ci, une seule commande sert à faire monter et à faire descendre le serre-joints. Ce qui signifie que si le plateau du serre-joints est en position basse, il monte et s'il est déjà en position haute, il descend. Noter qu'il n'y a pas de capteur « position basse » ni de capteur « position haute » pour préciser la position actuelle du plateau du serre-joints. De ce fait, l'automate de la machine ne peut pas détecter si le serre-joints est physiquement en position haute ou en position basse. Aucune indication n'est fournie par l'automate ou l'interface opérateur en ce sens.

Globalement dans ce système, les points d'entrées/sorties de l'automate sont interfacés par des modules d'entrées/sorties (voir annexes 10.2 et 10.3).

Voici en résumé la séquence des actions à réaliser pour faire descendre et monter le serre-joints de la colleuse :

1. L'activation du bouton de démarrage du serre-joints actionne le point d'entrée no.7 du module d'entrées G7TC-ID16 pour activer le bit 351.07 de l'automate.

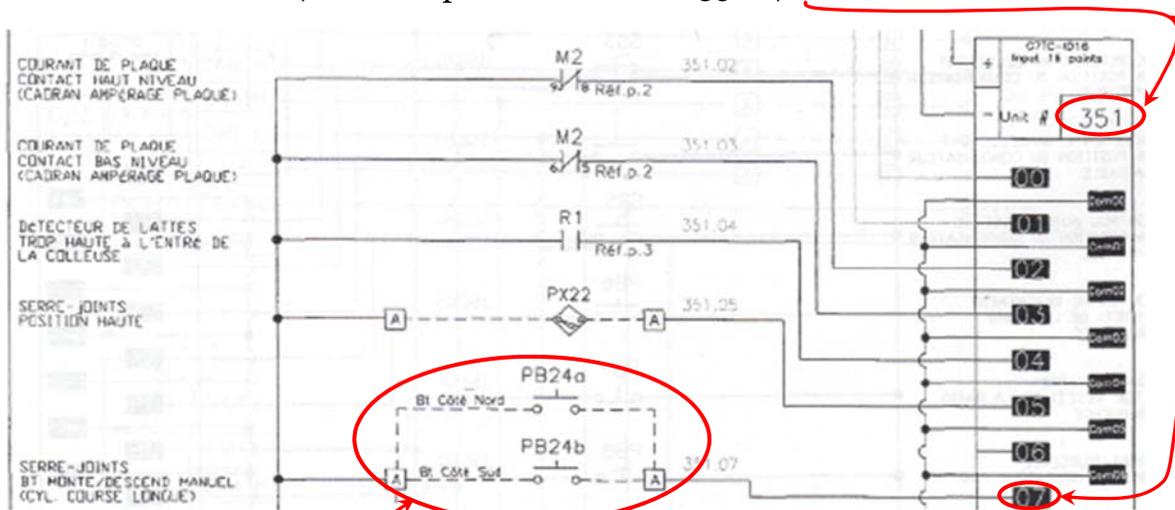


Schéma 1: boutons **montée/descente** branchés en parallèle du serre-joints (course longue).

Noter que le même bouton poussoir sert à faire monter et à faire descendre le serre-joints; un bouton du côté nord puis un autre du côté sud de la colleuse.

2. Dans le programme de l'automate, on retrouve la section de LADDER ci-dessous, incluant une fonction « KEEP » (fonction mémoire).

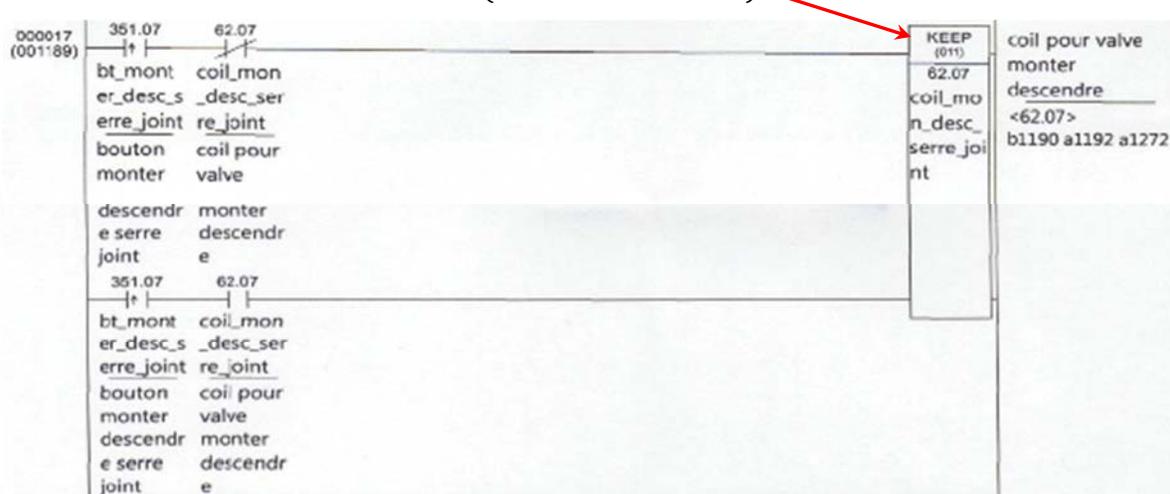


Schéma 2: fonction mémoire (KEEP) dans le programme de l'automate de la colleuse.

Le principe de fonctionnement d'une fonction KEEP(O11) est le suivant :

Si le bit de la fonction est à 0 (état désactivé) lorsque la branche du haut est activée, le bit de la fonction sera mis à 1 (état activé) et si le bit de la fonction est à 1 (état activé) lorsque que la branche du bas est activée, le bit de la fonction sera mis à l'état 0 (désactivé).

En d'autres termes, si le plateau du serre-joints est en bas (bit 62.07 non-activé), il sera activé et le plateau montera alors que si le plateau du serre-joints est déjà en haut (bit 62.07 activé), il sera désactivé et le plateau redescendra.

3. Lorsque le bit 62.07 de l'automate est activé, celui-ci active le point no. 7 du module de sorties externes G7TC-OD16. La bobine électromagnétique du distributeur pneumatique de l'électrovanne qui est reliée aux cylindres de montée/descente du plateau du serre-joints est alors activée.

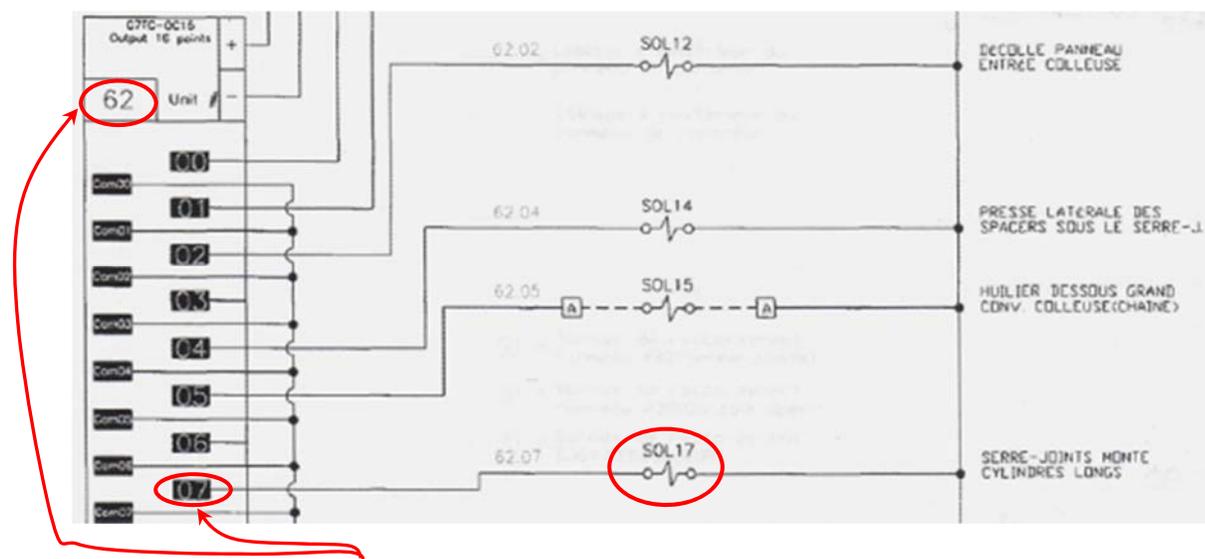


Schéma 3: sortie 62.07 reliée au distributeur pneumatique (solénoïde #17) permettant la montée/descente du serre-joints (course longue).

Lorsque l'électrovanne du distributeur pneumatique (solénoïde no. 17) est activée via la sortie 62.07 de l'automate, l'air est dirigé vers les cylindres du serre-joints faisant ainsi monter le plateau du serre-joints. Par contre, lorsque la sortie 62.07 n'est pas activée, le plateau du serre-joints redescend car la circulation de l'air dans les cylindres pousse les pistons de ceux-ci vers le bas.

Par ailleurs, selon les plans de la machine fournis par l'entreprise, le distributeur pneumatique de l'électrovanne est de type 4/2 et possède seulement une bobine. Ce qui fait que lorsque cette bobine est alimentée, l'air va vers les cylindres pour faire monter le plateau du serre-joints et lorsque la bobine n'est plus alimentée, le ressort de rappel du distributeur pneumatique ramène celui-ci à sa position repos, ce qui fait redescendre le plateau du serre-joints.

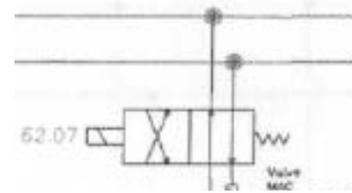


Schéma 4 : symbole d'un distributeur pneumatique de type 4/2 alimentant les cylindres du serre-joints de la colleuse.

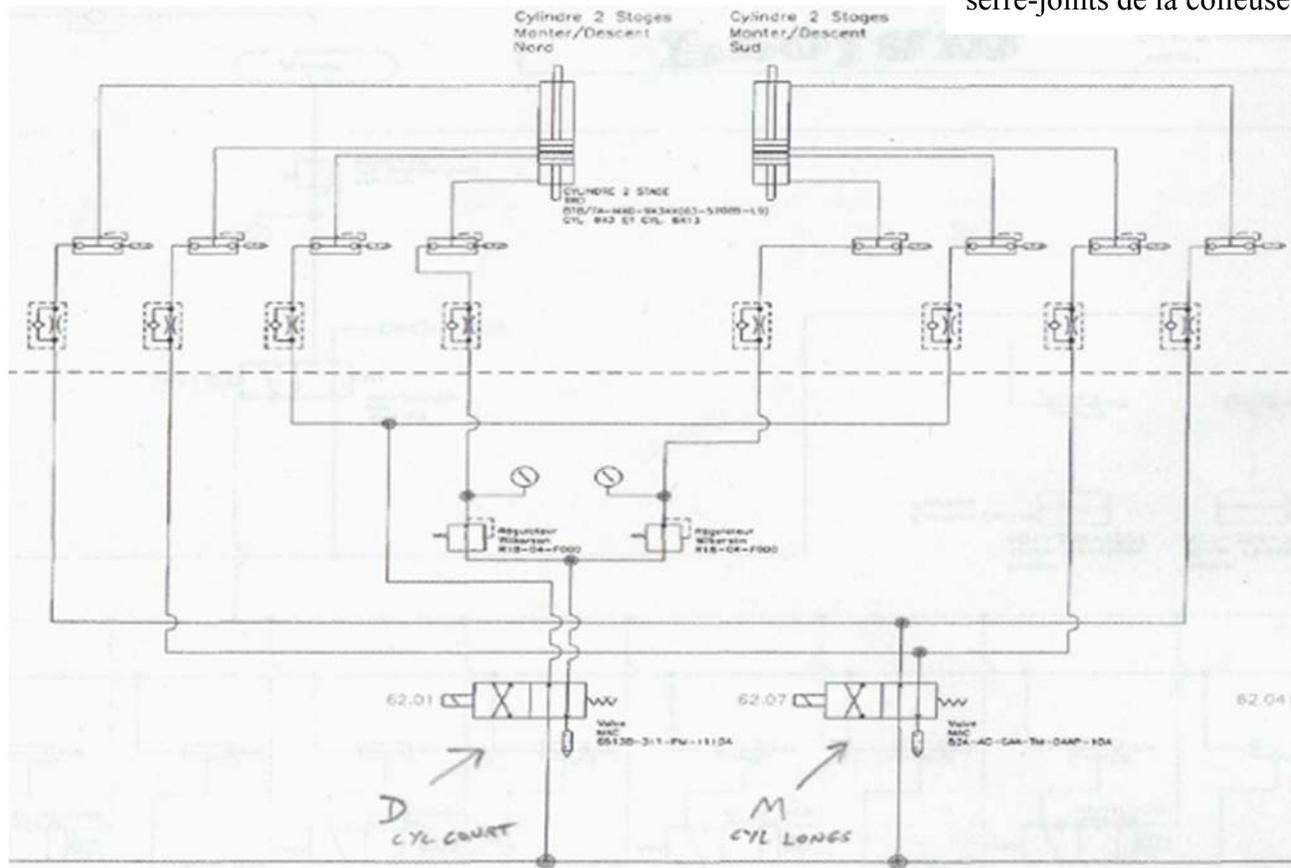


Schéma 5: plan de raccordement pneumatique des distributeurs de type 4/2 aux cylindres « double stage » de montée/descente du serre-joints de la colleuse.

Attention : lorsque le bit 62.07 n'est pas activé, l'électrovanne qui y est reliée est désactivée également, ce qui fait que le plateau du serre-joints descend. Ce qui signifie qu'en cas d'arrêt d'urgence ou de coupure de courant imprévue, le plateau du serre-joints descend automatiquement jusqu'en bas!

4. Résumé des spécifications des boutons de commande

La machine dispose de deux boutons de commande montés en parallèle, un de chaque côté de la machine pour actionner les cylindres du plateau du serre-joints. Chacun de ces bouton possède un contact normalement ouvert dont un résumé des spécifications est présenté ci-dessous :



Photo 5: bouton poussoir du serre-joints

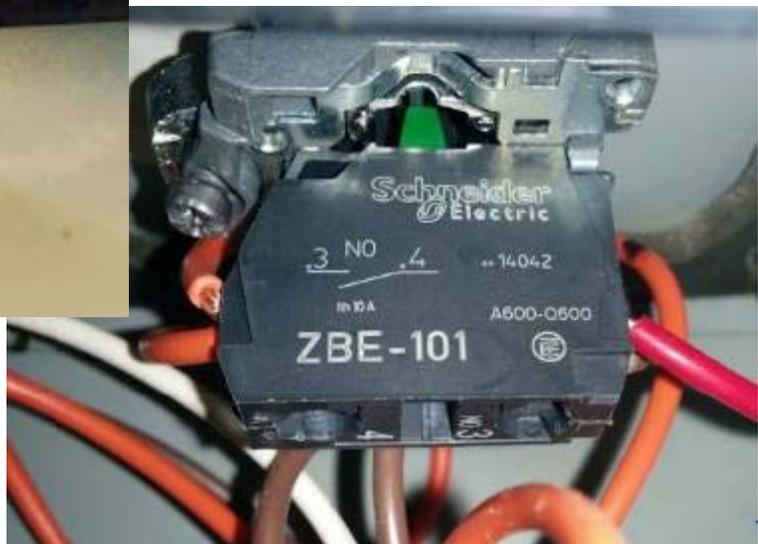


Photo 6: contact n. ouvert du bouton poussoir du serre-joints

Manufacturier : Schneider Électric/Télemécanique

Modèle : ZBE-101

Force requise pour actionner le contact : 2,3 N => 253 g => 0,517 lbs

Distance d'actionnement (Travel) : course totale de 4,3 mm (une course de 2,6 mm suffit pour un changement d'état de normalement ouvert à fermé).

Note : pour le détail des spécifications complètes, consulter l'annexe 10.1

5. Test des boutons de commande sous tension

Dans certaines circonstances précises telles que l'implique cette expertise, des tests de continuité à l'ohmmètre ne sont pas suffisants pour tester hors de tout doute la fonctionnalité des composantes. Afin de représenter le plus fidèlement possible les conditions d'opérations lorsque l'accident de travail est survenu, nous avons réalisé plusieurs tests sur les boutons de commande en les plaçant sous charge et sous tension 120 Vac tel qu'on le retrouvait sur la machine à ce moment-là.



Photo 7: test du bouton de démarrage du serre-joints réalisé sous tension et sous charge

Sommaire des résultats :

Test de continuité : le contact normalement ouvert devient fermé (laisse passer le courant et active la charge sur laquelle il est connecté) à un peu plus du milieu de la course tel que les spécifications techniques du manufacturier le mentionne.



Photos 8, 9 et 10: test du bouton de démarrage du serre-joints, activé après la mi-course de son déplacement « travel »

Plus précisément, lorsqu'on appuie graduellement sur le bouton poussoir, son contact passe de l'état ouvert à l'état fermé tel que le démontre les photos ci-dessous :



Photos 11 et 12: mesure de la course totale du bouton poussoir du serre-joints = 4,38 mm



Photo 13: distance restante du bouton poussoir du serre-joints à parcourir lorsque son contact devient activé = 1,85 mm

En somme, le contact du bouton poussoir du serre-joints testé a changé d'état à :

(Course totale – Distance restante pour que le bouton soit appuyé au fond) = « Travel »

4,38 mm – 1,85 mm = **2,53 mm** de « Travel »

Les spécifications du manufacturier du bouton poussoir Schneider Électric nous indique des spécifications très similaires, soit : une course totale de 4,3 mm et un seuil de déclenchement ou de « Travel » de **2,6 mm**.

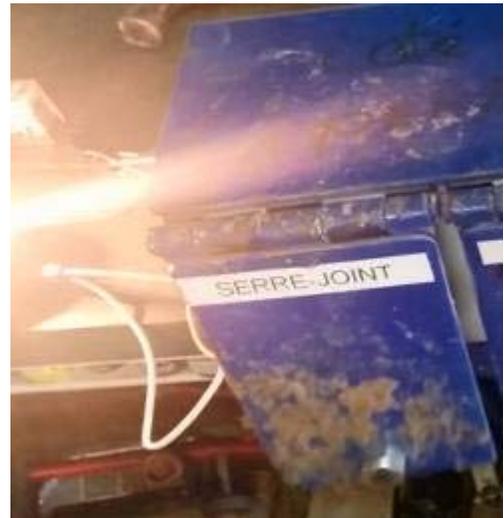
De plus, nous avons effectué des tests de vibrations sur l'équipement où se trouve le bouton de démarrage du serre-joints pour voir la résistance du contact aux chocs et aux vibrations.

Test de vibrations : le contact demeure stable et reste ouvert, la charge reste à l'état « OFF ».



Photos 14 et 15: test de vibrations du bouton de démarrage du serre-jointss

Test de choc : suite à un choc similaire à un coup de pied modéré sur la boîte de jonction où est installé le bouton de démarrage, le contact du bouton de démarrage devient fermé et active la charge (état « ON »).



Photos 16 et 17: test de choc du bouton de démarrage du serre-joints, la palette du bouton effectue un rebond

Dû au choc transmis au boîtier du bouton de démarrage, la palette montée sur penture se trouvant par-dessus le bouton poussoir effectue un rebond latéral assez fort pour actionner le contact du bouton de démarrage et activer la charge sur laquelle il est connecté. Noter que le poids au bas de la plaque de métal accentue le couple transmis à la plaque, créant ainsi une force suffisante pour actionner le contact du bouton poussoir.

Test de force : un autre test que nous trouvions pertinent d'effectuer consistait à vérifier la force requise pour actionner le contact du bouton poussoir en augmentant graduellement la force d'appuie sur le bouton poussoir.



Photos 18 et 19: mise à « zéro » du capteur de poids avant le test de force

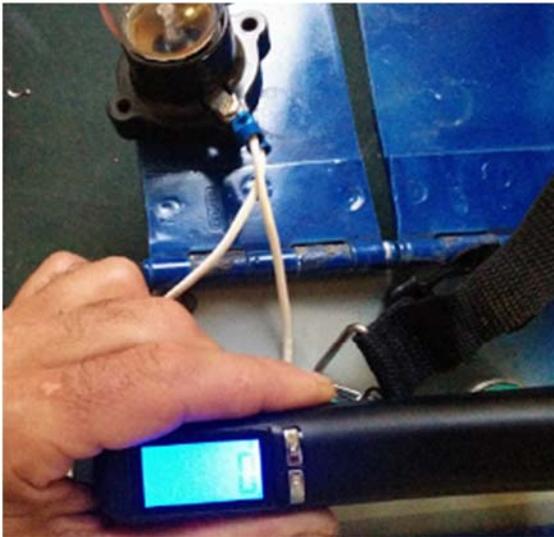


Photo 20: aucune force d'appliquée sur le bouton



Photo 21: force appliquée sur le bouton, le contact du bouton poussoir ferme et la charge est activée

Nous avons réalisé plusieurs tests pour constater que le poids minimum permettant d'activer le contact du bouton poussoir du serre-joints est de 240 g et que le poids le plus grand placé sur le bouton poussoir pour activer son contact a demandé 265 g, ce qui correspond aux spécifications du manufacturier, soit : 253 g.

En somme, la panoplie des tests réalisés démontrent que les boutons poussoirs du serre-joints sont en bonne condition, pleinement fonctionnels et respectent les spécifications du manufacturier Schneider Électric.

6. Réponses aux questions soumises par la CNESST

1) Identifier les spécifications techniques des boutons de commande du serre-joints qui sont pertinentes pour l'enquête d'accident de la CNESST, entre autres, le manufacturier, le modèle, la force requise pour l'actionner et la distance d'actionnement (« travel »).

Le résumé des spécifications techniques des boutons poussoirs identiques à ceux que l'on retrouve sur le serre-joints est présenté à la section 4, page 10.

2) Comparer les spécifications d'un bouton neuf avec les boutons existants.

Afin de valider les caractéristiques des boutons poussoirs actuels dans le but de les comparer avec les spécifications d'un bouton poussoir neuf, nous avons réalisé des tests de fonctionnement sur les boutons poussoir du serre-joints.

Tel que présenté à la section 5, pages 11 et 12 de ce rapport d'expertise, les caractéristiques de fonctionnement des boutons poussoirs du serre-joints sont comparables à celle d'un bouton poussoir neuf du manufacturier Schneider Électric. En effet, lors des tests sous tension, le contact normalement ouvert se ferme et laisse passer le courant dès qu'on enfonce le bouton poussoir sur une distance de 2,45 mm ou plus. Selon les spécifications du manufacturier, le contact d'un bouton poussoir neuf change d'état (passe de l'état « OFF » à l'état « ON »), lorsqu'on l'enfonce de 2,6 mm sur une course de 4,3 mm.

Par ailleurs, nous avons également testé le poids requis pour faire activer le contact du bouton poussoir et les résultats obtenus (entre 240 g et 265 g) correspondent aux spécifications du manufacturier, soit 253 g. Le résultat du test de poids est présenté à section 5, page 14.

En résumé, les caractéristiques de fonctionnement des boutons poussoir du serre-joints de la colleuse correspondent aux spécifications d'un bouton neuf de même modèle du manufacturier Schneider Électric.

3) Déterminer s'il existe un dysfonctionnement des boutons qui aurait pu causer le déclenchement involontaire des boutons en précisant s'il existe une usure ou une déformation d'une des composantes ou autres défauts.

Les tests réalisés hors et surtout sous tension (120V) simulent les conditions d'opération des boutons de commande du serre-joints de la colleuse de la ligne 3 chez Prolam. Ces tests démontrent que les boutons poussoirs sont pleinement fonctionnels et n'ont pas démontré de signe de faiblesse apparents ou de mal fonctionnement apparents.

4) Si aucun disfonctionnement n'est identifié, approfondir la recherche, soit au niveau des autres composantes qui font partie du circuit de commande.

La panoplie de tests réalisés n'ayant démontré aucun disfonctionnement des boutons de commande, nous avons cru bon d'investiguer sur d'autres aspects de la machine pouvant avoir une influence sur l'activation des distributeurs pneumatiques permettant d'actionner les cylindres du serre-joints de la colleuse.

Nous avons, entre autres, analysé les facteurs environnants de la machine pouvant induire des tensions parasites permettant d'activer les électrovannes des distributeurs pneumatiques. Nous avons ainsi vérifié la possibilité d'activer ceux-ci par une commande pouvant provenir d'ailleurs que des boutons de commande. Les résultats de cette analyse sont présentés à la section suivante (section 7).

7. Autres questionnements pertinents survenus en cours d'analyse

Suite à notre analyse du procédé de la ligne 3, nous avons constaté qu'un automate de type CS1G s'occupe du contrôle de la colleuse, incluant le serre-joints en cause dans l'accident de travail. Par ailleurs, l'automate est assisté d'une interface opérateur via laquelle les opérateurs peuvent entrer et visualiser des données.



Photo 22: automate programmable OMRON CS1G et ses cartes d'entrées/sorties



Photos 23 et 24: panneau opérateur incluant l'interface d'opération OMRON

Étant donné que les automates programmables ainsi que les autres systèmes de contrôle commande sont sensibles aux ondes électromagnétiques et que cette machine possède un entraînement (« drive ») de 20 HP ainsi qu'un équipement de haute tension délivrant 10 000 Volts pour la colleuse, nous avons cru bon d'investiguer sur ces aspects même si cela ne faisait pas, à priori, partie de notre mandat initial.

Questionnement 1: ondes électromagnétiques pouvant induire une tension dans les fils de bas voltage reliés à l'automate permettant de générer des tensions parasites dans les systèmes de contrôle-commande.

Une des lois de base de l'électromagnétisme démontre qu'un courant circulant dans un fil droit génère un champ magnétique autour de ce fil selon le sens indiqué ci-dessous. De même, un champ magnétique peut induire un courant dans un fil situé à proximité et activer par exemple, une entrée d'automate pouvant ainsi provoquer l'activation de sorties non désirées sur un système.



Photo 25: règle de la main droite en électromagnétisme

Étant donné que les plaques de la colleuse fonctionnent à des tensions particulièrement élevées (de l'ordre de 10,000 Volts), nous avons cru bon de vérifier le type de câble utilisé ainsi que la protection contre les champs magnétiques sur les équipements.



Photos 26, 27 et 28: panneau opérateur incluant indicateurs de courant et de tension de plaque de la colleuse

Après vérification, nous avons constaté que les câbles d'alimentation du transformateur alimentant les plaques de la colleuse sont de type TECK, possédant un blindage en métal assurant donc une protection contre les champs magnétiques. De même, les câbles servant aux signaux de base tension du réseau « DeviceNet » sont également blindés empêchant ainsi l'induction de tensions parasites dans les systèmes de contrôle.



Photo 29 : câbles de type « TECK » utilisés pour le réseau « DeviceNet »

Questionnement 2: la possibilité d'activer les distributeurs pneumatiques des cylindres de la colleuse via l'interface opérateur. Le rôle principal d'une interface d'opération est normalement de permettre de donner des commandes à un système de contrôle commande (tel un automate programmable) et de visualiser l'état actuel d'une machine. En termes plus génériques, l'automate programmable est le cerveau de la machine et l'interface opérateur sert simplement à lire et à écrire dans l'automate.



Photo 30: interface d'opération OMRON

Il est donc possible que celle-ci autorise des commandes permettant l'activation des cylindres du serre-joints de la colleuse. Après vérification dans les différents menus, même si l'interface permet effectivement de réaliser des ajustements et de donner certaines commandes à la

colleuse, il n'a pas été possible d'activer le serre-joints à partir de celle-ci (aucun lien ou « TAG » de configuré en ce sens).

Questionnement 3 : selon la conception de la logique de commande de la machine telle qu'elle était lorsque l'accident de travail est survenu, trois aspects ont particulièrement attiré notre attention :

- la fonctionnalité de l'arrêt d'urgence;
- la conception du circuit pneumatique des distributeurs pneumatiques versus une coupure de courant au niveau de la sécurité;
- l'identification du sélecteur pour opérer le serre-joints.



Photos 31 et 32: panneau opérateur incluant bouton d'arrêt d'urgence et sélecteur du serre-joints

Nous avons relevé une conception très questionnable concernant la sécurité lors d'un arrêt d'urgence ou d'une coupure de courant sur cette machine. Les plans électriques et les diagrammes pneumatiques nous indiquent la problématique suivante : **en cas d'arrêt d'urgence ou de coupure de courant, le plateau du serre-joints descend!**

En effet, lorsque l'électrovanne du distributeur pneumatique des cylindres du serre-joints est désactivée, le ressort de rappel du distributeur ramène le tiroir pneumatique de celui-ci à sa position « repos », ce qui fait descendre le serre-joints.

Cela crée une condition de travail très dangereuse mettant en péril la situation d'un travailleur pouvant se trouver sous le plateau du serre-joints.



Photo 33: serres-joints en position haute (électrovanne du distributeur pneumatique des cylindres du serre-joints activé)



Photo 34: serres-joints en position basse (électrovanne du distributeur pneumatique des cylindres du serre-joints non activé)

Par ailleurs, l'identification du sélecteur du serre-joints peut porter à confusion pour un travailleur moins familier avec l'opération de la machine.



- ☞ Position ON : fonctionnalités du serre-joints possible.
- ☞ Position OFF : serre-joints hors fonction.
- ☞ Position DESC : descente du serre-joints pour la petite course
Seulement (mode pressage).

Photo 35: sélecteur du serre-joints

Pour faciliter l'interprétation du rôle de ce sélecteur, l'identification des positions de ce dernier devraient être modifiées pour **Fonctionnalités: serre-joints**

Position gauche → ON

Position centre → OFF

Position droite → Descente Mode Pressage

Attention : peu importe la position du sélecteur (même s'il est à OFF), il est toujours possible de d'actionner la montée/descente du serre-joints au niveau de la longue course (via les boutons poussoirs nord-sud situés de chaque côté du plateau du serre-joints de la colleuse).

8. Recommandations

Modifier l'identification du sélecteur du serre-joints tel que suggéré à la section précédente.

Remplacer les distributeurs de type 4/2 par des distributeurs de type 5/3 de manière à faire en sorte que lorsqu'il y a un **arrêt d'urgence** ou une coupure de courant sur la machine, le plateau du serre-joints de la colleuse demeure dans son état actuel (il ne doit **pas bouger**, ni descendre ni monter). En effet, un distributeur 5/3 possède 5 orifices (excluant les orifices de commande) et 3 positions de commutation. C'est donc ce type de distributeur qui devrait être utilisé pour les cylindres du serre-joints; position haute, position basse et **position immobile**.

Installer et relier à l'automate des capteurs de position sur la colleuse afin de connaître en tout temps la position plateau du serre-joints lorsque la machine est en fonction.

Mettre en place une stratégie de sécurité machine homologuée de niveau 3 minimum sur cette machine, comportant des grillages et des portes munies d'interrupteurs de sécurité de type « positive break », des relais de surveillance de sécurité ou un module de contrôle de sécurité pour la partie commande et des contacteurs de sécurité pour la partie puissance. Consulter l'annexe 10.7 pour plus d'informations et un exemple de stratégie de sécurité homologuée de niveau 3.

Appliquer ces recommandations sur toutes les lignes de production où l'on retrouve des systèmes semblables.

9. Conclusion

En résumé, nous avons constaté que les boutons poussoirs sont pleinement fonctionnels et que les résultats obtenus se comparent aux spécifications mécaniques et électriques d'un bouton et contact neufs du même modèle. Ce sont des boutons poussoir et contacts de bonne qualité et selon les spécifications du manufacturier, d'une durabilité « électrique » d'un million d'opérations.

C'est plutôt la conception de l'installation des boutons de commande avec le système de plaques montées sur penture sur le devant des boutons qui peut causer des malfonctionnements ou l'envoi de commande non désirées au système. En effet, tel que l'on démontrés les tests réalisés sous tension, il suffit d'un coup modéré appliqué (avec un pied par exemple) sur le côté de l'un des poteaux sur lequel sont installés les boutons de commande du serre-joints pour créer un mouvement latéral des plaques de métal. Par ricochet, ce mouvement latéral des plaques de métal comportant une inertie non-négligeable (étant donné le poids des plaques) provoque une force suffisante pour activer le contact du bouton de démarrage du serre-joints, autorisant ainsi la commande de faire descendre le plateau du serre-joints lorsque celui-ci est en position haute.

10. Annexes

10.1 Spécifications des boutons de commande du serre-joints de la colleuse

Product data sheet
Characteristics

ZBE101
single contact block for head Ø22 1NO screw
clamp terminal



Main

Range of product	Harmony XB4 Harmony XB5
Product or component type	Contact block
Device short name	ZBE
Sale per indivisible quantity	5
IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529
Contacts type and composition	1 NO
Contacts operation	Slow-break
Contact block type	Single
Contacts usage	Standard contacts
Connections - terminals	Screw clamp terminals: $\geq 1 \times 0.22 \text{ mm}^2$ without cable end conforming to EN 60947-1 Screw clamp terminals: $\leq 2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ with cable end conforming to EN 60947-1

Complementary

Terminals description ISO n°1	(13-14)NO
Product weight	0.011 kg
Positive opening	Without positive opening
Operating travel	4.3 mm (total travel) 2.6 mm (NO changing electrical state)
Operating force	2.3 N (NO changing electrical state)
Operating torque	0.05 N.m (NO changing electrical state)
Mechanical durability	5000000 cycles
Tightening torque	0.8...1.2 N.m conforming to EN 60947-1
Shape of screw head	Slotted head compatible with flat Ø 5.5 mm screwdriver Slotted head compatible with flat Ø 4 mm screwdriver Cross head compatible with pozidriv No 1 screwdriver Cross head compatible with Philips no 1 screwdriver
Contacts material	Silver alloy (Ag/Ni)
Short circuit protection	10 A cartridge fuse type gG conforming to EN/IEC 60947-5-1
[Ith] conventional free air thermal current	10 A conforming to EN/IEC 60947-5-1
[Ui] rated insulation voltage	600 V (degree of pollution: 3) conforming to EN 60947-1
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to EN 60947-1
[Ie] rated operational current	1.2 A at 600 V, AC-15, A600 conforming to EN/IEC 60947-5-1 0.55 A at 125 V, DC-13, Q600 conforming to EN/IEC 60947-5-1 0.27 A at 250 V, DC-13, Q600 conforming to EN/IEC 60947-5-1 0.1 A at 600 V, DC-13, Q600 conforming to EN/IEC 60947-5-1 6 A at 120 V, AC-15, A600 conforming to EN/IEC 60947-5-1 3 A at 240 V, AC-15, A600 conforming to EN/IEC 60947-5-1
Electrical durability	1000000 cycles, DC-13, 0.5 A at 24 V, operating rate: 3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, DC-13, 0.2 A at 110 V, operating rate: 3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, AC-15, 4 A at 24 V, operating rate: 3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, AC-15, 3 A at 120 V, operating rate: 3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, AC-15, 2 A at 230 V, operating rate: 3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/IEC 60947-5-1 appendix C

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Electrical reliability IEC 60947-5-4	$\Lambda < 10\text{exp}(-8)$ at 17 V, 5 mA in clean environment conforming to EN/IEC 60947-5-4 $\Lambda < 10\text{exp}(-7)$ at 5 V, 1 mA in clean environment conforming to EN/IEC 60947-5-4
Mounting of block	Front mounting
Additional information	Mounting on pushbutton collar
Electrical composition code	C13 (quantity <= 1) M4 (quantity <= 2) C10 (quantity <= 2) MF2 (quantity <= 2) MF1 (quantity <= 2) SF2 (quantity <= 2) SF1 (quantity <= 3) M9 (quantity <= 2) M8 (quantity <= 4) M7 (quantity <= 6) M6 (quantity <= 2) M5 (quantity <= 2) M3 (quantity <= 4) M2 (quantity <= 4) M1 (quantity <= 6) C12 (quantity <= 6) C9 (quantity <= 3) C8 (quantity <= 2) C7 (quantity <= 4) C6 (quantity <= 3) C5 (quantity <= 5) C4 (quantity <= 4) C3 (quantity <= 6) C2 (quantity <= 7) C1 (quantity <= 9)

Environment

Protective treatment	TH
Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Standards	EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 JIS C 4520 UL 508 CSA C22.2 No 14
Product certifications	BV CCC CSA DNV GL GOST LROS (Lloyds register of shipping) RINA UL
Vibration resistance	5 gn (f = 2...500 Hz) conforming to IEC 60068-2-6
Shock resistance	50 gn for 11 ms half sine wave acceleration conforming to IEC 60068-2-27 30 gn for 18 ms half sine wave acceleration conforming to IEC 60068-2-27

Contractual warranty

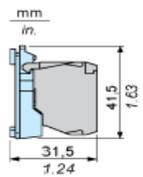
Period	18 months
--------	-----------

Product data sheet Dimensions Drawings

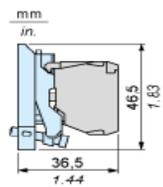
ZBE101

Dimensions

with ZB5AZ009 Fixing Collar

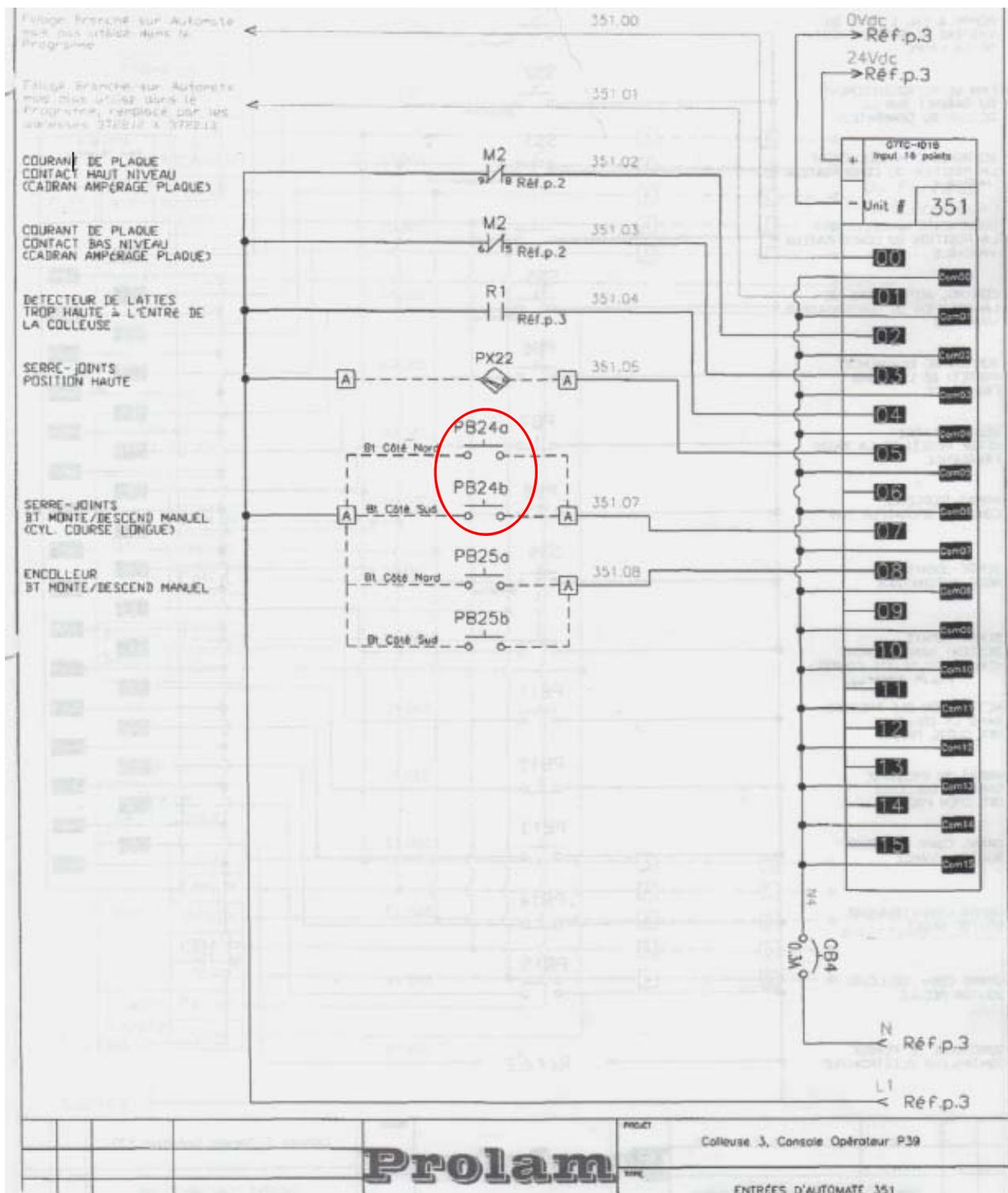


with ZB4BZ009 Fixing Collar

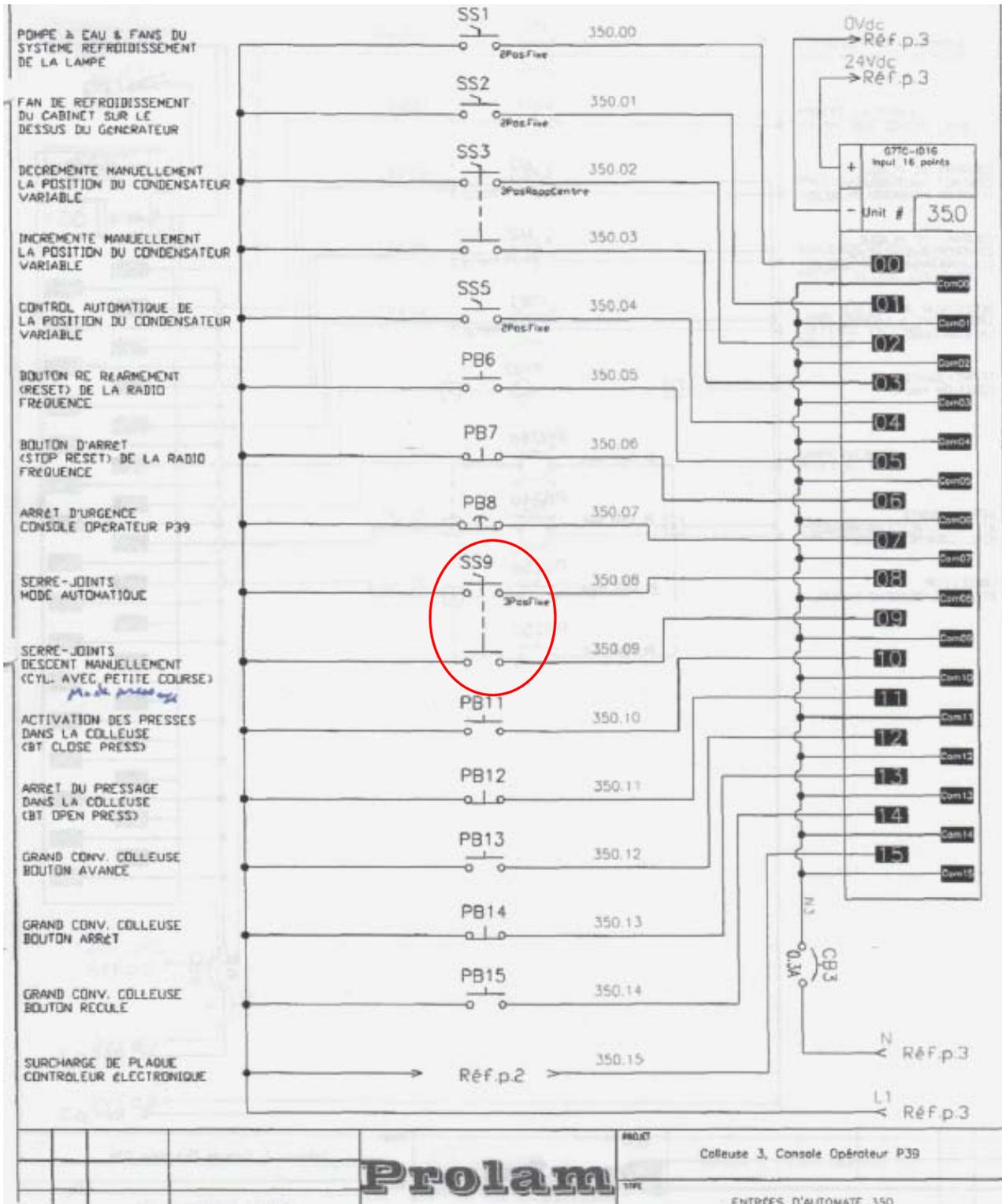


10.2 Diagramme schématique électrique des connexions et interfaçage des boutons de commande du serre-joints à l'automate

- Entrées d'automate « 351 » incluant les boutons de commande du serre-joints :

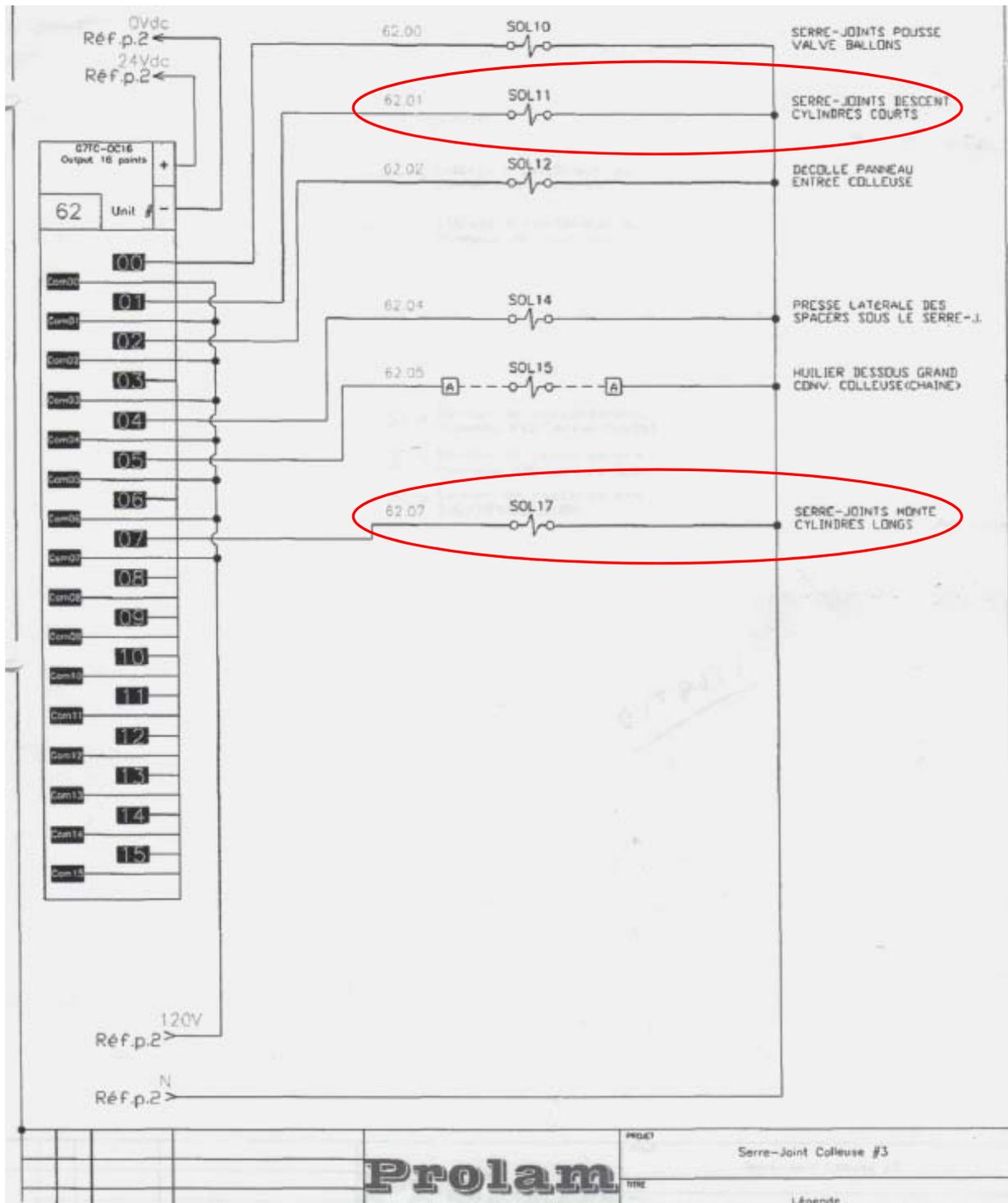


- Entrées d'automate « 350 » incluant le sélecteur de fonctions de serre-joints :



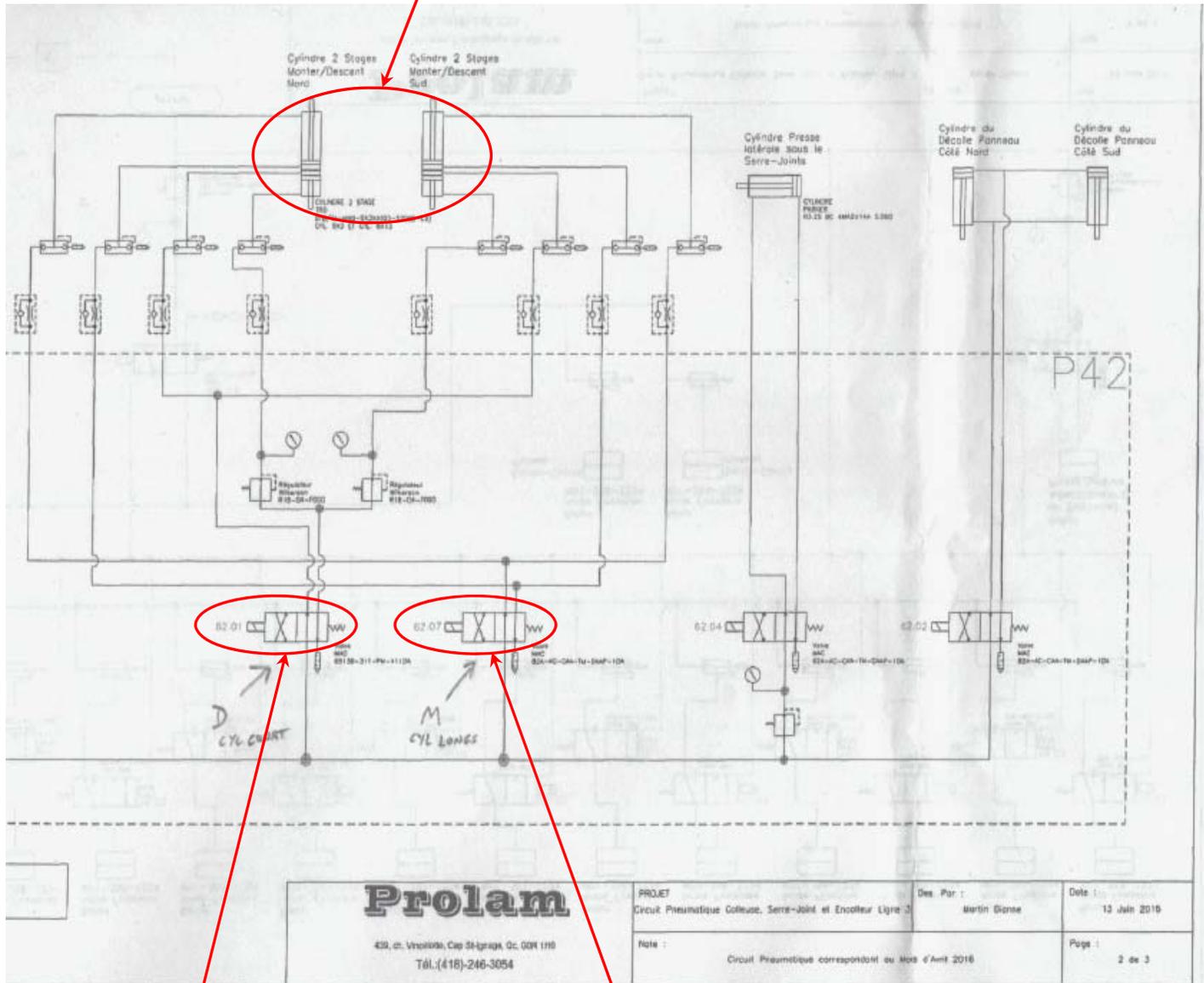
10.3 Diagramme schématique électrique des connexions et interfaçage à l'automate de l'électrovanne actionnant les vérins du serre-joints

- Sorties d'automate « 62 » incluant la sortie « petite course » (62.01) pour le mode pressage et « longue course » (62.07) des cylindres à deux étages du serre-joints:



10.4 Diagramme schématique pneumatique des distributeurs et des cylindres du serre-joints

Cylindres à deux étages du plateau du serre-joints



Distributeur pneumatique pour la longue course des cylindres

Distributeur pneumatique pour la petite course des cylindres (mode pressage)

Prolam

439, ch. Vireuillois, Cap St-Jacques, Qc, G0R 1H0
Tél.:(418)-246-3054

PROJET Circuit Pneumatique Colosse, Serre-Joint et Encolleur Ligne 3	Des. Par : Martin Gossé	Date : 13 Juin 2016
Note : Circuit Pneumatique correspondant au Mois d'Avril 2016		Page : 2 de 3

10.5 Diagrammes schématiques et fonctionnement des distributeurs de type 4/2 et 5/2

Les distributeurs 4/2 et 5/2

Pour commander un vérin double effet il faut utiliser un distributeur à 2 sorties.

Il est également possible de commander un vérin double effet à l'aide de deux distributeurs 3/2 (Fig. 23 + 24).

Si on combine les deux distributeurs 3/2 en utilisant une alimentation et un échappement collectif pour les deux distributeurs (Fig. 25), on obtient un distributeur à 4 raccords et 2 positions. Le distributeur obtenu est un distributeur 4/2 (Fig. 26).

La commande d'un vérin double effet à l'aide d'un distributeur 4/2 se fait comme représentée par la figure 27.

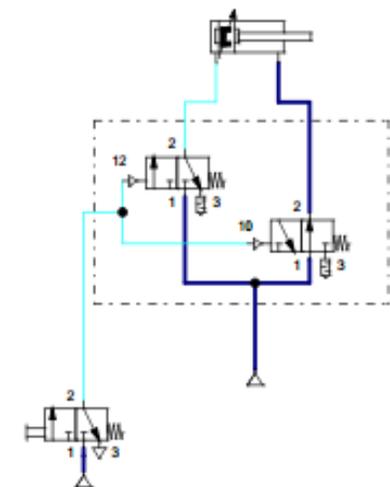


Fig. 23.

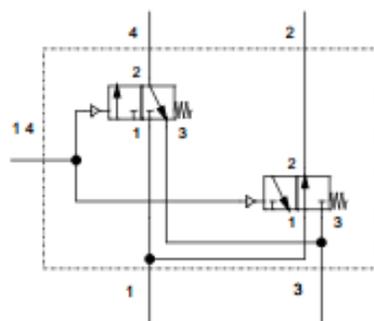
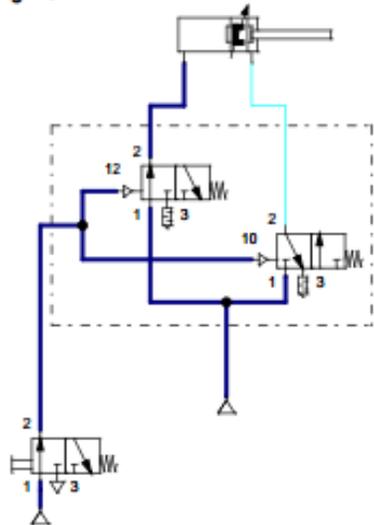


Fig. 25.

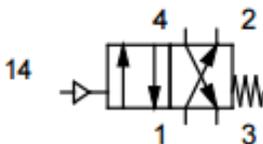


Fig. 26.

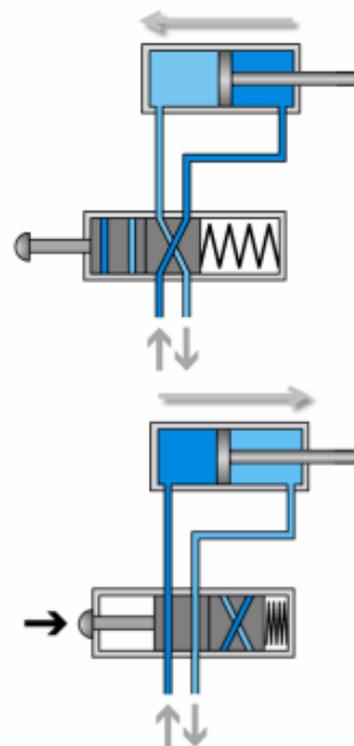


Fig. 27.

10.6 Diagramme schématique et fonctionnement des distributeurs de type 5/3

Ce type de distributeur permet de stopper le déplacement d'un vérin en position intermédiaire puisqu'il a trois positions.

Les distributeurs 4/3 et 5/3

En dehors des distributeurs à deux positions, il existe également des distributeurs à trois positions, les distributeurs 4/3 et 5/3.

Ces distributeurs permettent d'arrêter un vérin double effet dans une position intermédiaire (voir dossier positionnement pour plus d'informations).

Les distributeurs 4/3 ont dans la plupart des cas un tiroir rotatif et sont commutés à l'aide d'une poignée (Fig. 36).

Ces distributeurs ont 3 positions fixes.

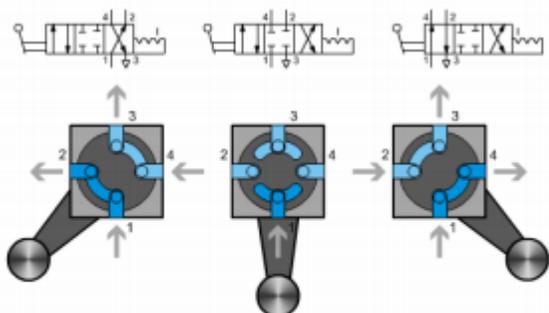


Fig. 36.

Les distributeurs 4/3 sont disponibles en 2 variantes, le distributeur 4/3 à centre fermé (Fig. 37 gauche) et le distributeur 4/3 centre à l'échappement (Fig. 37 droite).

Chez le distributeur 4/3 centre à l'échappement, les 2 sorties du distributeur sont raccordées avec l'échappement en position médiane.

Si on alimente le distributeur 4/3 centre à l'échappement par l'orifice 3, les sorties 2 et 4 sont mises sous pression en position médiane.

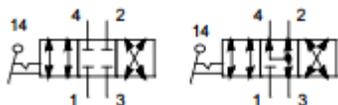


Fig. 37.

Les distributeurs 5/3 sont d'habitude des distributeurs à tiroir qui ont une commande électrique ou pneumatique (Fig. 36).

Ces distributeurs sont monostables et retournent à leur position médiane par force de ressort si la commande est interrompue.

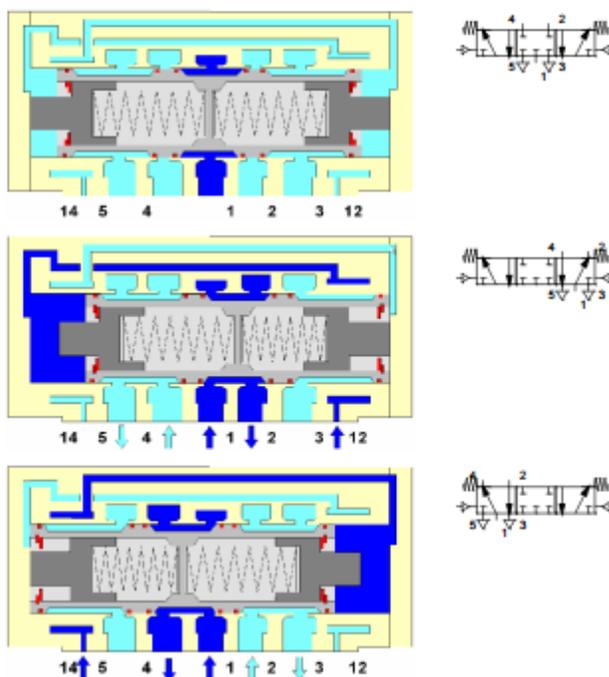


Fig. 38.

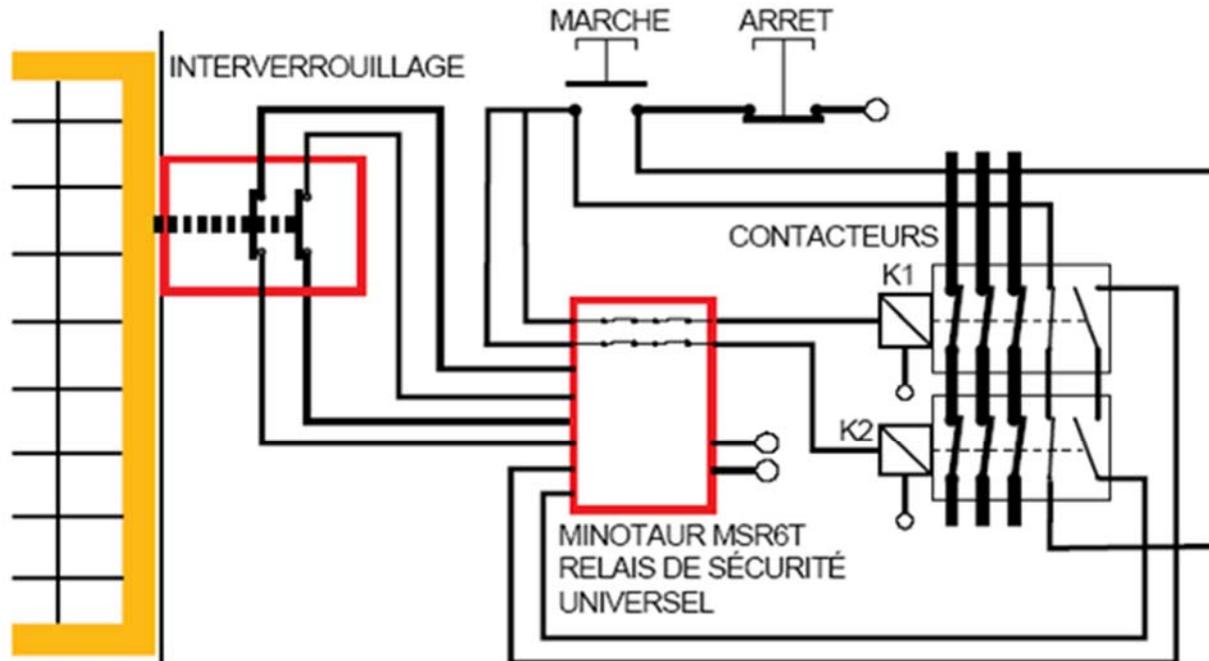
Les distributeurs 5/3 sont disponibles en 3 variantes, le distributeur 5/3 à centre fermé (Fig. 39 gauche), le distributeur 5/3 centre à l'échappement (Fig. 39 milieu) et le distributeur 5/3 à centre ouvert (Fig. 39 droite).



Fig. 39.

10.7 Exemple d'une stratégie de sécurité machine de niveau 3

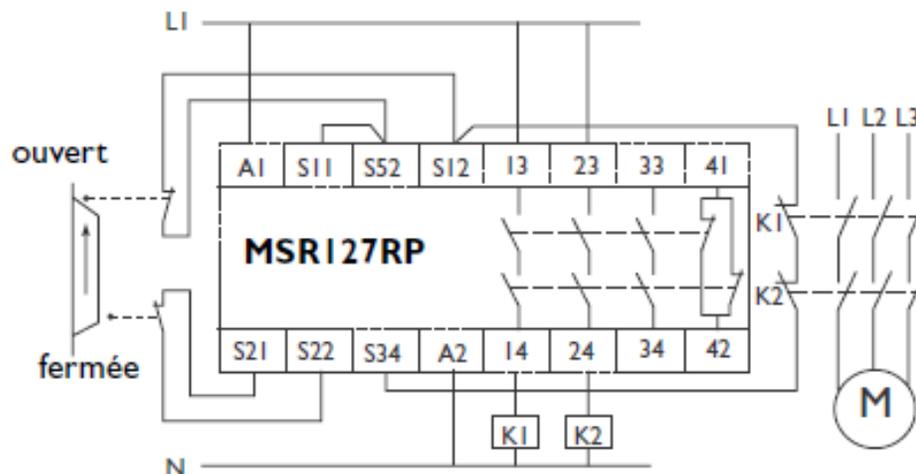
CATEGORIE 3



Exemple d'une stratégie de sécurité machine de niveau 3 : on doit y retrouver les fonctionnalités de diagnostic (monitoring des fautes), de dualité (redondance) et de diversité des équipements.

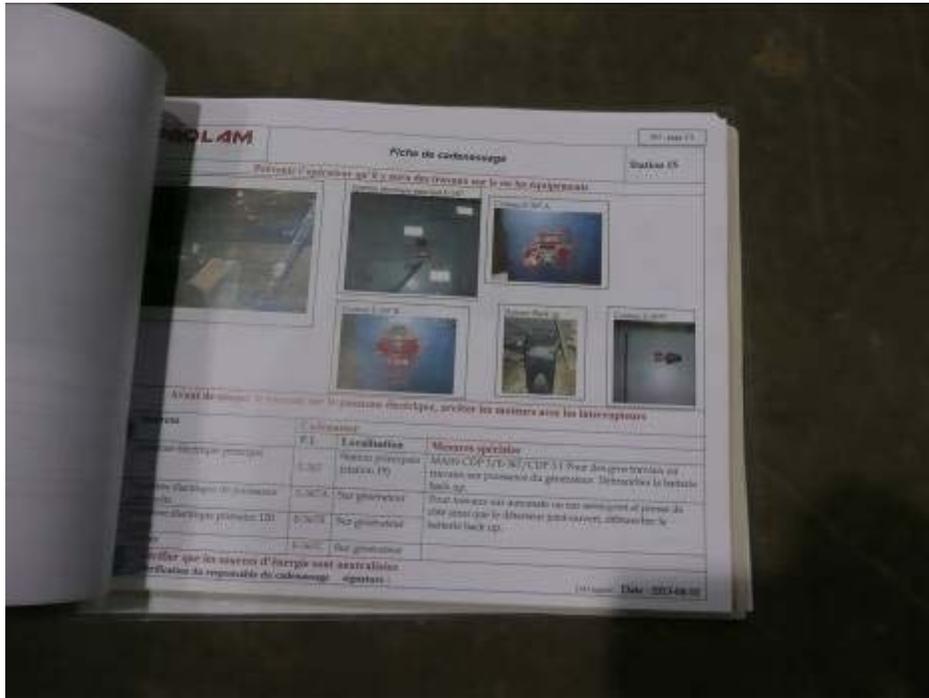


Relais de sécurité du fabricant Allen Bradley



Barrières de sécurité deux voies, réarmement automatique, sortie surveillée

Exemple d'équipements de sécurité machine reliés au bornier de raccordement d'un relais de sécurité du fabricant Allen Bradley



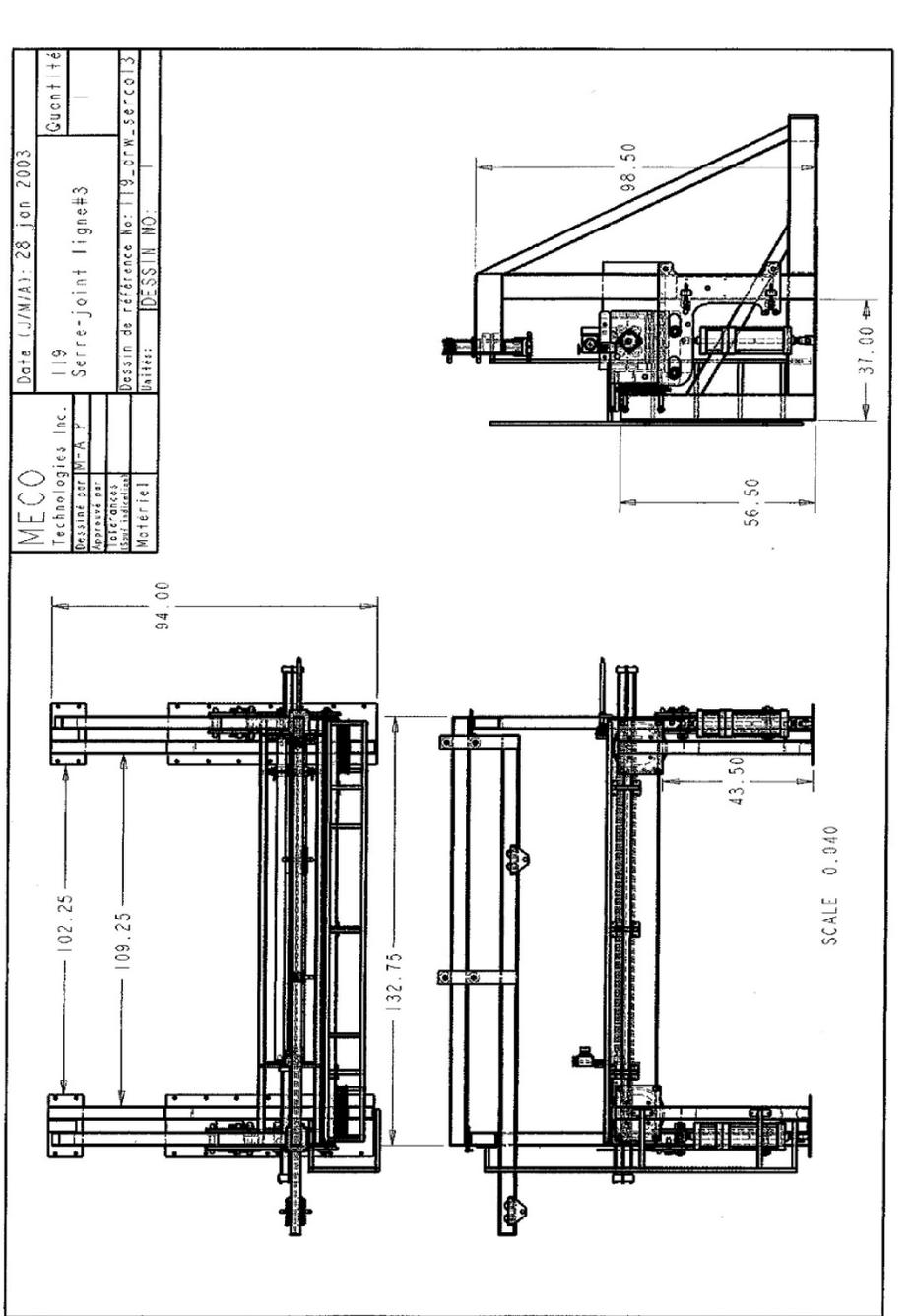
Source CNESST



Source CNESST

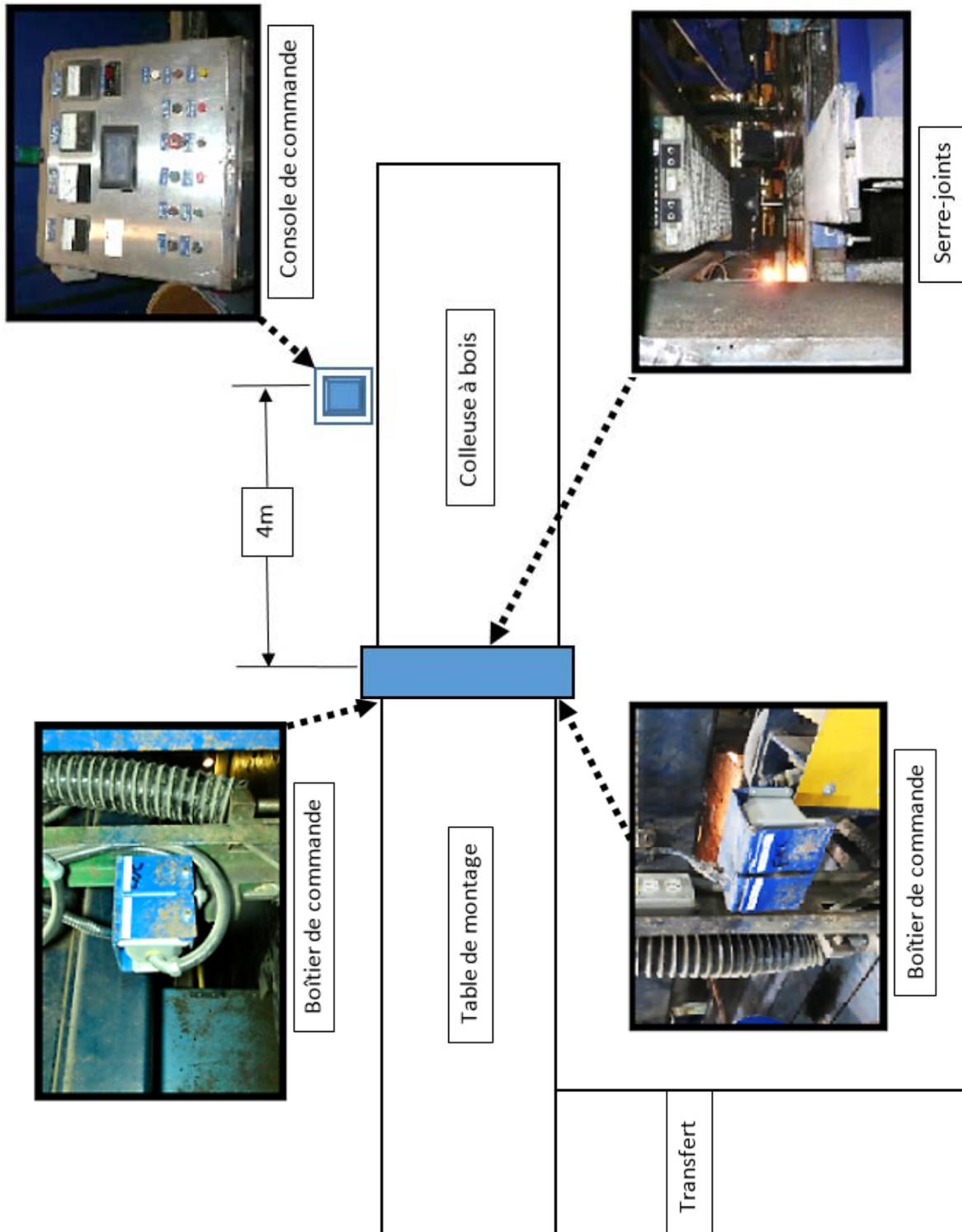
ANNEXE E

Plan du serre-joints par le fabricant



ANNEXE F

Croquis de la position du serre-joints, des boîtiers et de la console commande



ANNEXE G

Références bibliographiques

Loi sur la santé et la sécurité du travail, L.R.Q., c. S-2.1 : dernière modification : 3 juin 2015, à jour au 21 juillet 2015. Québec, Éditeur officiel, 2015.

Règlement sur la santé et la sécurité du travail, S-2.1, r. 19.01 : dernière modification : 14 janvier 2016, à jour au 12 janvier 2016. Québec, Éditeur officiel, 2016.

Association canadienne de normalisation. **Protection des machines. CSA Z-432-04**. Mississauga, Ontario, ACNOR, 2004

Association canadienne de normalisation. **Maitrise des énergies dangereuse : cadenassage et autres méthodes. CSA Z-460-13**. Mississauga, Ontario, ACNOR, 2013

La Norme **ISO13850 :2015 (F) Sécurité des machines : fonction d'arrêt d'urgence** : principes de conception. AFNOR publié en Suisse 2015