

EN003935

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident mortel survenu à un travailleur
le 15 mars 2012 à l'entreprise Ferme Majonick inc.
203, rang Montcalm à Saint-Esprit**

Direction régionale de Lanaudière

Inspecteurs :

_____ **Michel Labbé**

_____ **Martin Rondeau**

Date du rapport : 21 août 2012

DÉPERSONNALISÉ

Rapport distribué à :

- Monsieur A, Ferme Majonick inc.
- Dr Jamal Serrar, coroner.
- Dr Jean-Pierre Trépanier, directeur de la santé publique et d'évaluation, Agence de la santé et des services sociaux de Lanaudière (ASSSL).

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>6</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	6
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	6
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>7</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	7
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	9
<u>4</u>	<u>ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE</u>	<u>10</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	10
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	11
	L'ÉCOULEMENT DU GRAIN ET LE DANGER D'ENSEVELISSEMENT	11
	L'ENTREPOSAGE ET LA CONSERVATION DU GRAIN	13
	EXPÉRIENCE, FORMATION ET SUPERVISION	14
	RECHERCHE DOCUMENTAIRE	15
	MESURES DE SÉCURITÉ ET RÉGLEMENTATION	17
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	19
4.3.1	L'ENLÈVEMENT DES MOISSURES RÉALISÉ PENDANT QUE LE GRAIN S'ÉCOULE HORS DU SILO ENTRAÎNE L'ENSEVELISSEMENT DU TRAVAILLEUR.	19
4.3.2	LA PROCÉDURE DE TRAVAIL, LA FORMATION ET LA SUPERVISION DU TRAVAILLEUR RELIÉES AU TRAVAIL EN ESPACES CLOS SONT DÉFICIENTES.	19
4.3.3	LA DÉTÉRIORATION DU GRAIN STOCKÉ EXIGE DE PÉNÉTRER DANS LE SILO.	20
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>22</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	22
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	22
5.3	RECOMMANDATIONS	22
<u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Liste des accidentés ou Accidenté	23
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	24
ANNEXE C :	Références bibliographiques	25

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

Le 15 mars 2012, un travailleur est entraîné et enseveli sous du grain de maïs à l'intérieur d'un silo en cours de déchargement.

Conséquence

Enseveli par le grain, le travailleur meurt asphyxié.



Photo 1 : source CSST

Abrégé des causes

L'enquête permet de retenir les causes suivantes :

- L'enlèvement des moisissures réalisé pendant que le grain s'écoule hors du silo entraîne l'ensevelissement du travailleur.
- La procédure de travail, la formation et la supervision du travailleur reliées au travail en espaces clos sont déficientes.
- La détérioration du grain stocké exige de pénétrer dans le silo.

Mesures correctives

Une interdiction d'entrer dans les silos contenant du grain est émise au rapport RAP9100481 le 15 mars 2012. Une autre décision émise le 21 mars 2012 au rapport RAP0686962 vise à s'assurer d'une procédure de travail sécuritaire en espace clos.

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

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

Ferme Majonick inc. est une entreprise de type familial, spécialisée dans la production laitière. Un millier d'acres sont en culture; principalement du fourrage, du maïs et du soya. Les grains sont vendus à la récolte ou entreposés à la ferme une partie de l'année. L'entreprise exploite aussi une cabane à sucre commerciale, de février à avril inclusivement.

Monsieur A, madame B et monsieur C sont les propriétaires. L'entreprise compte trois travailleurs réguliers et un à temps partiel. Des travailleurs saisonniers sont embauchés pour la période des semences, les récoltes et le temps des sucres.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

Ferme Majonick inc. fait partie du secteur d'activité « Agriculture ». L'entreprise n'a pas l'obligation d'avoir un programme de prévention en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail*.

Ferme Majonick inc. n'a pas de structure en santé et sécurité du travail. Elle était membre d'une mutuelle de prévention jusqu'en 2011. Le dernier programme de prévention produit par la mutuelle n'est pas disponible et l'employeur n'en connaît pas le contenu.

Monsieur C est responsable du volet sécurité à l'étable. Des consignes sont données pour l'entretien mécanique de la machinerie agricole. La formation des nouveaux travailleurs se fait par compagnonnage.

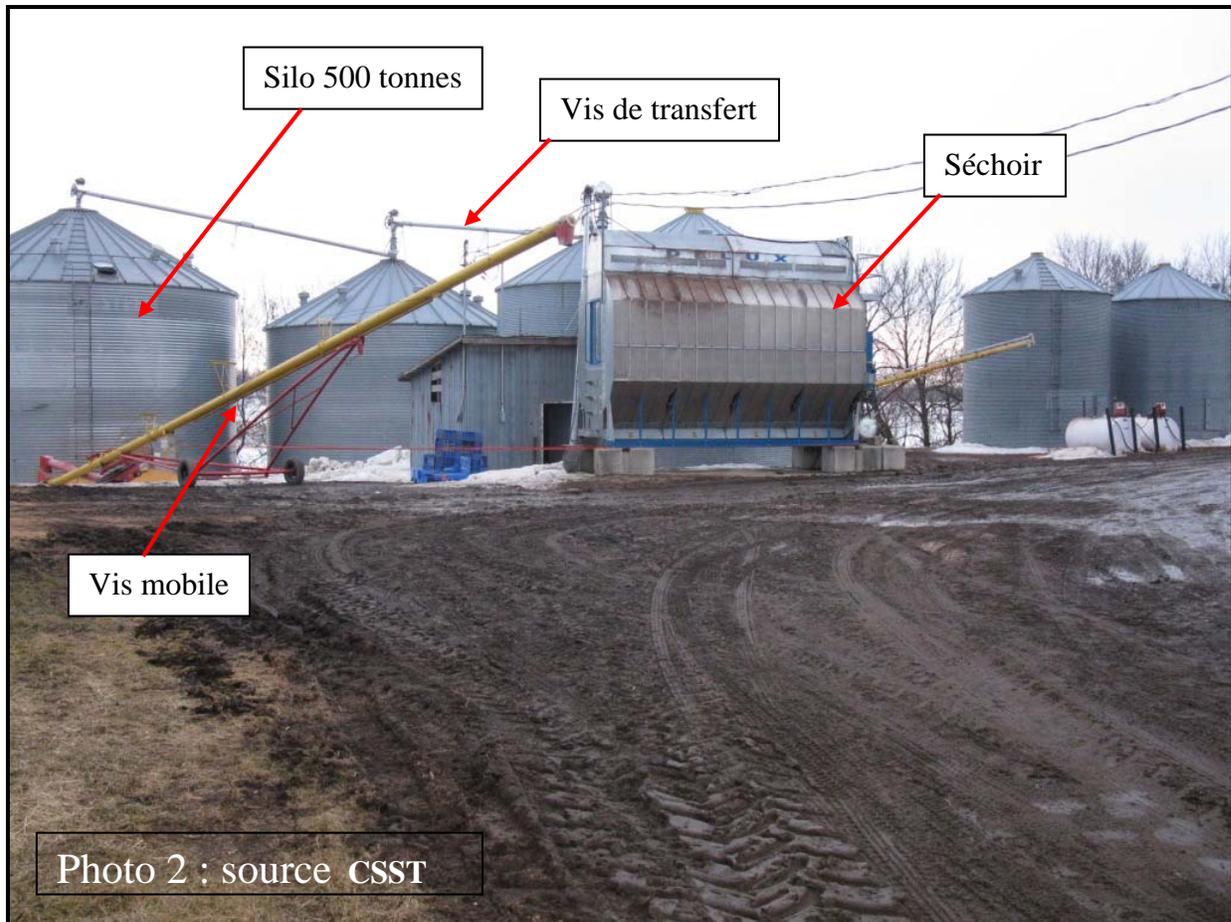
Il y a deux types de silo à la ferme : pour le fourrage vert et pour le grain. Aucune procédure de travail sécuritaire spécifique à ces espaces clos n'est appliquée. Les travailleurs réguliers ont participé à un colloque sur la production laitière en janvier 2012 où les risques associés à l'ensilage de fourrage vert (gaz de silo) ont fait l'objet d'une présentation. Le risque d'ensevelissement dans les silos à grain est connu selon l'employeur.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

Les installations pour le séchage, la manutention et l'entreposage du grain sont situées à l'arrière des bâtiments de ferme; au 203, rang Montcalm à Saint-Esprit.



L'accident survient dans le silo 500 tonnes identifié sur la photo 2. Il a un diamètre de 10,91 m (35,81 pieds) et sa partie cylindrique a une hauteur de 6,76 m (22,2 pieds) pour un volume de 632,8 m³ (22 347 pieds³). Son toit a une forme conique. Il a un plancher d'acier perforé au-dessus de son fond en béton, sur toute sa surface. Un ventilateur, situé à l'extérieur du silo, souffle de l'air sous le plancher perforé. Grâce aux perforations, l'air monte à travers le grain et est évacué par les événements sur le toit.

On peut pénétrer à l'intérieur du silo par une ouverture sur le toit (photo 3). Celle-ci a servi lors de l'accident. Elle est ronde et a un diamètre de 59,69 cm (23,5 po). On accède à cette ouverture par une échelle extérieure fixée à la structure du silo. Une autre échelle à l'intérieur, située directement sous l'ouverture, permet de descendre sur le grain. Un avis, indiquant les dangers

d'ensevelissement que présente le grain qui s'écoule ainsi que les mesures de prévention requises, figure à l'intérieur du couvercle (photo 4).



Photo 3 : source CSST

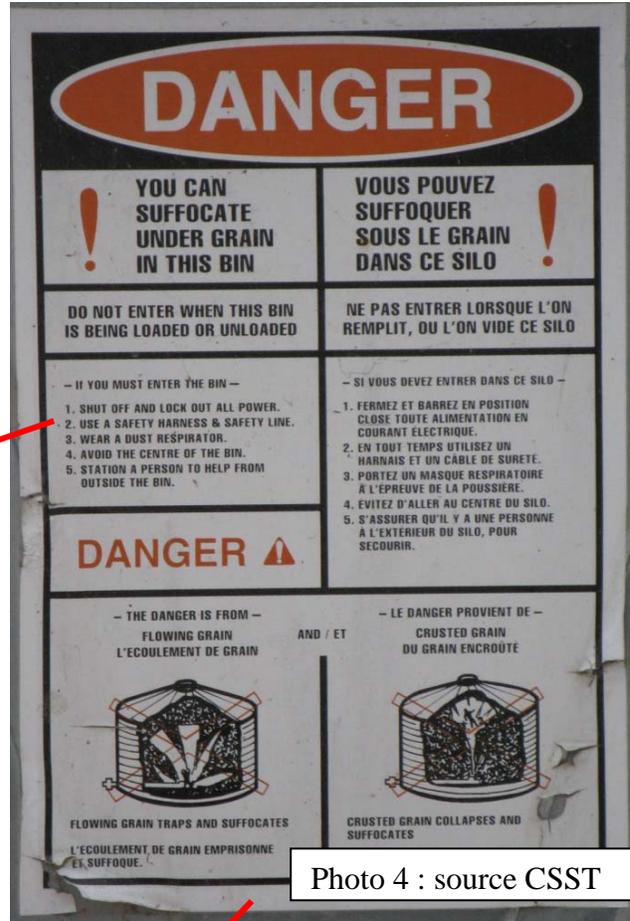


Photo 4 : source CSST



Photo 5 : source CSST

Une autre ouverture se situe dans le bas de la partie cylindrique. Deux battants en ferment l'accès. Un s'ouvre vers l'extérieur du silo et l'autre vers l'intérieur. Sur le battant extérieur, figure aussi l'avis sur les dangers d'ensevelissement (photo 5). Une trappe mesurant 16,5 cm (6,5 pouces) par 27,9 cm (11 pouces) a été découpée par l'employeur dans le battant intérieur pour permettre la vidange du grain par gravité. Un convoyeur à vis mobile, installé sous la trappe à l'extérieur, charge la remorque.

3.2 Description du travail à effectuer

Du grain moisi, au centre supérieur du silo 500 tonnes, doit être retiré pour éviter que l'envoi soit déclassé ou rejeté par l'acheteur.

Ce travail s'effectue pendant le déchargement du silo. Le travailleur démarre le tracteur et engage la prise de force (PTO) qui entraîne le convoyeur à vis mobile. Il ouvre la trappe de vidange à la base du silo et le maïs s'écoule sous l'effet de la gravité. Le travailleur entre dans le silo et descend sur le grain. Il se positionne près de l'échelle, à proximité du creux du cône formé par l'écoulement, et récupère le grain moisi qui est entraîné par cet écoulement. Il le met dans une chaudière et le rejette à l'extérieur par l'ouverture au sommet.

Le chauffeur du camion surveille le chargement et avance le camion afin d'avoir un remplissage uniforme de sa benne. Le chargement d'une benne de trente tonnes de maïs prend environ 30 minutes.

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

Le déchargement du silo 500 tonnes débute le 14 mars 2012. Des grains noirs (moisis) s'écoulent à l'extérieur pendant le premier chargement de camion. Monsieur A est avisé, il pénètre dans le silo et commence à retirer le grain moisi avec une chaudière sans interrompre le déchargement.

Au second chargement, messieurs A et C poursuivent l'enlèvement du grain moisi à la chaudière.

Monsieur C et monsieur D (travailleur) entrent dans le silo pendant le troisième chargement. Monsieur C s'enlise jusqu'à mi-cuisse lorsqu'une avalanche de grains se déclenche à la surface et dévale la pente. Il est à environ un mètre (3 pieds) de l'échelle et de la colonne d'écoulement. Il se dégage seul.

Le 15 mars 2012, vers 8 h 45, messieurs D et E sont affectés au quatrième chargement. Monsieur D se tient à environ 1,83 m (6 pieds) de l'échelle, vers le centre du silo, pour recueillir les galettes qui glissent à la surface de la pente. Il passe les chaudières pleines à monsieur E qui demeure dans l'échelle à sa demande et qui les transvide à l'extérieur. Après ce chargement, monsieur D signale à monsieur C qu'il subsiste encore du grain moisi dans le silo.

Vers 14 h 30, monsieur C reçoit un appel du transporteur selon lequel un camion se dirige vers la ferme. Le camion arrive vers 14 h 50. Il guide le chauffeur pour placer la benne sous le convoyeur à vis. Il informe le chauffeur qu'un travailleur viendra pour le chargement. Il se dirige à l'étable et avise monsieur E de se rendre au silo et que monsieur F (travailleur) le rejoindra.

Vers 14 h 55, monsieur E démarre le tracteur et engage la prise de force (PTO) qui entraîne le convoyeur à vis. Il ouvre la trappe au bas du silo; le grain s'écoule. Il grimpe l'échelle extérieure et pénètre dans le silo. Vers 15 h, en quittant la ferme, monsieur C constate que le chargement est en cours.

Le chauffeur du camion grimpe à l'échelle de la remorque afin de surveiller le remplissage. Lorsque la partie avant de sa benne est remplie, il avance le camion pour répartir la charge. Il remonte à l'échelle. Il constate que le débit de la vis diminue avant de s'interrompre. La benne est remplie à 50 %. Ignorant la présence de monsieur E à l'intérieur du silo et en l'absence de travailleur à proximité, le chauffeur se dirige à l'étable et ensuite à la maison afin d'aviser quelqu'un de la situation. N'ayant trouvé personne, en revenant au camion, il rencontre monsieur F qui se dirige vers le silo.

Monsieur F pénètre dans le silo, il aperçoit une chaudière, il fait le tour à l'intérieur à la recherche de monsieur E. Sans succès, il ressort. Il arrête le convoyeur à vis et le tracteur. Il court à l'étable pour appeler des secours. Monsieur A est joint sur son téléphone cellulaire, il

quitte la cabane à sucre (à plus ou moins 500 m de la ferme) et se rend au silo avec d'autres travailleurs. Ils aperçoivent des bottes par l'orifice de vidange. On arrache le battant intérieur avec un tracteur et une chaîne. La victime est sortie et les manœuvres de réanimation sont entreprises. Les ambulanciers sont contactés. La victime est transportée au Centre hospitalier régional de Lanaudière où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

L'écoulement du grain et le danger d'ensevelissement

- Le maïs est une matière à écoulement libre. Le débit est en fonction de sa densité, de la taille du grain et de la taille de l'orifice de sortie.
- La vidange par le bas engendre un écoulement de type érosion. Les grains du haut se mettent en mouvement et ce mouvement se propage assez vite jusqu'au bas du silo.
- Le déchargement du silo 500 tonnes est décentré. La colonne d'écoulement au-dessus de l'orifice de sortie aménagée par l'employeur est tout juste à côté de l'échelle intérieure.
- L'angle de repos du maïs, l'inclinaison minimale pour couler, est de 22° pour du grain sec et de 29° pour du grain humide.
- En retirant du grain, l'angle augmente jusqu'à une certaine valeur où une avalanche de grains se déclenche à la surface et dévale la pente jusqu'au retour à la pente d'équilibre ou de repos.
- Une chaudière servant à retirer le grain moisi est retrouvée près de l'échelle, au bas de la pente, à proximité de la colonne d'écoulement (photo 6).



Photo 6 : source CSST

- Au moment de l'accident, le niveau de grain est à 3,22 m (10,56 pieds) de l'ouverture au sommet, du côté de l'échelle. Il y a environ 2,5 m (8,2 pieds) de grains au-dessus de

l'orifice de vidange qui est à, plus ou moins, un mètre (3 pieds) au-dessus du plancher de béton.

- Sur le côté opposé, en périphérie, il y a du grain jusqu'en haut de la partie cylindrique (photos 7 et 8).



Photo 7 : source CSST

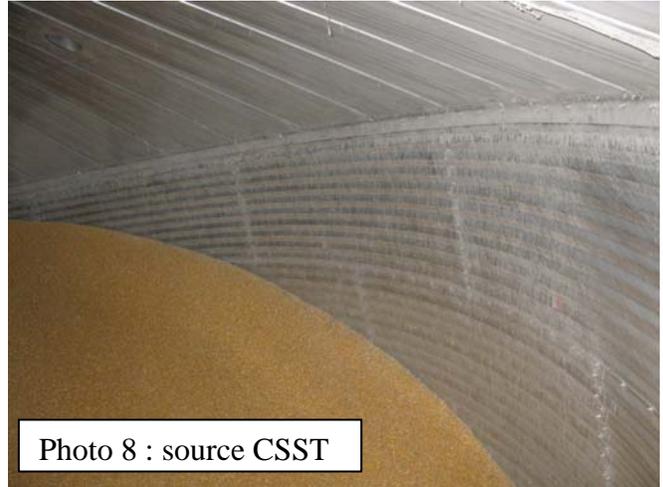
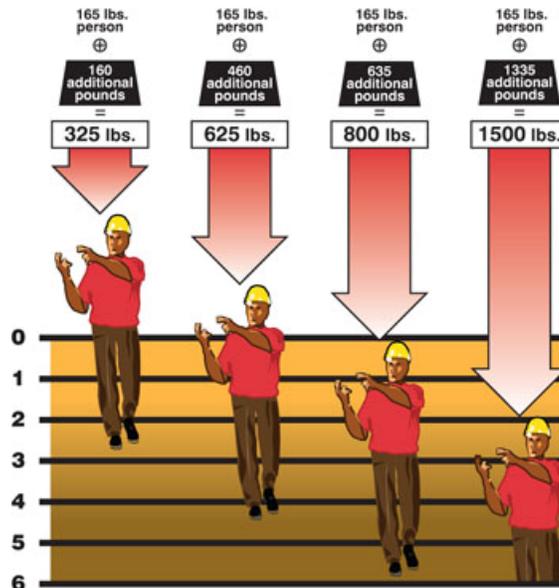


Photo 8 : source CSST

- Lorsque le grain s'écoule, un vide se crée sous les pieds du travailleur.
- Le poids d'une personne est une force supplémentaire qui ajoute à la vitesse du grain sous ses pieds et entraîne la victime.
- L'écoulement cesse lorsque l'orifice au bas du silo est refermé ou obstrué.
- La figure suivante illustre la pression exercée sur un individu à chaque stade de l'enlèvement et le temps en seconde pour qu'un individu de 165 livres soit enseveli en fonction d'un orifice d'écoulement de 10 po de diamètre.



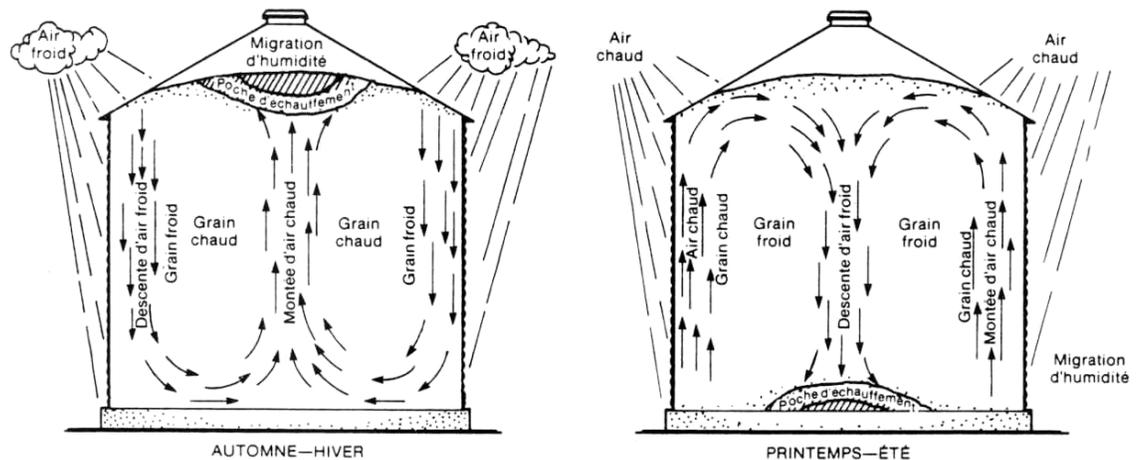
Source: www.grainsystems.com/safety/resqtube.php

- Il est possible pour une victime de se sortir d'un enlèvement jusqu'aux genoux. Il est encore possible, mais très difficile si elle est ensevelie jusqu'à la taille. Par contre, c'est impossible si elle est ensevelie jusqu'à la poitrine et la respiration devient difficile.
- La masse volumique du maïs sec est de 721 kg/m³ et jusqu'à 820 kg/m³ pour du maïs humide.
- Le volume occupé par une personne de 1,83 m (6 pieds) est de 0,21 m³ (7,5 pieds³).

L'entreposage et la conservation du grain

Selon la littérature :

- La dégradation biologique des grains stockés dépend de l'humidité et de la température de la masse. Les produits de la dégradation sont le CO₂, la chaleur et la vapeur d'eau. Pour éviter le développement des moisissures dans le silo, la teneur en eau (TEE) du maïs ne doit pas excéder 15 %.
- Malgré une teneur en eau faible, il peut quand même survenir des problèmes avec du grain stocké tiède ou chaud. Cela peut être causé par un refroidissement inadéquat des grains après leur passage au séchoir.
- Le refroidissement (l'aération) doit permettre d'éviter la condensation qui apparaît dans les silos dès que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est trop élevée (plus de 7°C). On doit s'assurer que la température est homogène dans toute la masse jusqu'à son sommet et qu'il n'existe aucune zone susceptible de s'altérer. Une différence de température entre le centre de la masse de grain (plus chaud) et au pourtour du silo (plus froid) provoque un mouvement d'air qui transporte l'humidité qui se condense sur les grains froids au sommet. Ce phénomène est illustré à la figure de gauche.



Source : **Institut de technologie agroalimentaire de La Pocatière, Proulx, Jean-Bernard.** *Installations et Équipements – Entreposage et séchage des grains, hiver 2004.*

- La figure de droite illustre la situation inverse qui se produit en saison chaude et qui occasionne des problèmes de migration de l'humidité vers le bas.

- D'autres facteurs peuvent expliquer une TEE trop élevée notamment, une infiltration de neige ou de pluie, un séchage insuffisant ou trop rapide et une ventilation inadéquate du silo. En raison de la capacité du grain à absorber l'humidité présente dans l'air, on suggère d'arrêter de ventiler si l'humidité relative est supérieure à 75 %.
- La détérioration du grain par l'humidité est un problème croissant avec l'augmentation du volume de production. La ventilation est un facteur très important pour la conservation des grains; le besoin de formation semble criant dans ce domaine ¹.

À la ferme :

- Des conditions de marché moins favorables, à l'automne 2011, dictent l'entreposage de la récolte de maïs destinée au commerce.
- Trois silos de la ferme : 125 tonnes, 300 tonnes et 500 tonnes (silo impliqué dans l'accident); sont remplis avec du maïs. Le remplissage du silo 500 tonnes est complété en dernier, soit en décembre.
- Le maïs a une humidité de récolte de 35 % et plus. Il est transféré du silo humide au séchoir pour abaisser son taux d'humidité à 13,5 %.
- Le maïs est refroidi à 12°C environ au moment du transfert dans le silo 500 tonnes. L'aération du grain dans le silo 500 tonnes débute à la fin du remplissage pour une période variant entre 3 jours et une semaine.
- Les températures maximales et minimales en décembre 2011 varient beaucoup. Le taux d'humidité relative est parfois très élevé. Selon Environnement Canada, il y a eu 18 jours avec des précipitations ².
- Une masse de grains moisissés est observée dans le bas du silo 125 tonnes à la fin de sa vidange en mars 2012. Il n'y en a pas dans le silo 300 tonnes.
- Une croûte (pont) de moisissures est observée au sommet du silo 500 tonnes. L'épaisseur de la croûte au centre est d'environ 12,70 cm (5 po). L'épaisseur de grains moisissés diminue en s'éloignant du centre, il n'y en a pas sur une distance d'environ 61 cm (2 pieds) en périphérie.
- C'est la 1^{re} fois qu'il y a de la pourriture dans le silo 500 tonnes. Il n'est pas rempli chaque année. On pense que l'infiltration de neige est possible par le couvercle au centre du dôme (vis de transfert).
- La présence de grains moisissés dans les silos est variable selon les années.

Expérience, formation et supervision

- L'employeur connaît les dangers d'ensevelissement pour avoir entendu parler d'événements accidentels survenus dans des silos.
- À la ferme, les consignes générales de sécurité dans les silos à grain sont : ne pas marcher sur le grillage de la vis, ne pas toucher la vis, se tenir loin des trappes de vidange sur le plancher et travailler à deux. On parle aussi des risques associés au « PTO ».
- La méthode de travail préconisée par l'employeur dans le silo 500 tonnes est de se tenir sur le grain pour ramasser les galettes de pourriture qui glissent à la surface, vers la colonne d'écoulement. Cette méthode permet d'économiser des pas.

¹ L'Utili Terre, éd. *La terre de chez-nous*, « Urgence entreposage », mai 2012

² Environnement Canada, Rapport de données quotidiennes pour décembre 2011, L'Assomption, Québec

- Au 4^e chargement, monsieur D donne la consigne à monsieur E de demeurer dans l'échelle sans lui expliquer les dangers d'ensevelissement.
- Les consignes transmises par l'employeur à monsieur F, au 5^e chargement, sont de monter sur le silo pour aviser monsieur E lorsque le chargement sera complété et de l'aider à refermer la trappe de vidange. Il pouvait aussi participer à l'enlèvement du grain moisi.
- Au moment de l'accident, la victime est seule dans le silo. Le chauffeur du camion à l'extérieur n'a pas connaissance de son entrée dans le silo.
- Une problématique d'humidité et de moisissures est rencontrée, à l'été 2011, dans un silo à fond conique en location. Il n'y avait pas de déchargement en cours (vidange) lorsqu'on a procédé à l'enlèvement des grains moisissés à la chaudière. Monsieur E ainsi que monsieur C et monsieur D ont été intoxiqués par les moisissures : symptômes de fièvre et des frissons pendant un à deux jours.
- Des masques à poussière sont fournis, en 2012, pour l'enlèvement des moisissures à l'intérieur des silos à grain.
- Des méthodes de vidange différentes sont utilisées pour chaque silo :
 - Un convoyeur à vis est planté dans le maïs pour vidanger le silo 125 tonnes. Le convoyeur inséré sous le déflecteur d'une ouverture en périphérie s'enfonce vers le centre sous l'action de la vis.
 - Un convoyeur à vis est intégré dans un caniveau sous le plancher du silo 300 tonnes. La vidange se fait d'abord par le centre. Lorsque le niveau de grain baisse, on ouvre une autre trappe située entre le centre et la périphérie. On termine avec une vis racleuse qui amène les grains restants en périphérie vers les trappes.
 - Un convoyeur à vis intégré dans un caniveau sous le plancher était prévu à l'origine pour vidanger le silo 500 tonnes. L'écoulement des eaux de surface vers le caniveau et le gel ont endommagé ce système dans l'hiver suivant son installation. La méthode de vidange par gravité, en périphérie, est en place depuis ce temps.

Recherche documentaire

Depuis plusieurs années, les littératures canadienne et américaine ont documenté un grand nombre d'ensevelissements dans les silos à grain. Plusieurs d'entre eux ont entraîné le décès de travailleurs. Au Québec, l'UPA et la CSST ont produit plusieurs publications sur les risques et la prévention à la ferme notamment sur les espaces clos.

Seulement pour l'année 2010, 51 cas d'ensevelissement par le grain sont répertoriés aux États-Unis. De ceux-ci, 51 % (26) ont été mortels et 73 % (37) sont survenus dans du maïs-grain. De plus, en l'absence d'un système efficace pour rapporter les cas, ce nombre peut être plus important. Le grain dégradé ou moisi est à l'origine de l'intervention dans la majorité des accidents³. ** La Purdue University tient un registre appelée *Purdue University Agricultural Entrapment Data Base (PUAED)*, qui répertorie les cas d'ensevelissement survenus depuis 1964.

³ RIEDEL, S., FIELD, B., 2010 *Summary of Grain Entrapments in the United States*, Purdue University, West Lafayette, IN, 9 février 2011, 5 p.

Les causes documentées les plus fréquentes d'ensevelissement ou de suffocation par le grain sont lorsqu'un individu⁴ :

- marche sur du grain en mouvement ou qui s'écoule et s'y enlise comme dans un sable mouvant en quelques secondes;
- se tient sur ou en dessous d'un pont de grain qui s'effondre et l'ensevelit;
- tente de débloquer un amas de grain ou se tient près d'un mur qui s'effondre soudainement sur le travailleur.

D'autres causes sont retenues dans plusieurs cas d'ensevelissement analysés⁵, certaines présentent des points communs avec l'enquête :

- du grain en mauvais état mène à des situations non sécuritaires, comme l'encroûtement ou le blocage de vis sans fin;
- équipement de vidange en marche simultanément à la présence de travailleur à la surface du grain;
- fonctionnement de l'équipement de vidange par inadvertance;
- humidité qui pénètre dans le silo causant la moisissure du grain;
- grain séché de façon inappropriée pour de l'entreposage à long terme;
- mauvaise communication ou absence de communication entre travailleurs;
- victime passe outre le danger d'ensevelissement identifié;
- victime non informée d'une situation dangereuse;
- ventilation non recouverte ou scellée (facilite l'infiltration d'eau);
- présence de fines particules, grains brisés et autres matières présentes en excès (nuît à la ventilation du grain).

Selon la littérature, en regard des mesures de sauvetage⁶ :

- Il n'existe pas une stratégie unique efficace de sauvetage, les mesures préventives et les méthodes de sauvetage doivent être améliorées.
- Plus de moyens devraient toutefois être investis dans les normes d'ingénierie et dans les méthodes sécuritaires.
- Plus de recherches devraient s'effectuer en vue d'améliorer le design des silos pour y inclure un meilleur accès pour les secouristes et des points d'ancrage appropriés.
- Des avertissements sur les silos devraient indiquer le danger pour la structure en cas de perçage d'ouvertures pour extraire le grain et/ou une victime.
- Des recommandations pour le sauvetage de victime enlisée devraient être incluses au manuel d'opération.

⁴ OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH AUTHORITY (OSHA), *Hazard Alert, Danger of Engulfment and Suffocation in Grain Bins*, www.osha.gov, 2012, 4 p.

⁵ KINGMAN, D. MONSIEUR, FIELD, W. E., *Using Fault Tree Analysis to Identify Contributing Factors to Engulfment in Flowing Grain in On-Farm Bins*, *Journal of Agricultural Safety and Health*, Vol. 11/no. 4, Nov. 2005, p. 395-405.

⁶ ROBERTS, MONSIEUR J., DEBOY, G. R., FIELD, W. E., MAIER, D. E., *Summary of Prior Grain Entrapment Rescue Strategies*, *Journal of Agricultural Safety and Health*, Vol. 17/no. 4, Oct. 2011, p. 303-325

Mesures de sécurité et réglementation

Les prescriptions du fabricant du silo sur les dangers d'ensevelissement et de suffocation sous le grain sont de ne pas entrer lorsque l'on remplit ou l'on vide ce silo. Si toutefois vous devez entrer, le fabricant précise :

- Fermez et barrez toute alimentation.
- En tout temps, utilisez un harnais et un câble de sureté.
- Portez un masque respiratoire à l'épreuve de la poussière.
- Évitez d'aller au centre du silo (dans le cas d'une vidange par le centre).
- S'assurer qu'il y a une personne à l'extérieur du silo pour secourir.

Le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, section XXVI, édicte les règles spécifiques au travail dans un espace clos.

L'article 1, définit un espace clos comme étant : *« tout espace totalement ou partiellement fermé, notamment un réservoir, un silo, une cuve, une trémie, une chambre, une voûte, une fosse, y compris une fosse et une préfosse à lisier, un égout, un tuyau, une cheminée, un puits d'accès, une citerne de wagon ou de camion, qui possède les caractéristiques inhérentes suivantes :*

1. *il n'est pas conçu pour être occupé par des personnes, ni destiné à l'être, mais qui à l'occasion peut être occupé pour l'exécution d'un travail;*
2. *on ne peut y accéder ou on ne peut en ressortir que par une voie restreinte;*
3. *il peut présenter des risques pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique pour quiconque y pénètre, en raison de l'un ou l'autre des facteurs suivants :*
 - a) *l'emplacement, la conception ou la construction de l'espace, exception faite de la voie prévue au paragraphe 2;*
 - b) *l'atmosphère ou l'insuffisance de ventilation naturelle ou mécanique qui y règne;*
 - c) *les matières ou les substances qu'il contient;*
 - d) *les autres dangers qui y sont afférents ».*

L'article 298, Travailleurs habilités : *« Seuls les travailleurs ayant les connaissances, la formation ou l'expérience requises pour effectuer un travail dans un espace clos sont habilités à effectuer un travail. »*

L'article 300, Cueillette de renseignements préalable à l'exécution d'un travail : *« Avant que ne soit entrepris un travail dans un espace clos, les renseignements suivants doivent être disponibles, par écrit, sur les lieux mêmes du travail :*

1. *ceux concernant les dangers spécifiques à l'espace clos et qui sont relatifs :*
 - a) *à l'atmosphère interne y prévalant, soit la concentration de l'oxygène, des gaz et des vapeurs inflammables, des poussières combustibles présentant un danger de feu ou d'explosion, ainsi que des catégories de contaminants généralement susceptibles d'être présents dans cet espace clos ou aux environs de celui-ci;*
 - b) *à l'insuffisance de ventilation naturelle ou mécanique;*
 - c) ***aux matériaux qui y sont présents et qui peuvent causer l'enlisement, l'ensevelissement ou la noyade du travailleur, comme du sable, du grain ou un liquide;***
 - d) *à sa configuration intérieure;*

- e) **aux énergies, comme l'électricité, les pièces mécaniques en mouvement, les contraintes thermiques, le bruit et l'énergie hydraulique;**
 - f) **aux sources d'inflammation telles que les flammes nues, l'éclairage, le soudage et le coupage, l'électricité statique ou les étincelles;**
 - g) **à toute autre circonstance particulière, telle la présence de vermine, de rongeurs ou d'insectes;**
2. *les mesures de prévention à prendre pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs, et plus particulièrement celles concernant :*
- a) *les méthodes et les techniques sécuritaires pour accomplir le travail;*
 - b) *l'équipement de travail approprié et nécessaire pour accomplir le travail;*
 - c) *les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs que doit utiliser le travailleur à l'occasion de son travail;*
 - d) *les procédures et les équipements de sauvetage prévus en vertu de l'article 309.*

Les renseignements visés au paragraphe 1 du premier alinéa doivent être recueillis par une personne qualifiée.

Les mesures de prévention visées au paragraphe 2 du premier alinéa doivent être établies par une personne qualifiée et mises en application. »

L'article 301, Information des travailleurs préalable à l'exécution d'un travail : *« Les renseignements visés aux paragraphes 1° et 2° du premier alinéa de l'article 300 doivent être communiqués et expliqués à tout travailleur, avant qu'il ne pénètre dans l'espace clos, par une personne qui est en mesure de l'informer adéquatement sur la façon d'y accomplir son travail de façon sécuritaire. »*

L'article 308, Surveillance : *« Lorsqu'un travailleur est présent dans un espace clos, une autre personne ayant pour fonction d'assurer la surveillance du travailleur et ayant les habiletés et les connaissances pour ce faire doit demeurer en contact visuel, auditif ou par tout autre moyen avec le travailleur, afin de déclencher, si nécessaire, les procédures de sauvetage rapidement.*

La personne assurant la surveillance du travailleur doit être à l'extérieur de l'espace clos. »

L'article 311, Précautions relatives aux matières à écoulement libre : *« Il est interdit de pénétrer dans un espace clos servant à emmagasiner des matières à écoulement libre, tant que le remplissage ou la vidange se poursuit et que les précautions n'ont pas été prises pour prévenir une reprise accidentelle de ces opérations. »*

L'article 312, Harnais de sécurité : *« Lorsqu'il est indispensable que des travailleurs pénètrent dans un espace clos où sont emmagasinées des matières à écoulement libre, le port d'un harnais de sécurité est obligatoire pour chaque travailleur qui y pénètre.*

Le harnais de sécurité doit être attaché à une corde d'assurance, aussi courte que possible, solidement fixée à l'extérieur de l'espace clos. »

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 L'enlèvement des moisissures réalisé pendant que le grain s'écoule hors du silo entraîne l'ensevelissement du travailleur.

Le maïs est une matière à écoulement libre. Lorsqu'on remplit le silo par le centre, au sommet, le grain se dépose pour former un tas conique. L'angle du cône est appelé angle de repos. Pour le grain de maïs, cet angle se situe entre 22° et 29° selon que le grain est sec ou humide.

On obtient un cône inversé en vidangeant le silo par le bas. Le cône est décentré lorsque l'orifice de vidange est en périphérie. L'angle du cône augmente jusqu'à une certaine valeur où une avalanche de grains se déclenche à la surface et dévale la pente jusqu'au retour à la pente d'équilibre ou de repos. Ce phénomène est décrit par l'employeur la veille de l'accident lorsqu'il s'est enlisé, jusqu'à mi-cuisse, pendant le troisième chargement de camion. Il se trouvait alors à environ un mètre de la colonne d'écoulement.

Le danger de s'enliser et d'être enseveli augmente en s'approchant du creux du cône d'écoulement. Selon la littérature, le temps pour être enseveli jusqu'à la poitrine et qu'il soit impossible de s'en sortir est d'à peine 4 secondes en fonction d'un orifice d'écoulement de 25,40 cm (10 po) de diamètre. Après 6 secondes, la personne est complètement ensevelie.

Le 15 mars 2012, le travailleur pénètre dans le silo 500 tonnes et descend sur le grain pendant le déchargement du silo. Le travailleur se positionne vers le bas de la pente pour recueillir, dans une chaudière, les galettes de grains moisissus qui glissent à la surface. Le niveau de grain est d'environ 2,5 m (8,2 pieds) au pied de l'échelle, au-dessus de l'orifice de vidange, lorsque le travailleur s'enlise et est enseveli par le grain qui s'écoule par gravité pour se déverser dans la vis sans fin à l'extérieur.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La procédure de travail, la formation et la supervision du travailleur reliées au travail en espaces clos sont déficientes.

Les silos servant à l'entreposage des grains présentent, pour les travailleurs qui y pénètrent, un danger d'ensevelissement. Selon l'article 311 du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)*, il est interdit de pénétrer dans un espace clos servant à emmagasiner des matières à écoulement libre, tant que le remplissage ou la vidange se poursuit et que des précautions n'ont pas été prises pour prévenir une reprise accidentelle de ces opérations. Le manuel du fabricant spécifie aussi clairement de ne pas entrer à l'intérieur du silo pendant que du grain s'écoule. Un avis du fabricant spécifiant les dangers et les précautions à prendre à cet effet est aussi apposé à chaque accès du silo.

La planification des mesures de sécurité repose sur une bonne connaissance des conditions réelles de travail. Plusieurs éléments doivent être pris en compte dont :

- l'identification des dangers que présentent les silos à grain;
- l'information des travailleurs relativement aux risques inhérents au travail;
- l'identification des procédures et méthodes sécuritaires pour accomplir le travail;
- la disponibilité et le port du harnais de sécurité relié à une corde d'assurance constamment tendue pour le travail;
- une surveillance constante par une personne à l'extérieur du silo;
- la mise en place de mesures de sauvetage éprouvées permettant de porter secours rapidement;
- le cadenassage de la trappe de vidange du silo ou du dispositif de mise en marche de la vis à grains selon le cas;
- les mesures de contrôle visant à s'assurer que le travailleur a les habiletés et les connaissances pour réaliser le travail de façon sécuritaire.

Malgré la réglementation, les avertissements du manufacturier, le fait que le danger est connu par l'employeur et dans le milieu agricole, la méthode de travail utilisée pour retirer le grain moisi est improvisée et dangereuse. Aucune procédure de travail visant à permettre aux personnes de travailler sans risque dans les silos à grain n'a été prévue chez Ferme Majonick inc. Le travailleur pénètre à l'intérieur du silo sans interrompre le déchargement, sans harnais et corde d'assurance, et sans surveillance. Le travailleur n'est pas formé sur les risques liés au travail en espace clos que représente le silo.

Cette cause est retenue.

4.3.3 La détérioration du grain stocké exige de pénétrer dans le silo.

Les installations de stockage doivent garder le grain propre et sec. Il faut inspecter celui-ci régulièrement pour déceler la présence de points chauds, d'humidité ou de signes de migration d'humidité. Celle-ci peut s'accumuler en une zone donnée et causer la détérioration du grain. La ventilation est un facteur très important pour la conservation des grains.

Les problèmes liés à la gestion de l'humidité ont un énorme impact sur la qualité et les profits. La survenance de grains moisissés dans les silos est un phénomène courant, voir croissant avec l'augmentation du volume de production. À la ferme, ce phénomène s'est produit à quelques occasions au fil des années. Les causes possibles sont nombreuses : séchage insuffisant ou trop rapide du grain, refroidissement inadéquat, humidité relative de l'air trop élevée, écarts de température dans la masse de grains ou avec la température extérieure, conditions changeantes au fil des saisons, ventilation déficiente, infiltration d'eau ou de neige par les ouvertures. De plus, les grains respirent et produisent du CO₂, de l'humidité et de la chaleur ce qui augmente leur température. Ce cercle vicieux entraîne souvent des points chauds qui amènent des problèmes comme le développement des moisissures.

La présence d'une croûte de grains moisissus au sommet du silo 500 tonnes est décelée au début de la vidange. La croûte, d'une douzaine de centimètres au centre, s'étend jusqu'à une distance d'environ 61 cm (2 pieds) en périphérie. La présence de cette croûte de grains moisissus est à l'origine de l'intervention dans le silo.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

Le 15 mars 2012, un travailleur est entraîné et enseveli sous du grain de maïs à l'intérieur d'un silo en cours de déchargement.

L'enquête permet de retenir les causes suivantes :

- L'enlèvement des moisissures réalisé pendant que le grain s'écoule hors du silo entraîne l'ensevelissement du travailleur.
- La procédure de travail, la formation et la supervision du travailleur reliées au travail en espaces clos sont déficientes.
- La détérioration du grain stocké exige de pénétrer dans le silo.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Une interdiction d'entrer dans les silos contenant du grain est émise au rapport RAP9100481 le 15 mars 2012. Une autre décision émise le 21 mars 2012, au rapport RAP0686962, vise à s'assurer d'une procédure de travail sécuritaire en espace clos.

5.3 Recommandations

La Commission informera l'Union des producteurs agricoles (UPA) des conclusions de cette enquête afin qu'elle sensibilise ses membres au danger d'ensevelissement qui guette les travailleurs qui pénètrent dans les silos à grain.

ANNEXE A

Liste des accidentés ou Accidenté

ANNEXE B

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Monsieur A, administrateur, Ferme Majonick inc.

Monsieur C, administrateur, Ferme Majonick inc.

Monsieur D, travailleur, Ferme Majonick inc.

Monsieur F, travailleur, Ferme Majonick inc.

Monsieur G, Les transports T. Morin inc.

ANNEXE C

Références bibliographiques

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC. *Faites la lumière sur les espaces clos : fiches de prévention*, [Montréal], CSST, UPA, Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2000, 30 p. (DC 300-414). [http://www.csst.qc.ca/NR/rdonlyres/6D6514F9-2925-4A82-9801-86E506E37EF2/229/dc_300_414.pdf].

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC. *La prévention dans les silos*, [Montréal], CSST, UPA, Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2006, 20 p. (DC 300-419). [http://www.csst.qc.ca/NR/rdonlyres/057EDA6B-19FC-4EB2-AD90-8B75269DEA49/1841/dc_300_419.pdf].

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC, F. FONTAINE, et M. VERMOT. Rapport d'enquête : le 13 juin 2006, un travailleur de la Ferme St-Valentin SENC meurt enseveli sous du grain de maïs lors de l'enlèvement de grains moisissés dans un silo, Québec, CSST, 2007, [15] p. [<http://centredoc.csst.qc.ca/pdf/ed003636.pdf>].

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC, M. VERMOT, et A. AUDETTE. Rapport d'enquête : un travailleur de l'entreprise Ferme Berjo inc. meurt enseveli sous du grain de maïs lors de manœuvres de déblocage dans un silo le 9 novembre 2010, Québec, CSST, 2011, [28] p. [<http://www.centredoc.csst.qc.ca/pdf/ed003873.pdf>].

GUIGÈRE, M. « Urgence entreposage », *L'Utiliterre : le cahier technique de La Terre de chez-nous*, mai 2012, p. 60-62.

DOMINIC, ARCHAMBAULT. « L'art de conserver les grains », *L'Utiliterre : le cahier technique de La Terre de chez-nous*, mai 2012, p. 63-68.

KINGMAN, D.M., et W.E. FIELD. « Using fault tree analysis to identify contributing factors to engulfment in flowing grain in on-farm grain bins », *Journal of agricultural safety and health*, vol. 11, no. 4, Nov. 2005, p. 395-405.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. *Hazard alert : danger of engulfment and suffocation in grain bins*, [En ligne], 2011. [http://www.osha.gov/SLTC/grainhandling/hazard_alert.html] (Consulté le 1er août 2012).

PROULX, J.B. *Installations et équipements : entreposage et séchage des grains*, La Pocatière, Institut de technologie agroalimentaire, 2004, 56p.

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail : L.R.Q., chapitre S-2.1, à jour au 7 octobre 2008*, [Québec], Éditeur officiel du Québec, 2008, vi, 71, xii p.

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, S-2.1, r.19.01, à jour au 21 octobre 2008*, [Québec], Éditeur officiel du Québec, 2008, 220 p.

RIEDEL, S., et B. FIELD. *2010 summary of grain entrapments in the United States*, West Lafayette, Ind., Purdue University, 2011, 5 p.
[<http://extension.entm.purdue.edu/grainlab/content/pdf/2010GrainEntrapments.pdf>].

ROBERTS, M.J., et autres. « Summary of prior grain entrapment rescue strategies », *Journal of agricultural safety and health*, vol. 17, no. 4, Oct. 2011, p. 303-325.

WESTEEL. *Wide corr grain bins : farm series : installation and storage instructions*, Winnipeg, Man., Westeel, 2011, 54 p.
[<http://www.westeel.com/products/files/198862%20Wide%20Corr%20INSTALLATION%20INSTRUCTIONS.pdf>].