

EN004450**RAPPORT D'ENQUÊTE**

Accident ayant causé la mort d'un travailleur de l'entreprise Granite D.R.C. inc., survenu le 17 octobre 2024 à l'usine de Rivière-à-Pierre.

Version dépersonnalisée

Service de la prévention-inspection – Capitale-Nationale

Inspectrice :

Caroline Pelchat

Inspecteur :

Alexandre Anctil

Date du rapport : 06/06/2025

Rapport distribué à :

- Monsieur Thomas Leguen de Kergolan, représentant de l'employeur
 - Maître Dave Kimpton, coroner
 - Docteur Philippe Robert, directeur de la santé publique par intérim Capitale-Nationale
-

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>8</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	8
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	9
4.2.1	EXPERTISE SUR LA MACHINE RAPIDA 925	9
4.2.2	SCIE DE TYPE PONT POUR LA PIERRE NATURELLE	9
4.2.3	DESCRIPTION DU SYSTÈME DE COMMANDE DE LA MACHINE	17
4.2.4	PROTECTION DE L'ACCÈS À LA ZONE DANGEREUSE	20
4.2.5	BRIS DE LA MACHINE	23
4.2.6	ENCEINTE	24
4.2.7	ZONE D'ÉCRASEMENT	25
4.2.8	MÉTHODE DE TRAVAIL	26
4.2.9	EXIGENCES LÉGALES, RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	28
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	35
4.3.1	LE TRAVAILLEUR EST ÉCRASÉ ENTRE LE MUR DE BÉTON ET LA TÊTE DE LA SCIE ALORS QU'ELLE CONTINUE D'AVANCER JUSQU'À SA LIMITE DE COURSE PRÉÉTABLIE.	35
4.3.2	LA CONCEPTION DE L'ENCEINTE EST DÉFICIENTE PUISQU'ELLE CRÉE UN DÉGAGEMENT INSUFFISANT DE 14 CM ENTRE LE MUR ET L'EXTRÉMITÉ DE LA TÊTE DE LA SCIE, CE QUI EXPOSE LE TRAVAILLEUR À UN RISQUE D'ÉCRASEMENT.	36
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>38</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	38
5.2	SUIVIS DE L'ENQUÊTE	38
	ANNEXE A	39
	TRAVAILLEUR ACCIDENTÉ	39
	ANNEXE B	40

RAPPORT D'EXPERTISE EXCELPRO	40
ANNEXE C	78
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	78

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

Le 17 octobre 2024 vers 10 h, le travailleur s'apprête à effectuer la découpe de trois blocs de granite à l'aide d'une scie de type pont, désignée par Rapida 925. À cette fin, il s'affaire au réglage de la position de la tête de la scie au-dessus d'un des blocs de granite. Pour procéder à ce réglage, il pénètre dans l'enceinte de la machine à l'aide d'une télécommande filaire, il déplace la tête de la scie. Tandis que le travailleur procède aux derniers réglages en effectuant des microdéplacements sur l'axe X+, la tête de la scie continue sa course et coince le travailleur contre le mur de l'enceinte.

Conséquences

Le travailleur décède de ses blessures.



Figure 1 - *Scène de l'accident*

Source : CNESST

Libellé des causes

- Le travailleur est écrasé entre le mur de béton et la tête de la scie alors qu'elle continue d'avancer jusqu'à sa limite de course préétablie.
- La conception de l'enceinte est déficiente puisqu'elle crée un dégagement insuffisant de 14 cm entre le mur et l'extrémité de la tête de la scie, ce qui expose le travailleur à un risque d'écrasement.

Mesures correctives

Dans le rapport du 29 octobre 2024 (RAP1487856), la CNESST interdit l'utilisation de la scie de type pont, modèle Rapida 925 de marque Noat, numéro de série [REDACTED]. Le scellé numéro E75312 y est apposé.

L'employeur s'est conformé aux demandes de la CNESST, l'utilisation de la machine a été autorisée le 2 mai 2025.

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

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

L'entreprise Granite D.R.C. inc. est située au 475, avenue Delisle à Rivière-à-Pierre. Elle fait partie du secteur d'activité *Fabrication de produits minéraux non métalliques* et se spécialise dans la transformation de pierre naturelle afin d'offrir différents produits à leur clientèle comme des marches, des perrons, des murets, des bancs, des monuments architecturaux, etc.

L'entreprise emploie environ 23 travailleurs non syndiqués répartis sur des quarts de travail de jour et de soir en semaine. La nuit et la fin de semaine, certaines scies fonctionnent en mode automatique, notamment pour la découpe de pièces de très grandes dimensions.

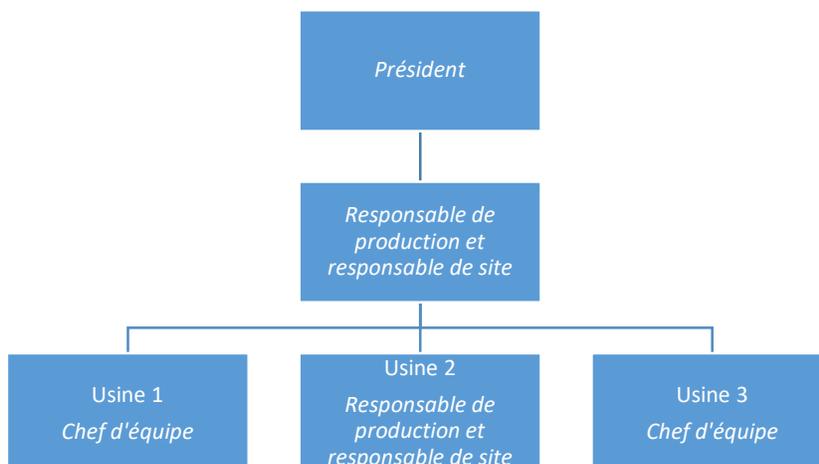


Fig. 2 - *Organigramme de l'entreprise Granite D.R.C. inc.*

Source : CNESST

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail**2.2.1.1 Mécanismes de participation**

Il n'y a pas de comité de santé et de sécurité du travail ni de représentant à la prévention comme requis par la *Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST)*.

2.2.1.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Un programme de prévention général est disponible à l'usine de Ogden, mais n'est pas élaboré spécifiquement pour l'usine située à Rivière-à-Pierre. Le document n'est pas sur place lors de l'accident.

Les procédures en lien avec l'utilisation des machines ne sont pas documentées et les méthodes de travail sont transmises verbalement lors de l'accueil des nouveaux travailleurs par un représentant de l'employeur. Des formulaires d'inspection pour certaines machines sont disponibles, mais ne sont pas remplis.

Un manuel de l'employé est remis aux nouveaux travailleurs lors de l'embauche. Le manuel contient plusieurs informations administratives telles que la présentation de l'entreprise, les attentes de la direction, l'accueil ainsi que les conditions de travail et les avantages sociaux. Les éléments portant sur la santé et la sécurité du travail sont les suivants :

- l'encadrement quant au port des équipements de protection individuelle;
- le comité santé et sécurité (quoi faire en cas d'accident);
- la tolérance zéro en matière de harcèlement;
- la tolérance zéro en matière de drogues et alcool.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

L'organisation physique de Granite D.R.C. inc., situé à Rivière-à-Pierre, regroupe trois usines ainsi qu'un bâtiment administratif. L'usine n° 1 abrite les procédés de coupes primaires, soit la découpe de la matière première provenant de la carrière. L'usine n° 2 sert à effectuer principalement les coupes de finition, le polissage des produits ainsi que les coupes ne dépassant pas 30 cm d'épaisseur.

L'usine n° 3 sert à effectuer les coupes secondaires. C'est dans cette usine que s'est produit l'accident. Les produits sont retransformés en plus petits blocs et parfois, selon les besoins et les commandes, en produit fini. L'enceinte de la scie de type pont Rapida 925, où est survenu l'accident, est situé à l'entrée de l'usine.



Fig. 3 - Site de l'entreprise

Source : Google maps (modification CNESST)

3.2 Description du travail à effectuer

La scie Rapida 925 a été remise en fonction le 9 octobre 2024, à la suite d'un arrêt prolongé. Depuis cette date, le travailleur accidenté (ci-après appelé opérateur de scie) exécute un contrat pour la fabrication de bacs d'aménagement destiné à un client. Le travailleur doit procéder à la découpe de centaines de blocs de granite d'environ 150 cm de longueur, 51 cm de largeur et 10 cm de hauteur.



Fig. 4 - *Bloc de granite*
Source : CNESST (modification CNESST)

Ainsi, l'opérateur de scie, aidé d'un autre travailleur, effectue le banquage¹ des blocs de granite sur la table. Une fois les trois blocs déposés, l'opérateur de scie pénètre dans l'enceinte avec une télécommande filaire afin de positionner la tête de la scie et démarrer une coupe simple. À l'aide d'une barre de métal, l'opérateur de scie déplace les blocs afin de les positionner parallèlement les uns aux autres. Il utilise un ruban à mesurer pour valider les dimensions de sa pièce.

Afin de s'assurer du positionnement exact de la lame vis-à-vis le bloc de granite et déterminer précisément son point de découpe, l'opérateur de scie se penche sur la table pour se rapprocher de la lame. La tâche exigeant une grande précision, il actionne le dispositif de validation et effectue de microdéplacements de la tête de la scie vers la position désirée à l'aide du bouton X⁺ sur la télécommande filaire.

¹ Terme utilisé par l'entreprise décrivant le moyen de manutention des blocs de granite à l'aide du pont roulant, afin de positionner les blocs sur la table de scie pour procéder à la découpe.



*Fig. 5 - Positionnement approximatif de la scie
lors des microdéplacements*

Source : CNESST

Une fois le réglage effectué, l'opérateur de scie doit quitter l'enceinte et débiter le programme de découpe sur la console de commande principale. Lorsque la découpe est effectuée, un travailleur revient aider l'opérateur de scie à procéder au débanquage² des morceaux à l'aide du pont roulant et à l'empilage de ces derniers sur une palette. Une fois le débanquage complété, les rebuts présents sur la table de découpe sont jetés dans la benne et trois nouveaux blocs sont positionnés sur la table de découpe afin que l'opérateur de scie puisse recommencer le processus.

² Terme utilisé dans l'entreprise pour procéder au retrait des morceaux de la table de découpe avec le pont roulant.

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Le jour de l'accident, l'opérateur de scie arrive au bâtiment administratif vers 5 h 30 afin de discuter avec ses collègues et planifier sa journée de travail en fonction des bons de commande à réaliser. Il débute son quart de travail à 6 h. Un collègue procède alors au banquage des trois premières pièces de la journée et quitte l'enceinte pour aller effectuer le taillage de pierre. L'opérateur de scie sélectionne alors les trois points sur les blocs de granite à l'aide de la télécommande filaire. Il se rend ensuite à la console de commande principale et débute la première coupe. Une fois la découpe terminée, un travailleur revient aider l'opérateur de scie à débanquer les pièces et à nettoyer les rebuts. L'opération complète prend entre 30 à 40 minutes et est répétée à trois reprises jusqu'à 10 h.

À 10 h, un travailleur informe l'opérateur de scie qu'il quitte pour sa pause. Ce dernier procède alors seul au banquage de trois pièces supplémentaires sur la table de découpe à l'aide du pont roulant. Une fois les trois pièces positionnées sur la table, il se rend à la console de commande principale afin de déplacer la tête de la scie à la lisière du bloc C en prévision des coupes à effectuer.

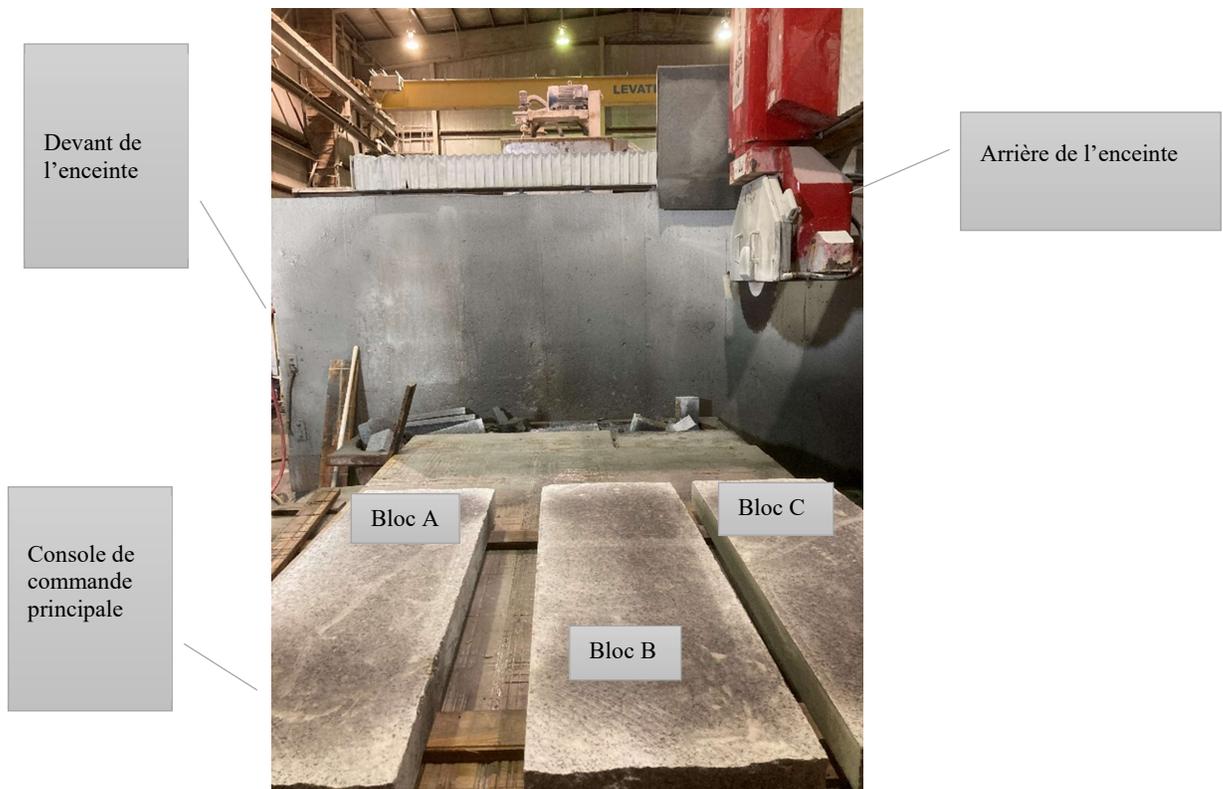


Fig. 6 - *Positionnement des blocs de granite*

Source : CNESST

À 10 h 06, l'opérateur de scie pénètre dans l'enceinte avec la télécommande filaire et débute la prise des points de découpe pour le bloc C.

À 10 h 07, il se positionne perpendiculairement à la scie et se penche sur la table une première fois pour finaliser le positionnement et la prise de mesure sur le bloc C.

À 10 h 08, il déplace la tête de la scie vers le bloc B, se positionne encore une fois perpendiculairement à la scie et se penche une deuxième fois sur la table. Il effectue le positionnement et la prise des points de découpe sur le bloc B à l'aide de la télécommande filaire. L'opérateur de scie appuie à plusieurs reprises sur le bouton X+ afin d'effectuer de microdéplacements et positionner la tête de la scie sur un point précis. Une fois les microdéplacements terminés, il se redresse et la scie continue sa course vers le mur de béton, à la limite de course programmée. Il est alors coincé entre la tête de la scie et le mur de l'enceinte.

Vers 10h17, un travailleur trouve l'opérateur de scie coincé entre le mur de l'enceinte et la tête de la scie. Il alerte ses collègues en pause puisqu'il n'est pas en mesure de la déplacer. Un collègue vient dégager l'opérateur de scie et les premiers soins lui sont prodigués. Les ambulanciers se rendent sur place où ils constatent son décès.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Expertise sur la machine Rapida 925

Le 25 octobre 2024, une expertise a été réalisée par la firme Excelpro afin de vérifier la conformité des fonctions de sécurité de la scie Rapida 925 à la réglementation et aux normes applicables. Un rapport a été rendu le 21 février 2025 par l'ingénieur. Ce dernier n'a pas pu conclure si la fonction de sécurité du dispositif de validation atteint le niveau de performance requis puisqu'il n'a pas été en mesure d'obtenir toutes les informations pertinentes à cet égard.

4.2.2 Scie de type pont pour la pierre naturelle

4.2.2.1 Données techniques

La machine est une scie de type pont servant à découper la pierre naturelle comme le granite. Il s'agit du modèle Rapida 925, numéro de série [REDACTÉ] vendu par la compagnie Startech S.r.l., anciennement Noat. La machine consiste en un centre de découpe et de profilage CNC « *Computer Numerical Control* » interpolé à 5 axes avec une tête rotative à 360 degrés.

Le manuel du fabricant mentionne que la machine a été testée en tenant compte des règles de référence de la Directive Machine 2006/42/CE et réfère aux normes suivantes :

- EN 60204-1 Sécurité des machines - Équipement électrique des machines - Partie 1: Exigences générales
- EN 12100-1 Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de conception - Partie 1 : terminologie de base, méthodologie

- EN 12100-2 Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de conception - Partie 2 : principes techniques
- EN 294 Sécurité des machines - Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs

La scie a une longueur de 6070 mm, une largeur de 4500 mm et une hauteur de 3850 mm. La tête de la scie possède un carter de 620 mm de hauteur sur 1010 mm de largeur. En ce qui concerne le disque de découpe, le diamètre minimum admissible est de 400 mm et le maximum est de 925 mm. La profondeur de découpe maximale est de 350 mm. La vitesse de déplacement de la tête de la scie est de 5 m / min.

La partie ayant coincé le travailleur est présente sur un seul des côtés de la scie, soit le côté droit. Il s'agit de la partie qui abrite le moteur servant à l'inclinaison de la tête de la scie sur l'axe A. Elle a une profondeur de 205 mm, une hauteur de 225 mm et une largeur de 160 mm.

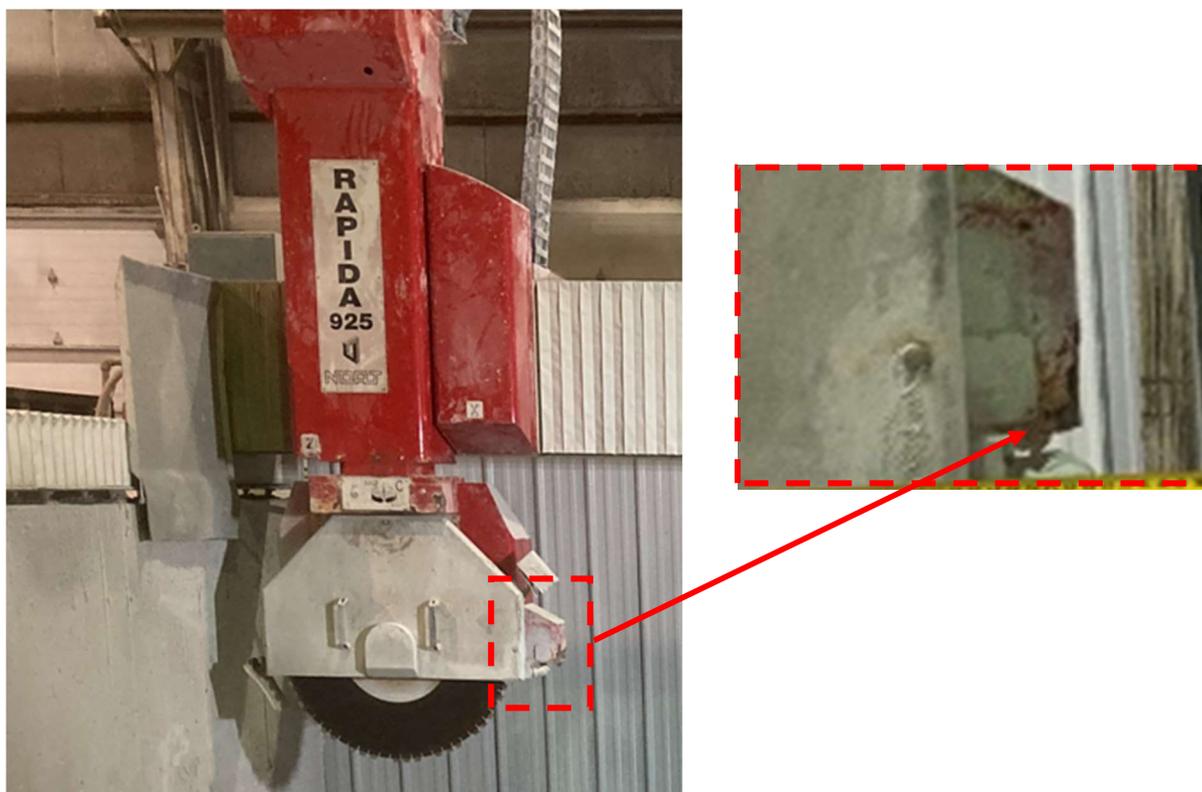


Fig. 7 - Partie de la scie ayant coincé le travailleur
Source : CNESST (modification CNESST)

Comme illustré à la figure 8, la scie possède plusieurs déplacements possibles. Le chariot porte-tête peut se déplacer selon les axes X (de gauche à droite), vers l'axe Y (de l'avant vers l'arrière) et l'axe Z (de haut en bas). Parmi les mouvements rotatifs, l'axe C fait pivoter la tête de la scie de 360° sur le plan horizontal alors que l'axe A permet l'inclinaison de la lame jusqu'à 90° sur le plan vertical.

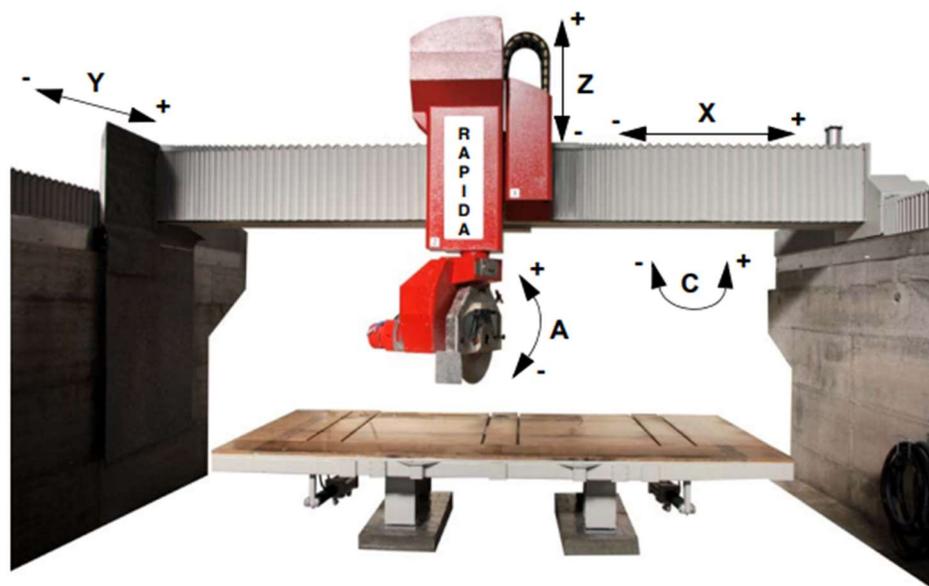


Fig. 8 - Déplacement des différents axes
Source : Manuel du fabricant, p.5

Les limites de déplacement sont prédéfinies par programmation dans la commande de la machine. Le manuel du fabricant mentionne les limites de course suivantes :

Caractéristiques techniques	Axes	Distance
Course du chariot porte-tête	X	3700 mm
Course du pont	Y	2600 mm
Course verticale du disque	Z	800 mm
Course de rotation de la tête	C	360 degrés
Course de rotation de la tête	A	90 degrés

De plus, le manuel du fabricant informe l'utilisateur sur le dépassement des limites maximales :

Si une consigne est introduite au-delà de la course maximale définie, l'instrument la signale comme une erreur. L'une des deux fins de course montées sur la poutre effectue la mise à zéro de l'axe lors du démarrage de la machine, tandis que l'autre assure la fonction d'urgence dans les deux sens de déplacement si les mouvements dépassent la limite maximale définie dans l'instrument.³ (Traduction libre)

En ce qui concerne les limites de course prévues au plan de conception, il est fait mention que la limite de course sur l'axe Y est de 2600 mm et de 3800 mm sur l'axe des X. L'abaissement du disque est de 800 mm.

³ Manuel du fabricant, p. 24

4.2.2.2 Console de commande principale

Une console de commande principale est utilisée afin de lancer les différents programmes de découpe sur la machine. On y retrouve un écran tactile, un clavier et une souris pour sélectionner les programmes ainsi que des boutons permettant le déplacement de la tête de la scie sur les différents axes (X,Y,Z,C,A). Un bouton d'arrêt d'urgence, un potentiomètre pour la sélection de la vitesse ainsi que les boutons activant la rotation de la lame sont également présents.



Fig. 9 - Console de commande principale

Source : CNESST

La console de commande principale est positionnée sur un bras pivotant permettant son déplacement dans un angle approximatif de 270°. Il est possible d'introduire la console de commande principale dans l'enceinte de la machine puisque le bras permettant la rotation vient se buter sur le pont de la scie. Il n'y a pas de barrure ou de butée empêchant l'accès de la console de commande principale dans la zone dangereuse.



Fig. 10 - Console de commande principale /enceinte de la machine
Source : CNESST

4.2.2.3 Module d'entrée et de sortie/ Contrôleur CNC

La machine est un centre de découpe et de profilage de type CNC. Elle est munie d'un module d'entrées/sorties qui permet d'ajouter de nouvelles entrées ou sorties au contrôleur CNC. Ce dernier, quant à lui, est responsable de la gestion logique et du contrôle de la machine. Les entrées et les sorties peuvent être analogiques ou digitales.

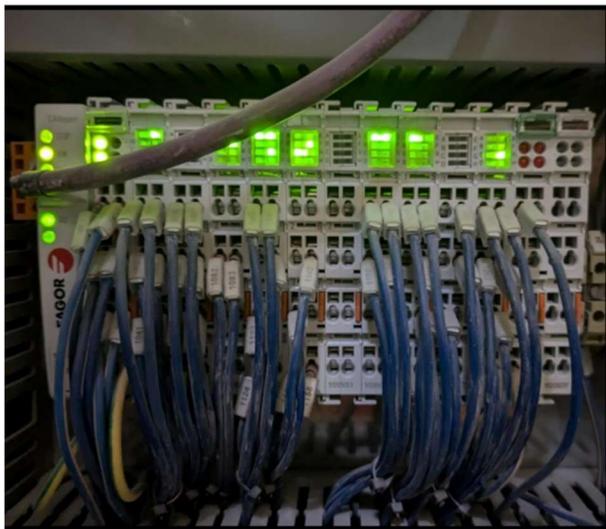


Fig. 11 - *Module d'entrées/sorties CANopen*
Source : Rapport d'expertise Excelpro, p.7



Fig. 12 - *Contrôleur CNC*
Source : Rapport d'expertise Excelpro, p.8

4.2.2.4 Sélecteur de modes de fonctionnement

Un sélecteur à trois positions est présent sur la machine et permet deux modes de fonctionnement. Lorsque le sélecteur est en position OFF, la machine est éteinte. Lorsqu'il est en position MAN, l'opérateur peut effectuer le réglage et le positionnement de la scie en pénétrant dans l'enceinte avec une télécommande filaire et en procédant à des commandes manuelles. La rotation de la lame n'est pas possible sous ce mode.

Lorsque le sélecteur est en position AUT, la machine fonctionne en mode automatique, c'est-à-dire qu'il est possible de procéder à une découpe simple, de démarrer les programmes et d'actionner la lame afin que la découpe des pièces s'effectue.

Il n'est pas possible de verrouiller le sélecteur de mode de la Rapida 925 dans chacune des positions et il n'y a aucun moyen mis en place par l'employeur afin d'encadrer l'utilisation des différents modes.

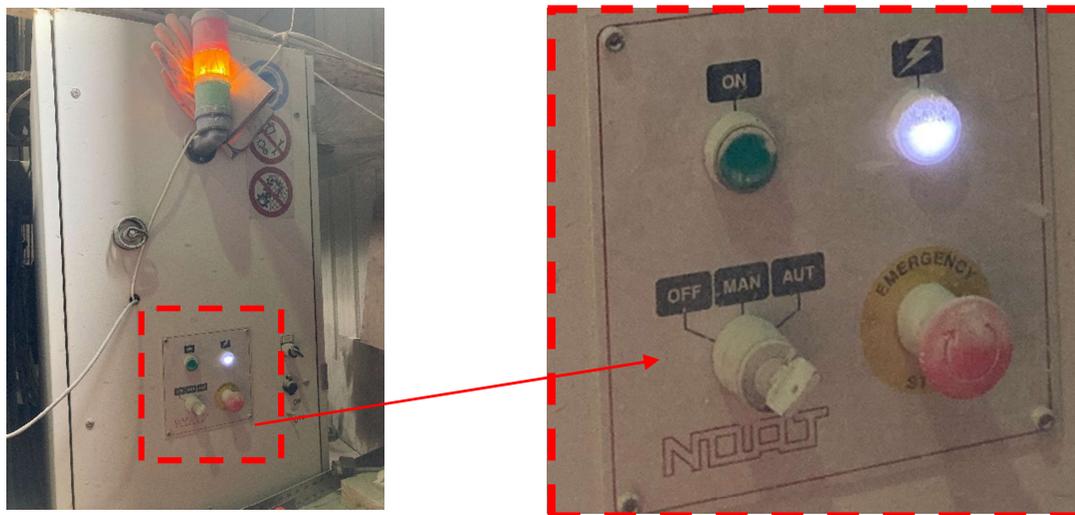


Fig. 13 - Vue d'ensemble et rapprochée du sélecteur

Source : CNESST

La configuration de la machine en mode automatique permet une utilisation simultanée de la console de commande principale ainsi que de la télécommande filaire.

Lors des opérations régulières, le sélecteur est positionné en tout temps en mode automatique puisqu'il n'est pas possible pour les travailleurs de procéder à la programmation en mode manuel. Ainsi, lors de l'accident, l'opérateur de scie effectue le réglage de la tête de la scie sur le mode automatique du sélecteur alors qu'il se trouve dans l'enceinte et qu'il utilise la télécommande filaire.

4.2.2.5 Télécommande filaire

Une télécommande filaire est utilisée afin de permettre aux travailleurs de pénétrer dans l'enceinte et d'effectuer des manœuvres de positionnement précis de la tête de la scie. La portée du câble de la télécommande est approximativement de 4200 mm. La télécommande filaire mesure 85 mm de largeur et 155 mm de hauteur (175 mm avec le bouton d'arrêt d'urgence). Elle a une profondeur de 40 mm.

La télécommande filaire est une composante fabriquée et fournie par la compagnie Noat. Elle comporte un dispositif de validation situé sur le côté gauche. L'utilisateur doit appuyer sur le dispositif de validation avant de pouvoir actionner le bouton à action maintenue qui commande le mouvement de la tête de la scie sur l'axe désiré. La consigne verbale donnée à l'opérateur de scie est d'actionner le dispositif de validation avec la main gauche avant de sélectionner le bouton de déplacement à l'aide de sa main droite.



Fig. 14 - Télécommande filaire en cause dans l'accident

Source : CNESST

Lors des différents tests effectués sur la machine, il a été démontré à plusieurs reprises que le dispositif de validation reste coincé alors qu'il est en position activé, et ce, de façon aléatoire. Il est donc possible d'actionner les boutons de déplacements sur les axes X, Y et Z et provoquer le déplacement de la tête de la scie sans que l'opérateur de scie n'actionne le dispositif de validation.

Il a également été démontré qu'il est possible d'actionner le dispositif de validation et le bouton de déplacement de scie X+ avec une seule main.



Fig. 15 - Actionnement des deux boutons à l'aide d'une seule main
Source : CNESST

4.2.3 Description du système de commande de la machine

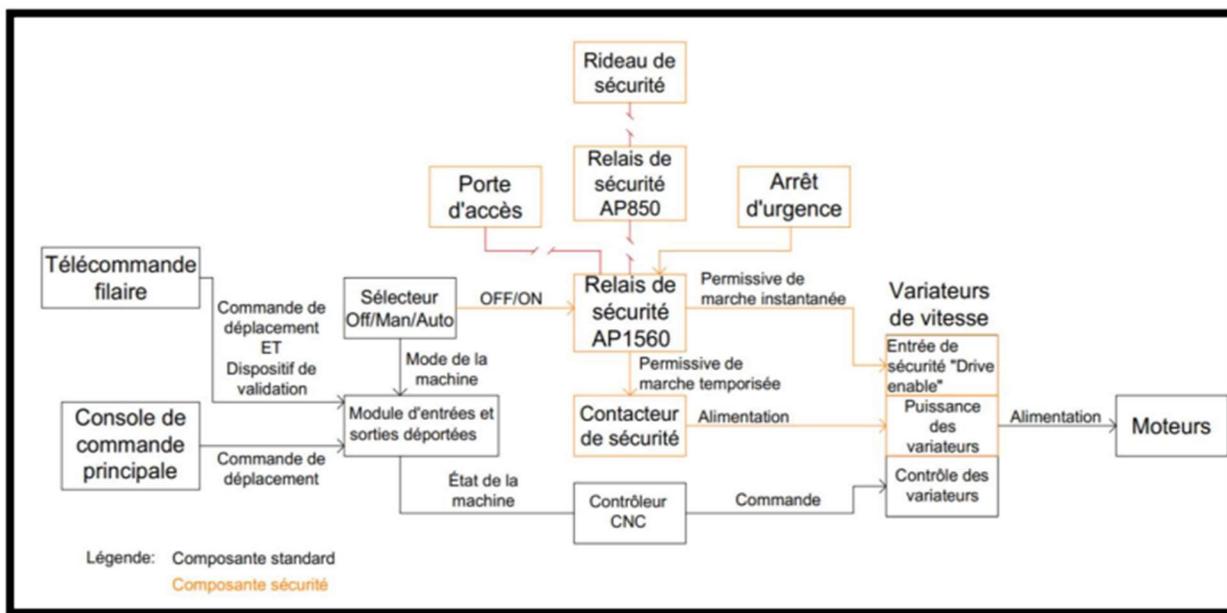


Fig. 16 - Schéma du système de commande de la Rapida 925
Source : Rapport d'expertise Excelpro, p.21

Les déplacements de la tête de la scie peuvent être commandés à partir de la télécommande filaire et/ou de la console de commande principale. Ces commandes sont transmises au contrôleur CNC par l'entremise du module d'entrées/sorties. Lorsque la machine est sur le mode automatique, les déplacements de la tête de la scie se font à l'aide d'un programme de coupe prédéfini qui contrôle les mouvements sur les différents axes.

Comme il appert à la figure 16, deux relais de sécurité sont présents dans le schéma. Ils servent à connecter les différents dispositifs de sécurité, soit le rideau lumineux, le dispositif de verrouillage (interrupteur électromécanique à clé) sur la porte d'accès à l'enceinte, et le dispositif d'arrêt d'urgence. Seul le bouton d'arrêt d'urgence est lié au relais de sécurité AP1560. Les deux autres fonctions de sécurité ont été contournées et sont représentées par deux lignes entrecoupées à la figure 16. De plus, il est possible de constater que le dispositif de validation de la télécommande filaire n'est relié à aucun relais de sécurité et aucun lien n'est présent entre la télécommande filaire et le relais de sécurité AP1560.

Le branchement de la télécommande filaire est effectué en parallèle avec la console de commande principale, sans hiérarchie entre les deux modes de commande. Ainsi, lorsqu'un travailleur pénètre dans l'enceinte avec la télécommande filaire, il est possible d'activer simultanément les commandes qui sont présentes sur la console de commande principale et sur la télécommande filaire. Cela permet d'effectuer des déplacements de la tête de la scie sur les différents axes lorsque le sélecteur est sur le mode automatique. Puisque le sélecteur de mode ne permet pas de sélectionner l'utilisation exclusive de la console de commande principale ou de la télécommande filaire, il est possible de générer des mouvements sur la console de commande principale qui ne pourront être maîtrisés par l'opérateur qui se situe dans l'enceinte de la machine.

4.2.3.1 Composantes du système de commande relatives à la sécurité en lien avec l'accident

L'accident s'est produit lors d'une opération de réglage manuel à l'aide de la télécommande filaire alors que le sélecteur est en position automatique. Le système de commande en lien avec le dispositif de validation de la télécommande se compose de la télécommande filaire, du module d'entrées/sorties, du contrôleur CNC, des contacteurs de sécurité et des variateurs de vitesse.

La norme EN 16 564 - Machines et équipements pour l'exploitation et l'usinage de pierres naturelles : sécurité : prescriptions relatives aux machines à scier/fraiseuses de type pont, y compris les versions à commande numérique (NC/CNC) précise que la commande nécessitant une action maintenue doit répondre à un niveau de performance requis « c » ($PL_r = c$).

L'aptitude des parties du système de commande relatives à la sécurité à exécuter une fonction de sécurité dans des conditions prévisibles est classée en cinq niveaux appelés niveaux de performance (PL). Ces niveaux de performance sont définis en termes de probabilité de défaillance dangereuse du système.

Tableau 2 — Niveaux de performance

PL	Fréquence moyenne de défaillance dangereuse par heure (PFH) 1/h
a	$10^{-5} \leq \text{PFH} < 10^{-4}$
b	$3 \times 10^{-6} \leq \text{PFH} < 10^{-5}$
c	$10^{-6} \leq \text{PFH} < 3 \times 10^{-6}$
d	$10^{-7} \leq \text{PFH} < 10^{-6}$
e	$\text{PFH} < 10^{-7}$

NOTE La valeur PFH est considérée comme étant identique à la PFH conformément à l'IEC 62061:2021 et à la série IEC 61508.

Fig. 17 : *Niveaux de performance*
Source : ISO 13849-1 :2023[F]

La probabilité de défaillance dangereuse des fonctions de sécurité dépend de plusieurs facteurs, comme la structure matérielle et logicielle du système, l'étendue des mécanismes de détection des défauts [couverture du diagnostic (DC)], la fiabilité des composants [temps moyen avant défaillance dangereuse (MTTFD), la défaillance de cause commune (CCF)], les conditions environnementales, etc.

La norme EN ISO 13849-1 décrit la marche à suivre pour la détermination du niveau de performance (PL : « Performance level ») des SRP/CS sur la base d'architectures données, correspondant à des catégories (B, 1, 2, 3 et 4) qui définissent le comportement du circuit de commande en présence de défauts. Ces catégories représentent une classification des parties relatives à la sécurité d'un système de commande liée à leur résistance aux défauts et à leur comportement consécutif à des défauts. L'apparition de certains défauts dans un circuit causera, selon la catégorie choisie, la perte ou non de la fonction de sécurité assurée par ce circuit. Selon l'évaluation du risque, cette perte de la fonction de sécurité sera jugée tolérable ou non.

Dans ce cas, les conditions permettant d'atteindre un $PLr = c$ sont illustrées dans la figure 17.

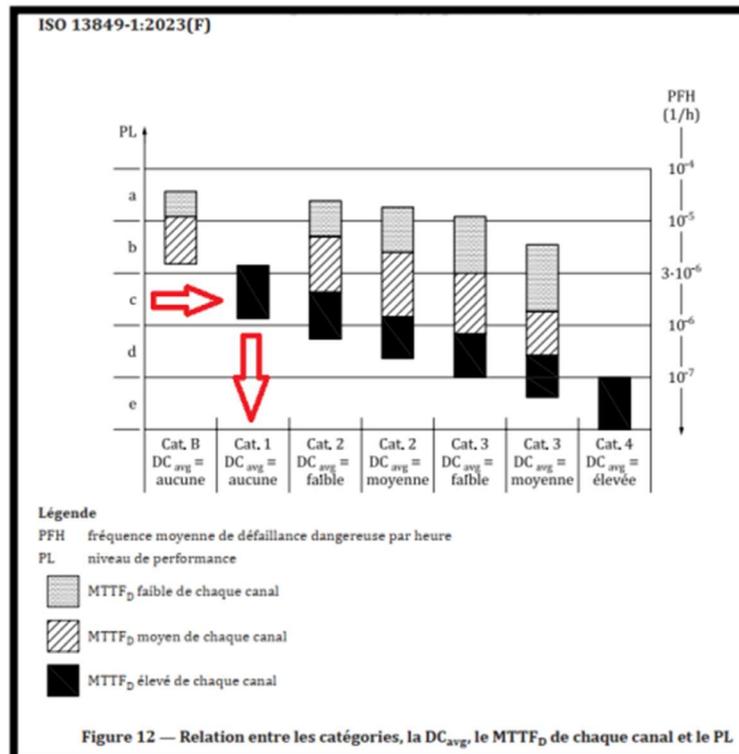


Fig. 18 - Figure 12- Norme ISO 13849

Source : Rapport d'expertise Excelpro, p.22

4.2.4 Protection de l'accès à la zone dangereuse

La protection de l'accès à la zone dangereuse est précisée dans le manuel du fabricant :

En fonction du lieu où la machine sera installée et des facteurs environnementaux, il est obligatoire de mettre en place des moyens de protection appropriés, comme des barrières fixes à l'arrière de la machine (hauteur min. 140 cm du sol) et une barrière photoélectrique pour la partie avant de la machine. Cette barrière doit être composée de deux poutres, placées respectivement à une distance du sol de 90 et 140 cm. Ces protections fixes doivent pouvoir être retirées uniquement en utilisant des outils appropriés⁴. (Traduction libre)

⁴ Manuel du fabricant, p. 15



Fig. 19 - *Emplacement des dispositifs de sécurité*
Source : CNESST

La zone dangereuse de la machine est protégée par une enceinte constituée de deux murs de béton sur les côtés et d'un mur arrière en tôle métallique. L'avant de la machine est protégé par un rideau lumineux situé à une hauteur de 90 à 140 cm du sol. Cependant, il n'est pas fonctionnel puisque le câble a été coupé et son circuit de commande contourné électriquement dans le circuit de commande de la machine.

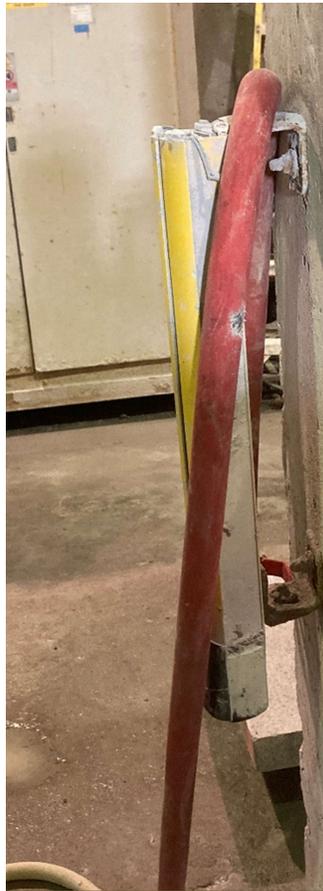


Fig. 20 - Rideau lumineux
Source : CNESST

Une porte (barrière) associée à dispositif de verrouillage (interrupteur électromécanique à clé) a été installée pour protéger l'accès par l'avant. Deux cordons de sécurité ont été ajoutés pour empêcher l'accès. Cependant, l'interrupteur à clé a été contourné par le retrait de la languette de son support et son insertion permanente dans l'interrupteur. Les câbles sont également brisés et ne se rendent plus à la barrière. L'ouverture dans la porte permet le passage d'un individu sans provoquer son ouverture.



Fig. 21 - Câbles brisés
Source : CNESST



Fig. 22 - Barrière et interrupteur à clé
électromécanique
Source : CNESST

Le rideau lumineux ainsi que le dispositif de verrouillage sont débranchés et contournés dans le système de commande de la machine et les câbles sont brisés. Il n'y a aucun dispositif de sécurité fonctionnel qui empêche l'accès à la zone dangereuse formée par la lame de la scie en rotation et le déplacement de la tête de la scie en mode automatique par le devant de la machine.

4.2.5 Bris de la machine

La scie Rapida 925 a été mise en fonction en décembre 2019. Le 23 décembre 2023, une panne de courant survient et cause un bris sur la machine. L'employeur a effectué des démarches auprès de la compagnie Noat afin de procéder aux réparations nécessaires pour sa remise en fonction. Un technicien s'est déplacé à trois reprises afin d'effectuer des réparations sur la machine, notamment l'installation d'une nouvelle télécommande filaire.

Le 9 octobre 2024, les réparations sur la machine sont complétées et elle est remise en fonction avec l'aide des techniciens de la compagnie par téléconférence. La machine est alors utilisée par l'opérateur de scie sur le quart de travail de jour et par un autre opérateur sur le quart de travail de soir.

9/10/2024	10/10/2024	11/10/2024	12/10/2024	13/10/2024	14/10/2024	15/10/2024	16/10/2024	17/10/2024
Remise en fonction de la machine par téléconférence avec les techniciens du fabricant	Utilisation sur le quart de jour et de soir	Utilisation en avant-midi seulement	Usine fermée	Usine fermée	Usine fermée	Utilisation sur le quart de jour et de soir	Utilisation sur le quart de jour et de soir	Utilisation jusqu'à l'accident à 10h08

Avant le bris, la télécommande filaire utilisée sur la Rapida 925 est une télécommande sans fil qui n'est pas d'origine lors de l'installation de la machine. Lors des modifications par les techniciens, la nouvelle télécommande filaire est alors installée.

En ce qui concerne l'opération des scies, des travailleurs y sont attirés sur les différents quarts de travail. Ainsi, le travailleur accidenté opère la Rapida 925 depuis son arrivée dans l'entreprise. Lors du bris, le travailleur accidenté opère alors la scie Terzago pendant la réparation de la Rapida 925. L'opération de la scie Terzago est différente puisqu'elle s'opère à l'aide d'une télécommande sans fil sans bouton de validation avec des options de déplacements en X, Y et Z. La manœuvrabilité de la scie s'effectue à l'aide d'une table tournante.

4.2.6 Enceinte

La scie Rapida 925 est de type pont et doit reposer sur des murets ayant la capacité de supporter le poids de la machine. Lors de l'installation, le fabricant fourni des plans de conception pour les murs de l'enceinte.

Les mesures de l'espace ont permis de déterminer qu'elle possède une superficie de 540 cm de largeur sur 475 cm de profondeur (mesure prise par l'intérieur de la pièce). Le muret de gauche est d'une largeur de 26 cm et d'une profondeur de 234 cm (entre le début du muret à l'avant et le mur de protection métallique à l'arrière). Le muret de droite a une largeur de 27 cm et une longueur de 226 cm. Une table de découpe est également présente dans l'enceinte. Elle a une longueur de 351 cm, une largeur de 200 cm et une hauteur de 72 cm. Les dégagements entre la table de découpe et les murs de l'enceinte sont les suivants :

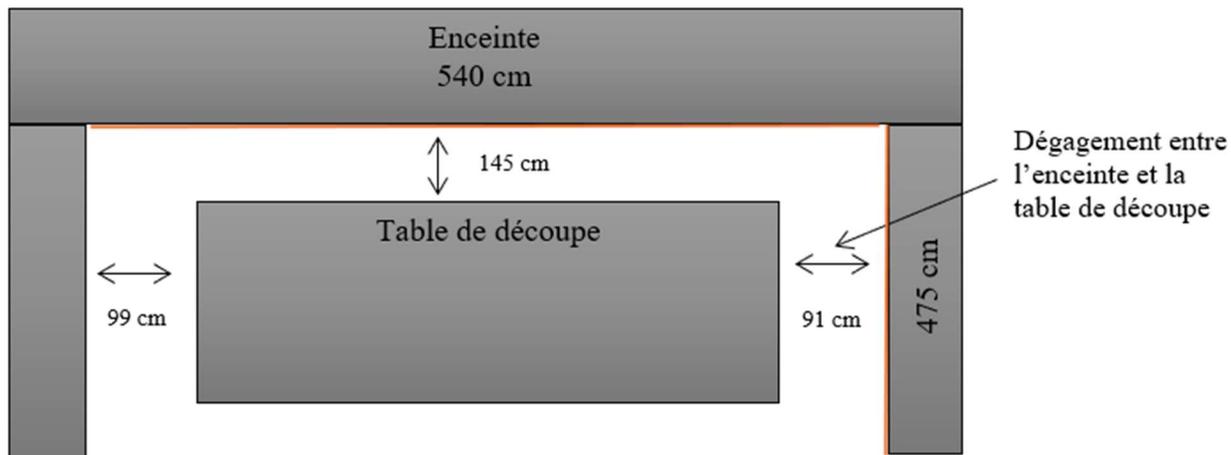


Fig. 23 - Croquis des mesures de l'enceinte et de la table de découpe
Source : CNESST

4.2.7 Zone d'écrasement

Le travailleur est coincé entre le boîtier du moteur contrôlant l'inclinaison de l'axe A et le mur de l'enceinte. La distance de dégagement entre la machine et le mur de l'enceinte est alors de 22 cm.

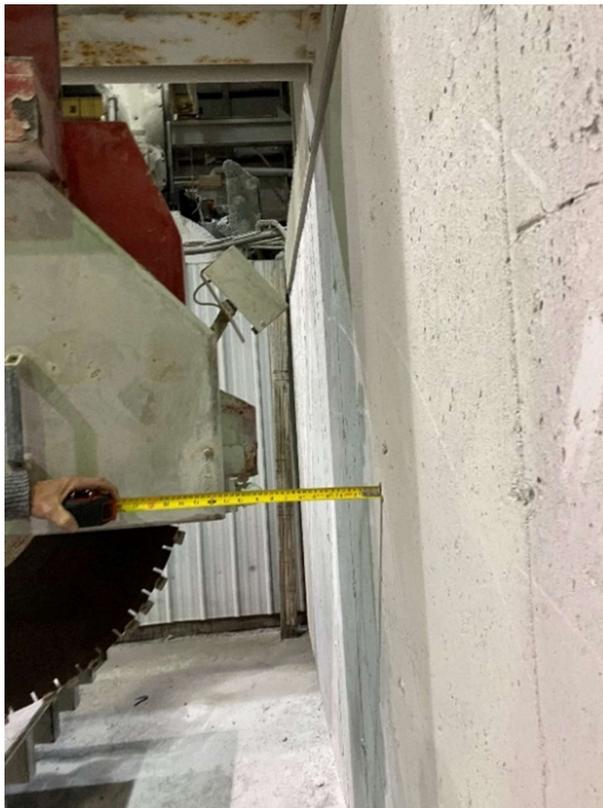


Fig. 24 - Distance entre le boîtier sur la scie et le mur de l'enceinte
Source : CNESST

Lors de l'accident, des planches de type 2 x 4 sont adossées sur le mur derrière le travailleur alors qu'il manœuvre la scie, réduisant ainsi le dégagement entre les planches et le boîtier de la scie à 14 cm.

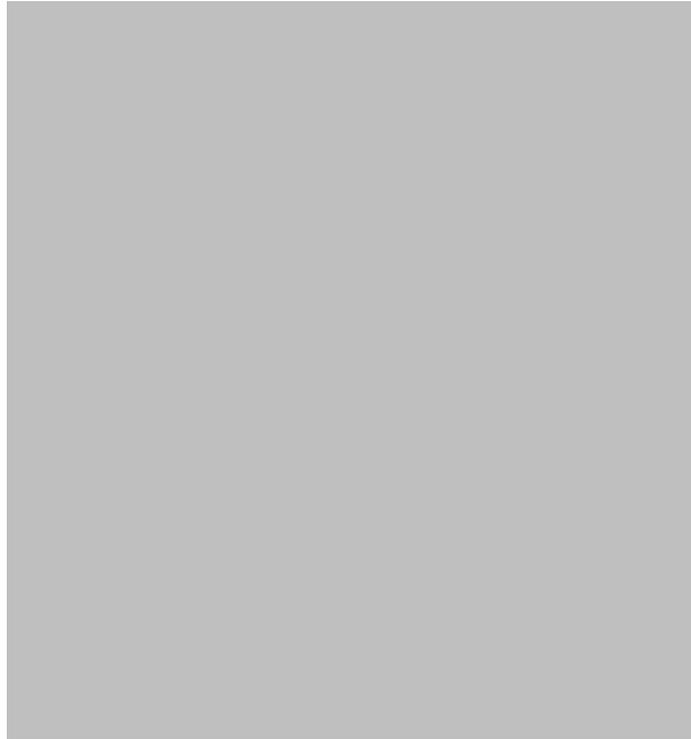


Fig. 25 - *Positionnement des planches lors de l'accident*
Source : Extrait de la caméra de surveillance (modification CNESST)

4.2.8 Méthode de travail

4.2.8.1 Formation

Une fois la remise en fonction effectuée le 9 octobre 2024, les techniciens de la compagnie Startech s.r.l. ont formé les représentants de l'employeur sur la programmation de la machine et sur l'évolution de cette programmation. Cette formation ne porte pas sur les méthodes de banquage et de débanquage du granite ni sur les procédures et les méthodes de travail avec l'équipement.

Lors de l'embauche d'un nouveau travailleur, le fonctionnement de la scie et les méthodes de banquage et de débanquage lui sont expliqués verbalement par un représentant de l'employeur. Il n'y a pas de formation officielle à cet effet. Lors de son embauche, l'opérateur de scie a reçu des explications verbales par un représentant de l'employeur sur le fonctionnement de la Rapida 925.

4.2.8.2 Procédure de travail

Il n'y a aucune procédure de travail formelle écrite sur l'opération de la Rapida 925. Cependant, des procédures de travail écrites sont disponibles pour les scies numéros 1 et 2 (3.0 et 3.5) ainsi que pour la Terzago (2m). Ces procédures expliquent l'utilisation des composantes de sécurité sur la machine. Il n'y a aucune consigne ou procédure afin d'expliquer les méthodes pour effectuer le banquage et le

débanquage, sur le positionnement des blocs de granite sur la table de découpe afin d'optimiser la coupe et sur le positionnement de l'opérateur pour effectuer les réglages avec la télécommande filaire.

La méthode usuelle dans l'entreprise consiste à demeurer en parallèle avec la scie afin de ne pas se retrouver dans sa trajectoire. Ainsi, lorsque l'opérateur de scie débute sa prise de mesure allant de l'arrière vers l'avant pour se diriger progressivement à son écran de programmation, il doit effectuer la mesure au-devant de la lame afin d'être toujours en parallèle avec la scie.

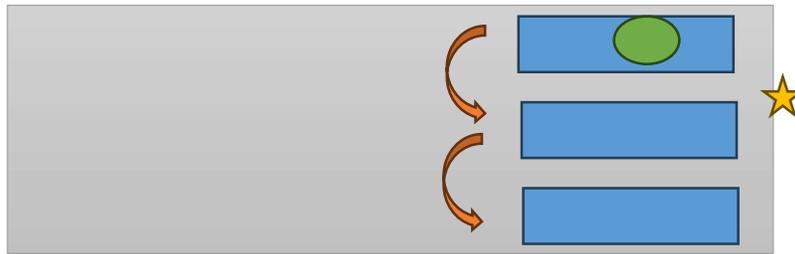


Fig. 26 - Croquis du positionnement usuel
recommandé par l'employeur

Source : CNESST

Légende :

	Positionnement travailleur
	Scie
	Progression de la prise de mesure

Le jour de l'accident, l'opérateur de scie a procédé au banquage de trois blocs de granite sur la table de découpe afin d'effectuer une découpe en parallèle des matériaux. Il a débuté la prise de mesure avec le bloc C, situé au fond de l'enceinte. Puisqu'il s'agit d'une découpe de précision, l'opérateur de scie demeure perpendiculaire à la scie lorsqu'il effectue les mesures et il se positionne dans sa trajectoire afin de valider l'alignement de la lame avec le bloc.



Fig. 27 - Croquis de la méthode
appliquée par le travailleur

Source : CNESST

Légende :

	Positionnement travailleur
	Scie



Progression de la prise de mesure

4.2.9 Exigences légales, réglementaires et normatives

4.2.9.1 Loi sur la santé et la sécurité du travail

L'article 51 de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail (S-3.4)* définit les obligations générales de l'employeur:

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

[...]

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

[...]

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

[...]

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

[...]

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

[...]

4.2.9.2 Règlement sur la santé et la sécurité du travail

Le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (S-2.1, r.13) (RSST)*, quant à lui, prescrit les mesures à adopter en matière de sécurité des machines, à la section XXI Machines (articles 172 à 194).

Selon l'article 176, la modification d'une machine entraînant un impact sur la santé et la sécurité du travail doit être effectuée sous la supervision d'un ingénieur.

176. Modification d'une machine: *La modification d'une machine, pouvant avoir un impact sur la santé et la sécurité des travailleurs, doit être effectuée sous la supervision d'un ingénieur et la sécurité de cette modification doit être attestée par celui-ci.*

Aux fins du premier alinéa, on entend par «modification» celle qui, sans être prévue par le fabricant, a pour effet de changer la vocation de la machine, de l'intégrer dans un groupe de machines, d'y ajouter ou d'y supprimer une fonction, de changer ses performances ou son mode opératoire ou de mettre en œuvre des moyens de protection affectant les fonctions de sécurité de cette machine.

Ne constitue pas une modification l'installation d'un équipement ou d'un outil interchangeables qui est prévue par le fabricant d'un tel équipement ou d'un tel outil.

Selon l'article 177, une machine doit être conçue et fabriquée afin que les zones dangereuses de cette dernière soient inaccessibles à l'aide d'au moins un moyen de protection.

177. Choix des moyens de protection: *Une machine doit être conçue et fabriquée de manière à rendre ses zones dangereuses inaccessibles. À défaut, les risques en découlant doivent être éliminés ou réduits au niveau le plus bas possible par l'installation d'au moins un des moyens de protection suivants, selon le cas:*

1° lorsque l'accès à la zone dangereuse n'est pas nécessaire pendant le fonctionnement normal de la machine:

- a) un protecteur fixe;
- b) un protecteur mobile avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage;
- c) un équipement de protection sensible;
- d) un protecteur à fermeture automatique;

2° lorsque l'accès à la zone dangereuse est nécessaire pendant le fonctionnement normal de la machine:

- a) un protecteur mobile avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage;
- b) un équipement de protection sensible;
- c) un protecteur à fermeture automatique;
- d) un dispositif de commande bimanuelle;
- e) un protecteur commandant la mise en marche;
- f) un protecteur réglable manuellement.

Malgré les paragraphes 1 et 2 du premier alinéa, l'accès aux éléments mobiles de transmission d'énergie d'une machine doit être protégé par un protecteur fixe ou un protecteur mobile avec dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage.

Les moyens de protection appropriés doivent être choisis selon des principes et une méthodologie reconnus d'appréciation et de réduction du risque, tels que ceux préconisés par les normes Protection des machines, CSA Z432, et Sécurité des machines — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque, ISO 12100 et selon les conditions prévues aux articles 181 à 185, selon le cas.

De plus, l'article 180 mentionne que la machine ainsi que les moyens de protection doivent être maintenus en bon état.

180. Maintien en bon état: La machine et les moyens de protection doivent être maintenus en bon état conformément au manuel d'instruction du fabricant ou, le cas échéant, aux éléments spécifiés par un ingénieur en vertu de l'article 174 ainsi qu'aux règles de l'art.

À l'article 181, il est fait mention que les moyens de protection en place doivent être conçus et installés de manière à respecter les règles de l'art et ne doivent pas être facilement contournés ou rendus inopérants.

181. Attributs des moyens de protection: Un protecteur ou un dispositif de protection doit être conçu et installé selon les règles de l'art en respectant notamment les conditions suivantes:

- 1° être de construction suffisamment robuste pour résister aux contraintes auxquelles il peut être soumis;
- 2° demeurer efficace pendant l'utilisation de la machine en étant solidement maintenu en place compte tenu de l'environnement dans lequel il se trouve;
- 3° être situé à une distance sécuritaire de la zone dangereuse;
- 4° ne pas occasionner de risques supplémentaires, ou être en soi source de danger en raison, par exemple, de la présence d'arêtes vives ou d'aspérités;
- 5° ne doit pas être facilement contourné ou rendu inopérant.

De plus, lorsqu'un moyen de protection doit être remplacé ou retiré, le moyen de rechange doit offrir une sécurité équivalente à celui d'origine, comme mentionné à l'article 186.

186. Retrait ou remplacement d'un moyen de protection: Sauf dans les cas prévus à la présente section, un moyen de protection ne peut être retiré.

Lorsque celui-ci doit être remplacé, le moyen de protection de rechange doit offrir une sécurité au moins équivalente à celui d'origine.

L'article 189 vient préciser que lorsqu'une machine possède plusieurs modes de fonctionnement pour effectuer, par exemple, des tâches de réglage, le sélecteur doit se verrouiller dans chacune des positions. Cependant, un autre moyen limitant l'utilisation de certains modes de commande ou de fonctionnement à certains opérateurs peut être mis en place.

189. Sélection des modes de commande et de fonctionnement: *Lorsqu'une machine peut être utilisée selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement, notamment pour permettre le réglage, la maintenance ou l'inspection, elle doit être munie d'un sélecteur de mode verrouillable dans chaque position ou d'un autre moyen de sélection limitant l'utilisation de certains modes de commande ou de fonctionnement de la machine à certaines catégories d'opérateurs.*

Lorsque la machine est munie d'un sélecteur de mode, chaque position de celui-ci doit être clairement identifiable et ne doit permettre qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois.

L'article 190 précise que la conception, l'installation et la fabrication des systèmes de commande relatifs à la sécurité doivent l'être selon les règles de l'art, comme le prévoit la norme ISO 13849.

190. Partie du système de commande relative à la sécurité: *La partie d'un système de commande relative à la sécurité doit être conçue, fabriquée et installée selon les règles de l'art telles que les normes Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception, ISO 13849 et Sécurité des machines: Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité, CEI 62061.*

Elle doit, entre autres, pouvoir résister aux contraintes auxquelles elle peut être soumise de manière à éviter toute situation pouvant engendrer un risque pour la sécurité des travailleurs, notamment lors d'une défaillance du matériel ou du logiciel du système de commande, d'une erreur affectant la logique de ce système ou d'une erreur humaine raisonnablement prévisible au cours du fonctionnement.

4.2.9.3 Normes applicables

Plusieurs normes sont applicables dans le cadre de l'accident survenu avec la scie Rapida 925. En voici un résumé :

Titre de la norme	Numéro	Composante	Type
Machines et équipements pour l'exploitation et l'usinage de pierres naturelles – Sécurité - Prescriptions relatives aux machines à scier/fraiseuses de type pont, y compris les versions à commande numérique (NC/CNC)	EN 16564	Scie Rapida 925	C
Protection des machines	CSA Z432	Norme générale de protection des machines	A/B
Sécurité des machines : Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement du corps humain	ISO 13854	Enceinte	B-1
Sécurité des machines - Distance de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs REPLACÉE PAR: ISO-13857	EN 294	Enceinte	B-1

		(norme citée dans le manuel du fabricant	
Sécurité des machines : Distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses	ISO 13857	Enceinte	B-1
Sécurité des machines : Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1, principes généraux de conception	ISO 13849	Système de commande	B-1

La norme ISO 13849 détaille la structure des différents types de normes :

Normes de type A (normes fondamentales de sécurité), précisant des notions fondamentales, des principes de conception et des aspects généraux relatifs aux machines.

Normes de type B (normes génériques de sécurité), traitant d'un ou de plusieurs aspect(s) de la sécurité, ou d'un ou de plusieurs type(s) de protection qui peut ou peuvent être utilisé(s) pour une large gamme de machines:

- normes de type B1, traitant d'aspects particuliers de la sécurité (par exemple, distances de sécurité, température de surface, bruit);
- normes de type B2, traitant de moyens de protection (par exemple, commandes bimanuelles, dispositifs de verrouillage, dispositifs sensibles à la pression, protecteurs).

Normes de type C (normes de sécurité des machines), traitant des exigences de sécurité détaillées pour une machine particulière ou un groupe de machines.

Ainsi, la norme EN 16564 Machines et équipements pour l'exploitation et l'usinage de pierres naturelles-Sécurité- Prescriptions relatives aux machines à scier/fraiseuses de type pont, y compris les versions à commande numérique (NC/CNC) étant une norme de type C, établit les règles de sécurité spécifiques à ce type de machine et fixe les règles de sécurité, entre autres, liées aux commandes et aux risques mécaniques.

La norme CSA Z432 Protection des machines, est une norme de type A/B, citée dans le RSST à l'article 177. Il s'agit d'une norme canadienne qui reprend, entre autres, des exigences de la norme internationale ISO 13854 Sécurité des machines : Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement du corps humain. Cette norme doit être utilisée conjointement avec les normes de type C. Lorsque des mesures sont prévues à la norme de type C, cette dernière a alors préséance.

La norme EN 294 Sécurité des machines - Distance de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs, citée dans le manuel du fabricant de la scie Rapida 925, a été remplacée par la norme ISO 13857 Sécurité des machines : Distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses. Ce sont des normes de types B-1. Les sujets abordés dans ces normes touchent les distances de sécurité à respecter avec la zone dangereuse

par les membres supérieurs et les membres inférieurs. Elle prévoit également les distances de sécurité à respecter selon la grosseur des ouvertures dans les protecteurs.

Finalement, la norme ISO 13849 Sécurité des machines : Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1, principes généraux de conception, norme de type B-1, aborde les principes généraux de conception des parties des systèmes de commande relatives à la sécurité.

4.2.9.3.1 Prescriptions relatives à la scie

La norme EN 16564 Machines et équipements pour l'exploitation et l'usinage de pierres naturelles- Sécurité - Prescriptions relatives aux machines à scier/fraiseuses de type pont, y compris les versions à commande numérique (NC/CNC), définit la scie à pont à l'article 3.1 de la manière suivante :

Machine à avance intégrée destinée au sciage et/ou au façonnage de pièce à usiner (voir figure 1), utilisant un disque diamanté refroidi à l'eau pendant l'usinage et présentant au moins deux axes perpendiculaires sur lesquels se déplace la tête d'usinage.

Elle définit également à l'article 3.18 le dispositif de validation de la puissance de la façon suivante : « Commande qui, après activation, permet d'alimenter les actionneurs des machines, également à un niveau de contrôle inférieur, par exemple par le PLC. »

Concernant la fiabilité et la sécurité des systèmes de commande, la norme prescrit à l'article 4.2.1 que les parties du système de commande de la machine relatives à la sécurité doivent répondre aux exigences applicables au PL, conformément à la norme ISO 13849, soit de $PL = c$.

La norme permet également, à l'article 4.2.2.2, l'utilisation d'un bloc de commande portatif pour le réglage des cycles, le démarrage, l'arrêt et le fonctionnement normal. En ce qui concerne le positionnement des commandes, il est fait mention que:

Aucun dispositif de commande de réarmement, aucun dispositif de validation de la puissance, ni aucun sélecteur de mode ne doit être autorisé sur les blocs de commande sans fil ou munis d'une liaison par câble.

La norme aborde la sélection du mode à la section 4.2.7. L'article 4.2.7.1 présente les différentes généralités :

Lorsque les machines sont destinées à être utilisées pendant le paramétrage avec les protecteurs avec dispositif de verrouillage et/ou les dispositifs de protection désactivés, un sélecteur de mode doit être prévu pour permettre la sélection du mode de fonctionnement (Usinage ou Paramétrage) et les conditions suivantes doivent être remplies :

- A) Le sélecteur de mode doit pouvoir être verrouillé sur chaque position (par exemple par clef ou mot de passe) [...];*
- B) Le niveau de performance du sélecteur de mode doit être au moins de $PL = c$ conformément aux prescriptions de l'EN ISO 13 849-1 :2015;*

- C) *Le sélecteur de mode ne doit pas permettre l'activation simultanée de plusieurs modes;*
- D) *Les prescriptions de protection données en 4.2.7.2 et 4.2.7.3 doivent être appliquées dans les modes de fonctionnement correspondants;*
- E) *La sélection d'un mode ne doit déclencher aucun mouvement de la machine;*
- F) *Lors du passage du mode de fonctionnement Usinage (voir 4.2.7.2) au mode de fonctionnement Paramétrage (voir 4.2.7.3), la machine doit être complètement arrêtée conformément aux 4.2.4, 4.2.5 ou 4.2.6*

Lorsque la machine est en mode usinage, l'article 4.2.7.2 prévoit que les mouvements doivent être possibles seulement si les protecteurs mobiles avec dispositifs de verrouillage et/ou les dispositifs de protection sont en place et fonctionnels.

Lorsque la machine est en mode paramétrage, l'article 4.2.7.3 mentionne que :

Lorsque les protecteurs mobiles sont ouverts et/ou les dispositifs de protection désactivés, un mouvement dangereux ne doit être possible que si les conditions suivantes sont remplies :

- a) *La rotation des outils ne doit pas être possible;*
- b) *Chaque mouvement unique d'un axe doit être entraîné par une commande nécessitant une action maintenue. Le mouvement doit être limité à une vitesse de 5m/ min [...]*
- c) *Les dispositifs de commande nécessitant une action maintenue et les dispositifs de validation pour les mouvements des axes doivent se trouver sur le panneau de commande principal et/ou le cas échéant, sur un poste de commande mobile relié à la machine par câble ou un système sans fil. [...]*

La norme prévoit également à l'article 4.3.5.3 que l'accès aux parties mobiles qui présentent un risque d'écrasement, de cisaillement, d'impact, d'entraînement ou de happement doit être rendu impossible par des protecteurs fixes ou mobiles avec interverrouillage ou de dispositifs de protection sensible à la pression.

4.2.9.3.2 Prescriptions relatives à l'enceinte

La norme CSA Z432 Protection des machines ainsi que la norme ISO 13854 Sécurité des machines : Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement du corps humain prévoient l'écartement entre la partie fixe et la partie mobile à respecter afin d'éviter les dommages liés aux risques d'écrasement du corps humain. Ainsi, une distance de 500 mm doit être respectée entre ces deux parties, comme démontré dans le tableau ci-bas.

Tableau 7.1
Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement
(Voir les articles [7.2.1.1](#) et [10.12.1](#).)

Partie du corps	Écartement minimal, mm	Illustration
Corps	500	

Fig. 28 - Extrait du tableau des écartements minimaux
Source : CSA Z432

Le même tableau est disponible dans la norme ISO 13854 à l'article 4.2. La norme CSA Z432 prévoit également à l'article 7.2 que l'écartement entre les surfaces d'écrasement doit être mesuré à son point le plus étroit.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le travailleur est écrasé entre le mur de béton et la tête de la scie alors qu'elle continue d'avancer jusqu'à sa limite de course préétablie.

Afin de procéder à la découpe des blocs de granite, l'opérateur de scie effectue le banquage des trois blocs sur la table de découpe à l'aide du pont roulant et ajuste leur positionnement. Il commence les opérations avec le bloc C, situé vers l'arrière de l'enceinte et se rapproche graduellement de la console de commande principale pour lancer le programme de découpe. L'opérateur de scie se place perpendiculairement à la scie afin de valider l'emplacement de la lame. Une fois les mesures validées, il se déplace vers le bloc B et se positionne encore une fois perpendiculairement à la lame de scie pour prendre les mesures. Par son positionnement, il se retrouve dans la trajectoire du chariot porte-tête de la scie puisqu'aucune procédure ou formation officielle n'existe au sein de l'entreprise concernant le positionnement des opérateurs lors des manœuvres de réglages.

L'opérateur tient alors la télécommande filaire dans sa main gauche et active le dispositif de validation à l'aide de sa main droite. Il appuie sur les différents boutons de la télécommande filaire (X+, X-, Y+, Y-) pour déplacer le chariot porte-tête vers un point précis. Afin de finaliser les réglages de précision, l'opérateur se penche sur la table de découpe, devant la lame, et actionne le X+ à plusieurs reprises. Il effectue des microdéplacements du chariot porte-tête de la scie et positionne la lame au bon endroit. Une fois le dernier positionnement effectué, l'opérateur se redresse en tenant la télécommande filaire dans sa main gauche et en étant toujours positionné perpendiculairement à la tête de la scie.

Lors des différents tests effectués sur la machine, il est démontré que le dispositif de validation fonctionne de façon erratique. En effet, le dispositif de validation reste enfoncé et coince dans cette position à plusieurs reprises. Il est donc possible que le déplacement du chariot porte-tête de la scie sur les différents axes puisse survenir en actionnant les différents boutons, et ce sans appuyer physiquement sur le dispositif de validation. De plus, par la configuration de la télécommande filaire, il est possible d'actionner le dispositif de validation et le bouton X+ à l'aide d'une seule main.

Ainsi, lorsque l'opérateur de scie se redresse après avoir terminé les microdéplacements de la tête de la scie vers son point de coupe, il se trouve dans la trajectoire de la tête de la scie qui poursuit sa course jusqu'à la limite préétablie dans le système, ce qui peut s'expliquer par une défectuosité présente sur le dispositif de validation de la télécommande filaire. L'opérateur de scie est alors écrasé entre la tête de la scie et le mur de l'enceinte.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La conception de l'enceinte est déficiente puisqu'elle crée un dégagement insuffisant de 14 cm entre le mur et l'extrémité de la tête de la scie, ce qui expose le travailleur à un risque d'écrasement.

La scie de type pont Rapida 925 est installée sur deux murs de béton possédant la capacité de supporter le poids de la machine. Afin de protéger l'accès à l'enceinte, l'arrière est protégé par un mur en tôle métallique. Ces trois murs créent une enceinte fermée sur trois côtés. Afin de protéger l'accès à l'avant de la machine, deux dispositifs de protection sont en place. Premièrement, un système de rideaux lumineux est installé à une hauteur de 90 à 140 cm du sol. Cependant, il n'est pas fonctionnel puisque le câble a été coupé et son circuit de commande contourné électriquement dans le circuit de commande de la machine.

Deuxièmement, une porte (barrière) associée à un dispositif de verrouillage (interrupteur électromécanique à clé) ainsi que deux cordons de sécurité sont installés pour protéger l'accès par l'avant. Cependant, l'interrupteur à clé a été contourné par le retrait de la languette de son support et son insertion permanente dans l'interrupteur. Les câbles sont brisés et ne se rendent plus à la barrière. La conception de la porte permet le passage d'un individu sans provoquer son ouverture.

Les articles 177, 180 et 181 du RSST stipulent qu'une machine doit être conçue et fabriquée de manière à rendre ses zones dangereuses inaccessibles à l'aide d'au moins un moyen de protection, qu'ils doivent être tenus en bon état et qu'ils ne doivent pas être contournés. Or, aucun dispositif de protection fonctionnel n'est présent lorsque l'opérateur de scie pénètre dans l'enceinte puisque ceux-ci ont été contournés et débranchés.

Considérant le manque d'information disponible, l'expertise sur la Rapida 925 n'a pas permis de valider la conformité du système de commande relatif à la sécurité conformément à la norme ISO 13849, comme requis à l'article 190 du RSST.

L'opérateur de scie se doit accéder à la zone dangereuse pour procéder aux différents réglages et à la prise des points de découpe indépendamment du fonctionnement des dispositifs de protection sur la machine. Il utilise alors une télécommande liée par un fil à la console de commande principale. Elle sert, entre autres, à commander le déplacement du chariot porte-tête et du pont sur les axes X, Y et Z afin d'effectuer le réglage de la lame, ce qui est permis à l'article 4.2.2.2 de la norme EN 16564. La télécommande filaire et la console de commande principale sont toutes deux reliées à un sélecteur afin d'en déterminer le mode. Lors de l'accident, le sélecteur est en mode automatique comme à l'habitude. Aucun changement de mode n'est opéré puisqu'il est possible de faire fonctionner la télécommande filaire sur les deux modes. La norme EN 16564 prévoit le verrouillage de la clé sur le mode choisi et l'activation d'un seul mode de commande à la fois. L'article 189 du RSST prévoit la même prescription. La scie Rapida 925 ne répond pas aux dispositions de la norme et du règlement puisqu'aucun verrouillage du sélecteur de mode n'est possible. Il est également possible de faire fonctionner la télécommande filaire, nonobstant le mode puisqu'elle est branchée en parallèle avec le panneau de commande principal, sans hiérarchie entre les deux. L'actionnement simultané des déplacements peut être réalisé sur la télécommande filaire et sur le panneau de commande. Cependant, lors de l'accident, seule la télécommande filaire est manipulée par l'opérateur de scie et personne n'est présent au panneau de commande principal.

Lors de l'accès à la zone dangereuse par l'opérateur de scie, aucun dispositif de protection n'est fonctionnel, et le sélecteur de mode n'est pas utilisé adéquatement, ce qui lui permet de pénétrer dans l'enceinte avec la télécommande filaire. Il se retrouve dans une zone où la conception physique de l'enceinte est également problématique. Lorsque le déplacement du chariot sur l'axe des X est à son maximum vers le X+, il y a un dégagement de 22 cm entre le boîtier présent sur la scie et le mur de béton de l'enceinte. De plus, lors de l'accident, 5 planches de 2 x 4 sont entreposées sur le mur derrière l'opérateur de scie, laissant un dégagement de seulement 14 cm entre les planches et le boîtier de la scie.

Afin de prévenir les risques d'écrasement des membres du corps humain, la norme CSA Z432 et la norme ISO 13854 prescrivent certains dégagements à respecter. L'écartement entre les surfaces doit se mesurer au point le plus étroit, entre la partie fixe et la partie mobile. En ce qui concerne le dégagement à respecter pour le corps, il doit être d'au minimum 50 cm.

Dans le cas de l'accident, l'écartement entre la partie fixe (le mur de l'enceinte/planche de 2 x 4) et la partie mobile (boîtier du moteur servant à l'inclinaison de la tête de la scie sur l'axe A) est respectivement de 22 cm et 14 cm. Ces mesures ne respectent pas les prescriptions des normes applicables et ne permettent pas un dégagement suffisant pour éviter l'écrasement de l'opérateur de scie.

Cette cause est retenue.

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

- Le travailleur est écrasé entre le mur de béton et la tête de la scie alors qu'elle continue d'avancer jusqu'à sa limite de course préétablie.
- La conception de l'enceinte est déficiente puisqu'elle crée un dégagement insuffisant de 14 cm entre le mur et l'extrémité de la tête de la scie, ce qui expose le travailleur à un risque d'écrasement.

5.2 Suivis de l'enquête

À titre préventif, la CNESST transmettra le rapport d'enquête aux Associations Sectorielles Paritaires ainsi qu'aux gestionnaires de mutuelles de prévention, afin qu'ils sensibilisent leurs membres, notamment sur l'importance de veiller à ce que les moyens de protection sur une machine demeurent en place, fonctionnels et efficaces en tout temps.

De plus, afin de sensibiliser les futurs travailleurs dans le domaine de la mécanique industrielle, le rapport d'enquête sera acheminé au ministère de l'Éducation qui en assurera la diffusion dans les établissements de formation offrant le programme d'études de mécanicien industriel ou mécanicienne industrielle.

ANNEXE A**Travailleur accidenté**

Nom, prénom : A [REDACTED]

Sexe : [REDACTED]

Âge : [REDACTED]

Fonction habituelle : [REDACTED]

Fonction lors de l'accident : Opérateur de la scie Rapida 925

Ancienneté chez l'employeur : [REDACTED]

ANNEXE B

Rapport d'expertise Excelpro



Rapport d'expertise – Scie Rapida 925

RÉDIGÉ PAR :

B

VALIDÉ PAR :

C

PRÉSENTÉ À :

Caroline Pelchat
Inspectrice
CNESST

11400, boulevard Louis-Loranger
Trois-Rivières (Québec), Canada
G9B 0T8
Tél.: 819 375-6549

www.excelpro.ca

Drummondville – Montréal – Ottawa – Québec – Trois-Rivières



Table de matière

1. Introduction	1
2. Contexte	2
2.1. Description	2
2.2. Accident	2
2.3. Normes applicables	2
2.4. Méthodologie	2
3. Rapida 925	4
3.1. Déplacement de la tête de la scie.....	4
3.2. Composantes du système de commande :	5
3.3. Fonctions de sécurité.....	17
4. Description du système de commande de la machine	21
5. Vérification des composantes du système de commande relative à la sécurité en lien avec l'accident	22
5.1. Vérification de la télécommande filaire	24
5.2. Vérification du module d'entrées et sorties déportées CANopen et du contrôleur CNC	27
5.3. Vérification des variateurs de vitesse.....	28
6. Avis concernant la vérification des composantes du système de commande relative à la sécurité en lien avec l'accident.	30
7. Contrôle de la Rapida 925 à distance à l'aide d'un téléphone cellulaire	31
7.1. Contexte	31
7.2. Validation.....	31



1. Introduction

La CNESST a mandaté Excelpro pour réaliser un rapport d'expertise sur la scie Rapida 925 de Granite DRC, située à l'usine de Rivière-à-Pierre. La réunion relative à cette expertise s'est tenue chez Granite DRC le 25 octobre 2024. Une deuxième réunion a eu lieu chez Granite DRC le 27 janvier 2025.

Les personnes présentes à la réunion du 25 octobre étaient :

Représentants d'Excelpro:

C

B

Représentants de la CNESST :

Caroline Pelchat, inspectrice

Alexandre Anctil, inspecteur

D

Représentants de Granite DRC :

E

F

Les personnes présentes à la réunion du 27 janvier étaient :

Représentants d'Excelpro:

C

Représentants de la CNESST :

Caroline Pelchat, inspectrice

Alexandre Anctil, inspecteur

Représentants de Granite DRC :

E

G

2. Contexte

2.1. Description

Le présent rapport d'expertise a pour objectif de vérifier la conformité du circuit de sécurité de la scie Rapida 925 aux normes applicables.

2.2. Accident

Lors de manœuvre de réglage, l'opérateur s'est fait coincer entre la tête de la scie et le mur de la machine. Au moment de l'accident, il tenait la télécommande filaire en main. L'accident est survenu lorsque la tête de la scie effectuait un mouvement le long de l'axe X.

2.3. Normes applicables

CSA Z432:23 Protection des machines;

ISO 13849-1:2023 Sécurité machines, Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité - Partie 1 : Principes généraux de conception;

EN 16564:2020 Machines et équipements pour l'exploitation et l'usinage de pierres naturelles : sécurité : prescriptions relatives aux machines à scier / fraiseuses de type pont, y compris les versions à commande numérique (NC/CNC)

2.4. Méthodologie

Dans le cadre de cette expertise, une approche rigoureuse a été adoptée afin d'analyser les circonstances de l'accident et d'évaluer la conformité du système de commande en matière de sécurité machine. Les étapes suivantes ont été réalisées :

- **Visites sur site** : Inspection de l'environnement de travail, examen de la Rapida 925 et collecte d'informations auprès du personnel de Granite DRC.
- **Essais sur la machine** : Vérification du fonctionnement des dispositifs de sécurité et observation des conditions dans lesquelles la Rapida 925 se trouvait lors de l'accident.
- **Analyse des plans électriques** : Examen des schémas de câblage afin d'identifier toute anomalie ou non-conformité pouvant affecter la sécurité en lien avec l'accident.
- **Étude des documents techniques** : Vérification des caractéristiques techniques des équipements du système de commande liés à la sécurité en lien avec l'accident.

- **Analyse des normes applicables** : Identification et examen des normes de sécurité applicables pour la Rapida 925 et son système de commande.
- **Communication avec les fabricants des pièces** : Prise de contact avec les fabricants des composants utilisés dans le système de sécurité de la machine en lien avec l'accident pour obtenir des informations supplémentaires sur les spécifications relatives à la sécurité machine.

2.4.1. Avertissement

Les conclusions de cette expertise sont basées sur l'analyse réalisée selon la méthodologie décrite ci-haut. Elles s'appliquent uniquement aux conditions observées lors des deux réunions, aux documents examinés, aux essais effectués, aux normes applicables citées dans cette expertise et aux informations obtenues, y compris celles recueillies auprès des fabricants des pièces concernées.

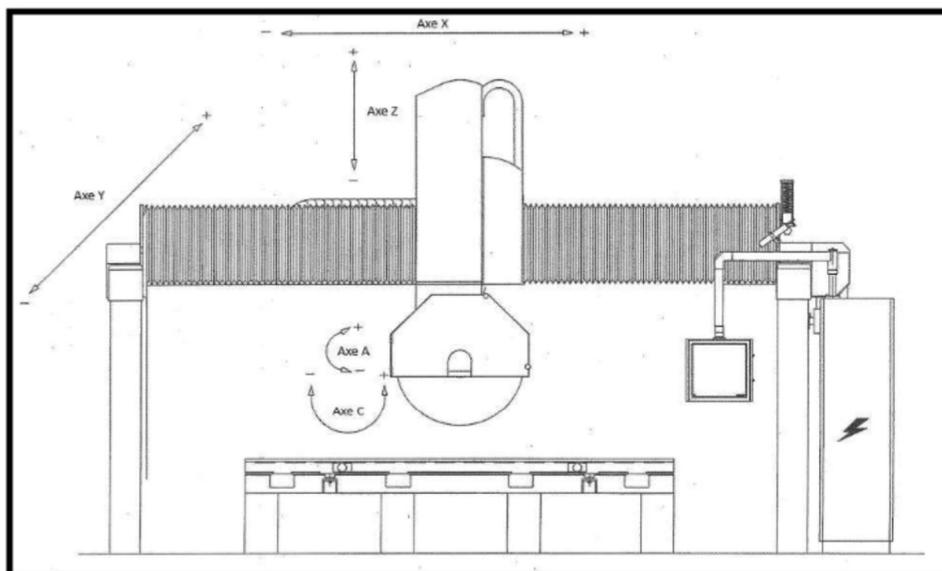
3. Rapida 925

La Rapida 925 est une machine de découpe et de profilage équipée de cinq axes, dont l'un permet à la tête de pivoter sur 362°.

3.1. Déplacement de la tête de la scie

La tête de la scie se déplace dans 5 axes.

- Axe X : Déplacement vers la gauche et vers la droite.
- Axe Y : Déplacement en profondeur.
- Axe Z : Déplacement de haut en bas.
- Axe A : Pivotement de la tête de scie autour de l'axe X par rapport à son point de pivot.
- Axe C : Pivotement de la tête de scie autour de l'axe Z par rapport à son point de pivot.



3.2. Composantes du système de commande :**Télécommande filaire:**

La télécommande filaire est équipée d'un dispositif de validation sur le côté, d'un bouton d'arrêt d'urgence sur le dessus et de boutons permettant de contrôler les différents mouvements de la scie en façade.



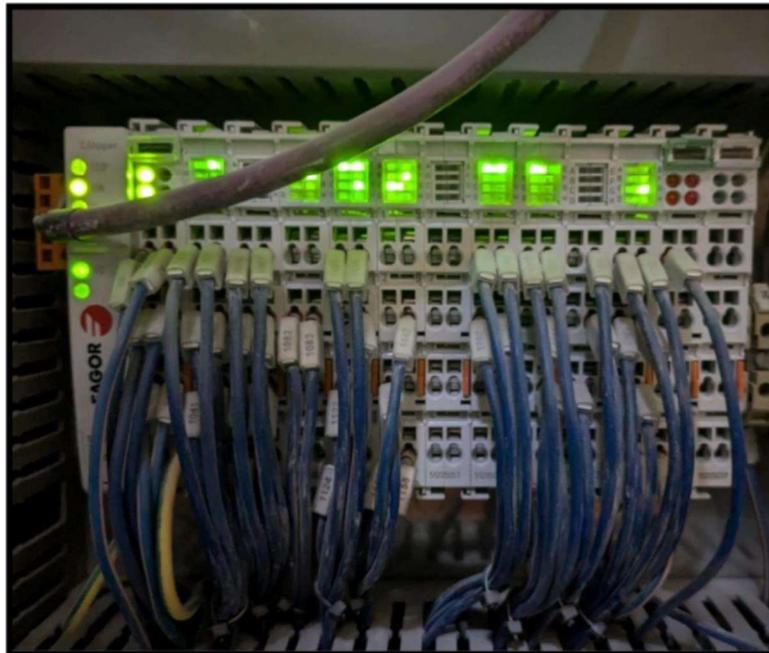
Console de commande principale :

La console de commande principale est équipée d'un écran tactile, d'un clavier et d'une souris permettant de démarrer les programmes en mode automatique. Elle est également équipée de boutons, de sélecteurs et d'un potentiomètre permettant de contrôler manuellement les mouvements de la scie, ainsi que d'un bouton d'arrêt d'urgence.



Module d'entrées et de sorties déportées CANopen :

Le module d'entrées et de sorties déportées permet d'ajouter des entrées et sorties, aussi bien digitales qu'analogiques, au contrôleur CNC. Il communique avec ce dernier via un protocole de communication CANopen.



Contrôleur CNC :

Le contrôleur CNC est responsable de la gestion logique et du contrôle de la Rapida 925.



Sélecteur OFF/MAN/AUT :

Le sélecteur permet à l'opérateur de choisir l'état de fonctionnement de la machine.

Off : La Rapida 925 ne peut pas fonctionner puisque cela active la fonction d'arrêt d'urgence qui sera décrite dans la section suivante de ce rapport.

MAN : Les mouvements de la Rapida 925 sont possible à l'aide de la console de commande principale et de la télécommande filaire. La rotation de la scie ne peut pas être démarrée.

AUT : Les mouvements de la Rapida 925 sont possible à l'aide de la console de commande principale et de la télécommande filaire. Il est également possible de démarrer la rotation de la scie et de lancer des programmes.



Porte d'accès :

Cette porte est équipée d'un capteur de sécurité (indiqué par la flèche rouge et noire) permettant de vérifier sa fermeture. Lors de la visite du 25 octobre, la languette avait été retirée du poteau et insérée directement dans le capteur de sécurité. Cela a pour effet de contourner la fonction de sécurité du périmètre d'accès. Les différentes fonctions de sécurité seront détaillées dans la section suivante de ce rapport. La photo ci-dessous, prise lors de la visite du 27 janvier, montre que la languette avait été réinstallée sur le poteau, expliquant son absence dans le capteur de sécurité.



La photo montre également que cette porte d'accès ne constitue pas une barrière efficace, car une personne pourrait accéder à la machine sans l'ouvrir. En effet, l'ouverture dans la porte ainsi que l'espace sous celle-ci sont suffisamment grands pour permettre le passage d'un individu.

Rideau de sécurité :

Le rideau de sécurité couvre l'avant de la machine. Cependant, comme l'illustrent les photos ci-dessous, il a été débranché. Par conséquent, la fonction de sécurité liée au périmètre d'accès est contournée électriquement dans le circuit de sécurité de la machine.



CNESST
Rapport d'expertise - Scie Rapida 925
21 février 2025

De plus, comme le montre la photo ci-dessous, le rideau de sécurité ne couvre que la partie supérieure de la porte d'accès. Il ne constitue donc pas une barrière efficace, car il est facile de passer en dessous.



Arrêt d'urgence :

Les boutons d'arrêt d'urgence activent la fonction de sécurité d'arrêt d'urgence lorsqu'ils sont enfoncés. Il y en a trois : un sur la console de commande principale, un sur la télécommande filaire et un sur le panneau électrique de la Rapida 925.



CNESST
Rapport d'expertise - Scie Rapida 925
21 février 2025**Relais de sécurité :**

Il y a deux relais de sécurité. Le relais de sécurité jaune AP850 est normalement destiné à la connexion du rideau de sécurité. Cependant, comme mentionné précédemment, le rideau a été débranché et contourné électriquement.

Le relais de sécurité rouge AP1560 est responsable de la gestion des fonctions de sécurité.



Contacteur de sécurité :

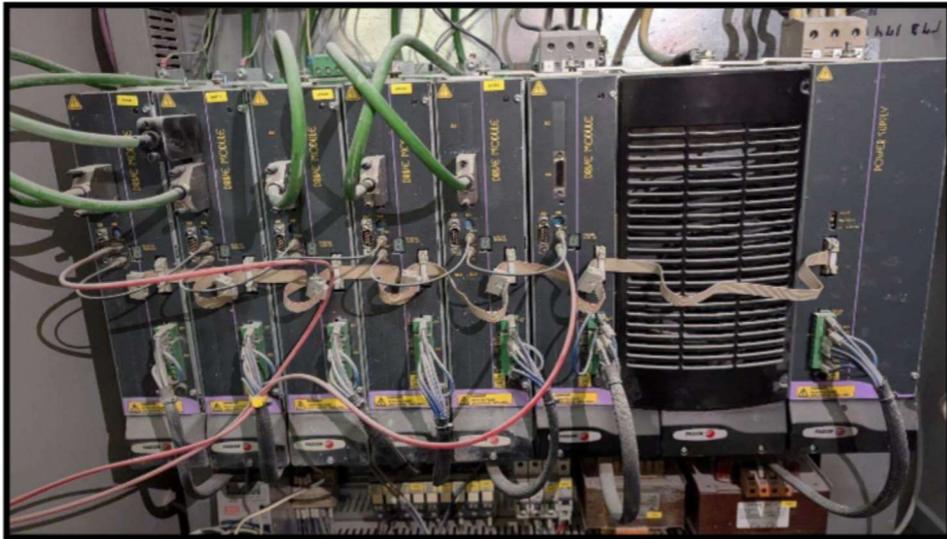
Le contacteur KM1560 est utilisé pour couper l'alimentation électrique de tous les variateurs.



CNESST
Rapport d'expertise - Scie Rapida 925
21 février 2025

Variateurs de vitesse :

Les variateurs de vitesse contrôlent la tension envoyée aux moteurs pour les faire fonctionner.

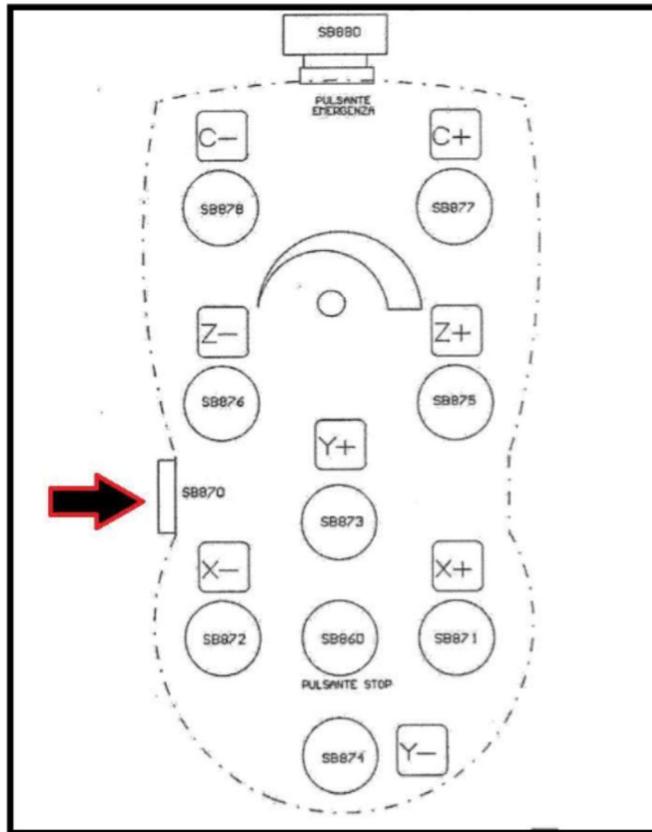


3.3. Fonctions de sécurité

Il y a trois fonctions de sécurité sur la Rapida 925 : le dispositif de validation, le périmètre d'accès et l'arrêt d'urgence.

Dispositif de validation :

Le dispositif de validation exige que l'opérateur maintienne enfoncé le bouton SB870 pour pouvoir effectuer des mouvements avec la télécommande filaire. En effet, lorsqu'il se trouve dans la zone de travail, l'opérateur peut déplacer les axes X, Y, Z et C en appuyant à la fois sur le bouton de l'axe désiré et sur le bouton SB870.



Périmètre de sécurité :

Le périmètre de sécurité est normalement assuré par la porte d'accès et le rideau de sécurité. Cependant, lors de la visite du 25 octobre, cette fonction de sécurité était complètement contournée. Le rideau de sécurité n'était pas branché, et la languette de la porte d'accès était insérée directement dans le capteur de sécurité. Ainsi, aucune détection d'intrusion dans la zone de travail de la scie n'était possible.

En fonctionnement normal, cette fonction de sécurité doit opérer de la manière suivante :

- Lorsque la porte d'accès est ouverte, la fonction d'arrêt d'urgence semble s'activer. Le mot « semble » est utilisé puisque le capteur de sécurité de la porte d'accès n'apparaît pas dans les schémas électriques fournis par Noat, le fabricant de la Rapida 925. Toutefois, lors de la visite du 25 octobre, un test a été réalisé sur place afin de vérifier son bon fonctionnement. En retirant la languette du capteur de sécurité, il a été constaté que les mouvements de la machine étaient impossibles. Cependant, il sera nécessaire de valider les raccordements du capteur de sécurité afin de s'assurer de la conformité de ceux-ci.
- Si le rideau de sécurité détecte une intrusion alors que la scie est en rotation, la fonction d'arrêt d'urgence est également activée.
- Si le rideau de sécurité détecte une présence alors que la scie n'est pas en rotation, les mouvements des cinq axes restent possibles.

Arrêt d'urgence :

Lorsque la fonction d'arrêt d'urgence est activée, elle interrompt instantanément tous les mouvements en agissant sur les entrées « drive enable » des variateurs de vitesse. Après un délai ajustable de 3 à 30 secondes, réglé via le potentiomètre du relais de sécurité AP1560 montré sur l'image ci-dessous, ce dernier coupe l'alimentation du contacteur de sécurité. Cela entraîne la mise hors tension des variateurs. Lors de la visite du 25 octobre, le potentiomètre était ajusté à 3 secondes.



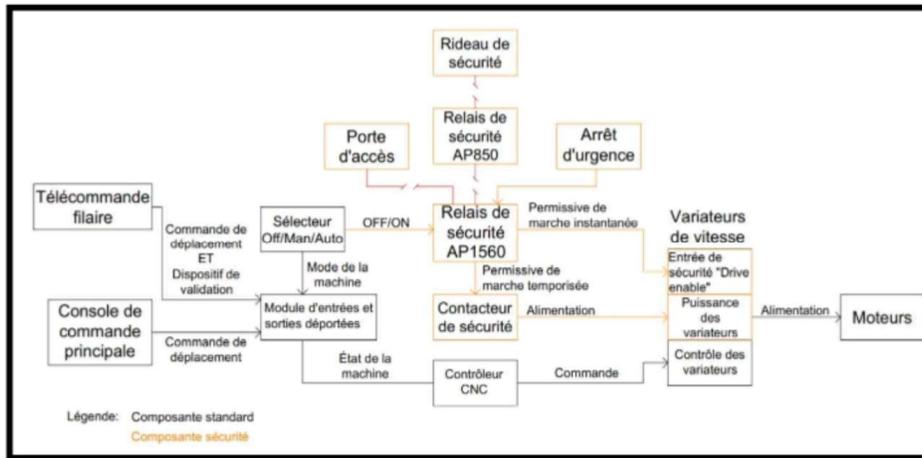
Voici les actions qui activent la fonction d'arrêt d'urgence :

- Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de la console de commande principale;
- Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de la télécommande filaire;
- Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence du panneau électrique de la Rapida 925;
- La fonction de périmètre de sécurité comme mentionné précédemment;
- Le sélecteur OFF/MAN/AUT (SA1150) est à la position OFF;
- Le contrôleur CNC coupe le signal de son module AP930;
- La sortie 01 du module AP1210 d'extension CANopen tombe à 0. Lorsqu'elle est à 1, cette sortie active le relais KA1211 qui lui se trouve dans la boucle du relais de sécurité AP1560;
- Un des axes atteint son capteur de fin de course. Lorsque ces capteurs ne captent pas la fin de course, ils activent le relais KM1520 qui lui se trouve dans la boucle du relais de sécurité AP1560. Si cela survient, en activant le sélecteur à clef Bypass extra SA1600 se trouvant sur le panneau électrique de la Rapida 925, les mouvements peuvent reprendre;



4. Description du système de commande de la machine

Voici un schéma qui résume le système de commande de la Rapida 925 :



Deux dispositifs permettent le déplacement manuel de la tête de la scie : la télécommande filaire et la console de commande principale. Les commandes issues de ces dispositifs sont transmises au contrôleur CNC par l'entremise du module d'entrées et de sorties déportées CANopen.

En mode automatique, le contrôleur CNC contrôle les mouvements de la scie en utilisant des programmes préétablis. Il est également possible de faire bouger la tête de la scie avec la télécommande filaire et la console de commande principale.

Comme mentionné précédemment, la fonction de périmètre de sécurité était complètement contournée lors de la visite du 25 octobre. C'est pourquoi les lignes entre la porte d'accès et le relais de sécurité AP1560 est coupé dans le schéma. C'est pour la même raison que les lignes du rideau de sécurité ainsi que du relais de sécurité AP850 sont coupées dans le schéma.

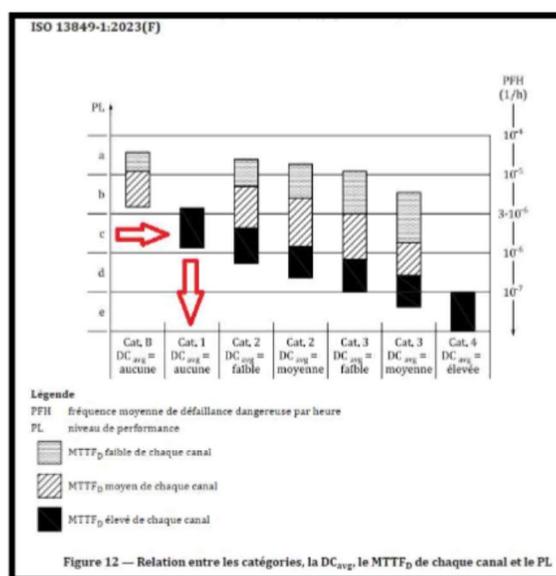
Sur ce schéma, on peut voir que le dispositif de validation n'est pas relié au relais de sécurité AP1560.

5. Vérification des composantes du système de commande relative à la sécurité en lien avec l'accident

L'accident s'est produit lors d'une action de réglage manuel à l'aide de la télécommande filaire alors que le sélecteur OFF/MAN/AUT était en position automatique. Donc, cette vérification se concentre sur les composantes reliant la télécommande filaire aux moteurs. Cela inclut la télécommande filaire, le module d'entrée et de sortie déportées CANopen, le contrôleur CNC et les variateurs de vitesse.

Les article 4.2.1 et 4.2.7.3 de la norme EN 16564 stipulent que la commande nécessitant une action maintenue doit répondre à un niveau de performance « c » ($PL_r = c$).

De plus, la figure 12 de la norme ISO 13849-1 illustre la relation entre la catégorie d'un système de commande relative aux fonctions de sécurité et le niveau de performance requis pour ce système.



Dans l'image ci-dessus, on peut voir que la catégorie minimum requise pour atteindre un niveau de performance « c » ($PL_r = c$) est la catégorie 1. On peut également voir qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une couverture de diagnostic et que le temps moyen de défaillance dangereuse doit être élevé.

L'article 6.1.3.2.3 de la norme ISO 13849-1 explique que pour la catégorie 1, des composants éprouvés et des principes de sécurité éprouvés doivent être utilisés.

Définition d'un principe de sécurité éprouvé :

Citation de l'article 3.1.49 de l'ISO 13849-1 :

« Principe qui a prouvé son efficacité par le passé dans la conception ou l'intégration de systèmes de commande relatifs à la sécurité, pour éviter ou contrôler les défauts ou défaillances critiques pouvant influencer la performance d'une fonction de sécurité. »

Définition d'un composant éprouvé :

Citation de l'article 6.1.11 de l'ISO 13849-1 :

« Un composant éprouvé pour des applications relatives à la sécurité est un composant qui doit être:

- a) largement utilisé dans le passé en donnant de bons résultats documentés dans des applications similaires, ou
- b) listé dans l'ISO 13849-2:2012, Annexes A à D, ou
- c) fabriqué, vérifié et validé en utilisant des principes qui démontrent son aptitude et sa fiabilité pour des applications relatives à la sécurité, selon les normes d'application et de produit pertinentes.

La décision d'accepter un composant particulier comme étant éprouvé dépend de l'application, par exemple, en raison des influences environnementales.

Les composants complexes (par exemple, PLC (automate programmable), microprocesseur, et circuit intégré à application spécifique) ne doivent pas être considérés comme équivalant à éprouvés. »

L'article 6.1.3.2.3 de la norme ISO 13849-1 explique que pour la catégorie 1, des composants éprouvés et des principes de sécurité éprouvés doivent être utilisés.

Définition d'un principe de sécurité éprouvé :

Citation de l'article 3.1.49 de l'ISO 13849-1 :

« Principe qui a prouvé son efficacité par le passé dans la conception ou l'intégration de systèmes de commande relatifs à la sécurité, pour éviter ou contrôler les défauts ou défaillances critiques pouvant influencer la performance d'une fonction de sécurité. »

Définition d'un composant éprouvé :

Citation de l'article 6.1.11 de l'ISO 13849-1 :

« Un composant éprouvé pour des applications relatives à la sécurité est un composant qui doit être:

- a) largement utilisé dans le passé en donnant de bons résultats documentés dans des applications similaires, ou
- b) listé dans l'ISO 13849-2:2012, Annexes A à D, ou
- c) fabriqué, vérifié et validé en utilisant des principes qui démontrent son aptitude et sa fiabilité pour des applications relatives à la sécurité, selon les normes d'application et de produit pertinentes.

La décision d'accepter un composant particulier comme étant éprouvé dépend de l'application, par exemple, en raison des influences environnementales.

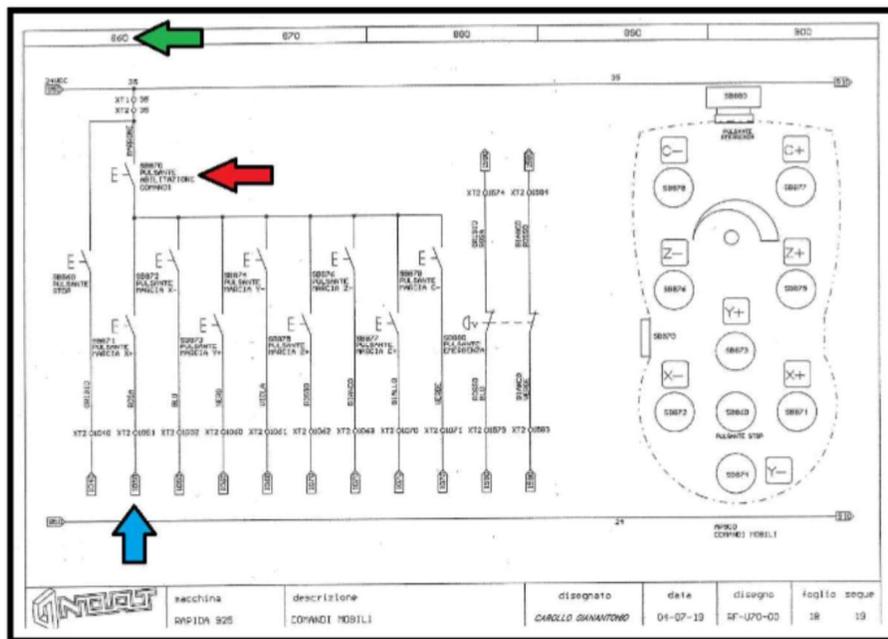
Les composants complexes (par exemple, PLC (automate programmable), microprocesseur, et circuit intégré à application spécifique) ne doivent pas être considérés comme équivalant à éprouvés. »

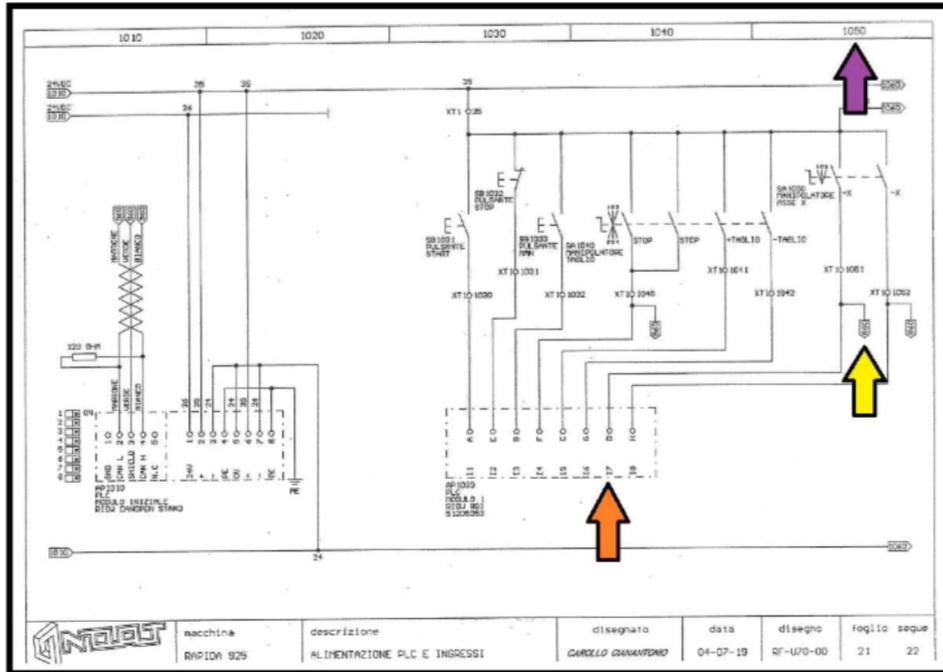
5.1. Vérification de la télécommande filaire

Pour que la télécommande filaire puisse être considérée comme un composant éprouvé, il est nécessaire de valider la documentation fournie par le fabricant de la machine ou la documentation du fabricant de la télécommande filaire. Cependant, cette information n'est pas disponible au public et mes demandes auprès de FAGOR (fabricant des composants) et de Noat (fabricant de la machine) n'ont pas abouti. Je ne dispose donc pas des éléments nécessaires pour déterminer si la télécommande filaire est un composant éprouvé ou non.

Cependant, lors de la visite du 25 octobre chez Granite D.R.C., il a été démontré à plusieurs reprises que le dispositif de validation de la télécommande pouvait rester coincé en position activée. En effet, lorsqu'il était enfoncé puis légèrement glissé sur le côté, il restait bloqué après avoir été relâché.

Voici les pages du plan électrique qui montre les branchements du dispositif de validation de la télécommande filaire jusqu'au module d'entrées et de sorties déportées CANopen :





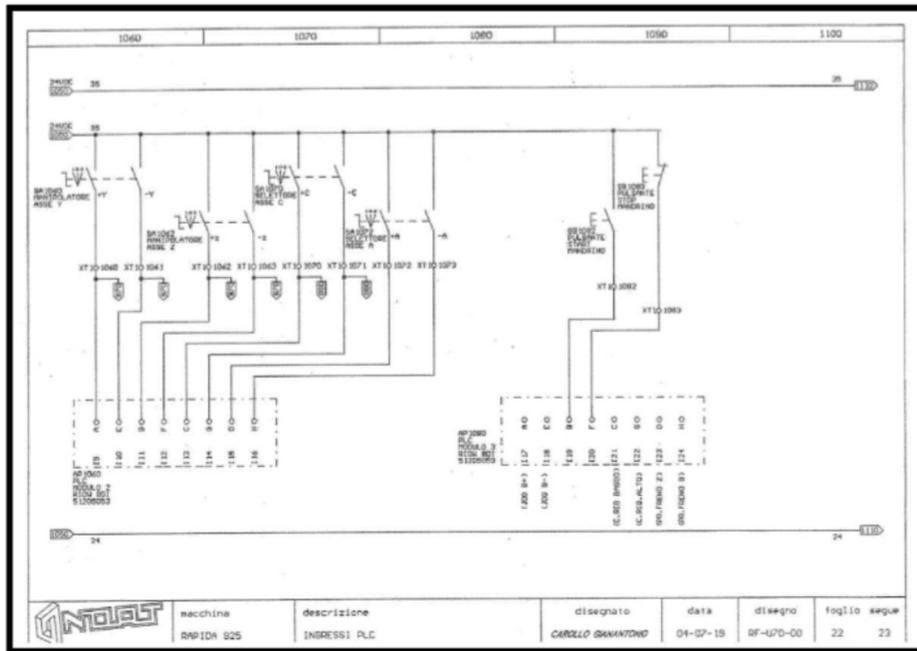
Flèche rouge : Le contact normalement ouvert nommé SB870 est le dispositif de validation. On peut voir que pour qu'un signal soit envoyé au module d'entrées et de sorties déportées CANopen, il faut qu'il soit activé puisqu'il se trouve entre tous les boutons d'actionnement et l'alimentation en 24VDC.

Flèche verte, violette, bleue et jaune : Ces flèches montrent le lien entre les deux pages. On voit donc que le bouton de l'axe X+ qui se trouve à la section 860 (flèche verte) pointe vers la section 1050 (flèche bleue). On voit aussi à la section 1050 (flèche violette) le lien du bouton provenant de la section 860 (flèche jaune).

Flèche orange : On voit que les deux signaux (télécommande filaire et panneau de commande principale) sont branchés en parallèle sur l'entrée I7 sur la carte 1 du module d'entrées et de sorties déportées CANopen.

CNESST
Rapport d'expertise - Scie Rapida 925
21 février 2025

Voici la page montrant le reste des commandes de la télécommande filaire et de la console de commande principale branchées au module 2 du module d'entrées et de sorties déportées CANopen. Ce module est également un module RIOW-8DI de FAGOR.



Le fait que la télécommande filaire et la console de commande principale soient branchées en parallèle sur les mêmes entrées représente un risque pour l'opérateur se trouvant dans la zone de travail avec la télécommande en main. En effet, rien n'empêche une deuxième personne d'activer des commandes depuis la console principale, générant ainsi des mouvements que l'opérateur ne pourra pas maîtriser.

5.2. Vérification du module d'entrées et sorties déportées CANopen et du contrôleur CNC

Le dispositif de validation et les commandes de la télécommande sont connectés à une carte d'entrée RIOW-8DI de FAGOR. Cette carte communique avec le contrôleur CNC via le module de communication RIOW-CANOPEN-STAND du même fabricant.

Comme pour la télécommande filaire, afin que le module d'entrées et sorties déportées CANopen et le contrôleur CNC puissent être considérés comme des composants éprouvés, il est nécessaire de valider la documentation fournie par le fabricant de la machine ou celui des composants. Cependant, cette information n'est pas disponible au public et mes demandes auprès de FAGOR (fabricant des composants) et de Noat (fabricant de la machine) n'ont pas abouti. Je ne dispose donc pas des éléments nécessaires pour déterminer si ces composants sont éprouvés ou non.

5.2. Vérification du module d'entrées et sorties déportées CANopen et du contrôleur CNC

Le dispositif de validation et les commandes de la télécommande sont connectés à une carte d'entrée RIOW-8DI de FAGOR. Cette carte communique avec le contrôleur CNC via le module de communication RIOW-CANOPEN-STAND du même fabricant.

Comme pour la télécommande filaire, afin que le module d'entrées et sorties déportées CANopen et le contrôleur CNC puissent être considérés comme des composants éprouvés, il est nécessaire de valider la documentation fournie par le fabricant de la machine ou celui des composants. Cependant, cette information n'est pas disponible au public et mes demandes auprès de FAGOR (fabricant des composants) et de Noat (fabricant de la machine) n'ont pas abouti. Je ne dispose donc pas des éléments nécessaires pour déterminer si ces composants sont éprouvés ou non.

5.3. Vérification des variateurs de vitesse

Les variateurs de vitesse AXD 1.15-S0-0-B de FAGOR sont des composants qui peuvent être utilisés pour des applications sécurité machine grâce à leur fonction STO (safe torque off).

Selon la documentation de FAGOR, les variateurs peuvent atteindre un niveau de performance « d » (PL = d) en catégorie 3. Voici l'extrait du manuel :

9.1 Main characteristics of the safety functions

These drives have the following safety functions:

□ **Safe Torque Off (STO)**

Definition. Safe torque off. Safety function that allows safely turning the motor torque off.

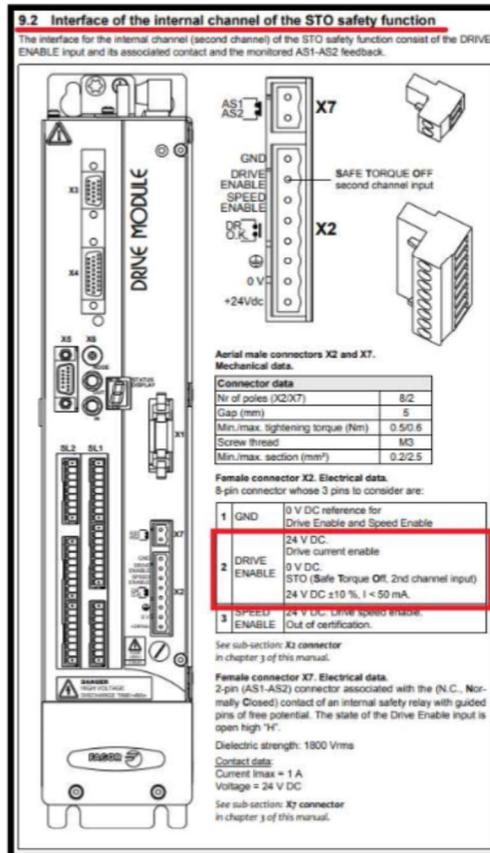
Availability. Always available.

Cat. 3 PL d - SIL 2

At FAGOR, the safety functions are Cat.3 PL d - SIL 2. When a machine requires a PL d performance level or a SIL 2 safety integrity level, it requires an external safety controller PL d or SIL 2 that demands the safety functions via two different channels. This controller will watch the status of each of the two channels when the safety functions are demanded, preventing them from being reset in case of failure.

CNESST
Rapport d'expertise - Scie Rapida 925
21 février 2025

Dans le manuel, on peut voir que la fonction STO est assurée par l'entrée nommé « DRIVE ENABLE » :



Les plans électriques confirment que la fonction d'arrêt d'urgence du relais de sécurité est bien connectée à l'entrée « DRIVE ENABLE ».

6. Avis concernant la vérification des composantes du système de commande relative à la sécurité en lien avec l'accident.

Voici résumé de la vérification des composantes du système de commande relative à la sécurité en lien avec l'accident :

- Le niveau de performance requis est c « PL_r = c », selon la norme EN 16564;
- La catégorie minimale pour atteindre ce niveau de performance est la catégorie 1, sans couverture de diagnostic et avec un temps moyen de défaillance dangereuse élevé;
- En catégorie 1, l'utilisation de composants éprouvés est requise;
- L'accident s'est produit lors d'une action de réglage manuel à l'aide de la télécommande filaire alors que le sélecteur OFF/MAN/AUT était en position automatique. Par conséquent, la vérification des composantes se limite à la télécommande filaire, le module d'entrée et de sortie déportées CANopen, le contrôleur CNC et les variateurs de vitesse;
- Concernant la télécommande filaire, l'information requise pour valider s'il s'agit d'un composant éprouvé n'est pas disponible au public et mes demandes aux fabricants n'ont pas abouti;
- Concernant le module d'entrées et de sorties déportées CANopen et pour le contrôleur CNC, l'information requise pour valider s'il s'agit de composants éprouvés n'est pas disponible au public et mes demandes aux fabricants n'ont pas abouti;
- Concernant les variateurs de vitesse, le manuel de ces variateurs nous indique qu'ils peuvent atteindre un niveau de performance d « PL = d ».

En l'absence d'informations sur la télécommande filaire, le module d'entrées et sorties déportées CANopen et le contrôleur CNC, il est impossible de conclure si la fonction de sécurité du dispositif de validation atteint le niveau de performance requis soit « PL = c ».

Toutefois, étant donné que le bouton du dispositif de validation pouvait se coincer en position activée lors de la visite du 25 octobre, il est recommandé de le remplacer par un modèle garantissant un fonctionnement fiable.

7. Contrôle de la Rapida 925 à distance à l'aide d'un téléphone cellulaire

Cette section permettra de déterminer s'il est possible de contrôler la Rapida 925 à l'aide d'un téléphone cellulaire. Si cela s'avère possible, une vérification des logs de la Rapida 925 sera faite afin de déterminer si un tel contrôle a eu lieu le jour de l'accident.

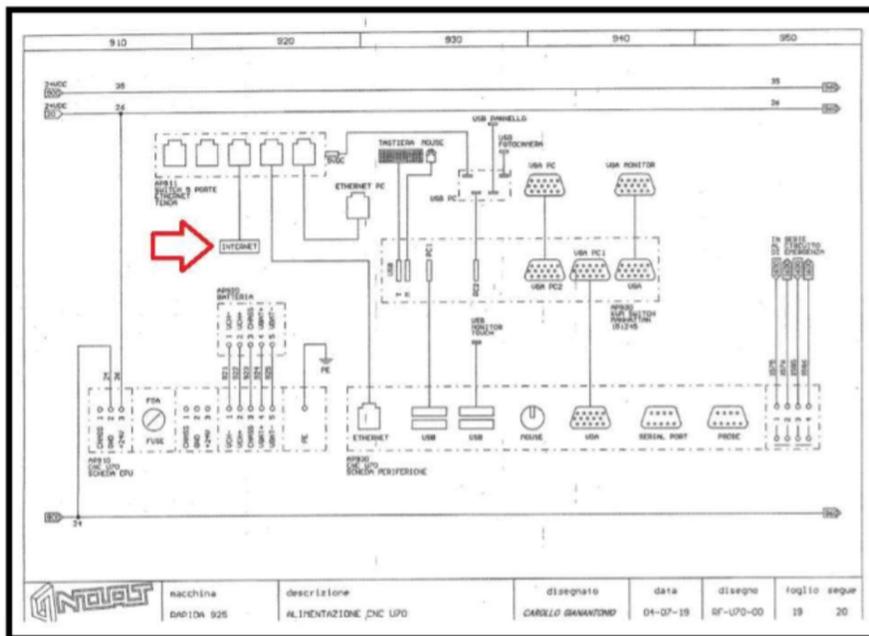
7.1. Contexte

La CNESST a été informé qu'il était possible de contrôler la machine à l'aide d'un téléphone cellulaire. À la suite de la réception de cette information, la CNESST a demandé que ce rapport d'expertise valide cette information.

7.2. Validation

7.2.1. Connection à internet

La première vérification consiste à déterminer si la machine a accès à Internet. L'analyse du schéma électrique confirme que la machine est équipée d'un switch Ethernet, avec l'un de ses ports connecté à Internet. :



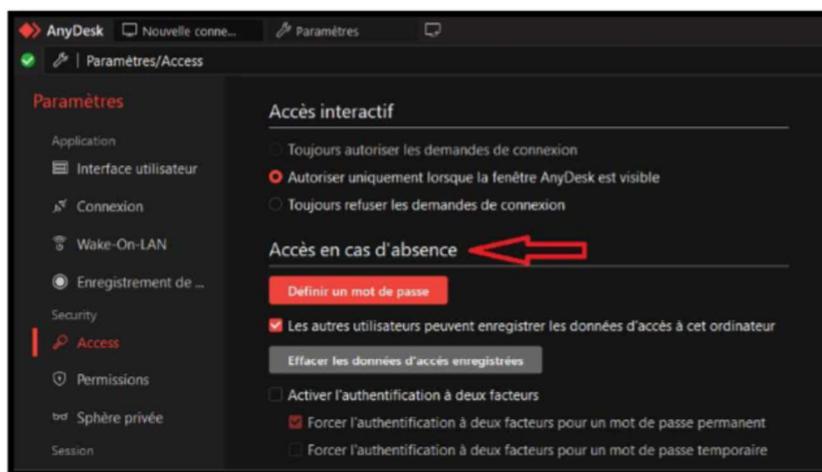
Lors de la visite du 27 janvier, les représentants de Granite DRC ont mentionné que le fabricant de la machine pouvait se connecter à distance sur la machine afin de télécharger un programme. Cela confirme donc qu'il est possible de prendre le contrôle de la Rapida 925 à distance.

7.2.2. Connexion à distance

Le programme utilisé pour permettre au fabricant de la machine de se connecter à distance est AnyDesk, qui peut également être installé sur un téléphone cellulaire.

Lors de la visite du 27 janvier, les représentants de Granite DRC ont expliqué que, pour que le fabricant puisse se connecter à distance, il doit d'abord envoyer une demande de connexion. Cette demande doit être acceptée par Granite DRC, sans quoi la connexion est impossible.

Il est également possible de configurer AnyDesk de manière qu'aucune demande de connexion ne soit nécessaire. Pour ce faire, un mot de passe doit être défini sur l'ordinateur auquel on souhaite se connecter. :



Lors de la visite du 27 janvier, cette configuration n'a pas été vérifiée, car le logiciel n'était pas connu au moment de l'inspection et aucun réseau cellulaire n'était disponible sur place pour effectuer des recherches à ce sujet. Il n'a donc pas été possible de valider la configuration d'AnyDesk sur la Rapida 925.

7.2.3. Logs d'événements

Des logs d'événements sont disponibles dans la Rapida 925 et indiquent les actions effectuées sur la machine. Lors de la visite du 27 janvier, ces logs ont été extraits de la machine pour analyse. Grâce aux données du log du jour de l'accident, il serait possible de déterminer avec précision les actions réalisées au moment de l'accident en plus de déterminer si la machine a été contrôlé à distance.

Deux logs étaient enregistrés dans les données de la Rapida 925. Ces logs sont codés et un script est nécessaire pour les déchiffrer. Le script était également présent dans les données de la machine.

Après avoir déchiffré les deux logs en utilisant le script, il a été constaté qu'ils contiennent uniquement les données des deux journées des visites soit le 25 octobre 2024 et le 27 janvier 2025. La raison pour laquelle les données du jour de l'accident ne figurent pas dans ces logs demeure inconnue. Selon la documentation de FAGOR, il est indiqué qu'une fois que le premier fichier atteint 200 kB, une copie est créée, le premier fichier est effacé, et les nouveaux événements y sont enregistrés.

Voici une hypothèse qui expliquerait pourquoi les logs de la journée de l'accident n'étaient pas enregistré lors de la journée du 27 janvier : lors de chacune des visites, la Rapida 925 était cadenassée, puis remise sous tension pour effectuer les tests et collecter les données. Il est possible qu'à chaque remise sous tension, les fichiers logs soient effacés. Bien que cela soit possible, ce n'est pas mentionné dans la documentation de FAGOR.

7.2.4. Conclusion

Avec les informations recueillies, bien qu'il soit possible de se connecter à distance sur la Rapida 925 avec un téléphone cellulaire via le programme AnyDesk, il n'est pas possible de confirmer si cela s'est produit le jour de l'accident, car les logs de cette journée n'étaient pas enregistrés dans la Rapida 925 lors de la visite du 27 janvier.

EXCELPRO

ANNEXE C**Références bibliographiques**

NOAT. *Manuel d'instructions, Noat, Modèle Rapida 725/925/1200*, Vincenzia Italie, Noat, 60 p.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, et COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. *Machines et équipements pour l'exploitation et l'usinage de pierres naturelles : sécurité : prescriptions relatives aux machines à scier / fraiseuses de type pont, y compris les versions à commande numérique (NC/CNC)*, La Plaine Saint-Denis, France, AFNOR, 2020, 3, 65 p. (AFNOR: NF EN 16564:2020).

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Protection des machines*, 4^e édition, Toronto, CSA, 2024, 198 p. (CSA Z432:23).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines : écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement de parties du corps humain*, 2^e édition, Genève, ISO, 2017, vi, 5 p. (ISO 13854:2017).

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, et COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. *Sécurité des machines : distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs*, Paris, AFNOR, 1992, 13 p. (FNOR NF EN 294:1992).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines : distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses*, 2^e édition, Genève, ISO, 2019, vi, 20 p. (ISO 13857:2019).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines : parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1, principes généraux de conception*, 4^e édition, Genève, ISO, 2023, xi, 165 p. (ISO 13849-1:2023).

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 30 novembre 2024*, [En ligne], 2024. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/s-2.1>] (Consulté le 15 janvier 2025).

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 30 novembre 2024*, [En ligne], 2024. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/s-2.1,%20r.%2013>] (Consulté le 15 janvier 2025).