

EN004156

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident mortel survenu à un travailleur
le 4 septembre 2016 à l'entreprise La Ferme Belcourt enr.
située au 2651, chemin Élie-Auclair à Saint-Polycarpe**

VERSION DÉPERSONNALISÉE

Direction régionale de Longueuil

Inspecteurs :

_____ **Patrice Gravel**

_____ **Chantal Legendre**

Date du rapport : 18 octobre 2017

Rapport distribué à :

- Monsieur [A], [...], Ferme Belcourt enr.
- Monsieur [B], [...], Ferme Belcourt enr.
- Madame [C], [...], Ferme Belcourt enr.
- Me Luc Malouin, coroner
- Madame Julie Loslier, M.D, M. sc., directrice de la santé publique de la Montérégie.

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.2.1	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ ET MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>4</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	4
3.2	DESCRIPTION DU PROCÉDÉ D'ENSILAGE	6
3.2.1	ÉQUIPEMENT UTILISÉ POUR LES OPÉRATIONS D'ENSILAGE	7
3.3	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	9
3.4	CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	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
4.2.1	GAZ D'ENSILAGE	11
4.2.2	VENTILATION À L'AIDE DU SOUFFLEUR À FOURRAGE	13
4.2.3	RÈGLEMENTATION ET PROCÉDURE D'ENTRÉE EN ESPACE CLOS	15
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	15
4.3.1	LE TRAVAILLEUR SUBIT UNE INTOXICATION SÉVÈRE AU DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂) SUITE À UNE EXPOSITION AUX GAZ DÉGAGÉS PAR LA LUZERNE EN FERMENTATION.	15
4.3.2	LA MÉCONNAISSANCE DES DANGERS PRÉSENTS DANS LES SILOS, L'ABSENCE DE MÉTHODES DE TRAVAIL SÉCURITAIRES ET DE FORMATION, EXPOSE LE TRAVAILLEUR AUX GAZ DE FERMENTATION.	16
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>17</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	17
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	17
5.3	RECOMMANDATIONS	17
<u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Accidenté	18
ANNEXE B :	Croquis	19
ANNEXE C :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	20
ANNEXE D :	Données météorologiques	21

ANNEXE E : Références bibliographiques

SECTION 1

1 RÉSUMÉ DU RAPPORT

Description de l'accident

Le 4 septembre 2016, vers 10 h, un travailleur, de la *Ferme Belcourt enr.*, s'affaire à niveler la luzerne entreposée dans un des silos de la ferme. Pour ce faire, il utilise une fourche qu'il manœuvre à partir d'une plateforme fixée au haut du silo, installée à l'extérieur de celui-ci. Pour compléter le travail, il pénètre dans le silo par une porte coulissante à partir de la plateforme. Le travail terminé, il descend au sol et, 30 minutes plus tard, informe son employeur monsieur [A] qu'il éprouve des maux de tête. Après le dîner, il décide de quitter pour le reste de la journée. Au cours de l'après-midi, son état se détériore et il est transporté d'urgence à l'hôpital.

Conséquences

Le travailleur est exposé à des gaz de fermentation notamment au dioxyde d'azote (NO₂). Il décède une semaine plus tard, soit le 11 septembre 2016 à l'hôpital Général de Montréal.



Photo 1 : lieu de l'accident (source : CNESST)

Abrégé des causes

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- Le travailleur subit une intoxication sévère au dioxyde d'azote (NO₂) suite à une exposition aux gaz dégagés par la luzerne en fermentation.
- La méconnaissance des dangers présents dans les silos, l'absence de méthodes de travail sécuritaires et de formation, expose le travailleur aux gaz de fermentation.

Mesures correctives

Le 12 octobre 2016, la CNESST interdit l'accès à la plateforme supérieure de l'échelle d'accès et à l'entrée dans les silos de la ferme (rapport d'intervention RAP9115019).

Une méthode de travail sécuritaire écrite visant à contrôler l'exposition des travailleurs au gaz d'ensilage est exigée.

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

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

L'entreprise La Ferme Belcourt enr., fondée en 1830, est une ferme familiale spécialisée dans la production laitière gérée par [...]; monsieur [A], madame [C] et monsieur [B]. On y exploite aussi une superficie d'environ 150 hectares de terres agricoles (blé, maïs et soya).

L'entreprise a embauché le travailleur pour la période d'ensilage, moment de l'année où de l'aide est requise. Les opérations pour cette période sont regroupées sur un seul quart de travail de jour.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

L'établissement appartient au secteur d'activité économique 026-Agriculture, non visé par l'application du Règlement sur le programme de prévention (S-2.1, r.10).

L'employeur n'est pas membre d'une mutuelle de prévention.

L'entreprise est membre de l'Union des producteurs agricoles (UPA).

2.2.1 Gestion de la santé et de la sécurité et mécanismes de participation

La gestion de la santé et sécurité du travail est assumée par les administrateurs de la ferme. Ce sont ces derniers qui gèrent les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent. Des consignes verbales sont données par monsieur [A], [...]. Il n'y a pas de mécanisme de participation formelle des travailleurs.

Au moment de l'embauche, les travailleurs ne reçoivent aucune description des tâches à accomplir ni de formation spécifique concernant la santé et sécurité du travail.

Les tâches à effectuer varient d'une journée à l'autre.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

L'accident est survenu sur une ferme familiale, propriété de [...] depuis 186 ans. La ferme est située au 2 651, chemin Elie-Auclair à St-Polycarpe, en bordure de la Rivière Delisle. Mis à part la résidence des propriétaires, la ferme comprend quatre bâtiments agricoles. Le bâtiment principal comprend l'étable, qui abrite 140 vaches Holstein, les bureaux administratifs, la salle de mélange pour le fourrage et la laiterie. Un hangar pour les équipements est annexé à l'arrière de l'étable. On retrouve un autre hangar à foin à proximité de l'étable et un garage.



Photo 2 : vue aérienne de la ferme (source : Google maps)

On y retrouve également 3 silos tour conventionnels (ouverts à l'atmosphère) destinés à la production et l'entreposage d'ensilage. Les silos de 18 m et de 23 m de haut contiennent de l'ensilage de luzerne alors que celui de 33 m de hauteur contient de l'ensilage de maïs.

Le silo dans lequel est ensilée la luzerne est un silo tour conventionnel vertical construit en 1974 fait de béton d'une hauteur de 18 m et d'un diamètre de 5.5 m. Le silo est équipé d'un videur à silo muni d'une vis sans fin qui achemine la luzerne à l'extérieur du silo lorsque vient le moment de nourrir les bêtes. La machine, de marque Valmetal, est aussi utilisée lors du remplissage pour la distribution uniforme de la luzerne dans le silo.

Les silos sont composés de douves de béton avec cerceaux d'acier surmontés d'une toiture en dôme. Les silos sont remplis par le haut à l'aide d'un souffleur à fourrage actionné par la prise de force d'un tracteur. Au moment du remplissage, le souffleur est relié à un conduit vertical fixé sur la paroi extérieure du silo pour acheminer le fourrage au sommet. Le fourrage est haché au moment de la récolte et est transporté jusqu'au silo où il est déversé dans le souffleur à partir de voitures à ensilage.

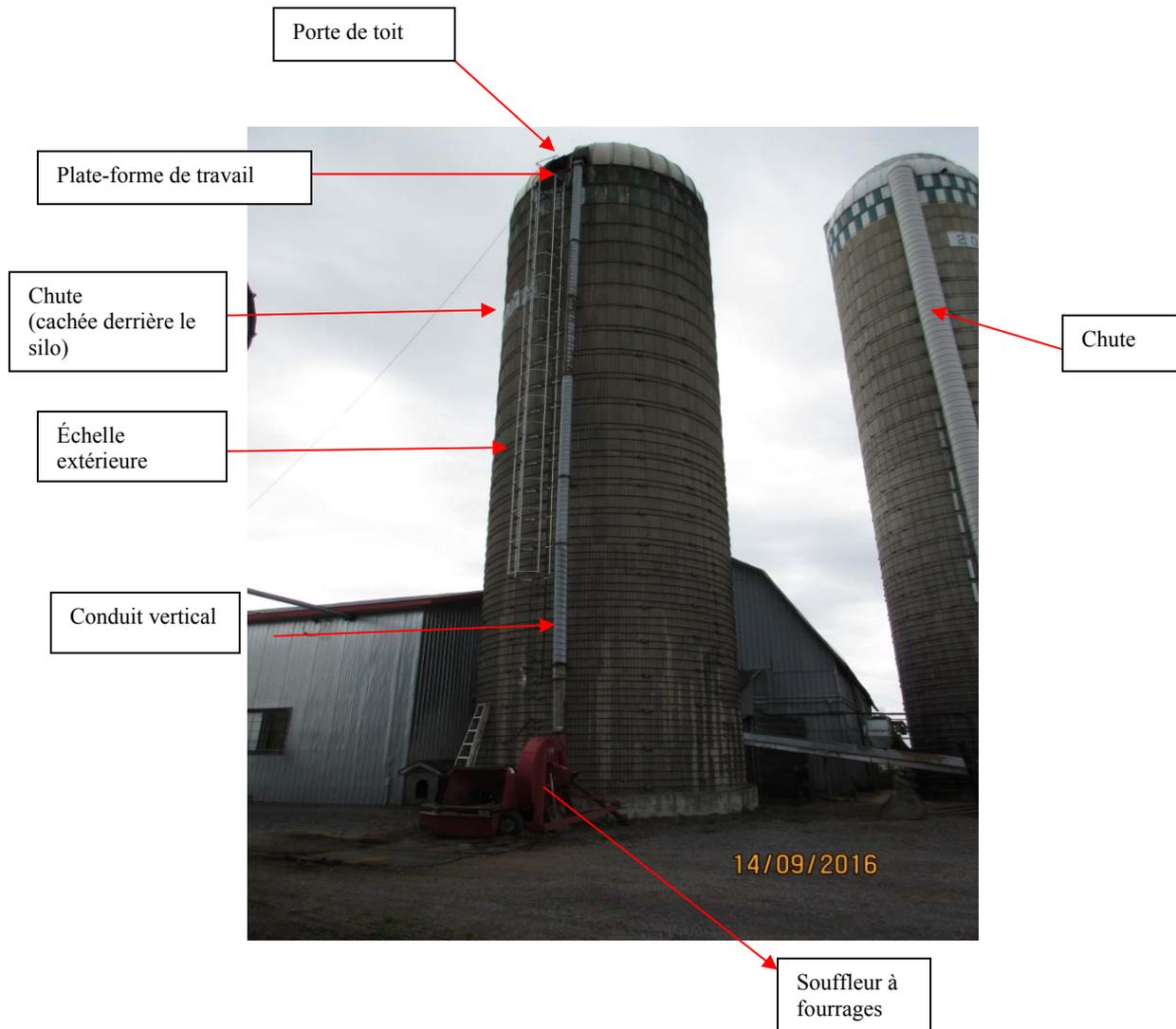


Photo 3 : vue extérieure du silo de 18 m de hauteur de la Ferme Belcourt enr. et de ses équipements (source : CNESST)

La capacité d'un silo de 18 m de hauteur par 5,5 m de diamètre, est de l'ordre de 220 à 290 tonnes de luzerne après tassement, selon qu'elle est placée dans le silo à 50% à 60% d'humidité (OMAFRA, 2012)¹.

¹ OMAFRA, 2012. *Capacité des silos tour*. Fiche technique. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Agdex 100/732.

3.2 Description du procédé d'ensilage

L'ensilage est produit à partir du fourrage (ex. luzerne ou maïs à ensilage) qui est récolté humide, haché, puis soumis à un processus de fermentation. La fermentation rend le fourrage plus digestible et nourrissant pour le bétail. Cette fermentation peut se faire dans divers types de fermenteurs. Par exemple, en silo tour, en silo couloir, en meule sous toile de plastique ou encore en enrobant de plastique des balles de foin (individuellement ou en « tube »).

En conditions optimales, le processus de fermentation évolue selon quatre phases (figure 1). Durant la première phase, la respiration cellulaire et les microorganismes consomment les sucres et l'oxygène dans la masse et produisent du gaz carbonique (CO₂), de l'eau et de la chaleur.

Cette phase est suivie d'une phase anaérobie, puis d'une phase d'acidification, principalement lactique, qui débute vers la 2^e journée suivant la mise en fermenteur. Durant la phase de stabilisation, le pH descend jusqu'à une valeur de 4 - 5 permettant d'inhiber la croissance bactérienne et les microorganismes indésirables. Le processus complet de fermentation-stabilisation prend en moyenne 21 jours mais peut aller jusqu'à 30 jours. Par la suite, l'ensilage demeure stable tant qu'il n'est pas remis en contact avec l'oxygène de l'air.

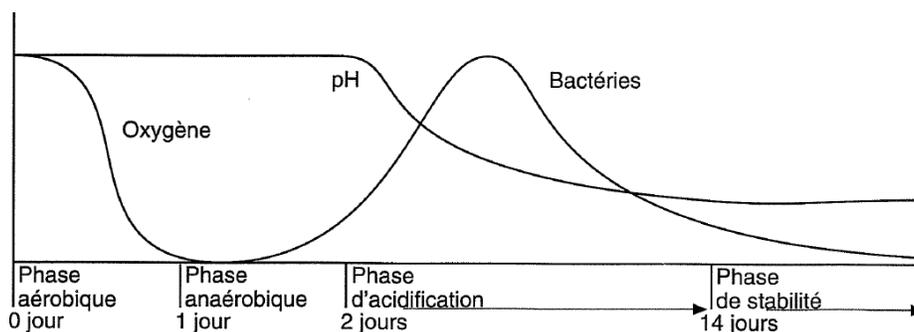


Figure 1. Phases de fermentation du fourrage en conditions optimales (Bachand, 1996)

3.2.1 Équipement utilisé pour les opérations d'ensilage

Le videur à silo situé à l'intérieur du silo est remonté au haut du silo, avant le remplissage. Lors de cette opération de remplissage, un distributeur de fourrage rotatif positionné sur le videur répartit uniformément la luzerne qui est introduite par le haut du silo à travers le conduit de remplissage. Une fois le remplissage terminé, le videur doit être disposé à la surface de l'ensilage en mode reprise puisqu'il sert également à vider le silo aux périodes d'alimentation des animaux.



Illustration 1a)

Illustration 1b)

Illustration 1. a) Videur en position de reprise de l'ensilage b) Videur et distributeur en position de remplissage (source : Valmetal, brochure du videur « Nordic 215 »)

Défecteur sur videur : <https://www.youtube.com/watch?v=KptTBidTxUI>

Nivellement à la main : <https://www.youtube.com/watch?v=M1h5d0H3rqo>

Au moment de la reprise de l'ensilage, le videur électrique dirige l'ensilage dans une chute, soit, un conduit en fibre de verre à l'intérieur duquel on retrouve des portes de déchargement localisées à tous les 0.9 m et ce, jusqu'au dôme. Chaque porte de ce conduit est équipée d'échelons qui forment une échelle fixe permettant d'accéder aux différents niveaux du silo ainsi qu'à l'intérieur de celui-ci. Une seconde échelle extérieure munie d'une crinoline donne accès à la plateforme de travail située tout au haut du silo et permet d'ouvrir une porte coulissante adjacente à l'arrivée du conduit de remplissage dans le dôme. Le conduit de remplissage longe cette échelle jusqu'au distributeur situé au niveau du dôme. La plateforme de travail mesure 0.6 m de large par 0.6 m de profond et est munie d'un garde-corps constitué d'une seule lisse, située à 0.9 m du plancher de la plateforme (voir photo 3 et 3a et annexe B).



Photo 3a) : vue en contre-plongée de l'échelle extérieure et de la plateforme
(source : CNESST)

3.3 Description du travail à effectuer

Selon l'employeur, à la ferme Belcourt, il y a normalement trois périodes d'ensilage de la luzerne durant l'été, dépendamment des conditions climatiques. La première période d'ensilage est au début du mois de juin, la seconde vers la fin juillet et la dernière autour de la mi-septembre.

Le 4 septembre 2016, vers 8 h, les activités d'ensilage de la luzerne du silo de 18 m se poursuivent. Monsieur [D], travailleur journalier, reprend sa tâche de la veille et conduit le tracteur du champ au silo afin de permettre à monsieur [B], ([...] de la ferme) de voir au bon déroulement des opérations de remplissage. Pendant ce temps, monsieur [...], est au champ à hacher et emmagasiner la luzerne dans les voitures de transport d'ensilage.

Étant donné que le compteur de tonnage n'offre qu'une approximation de la quantité de fourrage ensilé, une vérification visuelle s'avère utile pour s'assurer d'un remplissage optimal. Monsieur [D] décide de monter dans l'échelle pour accéder à la plateforme du silo. À ce moment, le remplissage se poursuit de telle façon qu'il y a de la luzerne et de l'air soufflés mécaniquement dans le silo.

De la plateforme, le travailleur monsieur [D] s'assure de la progression du remplissage par la porte de toit qui est demeurée entrouverte depuis la veille. Après avoir interrompu le remplissage, il pénètre ensuite dans le silo par cette ouverture afin de niveler la luzerne puis redescend.

3.4 Conditions météorologiques

Dans son rapport n° 8, La Financière Agricole du Québec (FAQ, 2016), mentionne que du 22 août au 4 septembre 2016, les températures ont été généralement chaudes et supérieures à la normale en Montérégie. De plus, les précipitations ont été inférieures à la normale.

Le jour de l'événement et les jours précédents, les conditions climatiques étaient favorables pour la récolte de la luzerne et la mise en silo ; il faisait soleil avec une température moyenne de 15 à 17 °C et un taux d'humidité relative de 64%. Aucune précipitation n'est tombée sur la région dans la semaine précédant l'accident. Le dimanche 4 septembre, la température à 8 h était de 16 °C et de 22 °C à 10 heures (voir annexe E).

SECTION 4

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Vendredi, 2 septembre 2016

Le vendredi 2 septembre 2016, [...], monsieur [A], aidé de [...] monsieur [B] et de monsieur [D], le travailleur, commencent la récolte de la luzerne. Il s'agit de la troisième et dernière coupe de la saison. La luzerne est d'abord fauchée et laissée au champ pour faner jusqu'au lendemain matin.

Samedi, 3 septembre 2016

Le samedi matin vers 7 h 30, les trois hommes préparent le videur du silo afin de le convertir en mode remplissage pour débiter les opérations d'ensilage de luzerne, puis ils montent le videur en haut de la structure du silo à l'aide du treuil (position pour le remplissage). Le souffleur à fourrage est ensuite connecté au conduit de remplissage et attelé au tracteur. Cette opération prend environ une heure à réaliser.

Après son déjeuner, vers 10 h, monsieur [A] rejoint monsieur [B] ainsi que le travailleur et la récolte débute. Cette opération consiste à ramasser, hacher la luzerne et à remplir des voitures à ensilage. Le remplissage du silo débute quant à lui, lorsque les premières voitures d'ensilage arrivent du champ. Ces opérations se poursuivent jusqu'à 17 h environ. Le travailleur doit transporter la luzerne jusqu'au silo dans des voitures à ensilage tirées par tracteur.

Vers la fin de la journée, le moniteur de tonnage du silo indique qu'environ 180 tonnes de luzerne sont ensilées. Puisque le moniteur n'est pas précis, monsieur [A] envoie le travailleur chercher le voisin qui habituellement monte dans le silo jusqu'à la plateforme afin de vérifier le niveau d'ensilage. Comme ce dernier est absent, le travailleur se propose pour monter jusqu'à la porte de la plateforme près du dôme pour effectuer la vérification. Arrivé sur la plateforme, il entrouvre la porte de la chute et constate de l'extérieur qu'il reste de la place pour l'ensilage, puis il redescend. Plus tard, l'employeur monsieur [A] remplit à nouveau 3 voitures à ensilage qu'il laissera reposer au champ toute la nuit afin de gagner du temps sur les activités d'ensilage prévues pour le lendemain.

Dimanche, 4 septembre 2016

Le matin du 4 septembre 2016, vers 8 h, le travailleur revient à la ferme pour poursuivre l'ensilage. Les trois voitures à ensilage de luzerne laissées au champ la veille sont alors vidées dans le silo.

Il est environ 10 h, au moment du quatrième voyage de la journée, le travailleur se propose à nouveau pour monter et vérifier le niveau d'ensilage. Rendu sur la plateforme du silo, il ouvre complètement la porte coulissante du toit qui avait été laissée entrouverte la veille, et s'aperçoit que la luzerne a besoin d'être nivelée. Il demande alors à l'employeur monsieur [A] d'attacher une fourche à une corde. Le travailleur hisse la fourche et commence à niveler la luzerne à partir de la plateforme située à l'extérieur du silo.

Environ 5 minutes plus tard, il entre à l'intérieur de la structure pour terminer le travail et en descend au bout de 30 minutes, une fois le nivelage complété.

Environ une heure après son entrée dans le silo, le travailleur informe son employeur qu'il ne se sent pas bien.

Il est environ 11 h 45 lorsqu'il se retire pour dîner. Vers 12 h 30, il annonce à monsieur [A] qu'il ne se sent pas mieux et qu'il quitte pour le reste de la journée.

Vers 15 h, l'employeur reçoit un appel du [...] du travailleur qui l'informe que [...] a quitté en ambulance pour l'hôpital du Suroît et veut savoir ce qui s'est passé sur la ferme pour en informer les médecins, si nécessaire.

Le travailleur est transféré quelques jours plus tard à l'hôpital Général de Montréal où il décède.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Gaz d'ensilage

Le processus de fermentation lors de la production d'ensilage génère des gaz dangereux en quantité variable. Dans un silo tour conventionnel ouvert à l'atmosphère, les gaz notamment présents sont le dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO₂) et les oxydes d'azote (NO₂). Ces gaz sont produits dès le début du processus de fermentation.

Dans le cadre d'un projet de recherche portant sur la prévention des intoxications dans les silos tour conventionnels (2011), les chercheurs de l'IRSST ont mesuré des concentrations des gaz dans l'espace libre au-dessus de l'ensilage allant jusqu'à 2,7 % de CO₂, 29 ppm de NO₂ et près de 70 ppm de NO. Ces chercheurs citent également d'autres études où l'on rapporte des concentrations variables de 1 à 40% et plus de CO₂ et de 0,5 à 60 ppm et plus de NO₂. Quelques propriétés de ces gaz ainsi que les seuils d'exposition sont présentés au tableau 1 (Reptox, 2017; INRS, 2006).

Tableau 1. Propriétés et seuils d'exposition aux gaz d'ensilage

Gaz	Densité relative (air = 1)	Solubilité dans l'eau (g/l à 20 °C)	Seuil olfactif (ppm)	DIVS (ppm)	VEMP (8 heures) (ppm)	VECD (15 minutes) (ppm)	LIE / LSE (%)
CO ₂	1,53	1,64	s.o.	40 000	5 000	30 000	inflammable
NO ₂	1,59	réagi en formant des acides	0,1 à 5	20	3	-	inflammable
NO	1,04	47	0,3	100	25	-	inflammable

DIVS : Danger immédiat pour la vie

VEMP : Valeur d'exposition moyenne pondérée pour une période de 8 heures par jour

VECD : Valeur d'exposition de courte durée pondérée sur 15 minutes

LIE : Limite inférieure d'explosivité / LSE : Limite supérieure d'explosivité

Gaz carbonique

Le processus de fermentation de la luzerne entreposée dans un silo produit du dioxyde de carbone (CO₂) en quantité importante, notamment durant la première phase (section 3.2).

Le CO₂ est un gaz incolore et inodore. Il est plus lourd que l'air et il peut s'accumuler dans un silo. En grande quantité, il réduit la proportion d'O₂ dans l'air. Lorsque la concentration en CO₂ atteint plus de 7%, la teneur en Oxygène (O₂) descend en dessous de 19,5% faisant augmenter le risque d'asphyxie.

Le système respiratoire et circulatoire humain est sensible à la concentration de CO₂ dans l'air. Une augmentation importante de la concentration en CO₂ dans l'air accélère le débit respiratoire.

Il est à noter que l'effort physique comme la montée dans une échelle de 18 m crée aussi une augmentation du débit respiratoire.

Oxydes d'azote

Les plantes, comme la luzerne, prélèvent l'azote dont elles ont besoin pour leur croissance principalement à partir des nitrates dans le sol. Les nitrates prélevés par les plantes sont convertis en acides aminés et en protéines. En condition de croissance normale, peu de nitrate est accumulé dans la plante. Toutefois, certaines conditions défavorables à la croissance, telle une sécheresse, peuvent favoriser la présence d'une quantité plus importante de ce minéral dans les plantes récoltées. Une application trop importante de fertilisants (engrais, minéraux, etc.) pour les besoins des plantes peut aussi faire augmenter leur taux de nitrate.

Après la coupe de la plante, les nitrates sont convertis en monoxyde d'azote (NO). Une heure après la coupe, à une température comprise entre 18 et 25 °C, le monoxyde d'azote (NO) se combine avec l'oxygène de l'air pour former du dioxyde d'azote (NO₂). Le processus de fermentation est alors commencé. Tel que montré par l'étude de l'IRSST (2011), ces deux gaz peuvent être présents simultanément dans un silo.

Lorsque la température est inférieure à 20 °C, le dioxyde d'azote (NO₂) est un liquide jaune-brun. À 21 °C, il devient un gaz odorant, de couleur rouge-brun et très volatil². Ce dernier est irritant pour les yeux et corrosif pour les voies respiratoires. Lorsqu'inhalé, le dioxyde d'azote (NO₂), réagit avec la surface interne humide du poumon et produit de l'acide nitrique, un acide fort qui brûle les tissus pulmonaires. L'inflammation des poumons est progressive. Les premiers symptômes peuvent se manifester de quatre à douze heures suivant l'exposition².

Le 4 septembre vers 10 heures, selon Environnement Canada, la température de l'air à l'extérieur du silo est de 22 °C (annexe E). Considérant qu'au moment des événements, le processus de fermentation est à sa première phase et qu'à cette phase la température à l'intérieur du silo est, assurément, supérieure à 22 °C en raison de l'échauffement de la masse d'ensilage, il est donc, raisonnable de conclure que le NO₂ est présent sous sa forme gazeuse.

Étant plus lourd que l'air, le NO₂ s'accumule à la surface de l'ensilage. La concentration maximale est atteinte dans les 12 à 60 heures² suivant la mise en silo. Par la suite, la concentration de ce gaz diminue progressivement, mais représente un danger jusqu'à quatre à six semaines après le début de l'ensilage.

4.2.2 Ventilation à l'aide du souffleur à fourrage

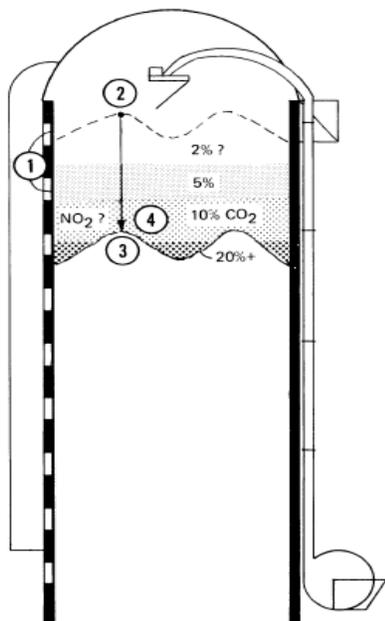
De façon générale, la méthode pour évacuer les gaz d'un silo tour conventionnel est l'utilisation du souffleur à fourrage et du conduit de remplissage pour introduire de l'air dans le silo. Le souffleur à fourrage offre un débit de l'ordre de 800 à 1 000 litres/seconde (CSP, 1988)², lorsque le souffleur fonctionne sans y introduire de fourrage. Ce mode de ventilation est plus efficace lorsque le silo est assez plein, que toutes les portes de la chute sont fermées et que la porte du toit est ouverte (CSP, 1988). Toutefois, lorsque l'espace entre la surface de l'ensilage et du conduit de remplissage est importante, le conduit doit alors être allongé de manière à réduire cet espace afin que l'air soufflée arrive à une hauteur de moins de 6 m de la surface de l'ensilage (CSP, 1988 ; CSST, 2006). Selon les règles de l'art, avant d'entrer dans un silo récemment rempli, le souffleur à fourrage doit fonctionner plusieurs minutes dépendamment du diamètre du silo et de l'espace entre le conduit de remplissage et la surface d'ensilage. De plus, il doit être laissé en fonction lorsqu'il sert de moyen de ventilation.

Les cinq à huit premiers jours suivant le remplissage du silo correspondent à la période durant laquelle la production de gaz est la plus importante. Cette période est dangereuse et CSP (1988) précise que durant celle-ci, même le souffleur à fourrage ne réussit pas à

² La prévention dans les silos (source CNESST/DOC 300-419)

diluer suffisamment les gaz pour garantir des conditions sécuritaires pour les travailleurs dans le silo.

La production importante de gaz, dans un court laps de temps, peut s'expliquer en partie par le phénomène de tassement de l'ensilage lors des premières journées suivant la mise en silo tel qu'illustré dans la figure 2 (CSP, 1988). Selon OMAFRA (2012)³, un tassement de l'ordre de 10 à 15% se produit durant les deux premières semaines. Pour un silo de 5,5 à 6 m de diamètre, le tassement initial peut être suffisant pour permettre d'ajouter le contenu de quatre à cinq voitures à ensilage d'une capacité d'environ sept tonnes dès le lendemain suivant le remplissage. Il s'agit d'ailleurs d'une pratique assez répandue qui nécessite l'entrée dans le silo pour s'assurer de la progression de l'ensilage (nivellement, ajustement du conduit remplissage) durant la période la plus à risque pour l'exposition des travailleurs aux gaz de fermentation.



- 1 Chute du silo, portes fermées pendant-le remplissage
- 2 Niveau de l'ensilage immédiatement après le remplissage
- 3 Ensilage après tassement
- 4 Gaz d'ensilage denses, chassés de l'ensilage, demeurant dans l'espace libre

Figure 2 : Phénomène de tassement et d'accumulation de gaz dans un silo tour conventionnel.
(source : CSP, 1988)

La ventilation mécanique utilisée par l'employeur pour la dilution des gaz est un souffleur à fourrage de marque Case IH modèle 600, couplé à la prise de force (vitesse de 540 rpm)

³ OMAFRA, 2012. *Capacité des silos tour*. Fiche technique. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Agdex 100/732.

d'un tracteur de 115 HP de marque New Holland modèle T6030. Le souffleur est connecté au conduit de remplissage du silo qui se rend jusqu'au toit. Il est à noter que le système n'est pas entièrement dédié à la ventilation de la structure puisqu'il sert aussi à acheminer la luzerne dans le silo.

L'ensilage ayant débuté le 3 septembre, il y avait déjà production de gaz d'ensilage depuis près de 24 heures à l'intérieur du silo au moment de l'accident. De plus, de la luzerne avait également été entreposée de façon temporaire la veille de l'accident dans trois voitures à ensilage laissées au champ. Le processus de fermentation dans ces voitures était donc amorcé depuis environ 12 heures au matin du 4 septembre.

La nuit du 3 au 4 septembre 2016, aucune ventilation mécanique ne fonctionnait dans le silo alors que la fermentation se poursuivait et que des gaz de fermentation s'y accumulaient. Selon l'employeur, le souffleur à fourrage était en fonction l'avant-midi du 4 septembre 2016 pendant au moins 45 minutes avant le début de l'ensilage mais a été arrêtée avant l'entrée du travailleur dans le silo.

4.2.3 Règlementation et procédure d'entrée en espace clos

La présence de gaz toxiques est responsable d'accidents et de décès qui surviennent chaque année dans les espaces clos. Les travailleurs du secteur agricole au Québec peuvent y être exposés lorsqu'ils entrent à l'intérieur d'un espace clos comme un silo, par exemple.

Un silo tour conventionnel est un espace clos au sens du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) et les exigences prévues par les articles 297 à 312 doivent être respectées. L'Union des producteurs agricoles (UPA) a développé une procédure générale qui permet de respecter les exigences réglementaires, notamment avant l'entrée en espace clos et une fois à l'intérieur de celui-ci. Cette procédure est basée entre autres sur la ventilation et la détection des gaz. Les agriculteurs peuvent l'adapter pour répondre aux risques qu'ils ont identifiés sur leur ferme⁴.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le travailleur subit une intoxication sévère au dioxyde d'azote (NO₂) suite à une exposition aux gaz dégagés par la luzerne en fermentation.

Le matin du 4 septembre 2016, le remplissage du silo avec de la luzerne, débuté la veille, se poursuit. À ce moment précis, le processus de fermentation de la luzerne dégagant des

⁴ Faites la lumière sur les espaces clos, (CSST, UPA, Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, 2000)

gaz (CO₂ & NO₂) est déjà amorcé. Par ailleurs, la ventilation avait été arrêtée dans le silo la veille.

Suite à l'ensilage du contenu des trois voitures ayant une capacité d'environ sept tonnes chacune laissées aux champs la veille et dans lesquelles le processus de fermentation du fourrage est débuté, le travailleur se propose pour monter dans l'échelle jusqu'à la plateforme du silo près de la porte de la chute afin de vérifier le niveau d'ensilage.

Le travailleur passe environ cinq minutes sur la plateforme à observer le remplissage de l'extérieur, positionné à proximité du conduit où s'écoule l'air et la luzerne. Il décide d'entrer à l'intérieur du silo sans équipement de protection individuelle afin de niveler la luzerne. À ce moment, la luzerne ne s'écoule plus dans le silo. Il y demeure pour une période d'environ 30 minutes. La tâche terminée, il redescend et s'affaire à d'autres tâches manuelles. Environ une heure après être entré dans le silo, le travailleur se plaint de maux de tête et d'étourdissements.

Après le dîner, il décide de quitter pour le reste de la journée. Au cours de l'après-midi, son état se détériore et il est transporté d'urgence à l'hôpital.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La méconnaissance des dangers présents dans les silos, l'absence de méthodes de travail sécuritaires et de formation, expose le travailleur aux gaz de fermentation.

La loi sur la santé et sécurité du travail (LSST) oblige les employeurs à informer adéquatement les travailleurs sur les risques reliés à leur travail et leur assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que ceux-ci aient l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui leur est confié.

Le silo est un espace clos. Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)⁵ stipule qu'avant que ne soit entrepris un travail dans un espace clos, les renseignements concernant les dangers spécifiques à l'espace clos doivent être vérifiés, documentés et être disponibles par écrit sur les lieux mêmes du travail.

Le travailleur en était à sa deuxième année comme employé lors de la récolte de l'été 2016 et de l'ensilage de la luzerne sur la ferme familiale. Aucune information ne lui a été transmise par son employeur sur les dangers, aucune méthode de travail sécuritaire n'a été élaborée pour les opérations d'ensilage et aucune formation n'a été offerte.

Cette cause est retenue.

⁵ Article 300 section XXVI du règlement sur la santé et la sécurité du travail.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- Le travailleur subit une intoxication sévère au dioxyde d'azote (NO₂) suite à une exposition aux gaz dégagés par la luzerne en fermentation.
- La méconnaissance des dangers présents dans les silos, l'absence de méthodes de travail sécuritaires et de formation, expose le travailleur aux gaz de fermentation.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le 12 octobre 2016, le rapport d'intervention RAP9115019 remis sur les lieux aux administrateurs de la ferme fait état d'une décision interdisant l'entrée dans les silos de la ferme pour les travailleurs, les administrateurs et les sous-traitants. Une méthode de travail sécuritaire écrite visant à contrôler l'exposition des travailleurs au gaz d'ensilage est exigée. Cette méthode doit prévoir un ou des moyens de prévention permettant de détecter les gaz d'ensilage dans des concentrations excédant les normes établies.

5.3 Recommandations

La CNESST informera l'Union des producteurs agricoles, et l'Association canadienne de sécurité agricole des conclusions de l'enquête.

De plus, dans le cadre de son partenariat avec la CNESST visant l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans la formation professionnelle et technique, le ministère de l'Éducation et de l'enseignement supérieur diffusera, à titre informatif et à des fins pédagogiques, le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent les programmes d'études en agriculture.

ANNEXE A

Accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom : [D]

Sexe : Masculin

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : journalier

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : n/a

ANNEXE B

Croquis

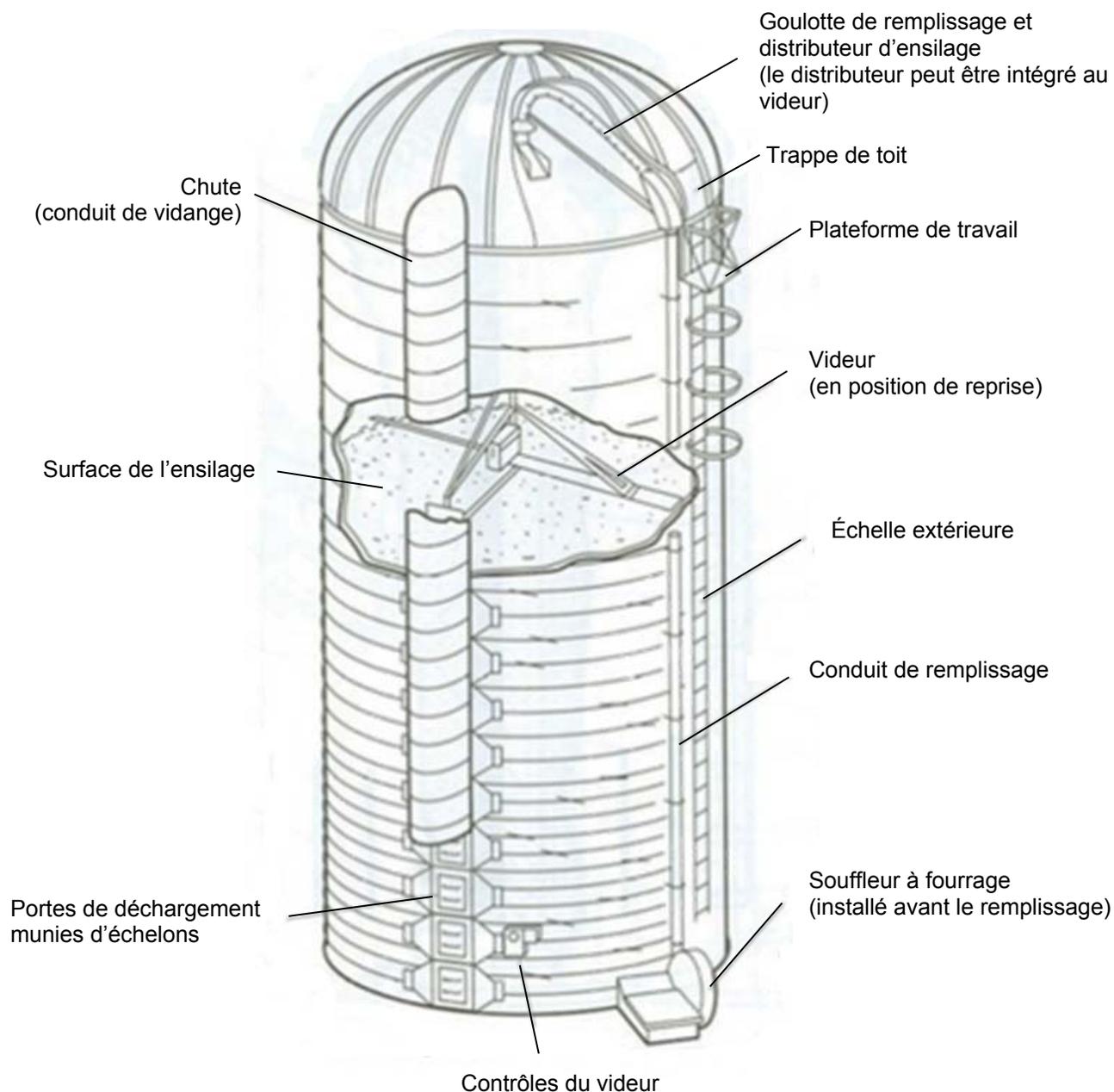


Schéma type d'un silo tour conventionnel pour l'ensilage (Swemer, 1992)

ANNEXE C

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Monsieur [A], [...], Ferme Belcourt enr.

Monsieur [B], [...], Ferme Belcourt enr.

Madame [C], [...], Ferme Belcourt enr.

Monsieur [E], [...]

Monsieur [F], [...] de la Ferme Belcourt enr.

Madame [G], [...]

Monsieur Jean François Paradis, sergent, Sûreté du Québec

ANNEXE D

Données météorologiques

Données météorologiques diurnes pour les 2, 3 et 4 septembre 2016 (Environnement Canada, 2017)

2 septembre 2016

HEURE	Temp. °C 	Point de rosée °C 	Hum. rel. % 	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h 
08:00	17,8	11,1	65	3	11
09:00	18,5	11,3	63	1	5
10:00	19,1	10,9	59	36	4
11:00	19,8	11,7	59	27	7
12:00	20,0	12,3	61	31	8
13:00	20,4	12,3	60	25	8
14:00	20,6	13,0	62	31	10
15:00	20,4	12,0	59	27	9
16:00	21,0	11,9	56	30	10
17:00	20,3	10,5	53	31	8
18:00	18,8	12,3	66	29	5
19:00	13,6	11,6	88	23	1
20:00	11,6	10,6	93	25	2

3 septembre 2016

HEURE	<u>Temp.</u> °C 	<u>Point de rosée</u> °C 	<u>Hum. rel.</u> % 	<u>Dir. du vent</u> 10's deg	<u>Vit. du vent</u> km/h 
08:00	13,6	12,3	92	24	4
09:00	16,7	13,0	79	30	3
10:00	18,5	13,8	74	26	4
11:00	20,6	12,5	60	17	6
12:00	21,9	13,5	59	24	4
13:00	22,5	12,5	53	30	6
14:00	23,0	10,8	46	2	6
15:00	23,1	12,1	50	35	4
16:00	22,9	11,4	48	1	5
17:00	22,2	12,5	54	5	5
18:00	19,9	15,2	75	4	2
19:00	14,7	13,2	91		0
20:00	12,3	11,6	96		0

4 septembre 2016

HEURE	<u>Temp.</u> °C 	<u>Point de rosée</u> °C 	<u>Hum. rel.</u> % 	<u>Dir. du vent</u> 10's deg	<u>Vit. du vent</u> km/h 
08:00	16,3	14,5	89	26	2
09:00	19,5	14,5	73	8	4
10:00	22,0	15,3	66	10	6
11:00	23,6	14,3	56	3	5
12:00	24,9	13,0	48	26	4
13:00	25,2	16,5	58	34	8
14:00	25,6	15,5	54	32	6
15:00	25,4	15,7	55	34	6
16:00	24,8	14,2	52	32	5
17:00	25,5	14,3	50	26	1
18:00	21,1	17,1	78		0
19:00	16,2	14,6	91		0
20:00	14,0	13,3	96		0

ANNEXE E

Références bibliographiques

Lois et règlements :

Québec, *Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST)*, chapitre S-2.1, Les publications du Québec, à jour au 1^{er} novembre 2016.

Québec, Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST), chapitre S-2.1, r. 13, Les publications du Québec, à jour au 1^{er} mars 2017.

Guide :

CSST, 2006. *La prévention dans les silos.* Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, en collaboration avec l'Union des producteurs agricoles et le ministère de la Santé et des Services sociaux. DC 300-419. ISBN 2-550-46052-9.

Norme :

Association canadienne de normalisation, CAN/CSA Z1006-16, Gestion du travail dans les espaces clos, décembre 2016.

Autres :

Bachand, C., 1996. *L'ensilage.* Nutrition et Alimentation. Guide Bovins Laitiers. Conseil des Production Animales du Québec inc. Feuillet AQ067, AGDEX 410.61.

CSP, 1988. *Gaz d'ensilage.* Plan M-7410. Canada, Services de Plans.

Environnement Canada, 2017. *Rapport de données quotidiennes pour septembre 2016.* Station météorologique de St-Anicet, près de Salaberry-de-Valleyfield.

FAQ, 2017. *L'état des cultures au Québec. Rapport n° 8 – Bilan au 6 septembre 2016.* La Financière Agricole du Québec. Parution 9 septembre 2016.

INRS, 2006. *Oxydes d'azote.* Base de données - Fiches toxicologiques. Fiche toxicologique n°133. Institut national de recherche et de sécurité. France. www.inrs.fr/fichetox

IRSST, 2011. *La prévention des intoxications dans les silos à fourrage.* Études et recherches, rapport R-672 (version révisée). Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail.

Lanthier-Labonté, S. et É. Cambron-Goulet, 2015. *Intoxication aux oxydes d'azote.* Les auteures sont médecins à la DSP Montérégie
http://www.santeautravail.qc.ca/documents/13347/375318/2826907_doc-MHS0k.pdf

McManus, Neil, 1999. *Safety and Health in Confined Spaces.* Lewis Publishers. ISBN 1-566670-326-3.

OMAFRA, 2012. *Capacité des silos tour.* Fiche technique. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Agdex 100/732.

Reptox, 2017. Consultation des fiches des substances (CO₂, NO, NO₂). Répertoire toxicologique de la CNESST. <http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>.

Sabourin, H. M., 1982. *Production, détection et évacuation des gaz toxiques (CO₂ et NO_x) dans les silos verticaux*. Roche Groupe Conseil. Rapport final présenté à Agriculture Canada. Dossier no. 35SZ.01843.0ME09. 119 pages.