

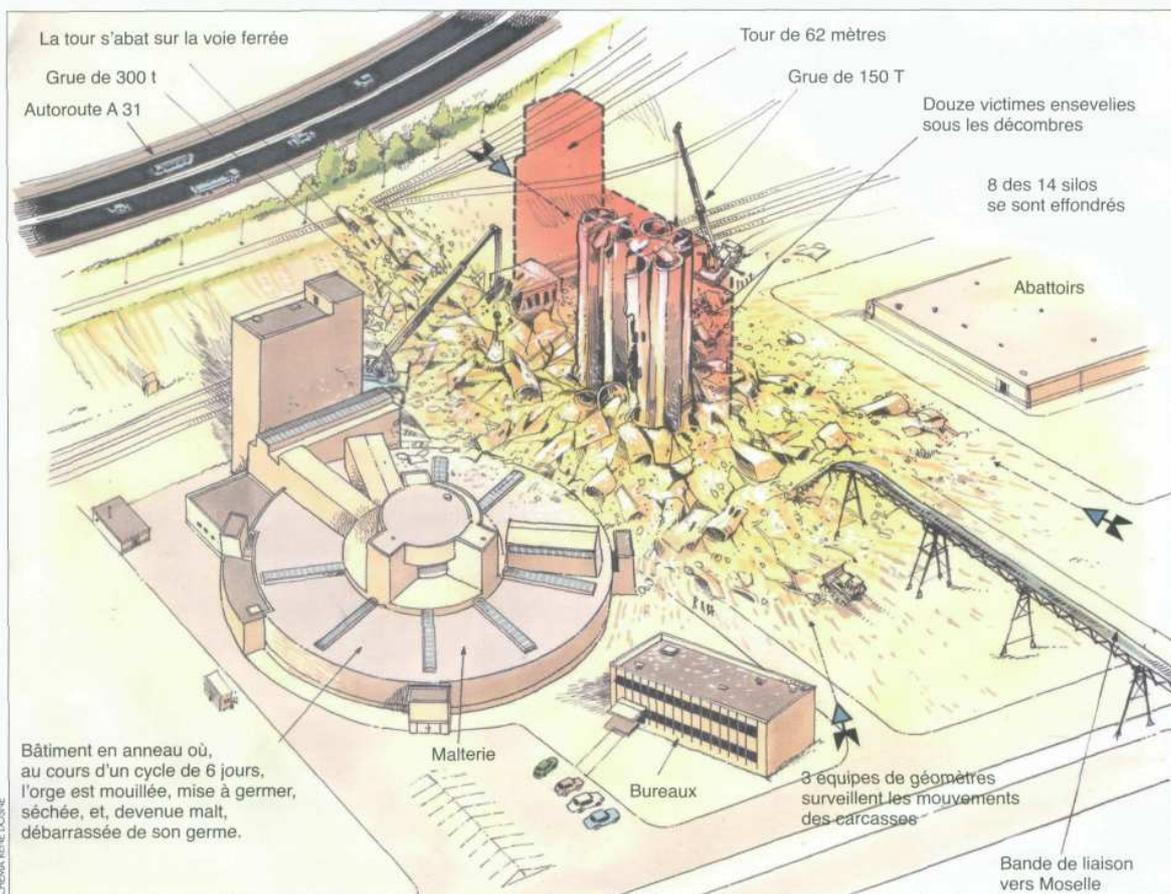
# Accidents dans les silos (II), les principaux enseignements

**Le retour d'expérience sur les accidents dans les silos souligne l'importance de la maintenance correcte des équipements et matériels et des mesures d'organisation avant travaux**

Dans le numéro de *Face au Risque* d'avril 2007 (n° 432) étaient présentés les types d'accidents survenus dans les silos, leurs conséquences et les interventions des secours. Cette seconde partie aborde les circonstances, les causes et les principaux enseignements. La base Aria répertorie 302 événements français ou étrangers impliquant ces installations avant le 31 décembre 2005. Les silos s'entendent comme les cellules, les boisseaux, mais aussi les tours de

manutention, les dispositifs de transport (élévateurs, transporteurs à chaîne et à bande...), les équipements auxiliaires (épierreurs, trémies, dépoussiéreurs, tamiseurs...) et les équipements connexes tels que les séchoirs.

L'explosion est l'accident le plus redoutable en raison de sa cinétique et de la gravité des conséquences humaines et matérielles. Si les sources d'ignition possibles sont multiples, l'empoussièrément des installations en est la cause initiale.



**Explosion d'un silo d'une malterie à Metz le 18 octobre 1982, archives René Dosne**



**Rupture d'une cellule  
métallique  
à Pezens  
le 9 octobre 2006  
(Aude)**

Les poussières à l'origine des atmosphères explosives provoquent des accidents d'autant plus meurtriers que les quantités mises en jeu sont importantes, que le degré de confinement est élevé et les personnes exposées nombreuses. Des installations mal nettoyées, des systèmes de dépoussiérage insuffisants créent les conditions idéales pour la survenue d'explosions. Limiter l'empoussièrisme constitue une priorité pour la sécurité des personnes.

### **Découpler les volumes et aménager des surfaces « éventables »**

Les explosions peuvent se propager dans l'ensemble de l'installation comme à Blaye (Gironde) ou à Metz (voir dessin page précédente) après mise en suspension des poussières accumulées dans les parties du silo. L'absence de « découplage » des différents volumes de l'installation permet la propagation de l'explosion ; le souffle met en suspension les poussières déposées, puis la flamme de l'explosion provoque leur allumage. A défaut d'évents aménagés dans les parois pour l'évacuation des gaz de combustion générés par l'explosion, la pression

augmente dans les équipements ou structures (tour de travail, galeries, cellules...) jusqu'à entraîner leur rupture accompagnée d'effets de pression et de projections de débris. Ces configurations constituent des facteurs évidents d'aggravation des conséquences.

### **Attention travaux !**

L'accidentologie met en exergue l'importance particulière des phases de travaux, qu'il s'agisse de maintenance, de modification, d'aménagement, voire de démantèlement des installations. Si les travaux ne constituent pas en eux-mêmes la cause de l'accident, ils génèrent, en l'absence de précautions suffisantes, des situations entraînant la mise en suspension des poussières et leur allumage par des points chauds résultant de l'emploi de matériels tels que chalumeaux, appareils de meulage ou de tronçonnage.

Ces interventions sont aussi à l'origine d'incendies par projection d'étincelles, chute de pièces chaudes ou échauffements de grains ou de poussières. En cas de malfaçons, elles peuvent également entraîner des dysfonctionnements

de matériels de manutention à l'origine de frottements qui initient le sinistre.

Une analyse insuffisante des risques, des défauts de nettoyage, l'absence de consignation du matériel de manutention dans la zone de travaux, l'insuffisance, l'imprécision ou même le défaut de permis de feu, l'absence de contrôle de bon fonctionnement du matériel après l'intervention sont autant d'anomalies qui alimentent les mécanismes accidentels.

Les travaux engendrent des risques spécifiques qu'il est nécessaire d'analyser pour en définir les conditions de prévention. Cette « analyse » proportionnée aux enjeux est une étape indispensable avant toute intervention, quelle que soit son ampleur. Elle doit prendre en considération l'unité concernée par les travaux, mais également les unités et équipements proches ou connexes.

La transposition écrite des règles de sécurité à respecter, sous forme de procédures, plannings d'intervention et consignes à expliquer au personnel et aux sous-traitants éventuels, s'impose. La préparation des travaux sur le chantier, avec notamment le dépoussiérage soigné de la

**L'analyse  
des risques, étape  
indispensable**

zone de travail, est une phase tout aussi importante qui doit être menée avec rigueur, en particulier lorsque les travaux impliquent la délivrance d'un « permis de feu ». Le contrôle du respect effectif des

mesures de sécurité sur chantier, puis la réception des travaux pour s'assurer de leur bonne exécution, complètent ces mesures essentielles de réduction des risques.

### **Défaillances matérielles**

Des défaillances matérielles des dispositifs de transport des produits (élévateurs, convoyeurs...) sont à l'origine de frottements mécaniques ou d'étincelles. Elles affectent notamment des moteurs et courroies, des axes ou roulements de tambours d'entraînement ou de rouleaux. Certains dysfonctionne-

## ACCIDENTS ILLUSTRATIFS



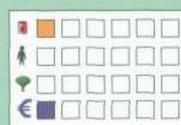
**09/11/ 1991  
Bassens (33)**

Dans une huilerie utilisant le procédé d'extraction à l'hexane, un feu interne est découvert dans une cellule cylindrique d'un silo contenant 1 100 tonnes de tourteaux de tournesol sous forme granulée, ensilés depuis 2 mois. Les pompiers noient le feu et 800 tonnes sont extraites. Une explosion survient 11 heures plus tard, arrachant le toit de la cellule, fissurant le toit en béton de la galerie technique sur toute sa longueur et projetant les murs de parpaings à 40 mètres en contrebas. Un convoyeur est en partie détruit. La paroi latérale est percée pour éteindre le feu dans le produit restant à l'aide de lance haute pression. Il y a ni victime ni impact sur l'environnement ; les eaux d'incendie sont contenues. Les réparations demanderont plusieurs mois. Les dégâts matériels sont estimés à 410 000 euros (2,7 millions de francs) et les pertes d'exploitation à 1,3 million d'euros (8,5 millions de francs).



**05/01/ 1993  
Lorient (56)**

Lors d'une visite de routine dans un silo de céréales, un employé note l'insuffisance d'une réparation effectuée sur le capot d'un élévateur (persistance des émissions de poussières). Il prend l'initiative d'effectuer une soudure sur les installations en fonctionnement, sans permis de feu. Une explosion se produit. La gaine descendante de l'élévateur est détruite sur une hauteur de 34 mètres. Les vitres du bâtiment sont soufflées. Le permis de feu n'était habituellement délivré que pour des travaux effectués par des entreprises extérieures alors qu'il était nécessaire pour toutes les interventions par point chaud. L'inspection des installations classées constate les faits.



**24/10/ 1996  
Margerie-Hancourt (51)**

Un feu se déclare dans l'une des cellules (n° 9) d'un silo de tournesol composé de 12 cellules verticales en béton armé et équipé d'un extracteur en

partie haute. Le sinistre a pour origine la rupture de l'une des pales de l'extracteur qui a généré un échauffement puis des étincelles. Lors du refroidissement de la cellule accidentée, l'apport d'air ranime le foyer. Les pompiers éteignent le feu dans deux cellules (n° 9 et 11) et vidangent par précaution une cuve de gaz butane située à proximité. Les dommages sont évalués à 230 000 euros (1,5 million de francs). L'exploitant supprime les extracteurs.

**19/08/1999 Songeons (60)**

Dans un silo, un incendie se déclare sur un séchoir à blé. La panne de la commande pneumatique d'ouverture de l'extracteur de grains a entraîné l'accumulation et la surchauffe du blé. La panne du système de détection d'incendie et une surveillance momentanément insuffisante n'ont pas permis une intervention immédiate sur l'incident mais le début d'incendie a toutefois été rapidement maîtrisé. Une très faible quantité d'eau a été utilisée. Cet incendie n'a eu aucune conséquence sur l'environnement. L'exploitant arrête l'utilisation du séchoir jusqu'à la remise en état du système de détection incendie. Une fiche d'intervention pour incendie de séchoir est établie. Le personnel sera formé sur la nature des dangers d'un séchoir ainsi que sur les mesures de prévention et d'intervention.

**28/09/2001 Pogy (51)**

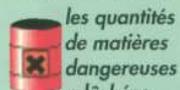
Dans un silo de stockage de granulés de luzerne, vers 10 h, le chef d'exploitation constate une fumée s'échappant de la galerie supérieure de liaison entre une tour de travail et le dessus des cellules verticales métalliques de capacité unitaire de 350 tonnes. L'incendie prend de l'ampleur et se propage à l'intérieur du silo faisant fondre les lanterneaux plastiques de la toiture. Les pompiers maîtrisent en 2 heures le feu qui a détruit une des quatre bandes transporteuses destinées à alimenter des cellules. Des éléments de la bande en combustion tombés dans plusieurs cellules dont les orifices de remplissage étaient restés ouverts provoquent des débuts de combustion rapidement stoppés par arrosage sauf dans une cellule contenant 80 tonnes de produits

qui nécessite l'emploi d'une lance à mousse. Cette cellule sera vidangée en fin de journée. Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie de l'équipement à l'arrêt au moment de l'incident : un moteur serait resté sous tension, deux disjonctions électriques ont perturbé le fonctionnement du silo avant l'incendie. L'inspection des installations classées constate les faits et propose la suspension de l'activité jusqu'au remplacement des bandes transporteuses non conformes par des bandes difficilement propagatrices de la flamme, le contrôle des installations électriques, la recherche des causes de l'incident et la mise en œuvre des mesures correctives.

**04/10/2002 Mars-La-Tour (54)**

Alerté par la mise en sécurité automatique des installations, le responsable du silo découvre une fumée anormale émanant du sommet d'un boisseau à poussières associé aux silos de céréales voisins (contenance 3 000 tonnes) et rempli au tiers de sa capacité. En constatant la chaleur vive qui se dégage du pied de l'élévateur à grains, il donne l'alerte. Les pompiers déploient d'importants moyens. L'approche du sinistre est périlleuse. Un sapeur-pompier est déposé à plus de 30 mètres de hauteur pour ouvrir la trappe supérieure du boisseau afin que les gaz chauds de cette combustion lente s'échappent à l'extérieur. La vidange du boisseau est ensuite effectuée, deux petites lances sont placées à la base et au sommet du boisseau pour parer à tout développement de l'incendie. Durant une heure, les 15 m<sup>3</sup> de poussières de céréales s'écoulent lentement au sol présentant quelques amas de poussières incandescentes. Après démontage et analyse des différentes pièces mécaniques constituant l'élévateur, il est apparu qu'un roulement du tambour de tête de l'élévateur a cédé, provoquant un déport du tambour qui est venu frotter contre les parois métalliques du carter. Le point chaud créé est à l'origine de la combustion des poussières. Ce roulement avait été remplacé trois mois auparavant.

Chaque résumé d'accident est accompagné de 4 indices figurant :



les quantités de matières dangereuses relâchées,



les conséquences humaines et sociales,



les conséquences environnementales,



les conséquences économiques.

La détermination de chaque indice s'effectue selon les règles de cotation de l'échelle européenne qui sont disponibles sur le site Internet : [www.aria.ecologie.gouv.fr](http://www.aria.ecologie.gouv.fr).

## Problèmes d'organisation

Après l'explosion d'un silo d'une malterie à Metz en octobre 1982, où l'on déplora 12 décès, l'enquête révélera qu'il n'y avait ni consigne incendie, ni consigne particulière pour l'emploi d'outils mécaniques, ni usage du permis de feu, ni interdiction de fumer, ni instruction particulière aux intervenants extérieurs leur permettant de prendre en compte les spécificités de l'environnement d'une malterie.

A Albert (80), des installations fortement empoussiérées – l'épaisseur de céréales et de poussières dépassait plusieurs centimètres sur certaines surfaces – et le non-respect de règles de sécurité ont été à l'origine d'une explosion mortelle pendant des travaux par points chauds.

Les anomalies d'organisation peuvent aussi s'accompagner ou « engendrer » des erreurs humaines comme l'illustre l'explosion d'un élévateur en fonctionnement, à Lorient (56), à la suite de travaux de soudage effectués à l'initiative d'un employé sans précaution particulière.

ments provoquent des incendies qui se propagent par les circuits de transport ou par la combustion des bandes transporteuses.

Des défaillances des systèmes de dépoussiérage – une des causes suspectées de l'explosion de Blaye –, des installations de ventilation comme à Margerie-Hancourt (51) ou encore des défaillances électriques génèrent également des accidents.

Les séchoirs sont aussi à l'origine de combustions accidentelles provoquées par la surchauffe des produits à sécher en raison de défaillances de la régulation du circuit de chauffage ou de dysfonctionnements sur la circulation des produits. Défaillance de sondes de température, pannes de commande d'ouverture d'extracteur de grains et de système de détection incendie, surveillance insuffisante, voire

coincement d'un godet d'élévateur après travaux, illustrent cette problématique récurrente.

S'il est difficile d'empêcher toute défaillance matérielle, il est en revanche possible d'en limiter l'occurrence par un programme régulier de maintenance préventive adaptée aux caractéristiques du matériel et aux incidents déjà enregistrés. Une détection précoce des dysfonctionnements des équipements de manutention avec contrôle de température des paliers et détection de surintensité des moteurs par exemple, ainsi que la mise en place de bandes non-propagatrices de la flamme permettent de limiter les risques.

De fait, les causes profondes des défaillances matérielles trouvent généralement leur véritable origine dans l'insuffisance de l'organisation de la maintenance préventive et curative.

**Les auto-échauffements ou combustions de produits en cellules ou dans les équipements peuvent dégénérer** comme l'illustre l'explosion d'une cellule de tourteaux de tournesol à Bassens (33), onze heures après l'intervention sur un incendie. Une étanchéité défectueuse des stockages, l'ensilage de produits chauds, la panne de ventilation, l'absence de thermométrie, l'« aération » intempestive des produits en combustion sont des facteurs favorisant, déclenchant ou aggravant ce type de sinistres.

**Les ruptures et effondrements de capacités** sous le poids des pro-

duits stockés trouvent leurs causes principales dans des défauts de conception, de construction, dans la carbonatation du béton, la corrosion des armatures métalliques, et d'une façon plus générale dans le vieillissement et l'absence de surveillance de l'état des structures. Compte tenu des conséquences pouvant en résulter, notamment pour la sécurité des personnes présentes à proximité des installations ou aux postes de chargement (épandage d'une masse importante de produits, déstabilisation d'installations voisines...), il serait souhaitable que les installations anciennes et celles présentant des signes de faiblesse puissent faire l'objet d'un diagnostic par un organisme compétent.

## Face aux risques, s'organiser

Les accidents dans les silos résultent le plus souvent d'une combinaison de causes dans lesquelles l'empoussiérement des installations est un facteur prépondérant. Au-delà des aspects techniques, les défaillances d'organisation jouent un rôle majeur dans les mécanismes de causalité des accidents.

Aussi, une véritable gestion des risques s'impose-t-elle pour limiter les accidents. Elle implique des procédures d'exploitation adaptées, une surveillance et une maintenance rigoureuses des installations, une analyse soignée des risques liés aux travaux et la mise en œuvre effective de dispositions de prévention appropriées, des mesures d'intervention adaptées en cas de sinistre, sans omettre la formation des opérateurs et des sous-traitants. ■

**Christian Cérillac**

Ministère de l'Écologie  
et du Développement Durable  
Direction de la prévention  
des pollutions et des risques

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que des inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : Barpi, 2 rue Antoine Charial, 69426 Lyon cedex 03, tél : sei barpi@industrie.aouv.fr