

EN004376**RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident ayant causé la mort d'un travailleur au
Centre de semences, d'engrais minéraux et de grains,
Sollio et Avantis Agriculture coopérative survenu
le 26 septembre 2022 au 81, rue Langevin à Sainte-Hénédine**

VERSION DÉPERSONNALISÉE

Service de la prévention-inspection - Chaudière-Appalaches

Inspecteur :

Yannick Boutin

Inspectrice :

Marie-Claude Larose

Date du rapport : 5 juin 2023

Rapport distribué à :

- Monsieur Éric Lemieux, directeur des opérations agricoles, Sollio et Avantis Agriculture coopérative
 - Monsieur **A** [REDACTED], Avantis Coopérative
 - Monsieur **C** [REDACTED] Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
 - Comité de santé et de sécurité
 - Monsieur **B** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
 - Madame Monique Tremblay, coroner
 - Madame Liliana Romero, directrice de la santé publique, Chaudière-Appalaches
-

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	4
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	4
<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	7
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>12</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	12
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	15
4.2.1	CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES ÉQUIPEMENTS SUR LES LIEUX	15
4.2.2	CARACTÉRISTIQUES DU BLÉ DE LA SAISON 2022	16
4.2.3	VITESSE DE DÉPLACEMENT DE LA VIS BALAI ET TEMPS DE RÉACTION DU TRAVAILLEUR	17
4.2.4	CADENASSAGE ET ESPACES CLOS	18
4.2.5	MÉTHODES DE TRAVAIL ET ENCADREMENT : NETTOYAGE DU SILO S4	18
4.2.6	ENCADREMENT LÉGISLATIF	20
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	21
4.3.1	ALORS QUE LE TRAVAILLEUR S'APPRÊTE À SORTIR DU SILO S4, IL EST HAPPÉ ET ENTRAÎNÉ PAR LA VIS BALAI.	21
4.3.2	LA MÉTHODE DE NETTOYAGE DU SILO S4 EXPOSE LE TRAVAILLEUR À ENTRER EN CONTACT AVEC LA VIS BALAI EN FONCTION.	22
4.3.3	L'EMPLOYEUR NE S'EST PAS ASSURÉ QUE LES TRAVAILLEURS SOIENT INFORMÉS ET FORMÉS SUR LA PROCÉDURE DE CADENASSAGE EXISTANTE POUR LE SILO S4.	23
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>24</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	24
5.2	RECOMMANDATIONS (OU SUIVIS DE L'ENQUÊTE)	24

ANNEXES

ANNEXE A :	Liste des accidentés/Accidenté	25
ANNEXE B :	Liste des personnes interrogées	26
ANNEXE C :	Avis technique	27
ANNEXE D :	Références bibliographiques	33

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

Le 26 septembre 2022 vers 10 h 20, la quatrième étape du nettoyage du silo S4 se termine. M. [REDACTED] (ci-après nommé travailleur 1) amorce sa sortie du silo afin de désembrayer la vis balai. Alors qu'il se positionne dans la porte d'accès, il se fait happer la jambe gauche, puis entraîner au sol par la vis balai.

Conséquences

Le travailleur 1 subit des lésions multiples à la jambe gauche. Le jour même, il décède à l'hôpital des suites de ses blessures.

**Photo 1 : Silo S4****Abrégé des causes**

- Alors que le travailleur s'apprête à sortir du silo S4, il est happé et entraîné par la vis balai.
- La méthode de nettoyage du silo S4 expose le travailleur à entrer en contact avec la vis balai en fonction.
- L'employeur ne s'est pas assuré que les travailleurs soient informés et formés sur la procédure de cadenassage existante pour le silo S4.

Mesures correctives

À la suite de l'accident de travail, les agents des affaires du travail - santé et sécurité, Emploi et Développement social Canada – Division santé et sécurité – Programme du travail – Région du Québec (inspecteurs fédéraux), interviennent et sécurisent les lieux. Ils interdisent l'accès à l'intérieur du silo S4 ainsi que le nettoyage. Ils y apposent le scellé H8709.

Le 30 septembre 2022, les inspecteurs fédéraux informent la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) que le Centre de semences, d'engrais minéraux et de grains de Sollio et Avantis Agriculture coopérative de Sainte-Hénédine est de compétence provinciale (voir la Loi sur les grains du Canada LRC [1985], ch. G-10).

Le 3 octobre 2022, l'inspectrice fédérale retire le scellé H8709, en compagnie des inspecteurs de la CNESST et de M. **A**. Par la suite, le scellé numéro E66031 est apposé par les inspecteurs de la CNESST sur la porte d'accès du silo S4. De plus, deux décisions sont émises, soit l'interdiction de toute entrée en espace clos dans le silo pour tout type de travaux à l'intérieur de celui-ci et une interdiction de toute entrée en espace clos dans l'ensemble des silos de l'établissement pour tout type de travaux à l'intérieur de ceux-ci (voir rapport d'intervention RAP1401524).

Les interventions subséquentes sont la continuité de l'enquête (voir RAP1401564, RAP1401627, RAP1401861, RAP1402342). Les décisions sont levées le 31 octobre 2022 (voir RAP1404385). L'employeur a mis en place les procédures de cadenassage et d'entrée en espaces clos pour l'ensemble des silos de l'établissement, de même que la formation des travailleurs concernés.

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

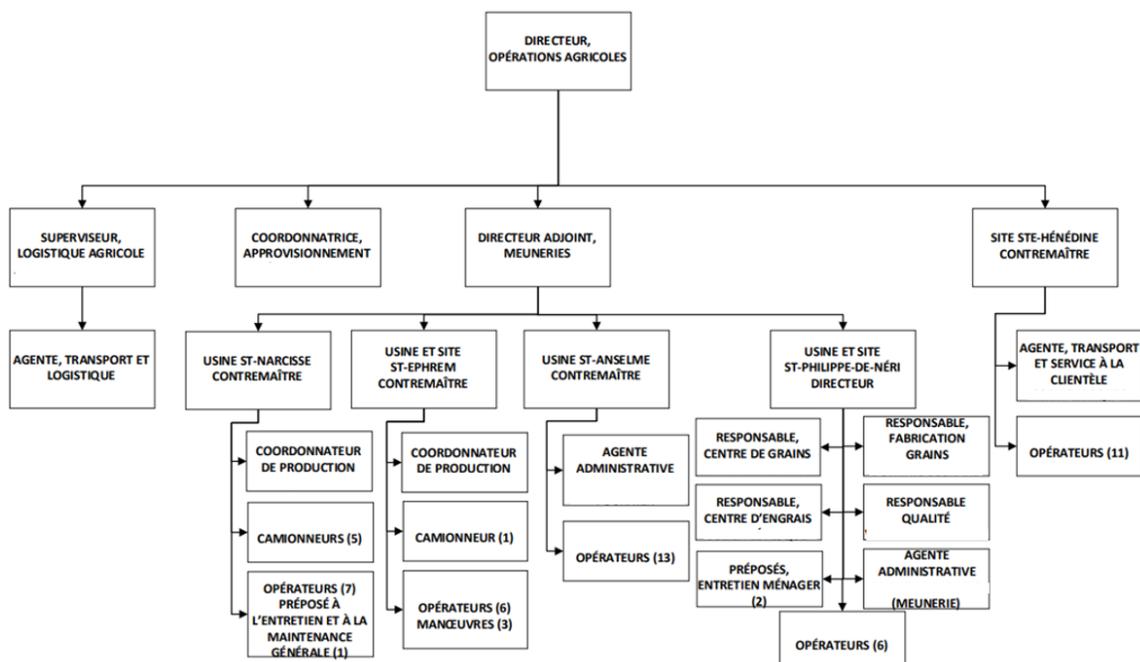
2.1 Structure générale de l'établissement

Sollio Groupe Coopératif comporte trois lignes d'affaires, soit l'agriculture (Sollio Agriculture), l'alimentation (Olymel) et le commerce de détail (Groupe BMR). Sollio Agriculture quant à elle comporte trois secteurs, soit la production animale, la production végétale et les grains.

Avantis Coopérative est issue du projet de fusion de six coopératives agricoles dont les lignes d'affaires sont l'agriculture, la machinerie, les quincailleries, l'alimentation et les énergies.

Sollio et Avantis Agriculture coopérative est une coentreprise d'Avantis Coopérative et Sollio Agriculture. Il s'agit d'un partenariat qui regroupe l'ensemble des activités agricoles d'Avantis Coopérative dans un modèle d'affaires dont la portée du partenariat se limite à la division agricole d'Avantis Coopérative.

Le Centre de semences, d'engrais minéraux et de grains de Sainte-Hénédine (ci-après nommé Centre de grains) fait parti de Sollio et Avantis Agriculture coopérative. Les installations sont situées au 81, rue Langevin à Sainte-Hénédine. L'établissement se spécialise dans le séchage, l'entreposage et la distribution de divers types de céréales, de même que les semences et l'engrais. On y compte environ 11 travailleurs affectés à la production, syndiqués avec les Teamsters local 1999. Il s'agit d'un syndicat affilié à la Fédération des travailleuses et des travailleurs du Québec (FTQ). L'horaire de travail est réparti sur des quarts de jour, de soir et de fins de semaine, en fonction des saisons. Aucune production n'est réalisée en janvier et février.



(Source : Sollio & Avantis Agriculture coopérative et modifiée par CNESST)

Figure 1 : Organigramme Sollio & Avantis Agriculture coopérative

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Un comité de santé et sécurité (CSS) se réunit neuf fois par année. Celui-ci regroupe les membres des meuneries et du Centre de grains. Un compte rendu est rédigé après chaque réunion.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Au sein d'Avantis Coopérative, un conseiller en santé et sécurité du travail œuvre pour l'ensemble des lignes d'affaires. L'entreprise compte 1350 travailleurs répartis dans approximativement 110 établissements. Une adjointe administrative aux ressources humaines est libérée environ cinq heures par semaine afin d'appuyer le conseiller SST dans la prise en charge de la santé et de la sécurité du travail. Celui-ci donne la formation à l'ensemble du personnel des différentes lignes d'affaires.

Au Centre de grains, des audits sont réalisés annuellement afin d'identifier les risques en milieu de travail. En fonction des différents risques identifiés, des fiches d'actions spécifiques (FAS) sont élaborées et incluses au programme de prévention. Ces risques sont évalués selon un indice de gravité permettant la priorisation d'intervention. Des audits ont été réalisés en 2021 et 2022.

Le Centre de grains de Sainte-Hénédine fait partie du premier groupe prioritaire et son secteur d'activité économique est l'industrie chimique [002]. Ce dernier est visé par l'application du Règlement sur le programme de prévention [chapitre S -2.1, r. 10]. L'établissement a l'obligation d'élaborer un programme de prévention et de le mettre en application.

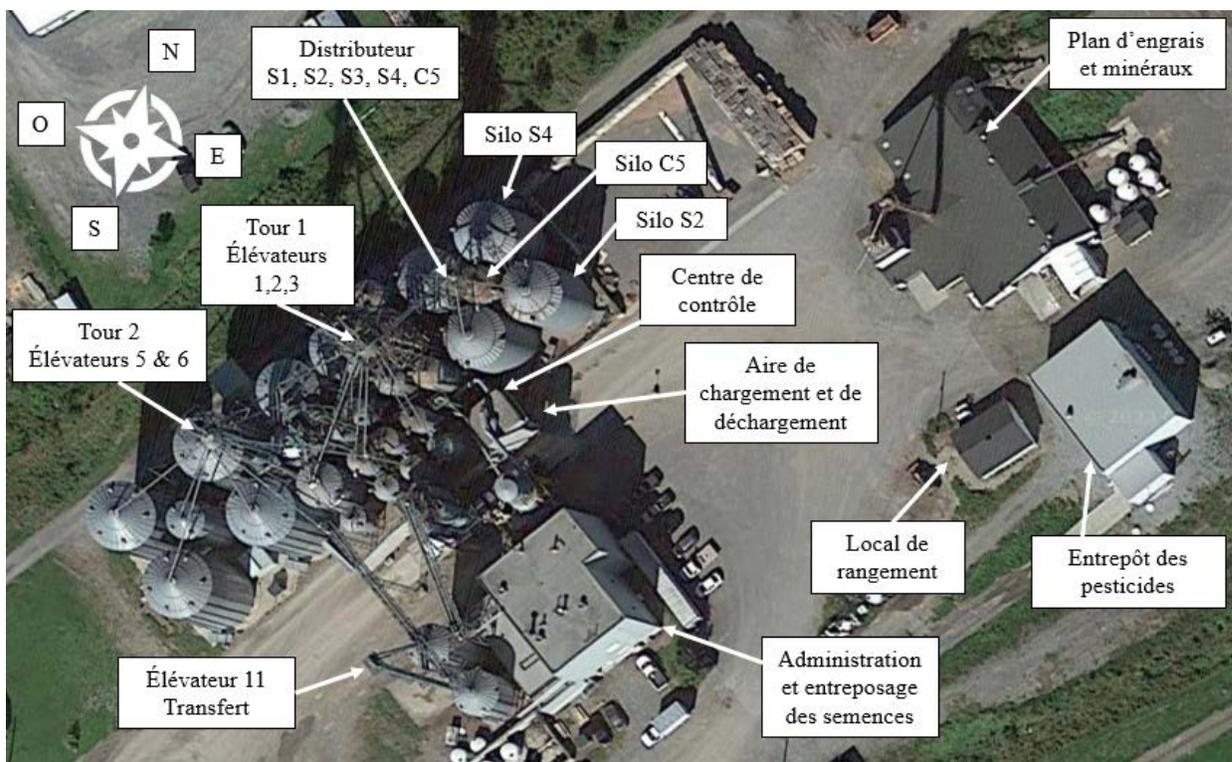
Le programme de prévention présent à l'établissement est affiché sur le babillard de la cafétéria. Il contient une FAS élaborée en 2021 traitant de la formation des travailleurs sur les espaces clos, les essais d'ajustement ou « fits test » pour la protection respiratoire, les travaux en hauteur et le travail à chaud. Le programme de prévention inclus également la politique santé et sécurité du travail élaborée en 2019, les formulaires d'assignation temporaire, la procédure de déclaration d'événement accidentel, la politique de harcèlement psychologique et sexuel au travail et au traitement des plaintes, la politique sur les drogues et l'alcool, la procédure santé et sécurité incluant l'analyse de risques et le programme d'aide aux employés.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

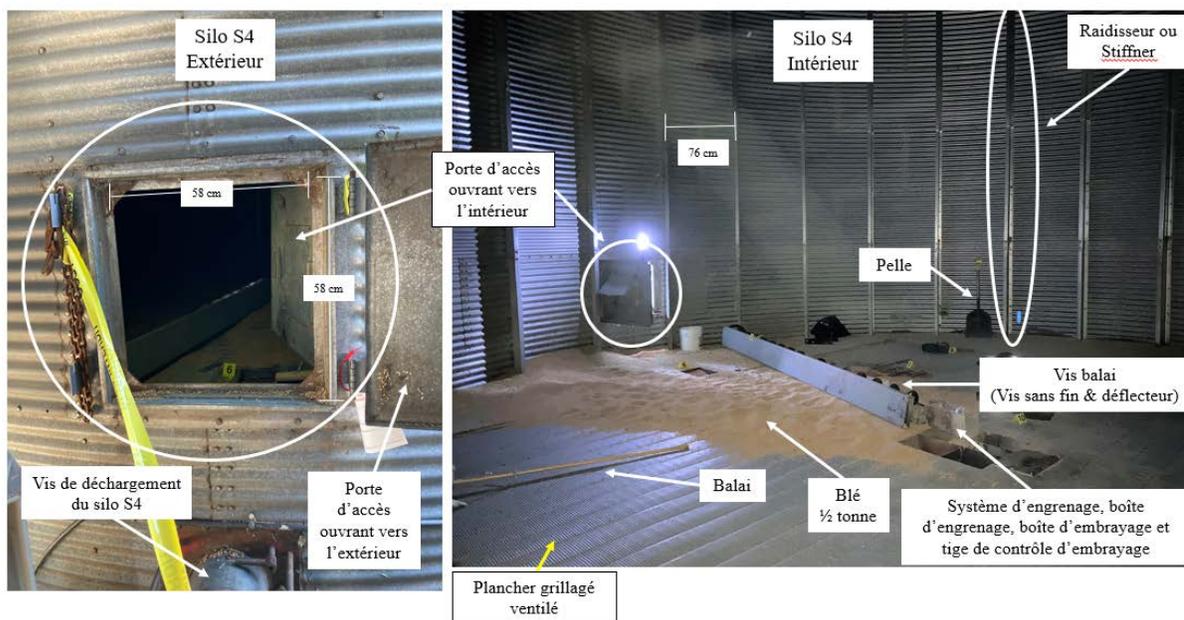
Le Centre de grains est composé notamment de silos en acier galvanisé sur supports coniques et sur dalles de béton servant à l'entreposage et au séchage d'une variété de céréales. Sur le site, il y a trois bâtiments principaux soit le plan d'engrais et de minéraux, l'entrepôt des pesticides, et un bâtiment pour l'administration et l'entreposage des semences (voir photo 2). L'accident est survenu dans le silo S4 qui est situé à proximité des silos S2 et C5.



Source : Google Maps et modifiée par CNESST

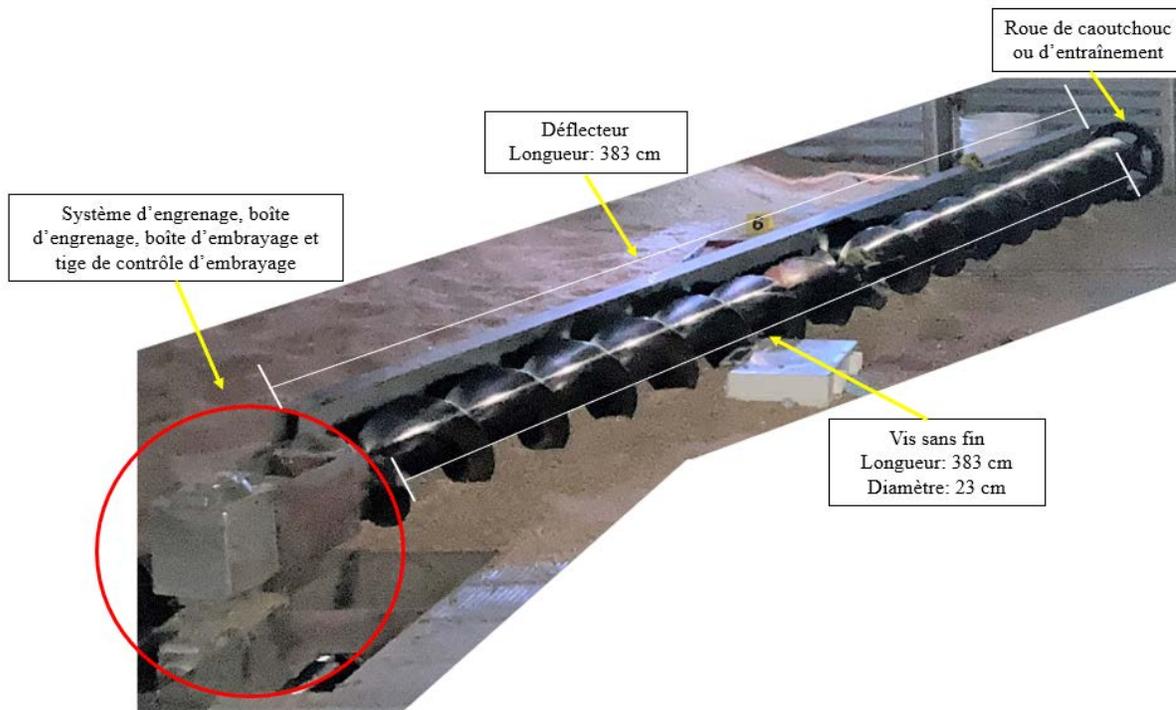
Photo 2 : Centre de semences, d'engrais minéraux et de grains

Le 26 septembre 2022 en avant-midi, le travailleur 1 et M. [REDACTED] (ci-après nommé travailleur 2) doivent nettoyer l'intérieur du silo S4. Il s'agit d'une structure servant à l'entreposage de céréales séchées d'une capacité de 725 tonnes en blé. Le plancher est grillagé et la toiture est munie d'évents de toit permettant sa ventilation. La vis balai sert à finaliser la vidange du silo de blé pour son nettoyage. Celle-ci tourne sur son axe dans le sens horaire telle une horloge, afin de couvrir la surface du plancher. Par la suite, le blé est entraîné vers le boîtier central du silo à l'aide de la vis balai. De ce boîtier, la vis de déchargement, située sous le plancher du silo, évacue la céréale vers l'élévateur numéro 1 qui le distribue dans le silo d'expédition MF1 (voir photo 3 image de droite).



Source : CNESST

Photo 3 : Porte d'accès et vue de l'intérieur du silo S4



Source : CNESST

Photo 4 : Caractéristiques techniques de la vis balai

3.2 Description du travail à effectuer

Au départ, le silo S4 contient 725 tonnes de blé. Il doit être vidé de son contenu afin d'être rempli à nouveau par un autre type de céréales. La trappe du boîtier centrale est ouverte afin d'évacuer la matière contenue dans le silo par écoulement libre (voir photo 5, cocarde 14). Pendant ce temps, la vis de déchargement sous le plancher fonctionne et convoie le blé vers l'élévateur 1 afin de remplir le silo d'expédition MF1. Lorsque l'écoulement libre s'arrête, la quantité de blé résiduel est de 70 tonnes. À ce moment le processus de nettoyage du silo débute alors que la vis de déchargement sous le plancher demeure en fonction.

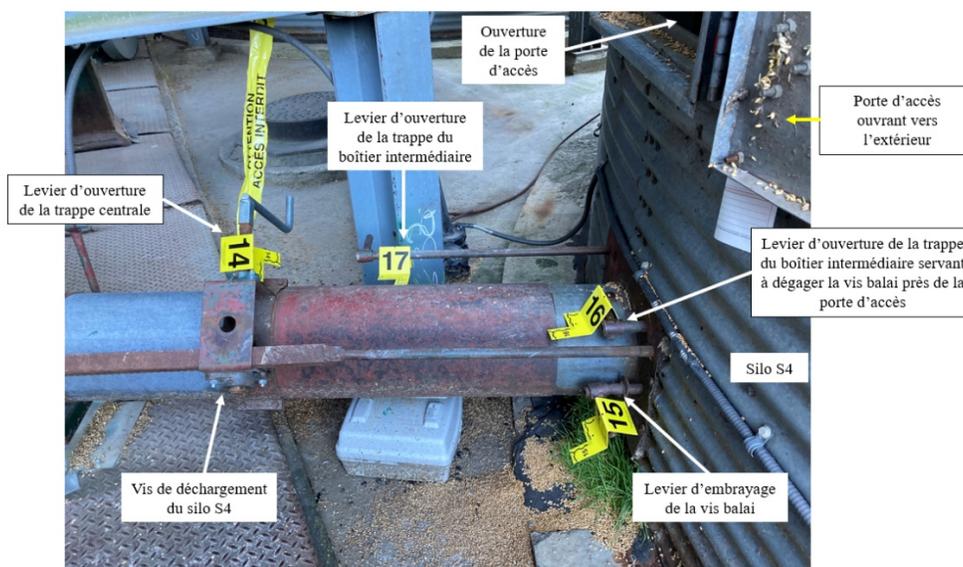
M. [REDACTED] (ci-après nommé chef d'équipe) mentionne que le processus de nettoyage du silo se fait en cinq étapes. La durée approximative du nettoyage est de deux heures. Afin d'accéder à l'intérieur du silo, les travailleurs doivent monter sur la structure de la vis de déchargement pour atteindre la porte d'accès (voir photo 3, image de gauche et photo 5).

A) Première étape :

À cette étape, le chef d'équipe ou M. [REDACTED] (ci-après nommé travailleur 3) vérifie si du blé s'est accumulé lors de l'écoulement libre, empêchant l'ouverture de la porte d'accès vers l'intérieur du silo.

Ainsi, le levier d'ouverture de la trappe du boîtier intermédiaire est actionné. Celui-ci permet de dégager la vis balai près de la porte d'accès. Cette manœuvre retire approximativement huit tonnes de blé, laissant environ 62 tonnes dans le silo. Cette étape est d'une durée d'environ sept minutes.

Le 26 septembre 2022, vers 8 h 30, le chef d'équipe ouvre la trappe du boîtier intermédiaire en actionnant le levier numéro 16 (voir photo 5). Pendant ce temps, le travailleur 1 est à ses côtés.



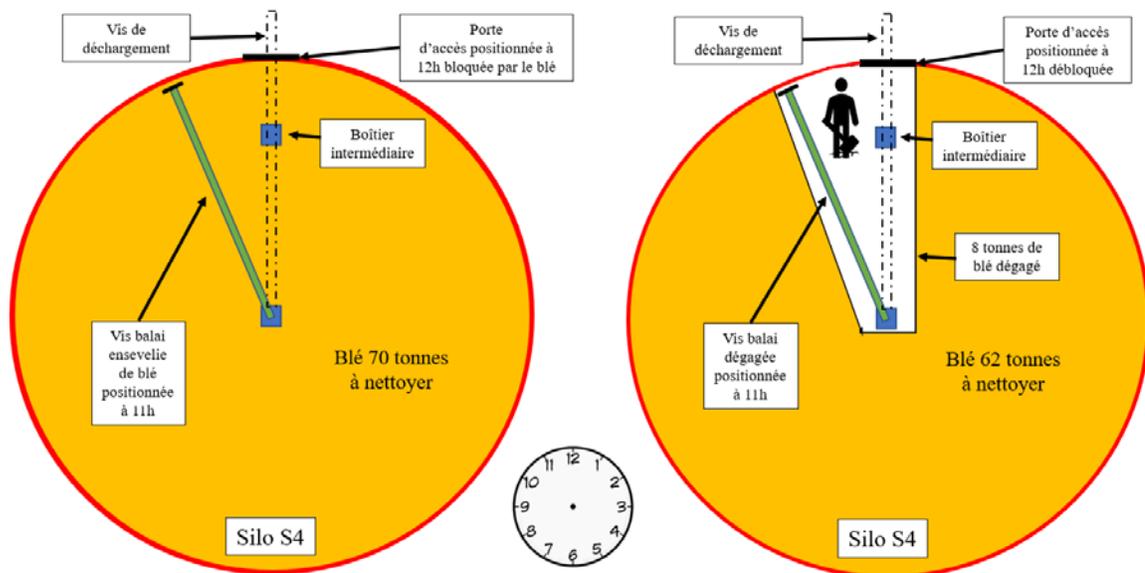
Source : CNESST

Photo 5 : Leviers et vis de déchargement

Deuxième étape :

À la suite de l'ouverture de la trappe du boîtier intermédiaire, le blé accumulé devant la porte d'accès est évacué. Un des travailleurs accède à l'intérieur du silo afin de dégager manuellement la vis balai, partiellement enseveli. À ce moment, elle est positionnée à « 11 h » (voir schéma 1, image de gauche). Cette étape est d'une durée approximative de cinq minutes.

Vers 8 h 40, la journée de l'accident, la porte d'accès est dégagée. Par la suite, un des travailleurs entre à l'intérieur du silo afin de finaliser le déblaiement de la vis balai (voir schéma 1, image de droite). Lors de son témoignage, le travailleur 2 n'est pas en mesure d'identifier celui qui a réalisé la deuxième étape. Le chef d'équipe quitte les lieux et se dirige au centre de contrôle.



Source : CNESST

Schéma 1 : Séquences de la deuxième étape

B) Troisième étape :

Lorsque la vis balai est dégagée, le travailleur se retire du silo. De l'extérieur, elle est mise en fonction par l'activation du levier d'embrayage (voir photo 5, cocarde 15). Cette phase est d'une durée approximative de deux minutes.

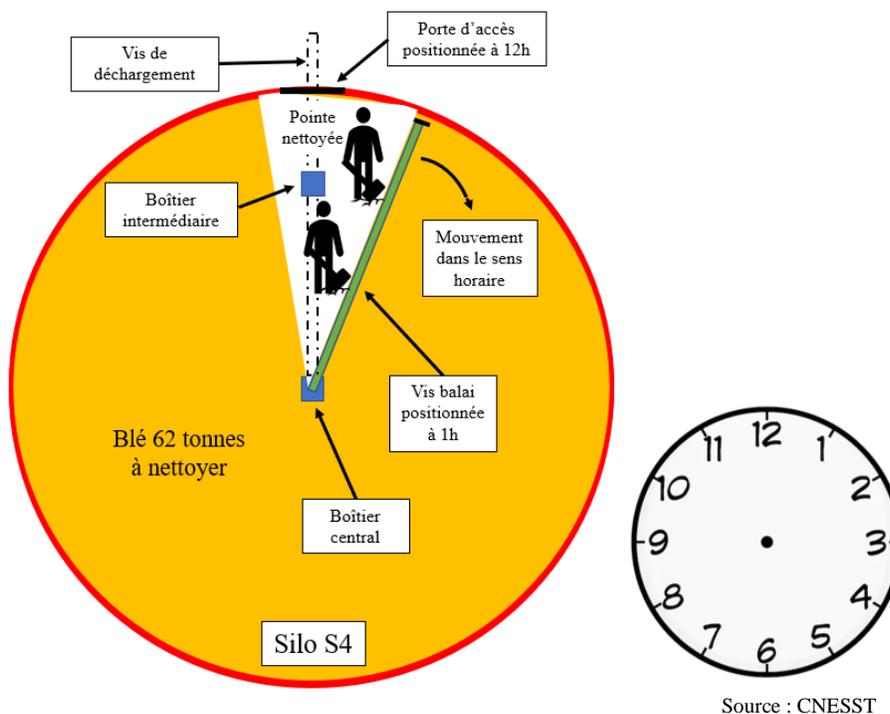
Le jour de l'accident, lors de son témoignage, le travailleur 2 n'est pas en mesure de préciser lequel des deux a actionné le levier d'embrayage de la vis balai.

C) Quatrième étape :

À cette étape, lorsque la vis balai atteint « 1 h », les travailleurs entrent à l'intérieur du silo. Puis, ils se positionnent derrière le déflecteur de celle-ci (voir photo 3, image de droite et schéma 2). Les travailleurs exécutent ensuite leurs tâches qui consistent à balayer la surface du plancher, à dégager, avec une pelle, les raidisseurs de la paroi intérieure du silo et à pelleter le blé devant la vis balai. L'espace entre le déflecteur et le plancher laisse un tapis de blé de 2,5 cm d'épaisseur. Au besoin, les travailleurs poussent la vis balai avec leur pied afin de la faire avancer dans la matière, en raison de la résistance que représente la quantité de blé devant celle-ci et du manque de traction de la roue d'entraînement.

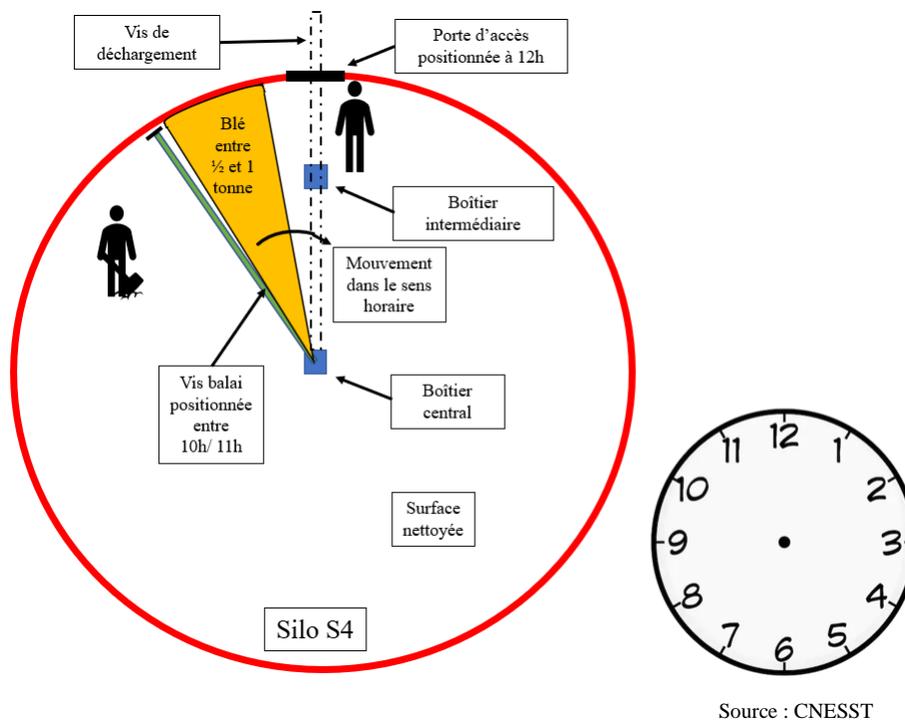
Le blé est dirigé par la vis balai vers le boîtier central puis convoyé par la vis de déchargement vers l'élévateur 1 pour remplir le silo d'expédition MF1. Deux méthodes permettent le désembrayage de la vis balai lorsque celle-ci atteint « 10 h/11 h. La première : un arrêt est demandé au centre de contrôle par le travailleur muni de la radio de l'intérieur du silo. La deuxième : le travailleur sort du silo pour désembrayer la vis balai alors qu'elle est en fonction (voir schéma 3). Dans les deux cas, le deuxième travailleur poursuit sa tâche à l'intérieur. À la fin, il reste entre ½ à 1 tonne en blé. Cette étape est d'une durée approximative de 90 minutes.

Le jour de l'accident, vers 9 h, les travailleurs entrent dans le silo et se positionnent derrière le déflecteur de la vis balai. La tâche du travailleur 1 est de balayer la surface du plancher et la tâche du travailleur 2 est de dégager le blé entre les raidisseurs et le pelleter devant la vis balai. Le travailleur 1 est positionné à la droite du travailleur 2. Ils exécutent leurs tâches jusqu'à ce que le chef d'équipe au centre de contrôle avise le travailleur 1 que le silo MF1 est plein. Par conséquent, il arrête la vis balai positionnée à « 10 h ». Une fois le changement de silo effectué, elle est redémarrée et les travailleurs reprennent leurs tâches respectives. Quelques instants plus tard, le travailleur 1 se dirige vers la porte d'accès et l'accident survient.



Source : CNESST

Schéma 2 : Début de la quatrième étape



Source : CNESST

Schéma 3 : Fin de la quatrième étape

D) Cinquième étape :

Celle-ci consiste à finaliser le nettoyage du silo manuellement alors que la vis balai est désembrayée et que la vis de déchargement demeure en fonction. La durée de cette étape varie selon la quantité de blé résiduelle et de la position de la vis balai pouvant se situer entre « 10 h/11 h ». Ainsi, lorsqu'elle se positionne à « 10 h », il reste approximativement dix minutes de travail, soit 1 tonne de matériel. Par conséquent, lorsqu'elle est à « 11 h », il reste environ cinq minutes de travail (voir schéma 3), soit ½ tonne de matériel.

Une fois le nettoyage terminé, la vis balai est poussée par les travailleurs à sa position initiale, soit à « 11 h » en vue du prochain remplissage. Cette étape est d'une durée pouvant varier de cinq à dix minutes.

La cinquième étape n'a pas été réalisée par les travailleurs considérant l'accident qui est survenu.

SECTION 4

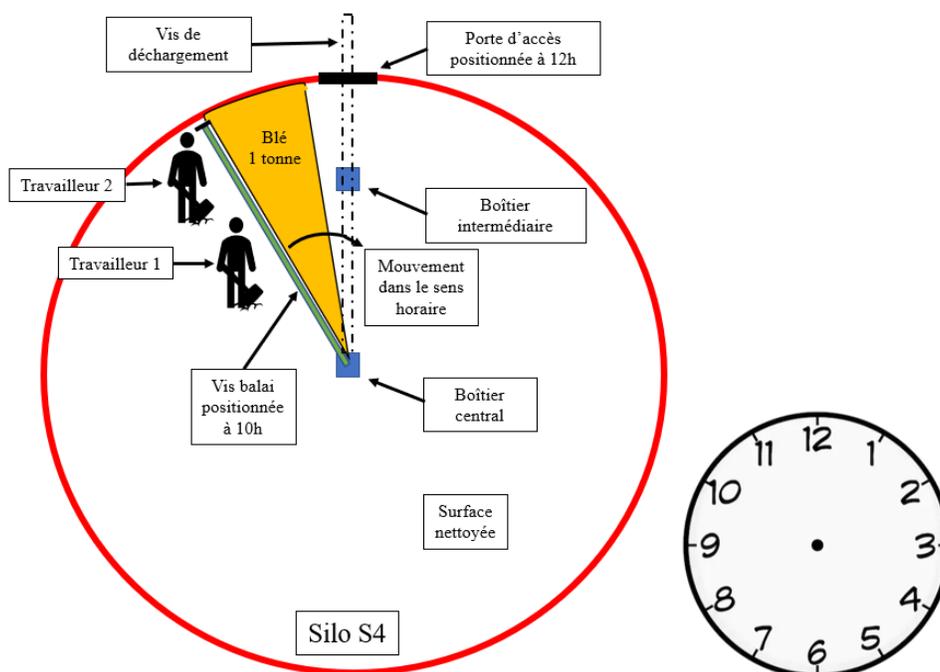
4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Vers 10 h 20 à la fin de la quatrième étape du nettoyage du silo S4, le chef d'équipe présent au centre de contrôle avise par radio le travailleur 1 que le silo d'expédition MF1 est plein et arrête la vis balai. Par le fait même, le travailleur 1 informe le chef d'équipe qu'il reste approximativement cinq minutes de travail à faire. À ce moment, selon le travailleur 2, la vis balai est positionnée à « 10 h » et il reste alors 1 tonne de blé. Cette position est confirmée par le témoignage du chef d'équipe.

Pendant ce temps, le chef d'équipe actionne le distributeur au sommet de l'élévateur 1, afin d'effectuer le changement de canalisation du silo MF1 vers un autre équipement. Le temps alloué à ce processus est d'une durée approximative d'une minute. Une fois terminé, il avise le travailleur 1 que le changement est effectué et il redémarre la vis balai.

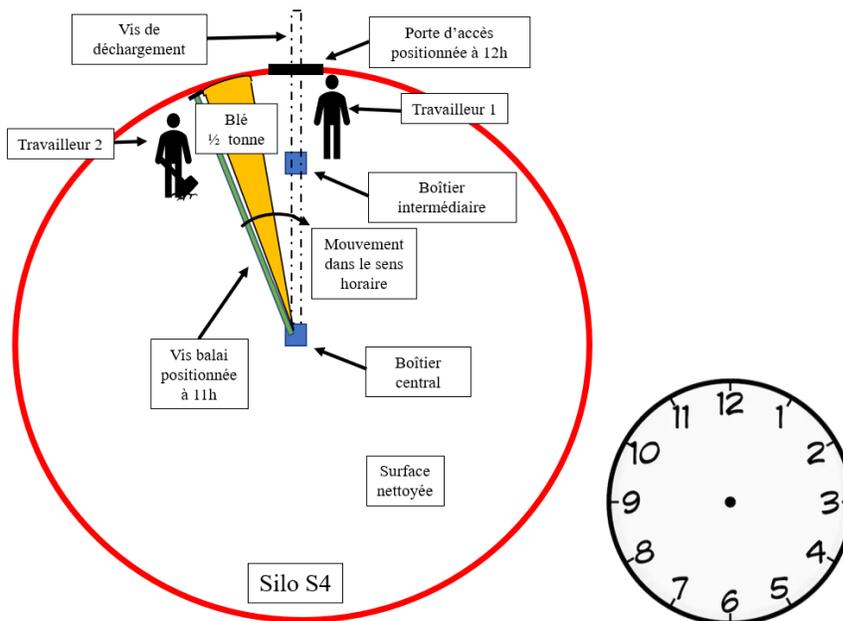
Au redémarrage, la vis balai est positionnée à « 10 h ». Le travailleur 2 exécute ses tâches au niveau des raidisseurs du mur intérieur du silo et de la vis balai. Il mentionne que le travailleur 1 est à sa droite, derrière le déflecteur (voir schéma 4). Quelques minutes plus tard, le travailleur 2 constate que le travailleur 1 se dirige vers la porte d'accès du silo (voir schéma 5).



Source : CNESST

Schéma 4 : Position des travailleurs après le redémarrage de la vis balai

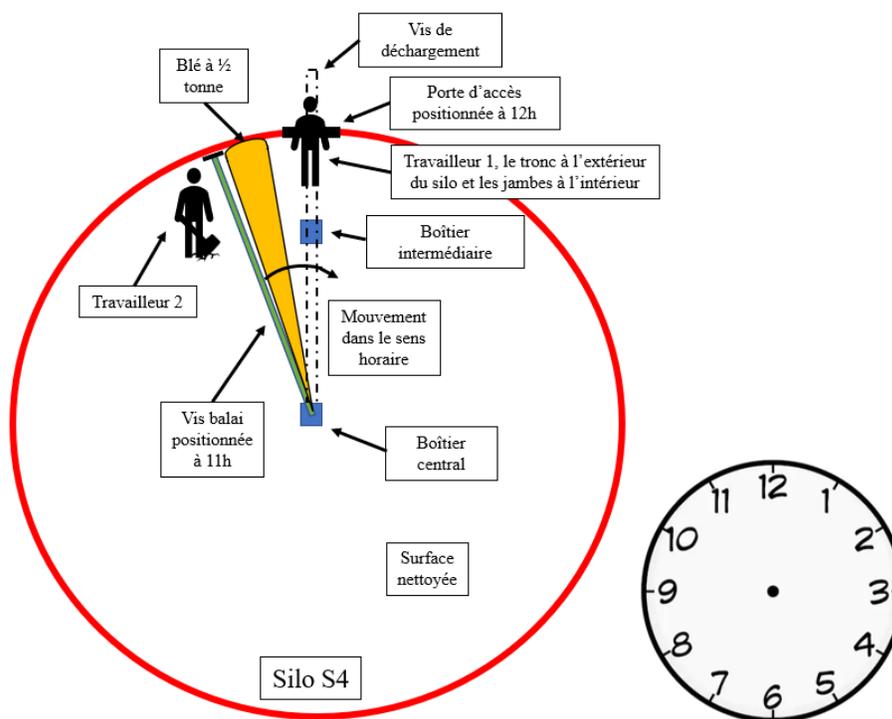
Le travailleur 2 ne peut confirmer si le travailleur 1 contourne la vis balai dans le sens antihoraire par le boîtier central, ou s'il l'enjambe. Dans son témoignage, le travailleur 2 mentionne avoir travaillé avec le travailleur 1 pour la première fois lors d'un seul nettoyage dans ce type de silo pendant la saison 2021. Le 26 septembre 2022, il s'agit de la première fois qu'ils travaillent ensemble dans le silo.



Source : CNESST

Schéma 5 : Fin de la quatrième étape et amorce de sortie du silo S4

Le travailleur 2 aperçoit le travailleur 1 le tronc sorti par l'ouverture de la porte d'accès, le visage vers l'extérieur. Le travailleur 2 ne peut pas voir sa tête, car son corps forme un angle vers la partie supérieure du cadre de la porte, les pieds au sol (voir schéma 6). C'est à ce moment qu'il voit la vis balai happer le travailleur 1 à la jambe gauche, l'entraînant jusqu'à son centre. Le travailleur 2 se précipite auprès du travailleur 1, saisit la radio afin d'aviser le chef d'équipe de l'accident. Ce dernier arrête aussitôt la vis balai positionnée à « 2 h ».



Source : CNESST

Schéma 6 : Position du travailleur par rapport à l'ouverture

Alors qu'il est avisé de l'événement par le chef d'équipe, M. [REDACTED] (ci-après nommé contremaître) appelle le 911 vers 10 h 30 pour de l'assistance. Pendant ce temps, les premiers secours et premiers soins sont prodigués au travailleur 1 jusqu'à l'arrivée des ambulanciers. Il est transporté au Centre Hospitalier de l'Université Laval (CHUL). Il décède des suites de ses blessures.

Dans son témoignage, le chef d'équipe mentionne que le travailleur 1 a voulu sortir du silo afin de désebrayer la vis balai, puisque les travaux liés à la quatrième étape étaient terminés. Cette séquence est conforme et cohérente aux témoignages recueillis concernant la fin du nettoyage de la quatrième étape, alors que la vis balai atteint « 10 h/11 h ». À ce moment, il ne reste qu'à la désebrayer pour débiter la cinquième étape et procéder manuellement au nettoyage.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Caractéristiques techniques des équipements sur les lieux

Les caractéristiques du silo S4 (Source : Industries Victoria) (voir photos 3 & 4) sont les suivantes :

- Capacité : 725 tonnes (blé)
- Diamètre : 9 m
- Hauteur avant-toit : 11,53 m
- Hauteur totale : 14,15 m
- Nombre d'anneaux : 9
- La structure est renforcée par 30 raidisseurs ou « stiffner » à l'intérieur du silo S4 espacés à tous les 91 cm
- La vis balai est munie d'une vis sans fin. Celle-ci a une longueur de 383 cm et un diamètre de 23 cm. Celle-ci est munie d'un déflecteur ayant la même longueur que la vis sans fin et une largeur de 23 cm.
- Périmètre de l'hélice hélicoïdale de la vis sans fin : 75 cm
- Espace entre les hélicoïdales de la vis sans fin : 24 cm
- Espace entre l'hélice hélicoïdale et le plancher : 2,5 cm
- Diamètre de la roue de caoutchouc ou d'entraînement de la vis balai : 28 cm
- Surface de roulement de la roue de caoutchouc ou d'entraînement de la vis balai : 5 cm
- Vitesse de rotation complète sans restriction ou « à vide » de la vis balai : 9,5 secondes (chronométré par la CNESST)

Les caractéristiques des silos MF1 et E1, puis de l'élévateur 1 sont les suivantes :

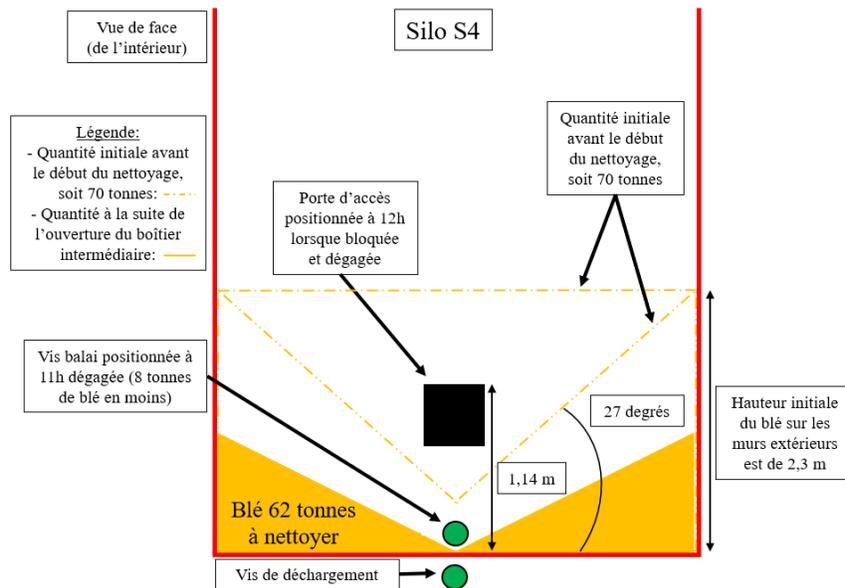
- Capacité : 55 tonnes (blé)
- Diamètre : 3,6 m
- Hauteur : 9,4 m
- Nombre d'anneaux : 5
- Aucun arrêt automatique de trop plein
- Aucun arrêt automatique de trop-plein pour l'élévateur 1. Cependant, il y a un indicateur de haut niveau. L'opérateur au centre de contrôle doit effectuer l'arrêt manuellement lorsque l'alarme du silo l'avise qu'il est plein.

4.2.2 Caractéristiques du blé de la saison 2022

Afin de déterminer la hauteur initiale du blé sur les murs extérieurs du silo S4, l'avis technique produit par le réseau d'expertise de la CNESST précise que la hauteur peut être estimée lorsque l'écoulement gravitaire par la trappe centrale cesse. Le blé arrête de s'écouler quand l'amoncellement atteint un certain angle de repos. Celui-ci après le remplissage peut être plus faible que l'angle de repos à la vidange. La plage de l'angle de repos du blé varie entre 25 et 28 degrés¹ et peut varier selon le type de blé, le degré d'humidité, la qualité et le degré de contamination.

Entre le 4 août et le 8 septembre 2022, les données obtenues du séchoir par le Centre de grains démontrent que le taux d'humidité du blé se situe entre 11 % et 15,2 %, pour une moyenne de 13,7 %. Selon le chef d'équipe, le poids spécifique calculé du blé est de 80 kilogrammes (kg) par hectolitre pour la saison 2022. La capacité de convoyage du blé de la vis de déchargement du silo S4 vers l'élévateur 1 est de 1,3 tonne à la minute. Ainsi, le temps de remplissage du silo d'expédition MF1 est approximativement de 45 minutes.

Lors de l'intervention du 3 octobre 2022, aucune forme de contamination n'a été constatée. De plus, le tamisage et le séchage du blé sont effectués préalablement à son entreposage dans le silo S4. Pour le blé sec, l'angle de repos typique est approximativement de 25 degrés. Selon l'avis technique du réseau d'expertise de la CNESST, puisqu'il s'agit d'une vidange de silo, la valeur supérieure de l'angle de repos retenue pour l'estimation est de 27 degrés (voir schéma 7). Ainsi, la hauteur initiale du blé sur les murs extérieurs du silo est estimée à environ 2,3 m (voir schéma 7). À l'étape 1 du nettoyage, le cadre supérieur de la porte d'accès est enseveli de blé. Une fois la trappe du boîtier intermédiaire ouverte, la porte est dégagée.



Source : CNESST

Schéma 7 : Première et deuxième étapes du nettoyage

¹ Agriculture Canada, 1981. Agricultural Materials Handling Manual. Part 7 Engineering properties. Section 7.1 Properties of Agricultural Materials. Publication 5002. ISBN : 0-662-11504-x

4.2.3 Vitesse de déplacement de la vis balai et temps de réaction du travailleur

En fonction de la quantité de blé qui diminue devant la vis balai, sa vitesse peut s'accroître et atteindre sa vitesse maximale lorsqu'il n'y a plus de blé.

Selon les témoignages recueillis, lorsque la vis balai fonctionne et atteint « 11 h », elle représente un danger imminent pour quiconque se positionne devant celle-ci. La quantité résiduelle de blé n'offre alors plus la résistance nécessaire afin de la retenir.

En l'absence de blé, il a été constaté par chronométrage, que la vis balai effectue une rotation complète (2π rad) du silo en 9,5 secondes. Cette donnée correspond à la vitesse de déplacement maximale de la vis et à une vitesse angulaire de 0,66 rad/s (voir avis technique annexe C). Dans ce cas, la vitesse linéaire maximale à l'extrémité de la vis balai, soit au niveau de la roue d'entraînement, est estimée à 2,97 m/s ou 10,7 km/h.

La circonférence du mur extérieur du silo est de 28,3 m. La longueur de l'arc de cercle entre la position « 11 h » et « 12 h » correspond à un douzième de la circonférence, soit : $28,3 \text{ m} / 12 = 2,36 \text{ m}$. Ainsi, l'extrémité de la vis balai peut se déplacer de « 11 h » à « 12 h », soit approximativement 0,8 seconde. La vitesse réelle de la vis balai au moment de l'impact avec le travailleur 1 peut-être moindre. Elle dépend de certaines variables notamment, la quantité de blé présente. Les témoignages recueillis confirment que la vitesse maximale pouvant être atteinte par la vis balai est élevée.

En général, lorsqu'une personne perçoit un danger et doit réagir, son temps de réaction est d'environ 1 seconde, voir $\frac{3}{4}$ de seconde lorsque celle-ci n'est pas fatiguée et qu'elle est bien concentrée sur la tâche². Par exemple, le temps de réaction est le moment entre lequel le conducteur prend la décision de freiner et celui où il pose le pied sur la pédale de frein. En moyenne, le temps de réaction est de 1,3 seconde³.

Selon les témoignages, au moment de l'impact, le travailleur 1 a le haut du corps à l'extérieur du silo. Dans cette position, il ne peut pas voir la vis balai arriver vers lui et sa capacité de réaction pour éviter l'impact est limitée. Même en l'apercevant, en raison de la vitesse élevée de la vis balai, le travailleur n'aurait pu l'éviter.

² Deere & company, 2009. Farm and Ranch Safety Management. John Deere Publishing. 5th edition. ISBN 978-0-86691-352-2

³ <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/cours-conduite/module-8-vitesse.pdf>

4.2.4 Cadenassage et espaces clos

Les témoignages recueillis et l'analyse de la chaîne de courriels démontrent une problématique de coordination quant à l'élaboration d'un calendrier de formation pour les travailleurs. La formation sur les procédures de cadenassage et le travail en espace clos n'a pas été programmée à la suite de la rédaction et la mise en place des différentes procédures. Aucune mention ni confirmation d'une formation sur ces éléments n'est évoquée dans les courriels. La fin de la saison 2021 et la reprise des activités en mars 2022 semblent avoir été un enjeu dans la planification d'un calendrier de formation, dû au fait d'un arrêt de production et de l'absence des travailleurs aux mois de janvier et février.

Les travailleurs rencontrés confirment qu'ils n'ont pas reçu les formations sur le cadenassage des équipements et le travail en espace clos.

4.2.5 Méthodes de travail et encadrement : Nettoyage du silo S4

Les quatre dernières étapes du nettoyage représentent un danger imminent de lésions graves pour les travailleurs exerçant leurs tâches à l'intérieur du silo S4 : Soit la vis balai fonctionne simultanément avec la vis de déchargement, soit elles fonctionnent indépendamment l'une de l'autre à un certain moment donné du processus.

À la première étape de nettoyage, le chef d'équipe ou le travailleur 3 sont présents pour le démarrage des opérations. Par la suite, les travailleurs sont autonomes dans l'exécution de leurs tâches. Durant toutes les étapes suivantes, il y a peu d'encadrement ou de surveillance directs des travailleurs qui sont laissés à eux-mêmes. À l'exception des communications radio selon les besoins de production entre les travailleurs à l'intérieur du silo et le chef d'équipe au centre de contrôle.

Pendant toutes les étapes de nettoyage, la vis de déchargement demeure en fonction. Au niveau des ouvertures dans le plancher du boîtier central ou du boîtier intermédiaire, il n'y a pas de grillage empêchant l'accès à l'élément mobile de la vis de déchargement.

La quatrième étape du nettoyage présente un danger accru, car les travailleurs exécutent leurs tâches alors que la vis balai et la vis de déchargement fonctionnent simultanément. En raison de la quantité de blé devant la vis balai et du manque de traction de la roue d'entraînement, les travailleurs poussent régulièrement le déflecteur de la vis balai avec leur pied, afin de la faire avancer.

Deux méthodes permettent de désempêcher la vis balai lorsque celle-ci atteint « 10 h/11 h ». La première est que le travailleur à l'intérieur du silo muni de la radio demande au centre de contrôle un arrêt de celle-ci. La deuxième est que le travailleur équipé de la radio sort du silo pour désempêcher la vis balai alors qu'elle est encore en fonction. À cette position, la quantité de blé pouvant la retenir s'amenuise au fur et à mesure qu'elle avance dans le matériel. Ce faisant, pendant la deuxième méthode, la situation des travailleurs se précarise. Lorsqu'elle atteint « 11 h », il n'y a plus assez de blé pour la retenir augmentant sa vitesse de déplacement. Le travailleur amorçant sa sortie du silo au même moment s'expose à se faire happer par la vis balai.

Dans les deux cas de figure, le deuxième travailleur peut sortir ou poursuivre sa tâche à l'intérieur du silo, alors que la vis balai est en fonction ou non.

La gestion à distance de l'arrêt de la vis balai compromet la sécurité des travailleurs dans le silo. Des problématiques peuvent survenir, par exemple : une erreur dans l'échange de communication entre le travailleur et le chef d'équipe. Un délai peut survenir entre la demande d'arrêt par le travailleur et l'immobilisation de la vis balai par le chef d'équipe. Le travailleur à l'extérieur du silo peut se tromper de levier et retarder ainsi l'arrêt de la vis balai, alors que le deuxième travailleur se trouve toujours à l'intérieur et poursuit sa tâche. Ce dernier s'expose donc au danger d'être happé.

La procédure de nettoyage interne du silo S4 est transmise verbalement par compagnonnage. Le travailleur 1 est jumelé régulièrement avec le travailleur 4 dans les silos du même type et moins fréquemment avec le travailleur 2. Le chef d'équipe mentionne lui avoir montré rapidement les tâches à accomplir pour le nettoyage.

Les méthodes de travail décrites aux paragraphes précédents sont établies depuis les quarante dernières années et généralisées dans l'établissement. Il n'y a pas eu d'encadrement dans la transmission des connaissances. Selon les témoignages, cette procédure perdure dans le temps, car le cadenassage des équipements ralentit le nettoyage du silo S4.

4.2.6 Encadrement législatif

L'article 51 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail [L.R.Q., c.-2.1] précise que 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 :

- S'assurer que l'établissement est équipé et aménagé de façon à assurer la protection du travailleur (article 51.1) ;
- 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 ; (article 51.3) ;
- Utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur (article 51.5) ;
- Informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié (article 51.9).

Au moment de l'accident, les mesures prévues à la section 21, *Machines* du Règlement sur la santé et la sécurité du travail [chapitre S-2.1, r.13], sous-section 1.1 *Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies* n'ont pas été appliquées.

De plus, des ouvertures présentes dans le plancher du silo S4 permettent le passage du blé dans les boîtiers intermédiaire et central de la vis de déchargement. Ces ouvertures permettent l'accès à la vis de déchargement en mouvement à quiconque se trouvant à l'intérieur du silo. Cet élément déroge aux exigences prévues à l'article 182 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail [chapitre S-2.1, r.13], section 21 *Machines*, sous-section 1 *Protecteurs et dispositifs de protection*.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Alors que le travailleur s'apprête à sortir du silo S4, il est happé et entraîné par la vis balai.

Vers la fin de la quatrième étape du nettoyage, le chef d'équipe arrête la vis balai à « 10 h », à la suite du remplissage du silo d'expédition MF1. Une fois le changement de silo effectué, le chef d'équipe informe le travailleur 1 de la remise en fonction de la vis balai. Quelques minutes après le redémarrage, le travailleur 2 confirme avoir aperçu le travailleur 1 se diriger vers la porte d'accès du silo. À ce moment, la vis balai est située à « 11 h ».

Le travailleur 1 amorce sa sortie du silo afin de désembrayer la vis balai pour débiter la cinquième étape du nettoyage. La quantité résiduelle à cet instant précis est d'environ ½ tonne de blé. Selon les témoignages recueillis, la vis balai représente à ce moment un danger imminent pour quiconque se retrouve devant elle lors de son fonctionnement. La quantité résiduelle de blé n'offre plus la résistance nécessaire afin de la retenir.

Lors d'essais chronométrés, alors que le silo est vidé de son contenu, il est constaté que la vis balai effectue une rotation complète en 9,5 secondes. Ceci correspond à la vitesse linéaire maximale située à l'extrémité de la vis balai, soit au niveau de la roue d'entraînement, qui est estimée à 2,97 m/s ou 10,7 km/h. Le temps de déplacement est de 0,8 seconde entre la position « 11 h et 12 h ». Il s'agit d'une vitesse de déplacement maximale qui démontre que la vis balai a pu atteindre la jambe gauche du travailleur 1 en moins d'une seconde, alors qu'il se trouve vis-à-vis la porte d'accès située à « 12 h ». Le temps de déplacement de la vis balai est inférieur au temps de réaction d'une personne, soit 1 seconde.

Au moment de l'événement, le travailleur 1 se retrouve dans un processus accidentel. Les phénomènes dangereux représentés par le fonctionnement de la vis balai et la position du travailleur 1 dans la porte d'accès alors qu'il amorce sa sortie le place dans une situation dangereuse. La probabilité de la survenue d'un événement dangereux s'avère élevée. L'absence de facteurs d'évitement d'origine mécanique dans le silo et la position du travailleur 1 font en sorte que les possibilités d'évitement d'un tel accident sont réduites. Il y a matérialisation de la lésion du travailleur 1 entraînant son décès.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La méthode de nettoyage du silo S4 expose le travailleur à entrer en contact avec la vis balai en fonction.

La procédure de nettoyage du silo S4 est transmise verbalement par compagnonnage, établie depuis les quarante dernières années et généralisée dans l'établissement. La transmission des connaissances n'est pas encadrée. Selon les témoignages, le cadencement des équipements ralentit le nettoyage du silo S4.

Lors de l'exécution des premières étapes du processus de nettoyage, les travailleurs sont exposés ponctuellement aux pièces en mouvement dans le silo. Toutefois, lors de la quatrième étape du nettoyage, les travailleurs sont directement exposés aux phénomènes mécaniques dangereux. La vis balai tourne autour de son axe dans le sens horaire alors que les travailleurs exécutent leurs tâches à l'arrière du déflecteur de celle-ci. La vis de déchargement sous le plancher est accessible par les boîtiers central et intermédiaire. Ces ouvertures ne sont pas munies d'un dispositif de protection. De plus, en raison de la quantité de blé devant la vis balai et du manque de traction de la roue d'entraînement, les travailleurs poussent régulièrement le déflecteur de la vis balai avec leur pied, afin de la faire avancer.

Le processus de communication, par radio, entre le travailleur 1, situé à l'intérieur de la zone dangereuse qu'est le silo et le chef d'équipe situé au centre de contrôle pour commander l'arrêt de la vis balai représente un danger. Bien que le chef d'équipe avise par radio les travailleurs de l'arrêt ou du départ des équipements par nécessité, ceux-ci continuent d'y exécuter leurs tâches. Dans tous les cas, les travailleurs se retrouvent alors dans une situation dangereuse. Cette méthode présente un danger imminent de lésion grave.

Ce moyen de communication entre les personnes présentes présente plusieurs lacunes, telles que la clarté du message entre les intervenants, le délai d'exécution et le fait de ne pas voir les travailleurs lors de l'exécution de leurs tâches. Ces dysfonctionnements peuvent compromettre la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.

Cette cause est retenue.

4.3.3 L'employeur ne s'est pas assuré que les travailleurs soient informés et formés sur la procédure de cadenassage existante pour le silo S4.

L'information et la formation données au travailleur 1 pour la méthode de nettoyage interne du silo S4 sont transmises verbalement par compagnonnage. À l'embauche, il est généralement jumelé à un travailleur expérimenté qui lui enseigne les tâches à exécuter. Par le passé, le chef d'équipe lui a brièvement enseigné les tâches à accomplir. Les témoins rencontrés mentionnent qu'ils n'ont pas reçu la formation sur le cadenassage des équipements du silo.

Les témoignages recueillis et l'analyse de la chaîne de courriels démontrent une problématique de coordination quant à l'élaboration d'un calendrier de formation pour les travailleurs. La formation sur les procédures de cadenassage et le travail en espace clos n'a pas été programmée à la suite de la rédaction et la mise en place des différentes procédures. Aucune mention ni confirmation d'une formation sur ces éléments ne sont évoquées dans les courriels.

La réalisation d'un arrêt de la vis balai effectué par le chef d'équipe qui est demandé au besoin par radio par le travailleur, s'effectue à partir du circuit de commande localisé au centre de contrôle. Il en est de même lorsque le chef d'équipe arrête ou démarre l'équipement à distance. Cette méthode utilisée afin d'arrêter ou de démarrer à distance la vis balai et la vis de déchargement du silo est dangereuse. Elle ne verrouille pas le circuit de puissance des moteurs, car ceux-ci demeurent sous tension. Cette façon de faire ne maintient pas les équipements hors d'état de fonctionner, notamment sa remise en marche accidentelle ou intempestive. Ce mode de surveillance et de contrôle à distance n'est pas un moyen à privilégier et contrevient aux règles de l'art lors du cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies.

Cette cause est retenue.

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

- Alors que le travailleur s'apprête à sortir du silo S4, il est happé et entraîné par la vis balai.
- La méthode de nettoyage du silo S4 expose le travailleur à entrer en contact avec la vis balai en fonction.
- L'employeur ne s'est pas assuré que les travailleurs soient informés et formés sur la procédure de cadenassage existante pour le silo S4.

5.2 Recommandations (ou Suivis de l'enquête)

- Afin qu'ils en informent leurs membres, la CNESST présentera les conclusions de l'enquête à l'Union des producteurs agricoles (UPA) et transmettra une copie du rapport à l'Association québécoise des industries de nutrition animale et céréalière (AQINAC), à l'organisation les Producteurs de grains du Québec ainsi qu'à l'Association canadienne de sécurité agricole (ACSA) ;
- Dans le cadre de son partenariat avec la CNESST, visant l'intégration de la santé et de la sécurité du travail dans la formation professionnelle et technique, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur diffusera à des fins informatives et pédagogiques le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent les programmes d'études en agriculture.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : D [REDACTED]

Sexe : [REDACTED]

Âge : [REDACTED]

Fonction habituelle : [REDACTED]

Fonction lors de l'accident : Opérateur

Expérience dans cette fonction : [REDACTED]

Ancienneté chez l'employeur : [REDACTED]

Syndicat : [REDACTED]

ANNEXE B**Liste des personnes interrogées**

- Monsieur Éric Lemieux, directeur des opérations agricoles, Sollio et Avantis Agriculture coopérative
- Monsieur **A** [REDACTED], Avantis Coopérative
- Monsieur **C** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **E** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **F** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **B** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **G** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **H** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **I** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur **J** [REDACTED], Centre de grains Sainte-Hénédine, Avantis Coopérative
- Monsieur Guillaume Belley-Dufour, enquêteur (matricule #13077), Sûreté du Québec
- Monsieur Tommy Lachance, agent (matricule #14213), Sûreté du Québec
- Monsieur Dany Godin, technicien en identité judiciaire (matricule #10362), Sûreté du Québec
- Madame Vicky Mathieu, agente des affaires du travail - santé et sécurité, Emploi et Développement social Canada – Division santé et sécurité – Programme du travail – Région du Québec

ANNEXE C
Avis technique



Avis technique

Dans le cadre des mandats du réseau d'expertise en prévention-inspection de la CNESST

Sujet : Enquête d'accident — Travailleur happé mortellement par une vis balayeuse dans un silo à grains.	Domaine d'expertise : Agriculture
Demandeur: Yannick Boutin, inspecteur	Dossier : DPI4355905
Région : DR Chaudière-Appalaches	Date : 2022-11-09 et 2023-03-06(v. finale)

QUESTIONS :

- 1. À quelle vitesse peut se déplacer la vis balai lorsqu'il n'y a pas de grain sur le plancher ?**
 - a. Notamment le temps de déplacement de la vis entre les positions 11h et 12h?
- 2. Quelle quantité de blé pouvait être présente dans le silo avant le démarrage de la vis balai ?**

RÉPONSES :

1. Vitesse de la vis balai lorsqu'il n'y a pas de grains sur le plancher

Selon les informations obtenues, lorsque le silo est vide, il a été observé que la vis balai effectuait une révolution complète (2π rad) autour du silo en 9,5 secondes.

En supposant que la vitesse angulaire de la vis balai est constante :

$$(1) \quad \omega = \alpha / t$$

où

ω : vitesse angulaire (rad/s)

α : angle en radians

t : temps

La vitesse angulaire de la vis est donc :

$$\omega = 2\pi \text{ rad} / 9,5 \text{ s} = 0,66 \text{ rad / s}$$

Pour sa part, la vitesse linéaire en un point donnée de la vis balai à partir du centre du silo est :

$$(2) \quad v = r \times \omega$$

où

v : vitesse linéaire (m/s)

r : rayon (m) ou distance à partir du centre du silo

ω : vitesse angulaire (rad/s)



Avis technique

Dans le cadre des mandats du réseau d'expertise en prévention-inspection de la CNESST

Le rayon est en fait la distance (à partir du centre du silo) où on veut connaître la vitesse linéaire de la vis.

La figure 1 illustre les vitesses linéaires la vis à 1 m, 2,25 m et 4,5 m à partir du centre du silo. Ces vitesses sont respectivement :

$$v = 1,0 \text{ m} \times 0,66 \text{ rad/s} = 0,66 \text{ m/s} \quad \text{ou} \quad 2,4 \text{ km/h}$$

$$v = 2,25 \text{ m} \times 0,66 \text{ rad/s} = 1,49 \text{ m/s} \quad \text{ou} \quad 5,4 \text{ km/h}$$

$$v = 4,5 \text{ m} \times 0,66 \text{ rad/s} = 2,97 \text{ m/s} \quad \text{ou} \quad 10,7 \text{ km/h}$$

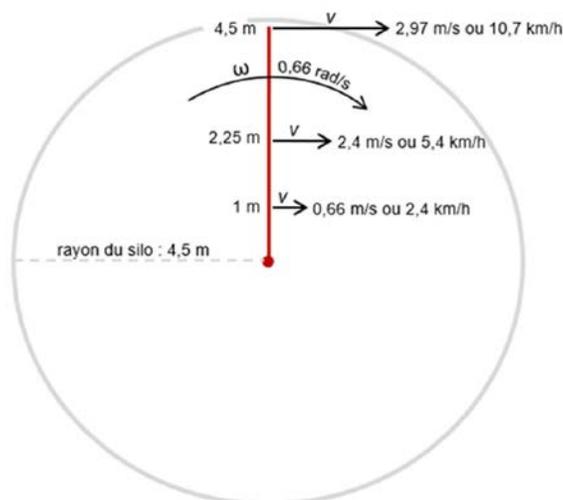


Figure 1. Schéma illustrant la vitesse linéaire en divers points de la vis balai lorsque sa vitesse angulaire est constante à 0,66 rad/s

La circonférence du mur extérieur du silo (diamètre $\times \pi$) est : 28,3 m

La longueur de l'arc de cercle entre la position 11 heures et midi (emplacement de la porte) correspond à un douzième de la circonférence, soit : $28,3 \text{ m} / 12 = 2,36 \text{ m}$.

À vitesse angulaire constante de 0,66 rad/s (sans grains sur le plancher), l'extrémité de la vis peut se déplacer de la position 11h à 12h en moins d'une seconde, soit environ 0,8 s (figure 2).



Avis technique

Dans le cadre des mandats du réseau d'expertise en prévention-inspection de la CNESST

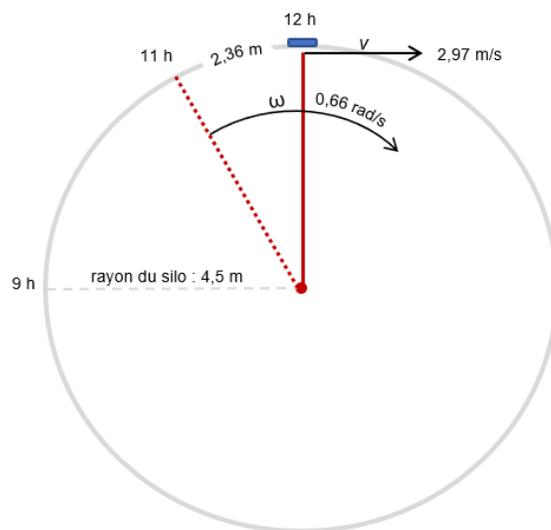


Figure 2. Schéma illustrant le déplacement de l'extrémité de la vis balai entre les positions 11h et 12h.

2. Quantité de blé dans le silo avant le démarrage de la vis balai

La hauteur de grains sur les murs extérieurs, peut être estimée lorsque s'écoulement gravitaire par la trappe centrale s'arrête. Les grains arrêterons de s'écouler lorsque la pile aura atteint un certain angle de repos.

L'angle de repos après le remplissage peut être plus faible que l'angle de repos à la vidange. De plus l'angle de repos varie selon le type de grains, la variété (ex.: blé durum comparativement à d'autres blés), le degré d'humidité des grains, leur qualité et le degré de contamination (ex: poussières, débris, etc.).

Pour le blé sec, l'angle de repos typique est autour de 25°. Compte tenu qu'il s'agit d'une vidange de silo, la hauteur est estimée pour l'angle de repos typique et pour un angle un peu plus élevé, soit 27° (figure 3).



Avis technique

Dans le cadre des mandats du réseau d'expertise en prévention-inspection de la CNESST

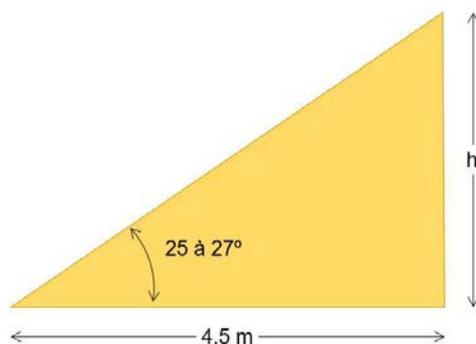


Figure 3. Hauteur « h » de blé le long du mur extérieur lorsque l'écoulement central cesse.

La hauteur h est d'environ 2,1 m pour un angle de repos de 25° et d'environ 2,3 m pour un angle de repos 27°.

Le volume de blé est estimé en soustrayant du volume d'un cylindre, le volume du « cône vide » formé par l'écoulement. Le cône et le cylindre ont un rayon de 4,5 m et une hauteur de 2,1 m ou 2,3 m selon l'angle de repos.

Ainsi, avant d'ouvrir la trappe latérale pour dégager la vis balai le volume de blé dans le silo pouvait se situer entre 89 et 97 m³. La densité du blé peut varier. La densité moyenne dans la littérature elle est de l'ordre de 770 kg/m³. Les données fournies indiquent 80 kg/hectolitre, soit 800 kg/m³.

Basé sur une densité de 800 kg/m³, il pouvait donc y avoir entre 70 et 77 t métriques dans le silo avant l'ouverture de la trappe latérale.

Ce tonnage est du même ordre de grandeur que celui indiqué dans les témoignages recueillis.

Rédigé par : François Granger, ing. et agr.

Date : 2022-11-11 (v. préliminaire)
2023-03-07 (v. finale)



Avis technique

Dans le cadre des mandats du réseau d'expertise en prévention-inspection de la CNESST

Annexe : Principales données fournies par les inspecteurs en date du 2022-11-09

Caractéristiques du silo S-4 :

- Capacité : 750 tonnes
- Diamètre : 9 m
- Rayon : 4.5 m
- Hauteur : 14 m (excluant le cône ou toit)
- Hauteur incluant le cône (toit) : 16.4 m
- 30 « chanel » ou renforts au 36"
- Un feuillard en acier galvanisé ondulé mesure 49" de haut
- La porte mesure : H23 ½" X L23"
- Hauteur de la base de la porte p/r au plancher : 19"
- Trou d'évacuation du blé où la vis de plancher situé à 49" de la porte (trou : 9"X13")

Caractéristiques de la vis balai :

- Longueur de la vis balai : 151"
- Déflecteur de la vis balai : 9 ¼" Hauteur p/r au sol 11 ¼"
- Arbre de transmission : 9 ½" de diamètre
- Hélice hélicoïdale : 29 ½" périmètre
- Rayon de l'hélice hélicoïdale : 3 ½"
- Pas de l'hélice hélicoïdale p/r au plancher 1"
- Diamètre de la roue d'entraînement de la vis balai : 11"
- Surface de roulement ou largeur de la semelle de la roue d'entraînement de la vis balai : 2"
- Vitesse de la vis balai : sans restriction, la vis balai fait le tour du silo en 9,5 sec.

Caractéristiques de la motorisation :

- Moteur électrique : 575 volts (3 phases)
- RPM : 1160
- HP : 10
- 12A
- 60 cycles
- Poulies et courroies :
 - o petite poulie : 9 cm
 - o grosse poulie : 49 cm

Humidité moyenne du blé : 13.7%

80 kg par hectolitre cette année (densité du grain une fois nettoyé)

Débit de la vis plancher du silo S-4 avec le blé : 1.3 tonne à la minute. (80 hectolitres à la minute)

Au départ, +/- 70 T de blé résiduel dans le silo S-4 au début du nettoyage

Un fois la trappe de plancher ouverte, +/- 8 T sont évacués.

Donc, +/- 62 T reste à être nettoyé par les travailleurs pendant le fonctionnement de la vis balai (durée 90 min.)

À la fin, si la vis est située à « 10h », il reste +/- 7 T si la vis est située à « 11h », il reste ½ T à 1 T

Le travailleur a le tronc sorti par l'ouverture et ses pieds sont sur le plancher alors que la vis balai est à « 11h ».

L'ouverture est à « 12h »

ANNEXE D**Références bibliographiques**

- Agriculture Canada, 1981. Agricultural Materials Handling Manual. Part 7 Engineering properties. Section 7.1 Properties of Agricultural Materials. Publication 5002. ISBN : 0-662-11504-x
- Deere & company, 1994. Farm and Ranch Safety Management. John Deere Publishing. ISBN 978-0-86691-169-3
- <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/cours-conduite/module-8-vitesse.pdf>
-
- Loi sur les grains du Canada (LRC [1985], ch. G-10
- Loi sur la santé et la sécurité du travail (L.R.Q., c. S -2.1)
- Règlement sur la santé et la sécurité du travail (chapitre S-2.1, r. 13)
- Règlement sur le programme de prévention (chapitre S-2.1, r. 10)