



INTERVENTION EN SILO

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

SILO

SOMMAIRE

Cadre Général Page 2

- Domaine d'application - Contexte

CTA-CODIS Page 3

- Questionnement initial
- Engagement
- Questionnement complémentaire
- Information

COS Page 4

- Stratégie générale
- Description des risques
- Analyse de la situation
- Conduite à tenir

Références Page 8

Annexe 1 : Principes de Fonctionnement d'un silo

Annexe 2 : Les différents types de silo

Annexe 3 : Feu de cellule

Annexe 4 : Feu de chambre à poussière

Annexe 5 : Feu de séchoir

Annexe 6 : Intervention pour victime tombée dans une cellule

Annexe 7 : Schéma des difficultés pouvant se rencontrer au cours de la vidange d'un silo (effet entonnoir, effet cheminée, effet pont, effet voûte)

CADRE GENERAL

DOMAINE D'APPLICATION - CONTEXTE

Cette fiche opérationnelle départementale constitue un document d'aide à la décision des personnels du CTA-CODIS ainsi que des différents personnels sapeurs-pompiers engagés sur une intervention au sein d'un silo.

Les opérations dans de tels établissements sont généralement complexes et peuvent présenter des problématiques variées. C'est pourquoi il est impossible de décrire une conduite à tenir précise valable dans tous les cas de figure. Aussi les différents commandants des opérations de secours et conseillers techniques devront effectuer une analyse spécifique au cas par cas.

Le grain est une matière vivante qui respire et réagit en fonction de l'eau qu'il contient et de sa température. Tout l'art du chef de silo est de gérer la chaleur que dégage le grain en ventilant les cellules et/ou en effectuant des mouvements de grain afin d'éviter tout phénomène d'auto échauffement ou de fermentation.

Les interventions pour feu de silo sont généralement de longue durée et peuvent s'étaler sur plusieurs jours. Statistiquement, une explosion grave et 2 incendies graves ont lieu chaque année en France au sein de silo. Pour mémoire, le bilan de l'explosion du silo de Blaye en 1997 s'élève à 11 morts (voir photo ci-dessous).





INTERVENTION EN SILO

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

SILO

CTA-CODIS

QUESTIONNEMENT INITIAL :

- Définir la nature de l'intervention (secours à personne, incendie ou explosion),
- Définir la localisation du sinistre,
- Définir si l'évacuation du site est en cours.

ENGAGEMENT

- « Feu de Silo en industrie » : 1 module incendie + CT CMIC + VRCHI + CDEM
- « Feu de Silo en bâtiment agricole » : 1 module incendie + CT CMIC + VRCHI + CDEM
- « Explosion de silo » : 1 module incendie + CT CMIC + VRCHI + CDEM + unité SD + unité Cynotechnique + 1 module SAP + 1 module commandement
- « Sauvetage de personne en milieu sous-terrain, excavation » : 1 VSAV + 1 FPT + 1 VLCG + Unité GRIMP + Unité SD + module commandement

QUESTIONNEMENT COMPLEMENTAIRE

Afin de disposer de la vision la plus précise possible de la situation, l'officier CODIS effectue le questionnement complémentaire suivant :

- Définir le type de silos (voir annexe 2),
- Définir s'il y a présence d'engrais ou de produits phytosanitaires sur le site,
- Définir la nature du grain stocké et exposé au sinistre.

INFORMATION

- Chef de colonne,
- Infirmier SSSM d'astreinte départementale,
- Officier supérieur CODIS,
- Colonel de Permanence,
- Chef de site,
- Mairie,
- DREAL (ex DRIRE).



INTERVENTION EN SILO

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

SILO

COS

STRATEGIE GENERALE

En ce qui concerne la partie secours à personne, voir l'annexe 6.

En ce qui concerne une intervention pour feu, les éléments suivants viennent en précision de la marche générale des opérations.

Ce qu'il ne faut pas faire

- Utiliser de l'eau pour l'extinction dans les cellules. En effet, dans une telle situation, l'eau est dangereuse puisqu'elle favorise le soulèvement des poussières, favorise la fermentation du grain, augmente les contraintes physiques sur la structure du silo et rend plus difficile la vidange du grain. En outre, l'eau n'atteint généralement pas un foyer couvant dans une cellule.
- Marcher sur le tas de grain lors d'une action de soutirage ou de remplissage.

Ce qu'il faut faire en action réflexe:

- Stationner les véhicules à 100 mètres du sinistre ou à couvert,
- Réaliser un périmètre de sécurité de 50 à 100 mètres,
- Avoir un contact régulier avec l'exploitant (DOI),
- Stopper les flux de grains, de ventilation et de poussières,
- Procéder à une reconnaissance approfondie sous ARI,
- Contrôler la température du grain (sondes thermiques à demeure, camera thermique ou pyromètre laser du VRCHI),
- Contrôler le niveau d'explosimétrie du ciel gazeux,
- Evaluer le risque d'explosion de poussières (voir page suivante). L'explosimètre n'apporte aucune indication relative aux risques d'explosion de poussières.

Ce qui peut être réalisé après réflexion et concertation COS-DOI-CT :

- Réaliser un périmètre de sécurité d'un diamètre conforme à l'étude de dangers,
- Réaliser un tapis de mousse sans lever de poussière (moyen ou haut foisonnement si possible),
- Entretenir le tapis de mousse dans le ciel gazeux,
- Assurer la sécurité des personnels intervenant en hauteur (GRIMP),
- Ingerer à l'azote pour un silo étanche,
- Mettre en œuvre un explosimètre au niveau de la zone de soutirage du grain, afin de vérifier l'absence de gaz s'échappant avec le grain,
- Vidanger totalement la cellule (par les moyens existants et/ou en réalisant des trouées) avec surveillance permanente et extinction simultanée du produit soutiré. Les trouées doivent permettre une vidange régulière et symétrique du grain afin d'éviter des contraintes mécaniques trop fortes sur la paroi du silo,
- S'il est nécessaire d'engager un personnel à l'intérieur d'une cellule, l'utilisation du LSPCC ou d'un dispositif GRIMP est impérative.

DESCRIPTION DES RISQUES

Les principaux risques pouvant être rencontrés sont les suivants (liste non exhaustive) :

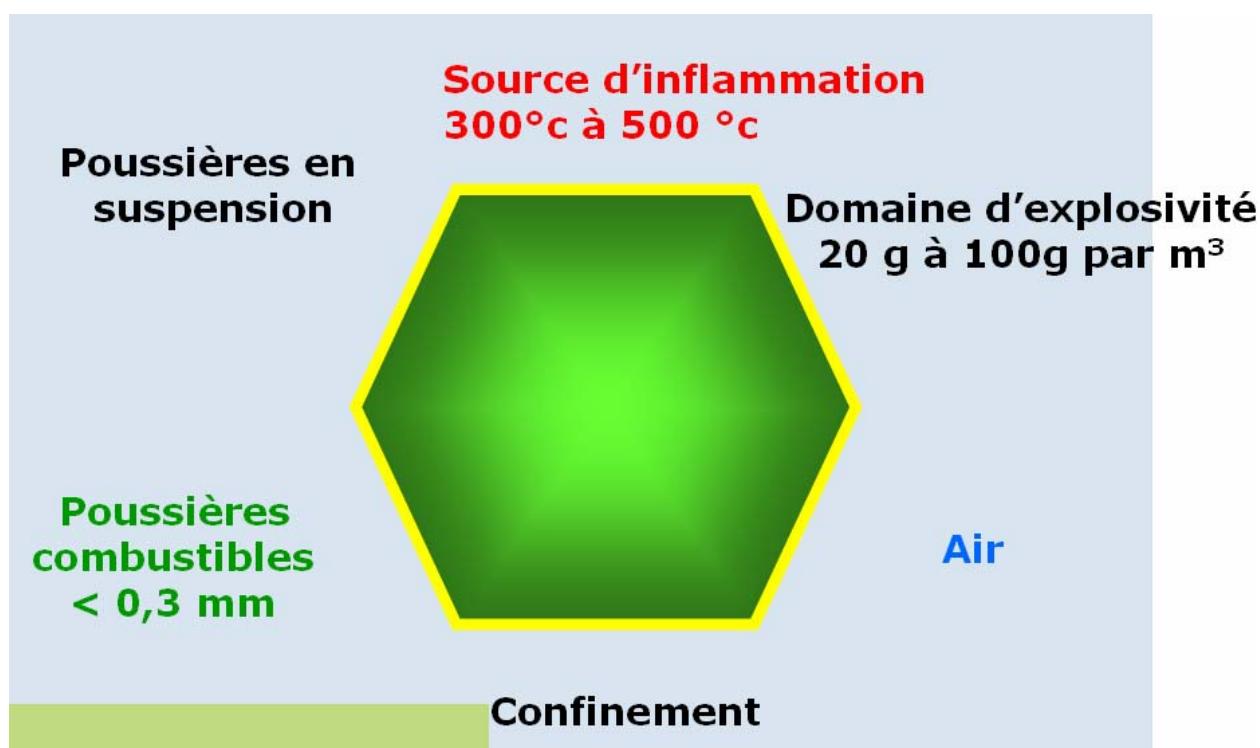
1) Risque d'explosion de poussière

Le risque d'explosion de poussières est avéré dans le cas suivant. Si le nuage est tel que, bras tendu, on ne peut pas distinguer l'extrémité de ses doigts, le risque d'explosion de poussière est avéré.

L'inflammation par une source de chaleur d'un nuage de poussières en suspension entraîne une boule de feu associée à une surpression. Une primo déflagration peut lever un nuage de poussières susceptible d'entraîner une explosion.

L'explosimètre n'apporte aucune indication sur le risque d'explosion de poussières.

Le schéma ci-dessous définit les 6 conditions nécessaires à la réalisation d'une explosion de poussière. Ces 6 éléments constituent ce qui est appelé « l'hexagone de l'explosion ».



Actions possibles face à un risque d'explosion de poussières :

- Réalisation et entretien d'un tapis de mousse d'au moins un mètre d'épaisseur à titre préventif,
- Humidification de l'atmosphère à titre curatif afin de « coller » les poussières (impulsion à partir d'une LDV 40).

Page 5 / 8	Groupement Opérations Comité de validation N°2 Date de la mise à jour : 08/07/2010 Date de la dernière mise à jour : -	Visa : Validation Informatique Lcl D. BUSSEUIL
7 annexes		

2) Risque d'explosion de gaz issus de la combustion ou de la fermentation

Evaluer ce risque, dans le ciel gazeux du silo, au moyen d'un explosimètre par un binôme doté d'ERPI antidéflagrant si nécessaire. Les actions correctives sont à valider par le COS après concertation avec ses conseillers techniques et le DOI.

3) Risque d'effondrement de la cellule

Le risque d'effondrement de la structure est notamment présent à cause de :

- L'échauffement dû au foyer,
- La réalisation de trouées,
- La surcharge due à l'eau et/ou la mousse introduite à l'intérieur de la cellule.

Le constructeur du silo est l'interlocuteur le plus qualifié pour évaluer ce risque.

4) Risque d'effondrement des cellules voisines par effet domino

Risque à considérer avant toute action « lourde » et à évaluer avec le DOI.

5) Risque de propagation du sinistre

La propagation peut s'effectuer notamment par l'intermédiaire du grain brûlé ou de fumées chaudes.

6) Risque lié à la vidange (voir annexe 7)

- effet entonnoir,
- effet cheminée,
- effet de pont,
- effet de voûte.

7) Risque d'enfouissement de personne

Ce risque est particulièrement présent lors de toute phase de mouvement du grain (vidange et remplissage). Ce risque est variable en fonction de la nature du grain. En particulier, une personne s'enfonce dans du lin de la même manière que dans l'eau.

ANALYSE DE LA SITUATION

- S'agit-il d'une cellule de stockage, d'un séchoir ou d'une chambre à poussières ?
- La structure du silo est-elle métallique ou en béton ? Une structure béton est plus étanche qu'une structure métallique dans le cas d'une opération d'inertage ; en revanche le risque d'une explosion violente est plus important pour un silo béton.
- La toiture est-elle béton ou légère ? Les effets d'une explosion sont dirigés par une structure légère et augmentés par une structure béton.
- Y a-t-il des événements ? Les événements réduisent le confinement et les effets liés à une éventuelle d'explosion.
- Le silo est-il vertical (plus de 10 mètres de haut) ou horizontal (moins de 10 mètres de haut) ? Le risque d'explosion est supérieur pour les silos verticaux.
- Quelle est la nature du produit ? Certains produits produisent plus de poussières, sont plus gras...
- Quelle est la capacité totale de la cellule concernée ?
- Quel est le taux de remplissage de la cellule concernée ?
- Le feu est-il couvant au cœur du stockage ou en surface ? La cinétique du feu n'est pas la même.
- Y a-t-il des exutoires de fumées ?
- Y a-t-il présence d'engrais et/ou de produits phytosanitaires sur le site qui pourraient être concernés par l'incendie ou une éventuelle explosion ?
- Quelles sont les indications des appareils de mesure de l'installation (sondes de température...) ?
- Quels sont les moyens de secours à demeure, notamment colonne sèche ?
- Quelles sont les actions engagées par l'exploitant ? L'exploitant peut avoir réalisé l'arrêt des flux, une opération d'inertage, une opération de vidange partielle...
- ...

CONDUITE A TENIR

- Dans le cas d'un feu de cellule, voir l'annexe 3,
- Dans le cas d'un feu de chambre à poussière, voir l'annexe 4,
- Dans le cas d'un feu de séchoir, voir l'annexe 5,
- Dans le cas d'une victime tombée dans une cellule, voir l'annexe 6.



INTERVENTION EN SILO

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

SILO

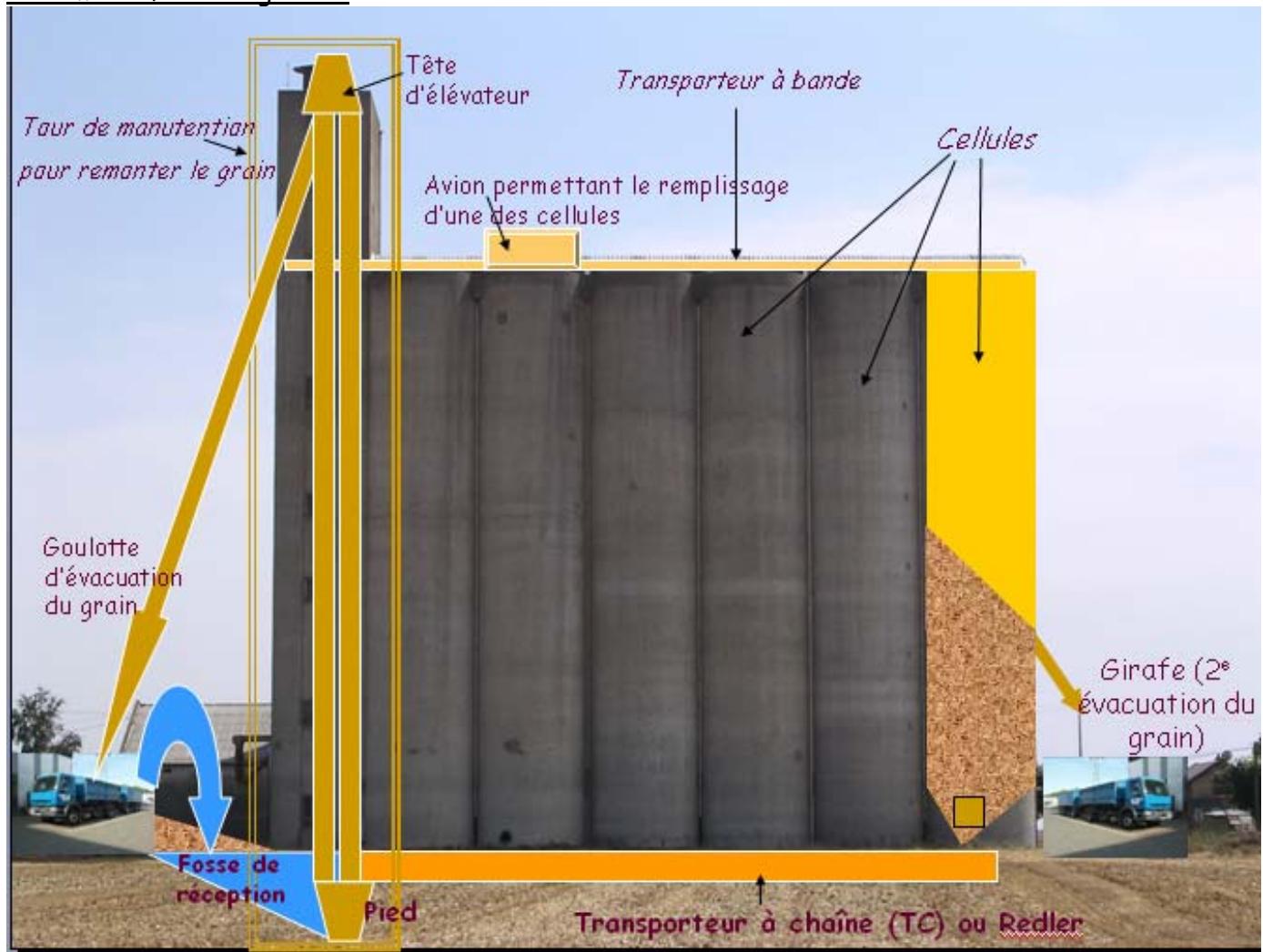
REFERENCES

- Guide de l'INERIS pour la conception et l'exploitation de silos de stockage de produits agro-alimentaires vis à vis des risques d'explosion et d'incendie (Mai 2000),
- Note technique de l'INERIS sur les risques liés aux silos en réponse aux questions de la DRIRE Picardie (Novembre 2003),
- Document d'aide à la décision pour les interventions dans les silos, Groupement Prévision du SDIS 60 (réalisé en collaboration avec Groupama),
- Retour d'expérience de niveau 3 E-2009-6 d'un feu de silo à Grigny, Groupement Opérations du SDIS 91,
- Cours du Cne Ladame, SDIS 28,
- Cours du Ltn Expert Poichotte, SDIS 51.

3 flux sont à prendre en compte dans le cadre de l'analyse des risques :

- Le flux des poussières,
- Le flux des grains,
- Le flux d'air.

Schéma du flux des grains :



Le grain, apporté par un camion depuis son lieu de récolte, subit les mouvements suivants :

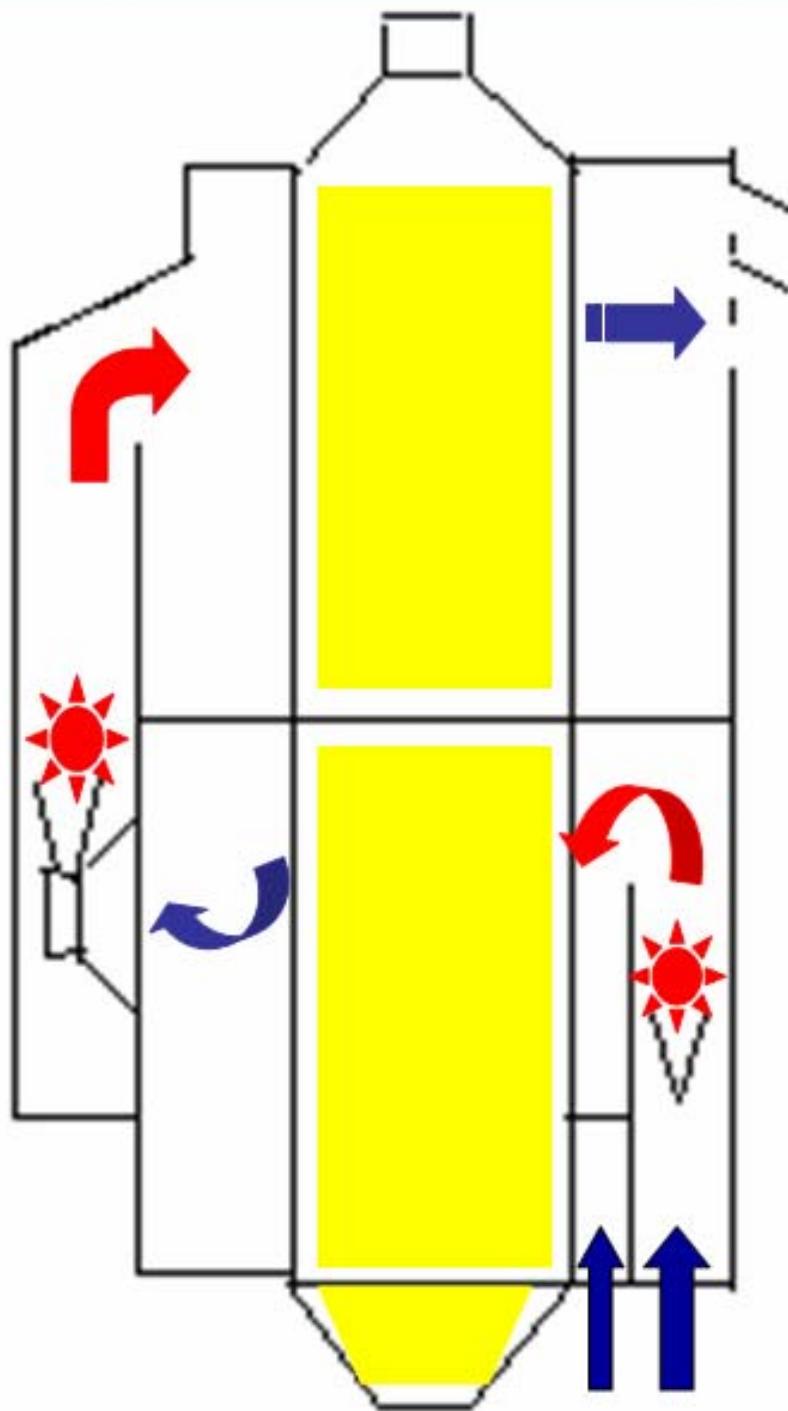
- déversement depuis le camion dans la fosse de réception,
- ascension dans la tour de manutention au moyen de godets,
- prise en compte du grain par « l'avion » au niveau de la tour de manutention. L'avion, qui est mobile, progresse le long du transporteur à bande pour déverser le grain dans la cellule choisie par le chef de silo,
- Le chef de silo peut, au moyen du redler (tapis roulant en partie basse) puis de la tour de manutention et de l'avion, déplacer le grain d'une cellule à l'autre,
- Le grain est évacué vers un camion ou une péniche soit au moyen d'une goulotte soit au moyen d'une girafe.

Schéma du flux des poussières :



Les poussières sont particulièrement présentes dans la tour de manutention et plus précisément au sein de l'élévateur. Ces poussières sont aspirées par un dispositif à demeure pour être collectées au sein d'une chambre à poussière.

Schéma du flux de l'air - Principe du séchoir :



Il existe généralement dans les silos des séchoirs qui ont pour but de sécher le grain (partie jaune du schéma). Pour cela, le chef de silo injecte de l'air neuf en partie basse (les 2 flèches bleues). Cet air est chauffé (flèche rouge) puis passe à travers le grain, sèche le grain en perdant sa chaleur. L'air usé (flèche bleue) est à nouveau réchauffé pour sécher le grain situé en partie haute du séchoir.



LES DIFFERENTS TYPES DE SILO

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

Annexe 2 - SILO

Il existe de nombreux types de silo avec des caractéristiques différentes ce qui induit des niveaux de risques différents.

Les différenciations suivantes sont à réaliser :

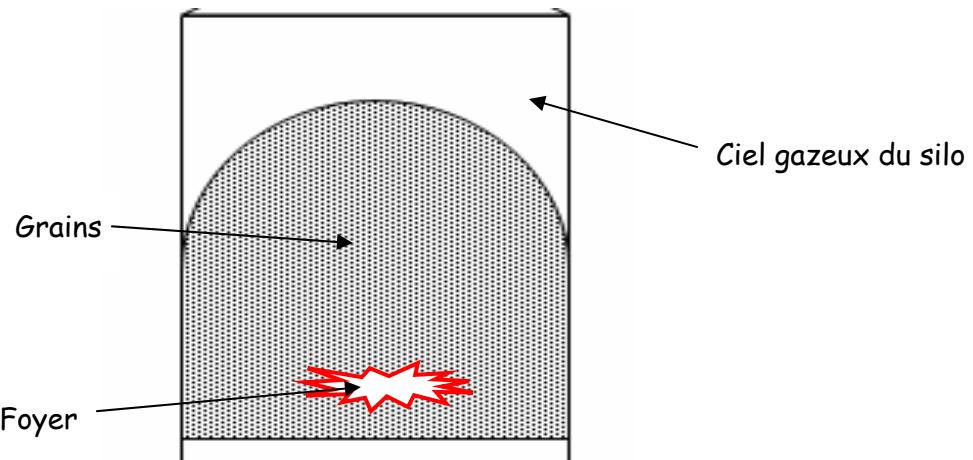
- S'agit-il d'un silo en structure béton ou métallique ?
- S'agit-il d'un silo plat (moins de 10 mètres de haut) ou d'un silo tour (plus de 10 mètres de haut) ?
- S'agit-il d'un silo avec ou sans évent ?
- S'agit-il d'une toiture béton ou d'une toiture légère ?
- S'agit-il d'un silo semi enterré ?

Annexe 2 - Page 1 / 1

Groupement Opérations
Comité de validation N°2
Date de la mise à jour : 08/07/2010
Date de la dernière mise à jour : -

Visa :
Validation Informatique
Lcl D. BUSSEUIL

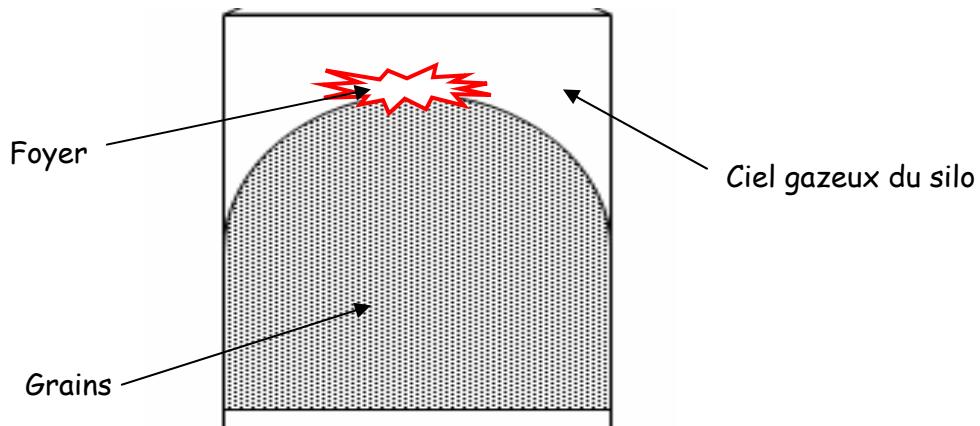
A. Cas d'un feu couvant dans une cellule



Etapes proposées dans un tel cas de figure (liste non exhaustive) :

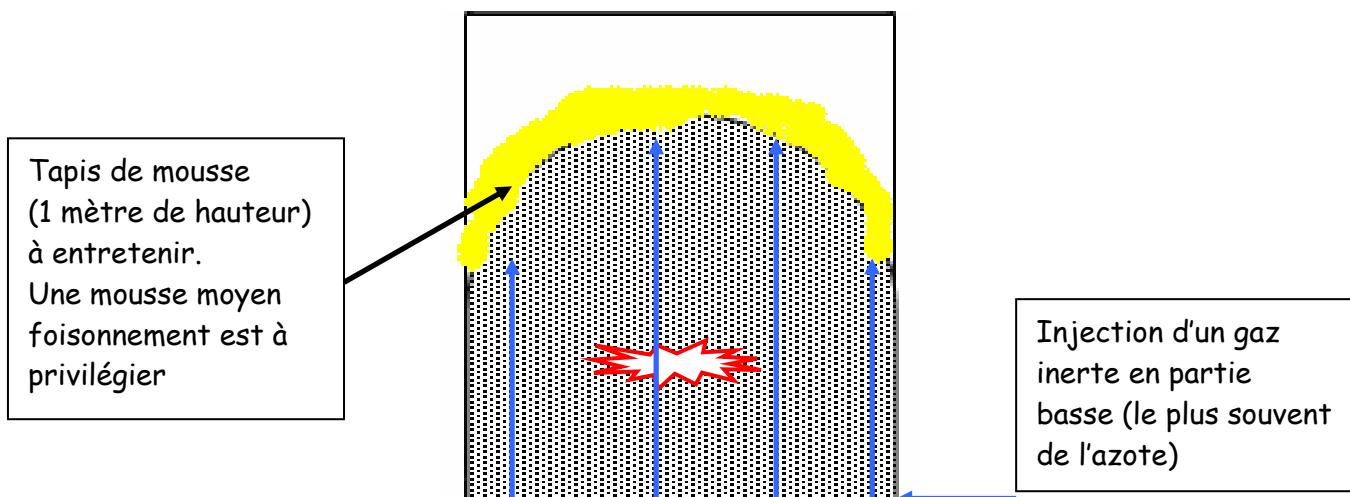
- 1) Stationnement des engins à 100 mètres au minimum ou à couvert,
- 2) Point de situation avec l'exploitant. S'assurer de l'évacuation de l'établissement, de la coupure de la ventilation du grain et de la coupure du dispositif mettant le grain en mouvement. Faire couper les énergies en laissant la manutention possible,
- 3) Réalisation d'un périmètre de sécurité réflexe de 100 mètres de rayon,
- 4) Evaluation du risque d'explosion de poussière,
- 5) Evaluation du risque d'explosion de gaz dans le ciel gazeux du silo,
- 6) Adaptation du périmètre de sécurité en fonction des résultats des étapes 4 et 5 et des préconisations de l'étude de danger. En cas de risque d'explosion avéré, augmentation du périmètre de sécurité à 500 mètres de rayon,
- 7) Création d'exutoires si le risque d'explosion par des gaz est avéré,
- 8) Humidification du ciel gazeux si le risque d'explosion de poussière est avéré,
- 9) Refroidissement des parois extérieures des cellules avoisinantes si nécessaire,
- 10) Etude de la possibilité de mettre en place un dispositif d'inertage (voir page suivante),
- 11) Prévision de la vidange totale de la cellule. Définition de la tactique de vidange ou d'aspiration du grain en collaboration avec l'exploitant. Mise en place un tapis de mousse pour limiter les poussières en suspension pendant la phase de vidange. Le dispositif doit prévoir la possibilité d'extinction au fur et à mesure du soutirage ainsi que la récupération du grain. Si y a nécessité d'effectuer des trouées dans le silo (et par conséquent de fragiliser le silo), définir l'emplacement et les dimensions de ces trouées en collaboration avec l'exploitant et avec le constructeur du silo. Ces trouées doivent être effectuées de façon symétrique de façon à éviter la dissymétrie des charges,
- 12) Surveillance du trajet des produits lors de la phase de vidange. Prendre en compte les difficultés possibles décrites en annexe 7,
- 13) Mise en œuvre d'un explosimètre au niveau de la zone de soutirage du grain, afin de vérifier l'absence de gaz s'échappant avec le grain,
- 14) Inspection de l'installation au fur et à mesure de l'intervention et au terme de celle-ci.

B. Cas d'un feu en partie supérieure du stockage



Dans un tel cas de figure, le feu n'est pas couvant mais en propagation « classique ». Le feu peut également menacer la stabilité de la structure. Une attaque prudente à la mousse est préconisée. Attention à ne pas lever un nuage de poussière potentiellement explosif.

3. Schéma d'un dispositif d'inertage



Cette solution n'est à envisager que pour un silo étanche (construction béton plutôt que métallique). La mise en œuvre d'un dispositif d'inertage complet nécessite plusieurs heures (ne pas oublier le réchauffeur - voir retour d'expérience cité en références).

Un dispositif d'inertage efficace supprime le risque d'explosion (grâce au tapis de mousse il n'y a ni poussières ni gaz explosibles dans le ciel du silo). Le dispositif d'inertage réduit l'intensité du foyer mais est généralement insuffisant pour assurer l'extinction.

La mise en place d'un dispositif d'inertage est fortement conseillée dans les conditions suivantes :

- Silo étanche,
- Mesures thermométriques supérieures à 60°C et échauffement de longue durée.



FEU DE CHAMBRE A POUSSIÈRE

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

Annexe 4 - SILO

Voir schéma en annexe 1 page 2.

Etapes proposées pour un feu de chambre à poussière (liste non exhaustive) :

- 1) Stationnement des engins à 100 mètres au minimum ou à couvert,
- 2) Point de situation avec l'exploitant. S'assurer de la coupure de l'énergie électrique (en particulier de l'extracteur),
- 3) Réalisation d'un périmètre de sécurité réflexe de 100 mètres de rayon,
- 4) Reconnaissance et évaluation du risque d'explosion de poussière. Ouverture en douceur de la porte ou de la trappe,
- 5) Si le risque d'explosion de poussière est avéré, augmentation du périmètre de sécurité à 500 mètres de rayon,
- 6) S'il n'y a que quelques poussières qui brûlent, les récupérer calmement dans un seau d'eau métallique et l'extinction est réalisée à l'air libre. Dans ce cas, ne surtout pas mettre en suspension plus de poussières par l'action d'une LDV ou d'un extincteur,
- 7) Si le feu concerne plus que quelques poussières, extinction par une LDV 40 en jet diffusé,
- 8) Vidange totale de la chambre à poussière par le dispositif d'écoulement habituel,
- 9) Surveillance du trajet des produits lors de la phase de vidange,
- 10) Evacuation du produit après mouillage important,
- 11) Inspection de l'installation (cheminement des fumées, des points chauds et de la poussière, conduites pouvant faire cheminées d'appel, locaux avoisinants ...).



FEU DE SECHOIR

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

Annexe 5 - SILO

Voir schéma en annexe 1, page 3.

La problématique des poussières est en général moins importante dans un séchoir que dans une cellule ou une chambre à poussière. En revanche, la problématique de la stabilité est plus importante. En effet, un séchoir est plus fragile qu'une cellule.

Etapes proposées pour un feu de séchoir (liste non exhaustive) :

- 1) Point de situation avec l'exploitant. S'assurer de la mise hors tension des appareils (brûleurs, ventilateur à air chaud, alimentation en gaz ou en fioul ...),
- 2) Périmètre de sécurité de 1,5 fois la hauteur du séchoir pour faire face au risque d'effondrement et d'ensevelissement,
- 3) Stationnement des engins à l'extérieur du périmètre de sécurité,
- 4) Protection des structures avoisinantes,
- 5) Refroidissement extérieur du séchoir si nécessaire,
- 6) Extinction prudente par une LDV 40 placée en haut du séchoir (ne pas utiliser les trappes des colonnes de séchage et sécuriser le personnel contre les chutes) ou par un système d'extinction à demeure. Pulvériser l'eau par à coup,
- 7) Définition de la tactique de vidange ou d'aspiration du grain en collaboration avec l'exploitant. Mise en place un tapis de mousse pour limiter les poussières en suspension pendant la phase de vidange. Le dispositif doit prévoir la possibilité d'extinction au fur et à mesure du soutirage ainsi que la récupération du grain.
- 8) Surveillance du trajet des produits lors de la phase de vidange. Prendre en compte les difficultés possibles décrites en annexe 7,
- 9) Inspection de l'installation au fur et à mesure de l'intervention et au terme de celle-ci.



VICTIME TOMBEE DANS UNE CELLULE

FICHE OPERATIONNELLE
DEPARTEMENTALE

Annexe 6 - SILO

Il peut arriver d'avoir à récupérer une victime plus ou moins ensevelie dans du grain (à titre d'exemple, une personne s'enfonce dans du lin de la même manière qu'elle s'enfonce dans l'eau).

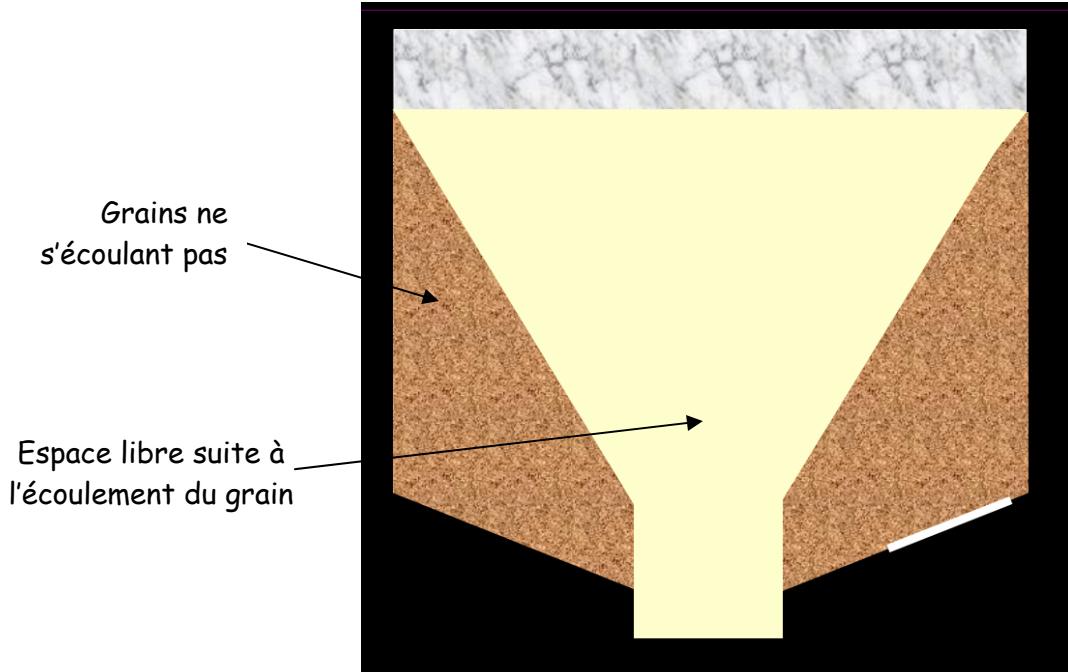
Une victime ensevelie dans du grain jusqu'à la taille ne pourra pas être extraite par des moyens de manœuvre de force (y compris par un treuil de CCF) à cause de la pression qu'exercent les grains sur le corps de la victime.

Excepté pour le lin, les secours peuvent marcher, de façon sécurisée, sur le grain s'il n'existe aucune action de soutirage ou de remplissage.

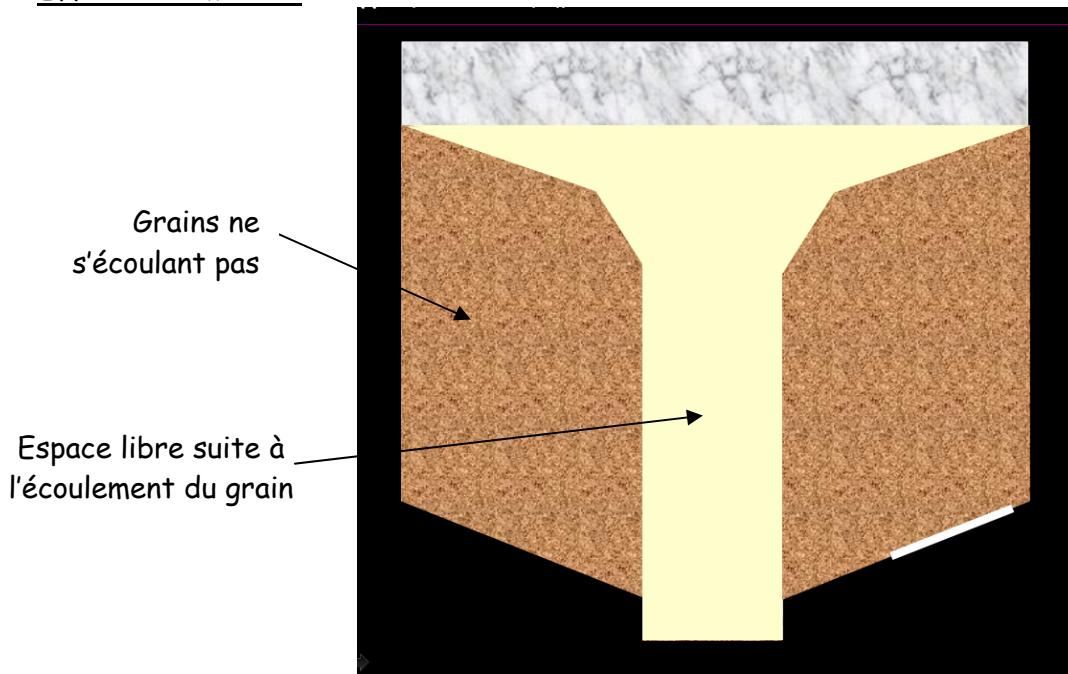
Etapes proposées pour une victime tombée dans une cellule de grain (liste non exhaustive) :

- 1) **Coupure impérative de la vidange du grain,**
- 2) Accélération de la ventilation du grain si la victime est complètement ensevelie,
- 3) Exécuter la manœuvre de sauvetage en excavation,
- 4) Engagement des unités GRIMP et SD,
- 5) **NE PAS DESSILER LA CELLULE.** Pour évacuer la victime, assurer un coffrage autour de la victime en procédant au retrait des grains par le haut (aspiration ou autre idée de manœuvre).

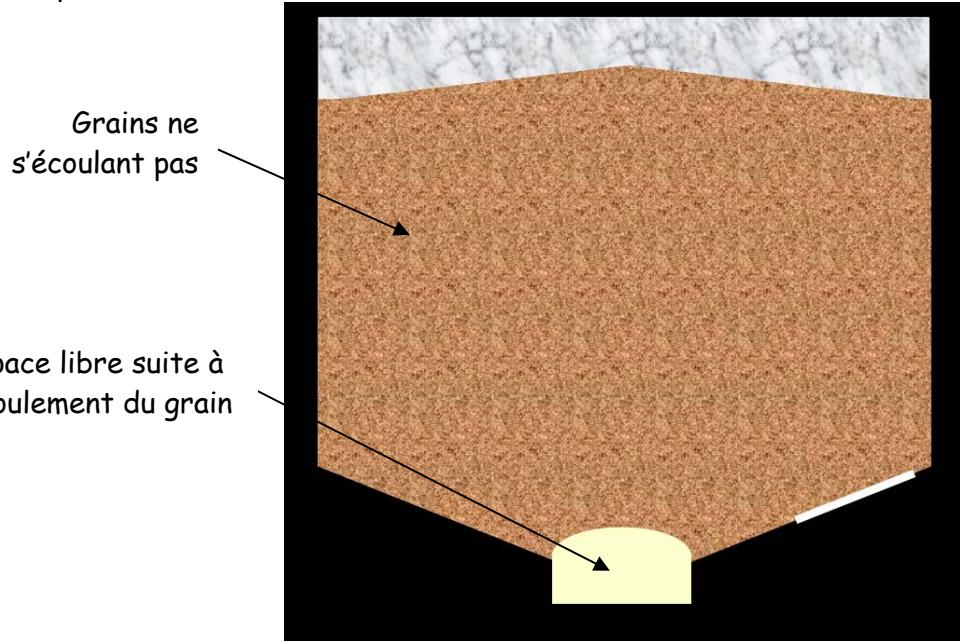
Effet « entonnoir »



Effet « cheminée »



Effet « pont »



Effet « voûte »

