

POUSSIÈRES COMBUSTIBLES

ALLIANZ RISK CONSULTING



Ce « Tech Talk » traite des risques d'incendie et d'explosion associés aux poussières combustibles et des recommandations de prévention d'Allianz Risk Consulting (ARC).

D'UN SIMPLE COUP D'ŒIL

- Il existe une grande variété de poussières rencontrées dans de nombreuses industries qui sont explosives.
- La plupart des explosions a pour origine des fuites inadéquatement gérées à l'intérieur du bâtiment ou des procédés.
- Dès qu'un site emploie des poussières explosives, une analyse des risques doit être effectuée (suivant la directive européenne ATEX 99/92/CE).

INTRODUCTION

Dans la dernière décennie, il y a eu plusieurs sinistres majeurs dans des sites industriels causés par des explosions de poussières combustibles. Alors que les explosions de poussières combustibles ont été souvent associées aux activités telles que les silos de céréales, une

partie des sinistres les plus récents était due à des poussières dont le caractère explosif n'était pas connu de beaucoup de gens comme le sucre, les poussières de métaux et de plastique.

Voici quelques exemples récents de sinistres d'explosion de poussières aux Etats-Unis:

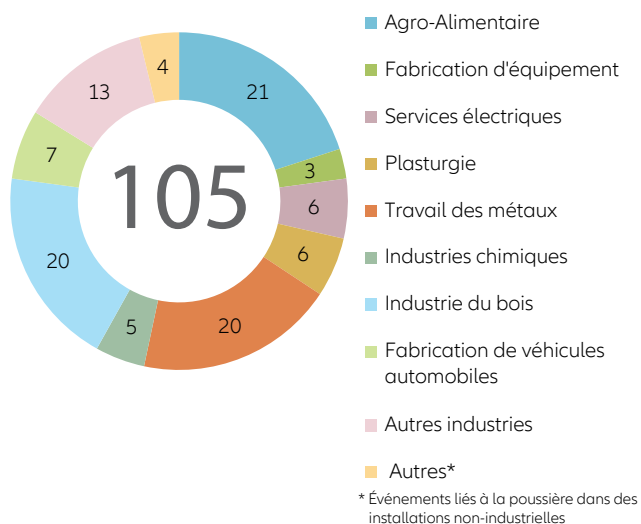
- **Explosion de poussière de maïs en 2017:** Une explosion de poussières combustibles s'est produite à cette installation de mouture du maïs. L'explosion a causé l'effondrement complet du bâtiment et du quai de chargement des wagons. Au total, cinq employés ont été tués et 14 ont été blessés.
- **Explosion de poussière de sucre en Géorgie, le 7 février 2008:** Cette entreprise produit du sucre et ce depuis plus de cent ans. L'explosion a endommagé une partie de la zone de traitement, les bâtiments de conditionnement, la zone de palettisation, des silos et la zone de chargement vrac des wagons de chemin de

fer. L'explosion a été nourrie par des accumulations importantes de poussières combustibles de sucre dans tout l'atelier de conditionnement. On déplore 14 morts et 38 blessés.

- **Explosion de poussière de résine phénolique dans le Kentucky, le 20 février 2003:** L'usine produisait de l'isolation en fibre de verre pour l'industrie automobile. Un feu dans le four qui fonctionnait mal a mis le feu à un nuage de poussières de résine phénolique qui avaient été générées lors du nettoyage d'une ligne de production. L'explosion des poussières a provoqué des dégâts considérables sur la zone de production. 7 personnes ont été tuées et 37 blessées.

Selon le bureau américain d'enquête sur les risques et la sécurité en Chimie (US Chemical Safety and Hazard Investigation Board - CSB), il y a eu plus de 105 explosions de poussière entre 2006 et 2017, faisant 59 morts et 303 blessés. Plusieurs employés, même ceux qui étaient bien formés aux procédures de sécurité de leur entreprise, ne connaissaient pas les risques liés aux poussières. Diverses industries sont représentées par ces 105 explosions de poussière comme indiqué ci-dessous:

Nombre d'explosion de poussières par industrie, 2006-2017



PRINCIPES DE L'EXPLOSION DE POUSSIÈRE

La plupart des matériaux à base organique peuvent être explosifs et on peut citer parmi les plus communs au niveau des Poussières combustibles niveau des poussières explosives les céréales, l'amidon, la farine, le sucre, le charbon, le papier et le bois. En outre, beaucoup de poussières minérales peuvent également être étonnamment explosives. Quelques exemples courants comprennent les métaux, les plastiques, les revêtements

en poudre, les caoutchoucs et les produits pharmaceutiques. Voir l'annexe A pour une liste plus complète des poussières combustibles qui peuvent être explosives.

Les quatre conditions suivantes doivent être réunies pour qu'une explosion de poussière se produise:

- 1. Poussière combustible** – Les particules de poussière doivent être combustibles et suffisamment fines pour être explosives. L'association américaine NFPA (National Fire Protection Association) a historiquement identifié les poussières combustibles par la taille (diamètre ≤ 420 microns soit environ la taille du sucre granulé). Cependant, la définition fut affinée en « solide combustible à particules finement divisées » pour tenir compte de la forme des particules et du ratio surface/masse, comme c'est le cas des flocons et des fibres. En règle générale, toute particule combustible ayant une dimension minimale ≤ 500 microns est potentiellement une particule explosive. Typiquement, plus la particule de poussière est fine, plus elle est explosive. En cas de doute, faites analyser la poussière.
- 2. Source d'ignition** – Une source d'énergie suffisante est requise pour enflammer la poussière. On peut citer comme exemples typiques une flamme nue, une cigarette ou un mégot allumé, une opération de découpe, de soudure, de broyage, une chaleur dégagée par friction, des surfaces chaudes, un équipement électrique ordinaire, un choc mécanique, une décharge électrostatique.
- 3. Mise en suspension** – La poussière doit être en suspension dans l'air (ou autre milieu oxydant) et doit être dans une fourchette de concentration suffisante pour que l'explosion ait lieu. Comme pour les liquides inflammables, une concentration en poussières peut être « trop riche » ou « trop pauvre » pour qu'elle explose.
- 4. Confinement** – La poussière doit être dans un espace confiné, ce qui contribue aux montées en pression rapides. On peut citer comme exemples typiques les bâtiments fermés, les équipements de process, les silos, les cuves, les systèmes de collecte de poussière, les convoyeurs, etc.

Note: La combustion rapide de poussière combustible dans un espace non confiné présente un risque d'embrasement généralisé (flash fire).

Comme les quatre conditions doivent être réunies au même endroit et au même moment, les explosions de poussières sont des événements relativement rares; cependant, ceux-ci peuvent entraîner des conséquences catastrophiques comme mis en évidence dans les sinistres cités précédemment.

Une explosion de poussières peut être le résultat d'un simple événement; cependant, on assiste le plus souvent à une série de plusieurs explosions se produisant en

quelques secondes voire quelques millisecondes. Par exemple, un dysfonctionnement se produit dans un équipement de process mettant en jeu des poussières combustibles créant une première explosion. La première explosion crée une onde de choc qui traverse l'ensemble de l'installation et déloge des accumulations de poussières de différentes surfaces (par exemple les éléments de structure des bâtiments, les équipements, etc.). La poussière est mise en suspension dans l'air puis entre en contact avec la flamme de la première explosion ce qui génère des explosions secondaires.

La majorité des dégâts matériels est causée par des accumulations de poussière fugitive dans les bâtiments ou dans les caissons d'équipements. **La prévention clé des explosions de poussières passe le contrôle des accumulations de poussières fugitives.** Les photos ci-dessous montrent des zones ayant d'importantes accumulations de poussières fugitives.

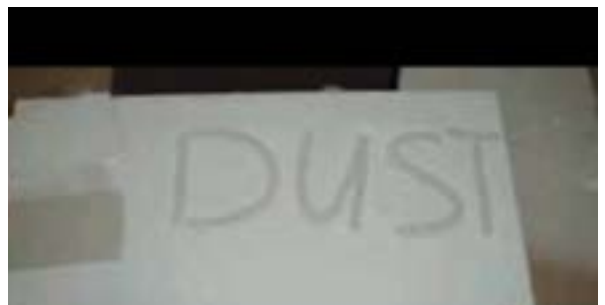


LES RECOMMANDATIONS D'ARC

Sans être exhaustives, les simples bonnes pratiques suivantes de prévention peuvent contribuer grandement à réduire l'importance des dégâts et des pertes d'exploitation associées, dus à une explosion de poussières combustibles:

1. Vérifier si votre unité manipule ou non des poussières combustibles. Même si la poussière ne figure pas dans la liste en annexe A, elle peut cependant présenter un caractère combustible. En cas de doute, faire réaliser un test par un laboratoire spécialisé.

2. Si la poussière est combustible, faire réaliser par un ingénieur qualifié en protection incendie une étude de risques sur l'unité et les équipements conformément aux prescriptions de la dernière édition du code NFPA 654, standard pour la prévention des feux et des explosions de poussière dans les procédés de fabrication et de manipulation de solides combustibles à particules. L'étude de risques doit être documentée et comprendre des recommandations écrites qui préviendront et limiteront les feux et explosions de poussière dans l'unité. L'étude doit être revue et mise à jour en cas de changement ou à défaut tous les 5 ans.
3. Développer et mettre en place des procédures écrites de gestion des changements de produits mis en jeu, de technologie, d'équipement, de procédés et d'unités (gestion des changements). Même si l'installation d'origine a été correctement conçue et installée, les matières mises en jeu, les procédés et les équipements évoluent au cours du temps.
4. Contrôler et limiter l'accumulation de poussières fugitives dans l'unité de la façon suivante:
 - a. Concevoir et maintenir les équipements mettant en jeu des poussières pour réduire les fuites de poussière. Toute mesure visant à limiter les fuites de poussière va réduire de facto le coût associé au nettoyage et à l'installation d'équipements électriques destinés à être utilisés dans les atmosphères explosives.
 - b. Mettre en place un programme de nettoyage efficace avec des campagnes de nettoyage à fréquence régulière pour s'assurer que le niveau d'accumulation des poussières sur les murs, les sols et les surfaces horizontales des équipements, conduites, caches de protection, rebords, poutres, au-dessus des plafonds suspendus et dans les espaces cachés tels que l'intérieur des armoires électriques n'excède pas 0,8 mm d'épaisseur. Une règle simple à suivre: si vous pouvez écrire votre nom dans la poussière, il est temps de nettoyer.



Dust = Poussière

- c. Enlever les accumulations de poussière fugitive de préférence par aspiration. L'aspirateur doit être certifié pour des zones à risque de classe II, Division 2 (selon NFPA 499) ou utiliser un système d'aspiration par canalisations fixes, l'équipement d'aspiration et de collecte des poussières étant situé dans un local déporté. L'air comprimé doit seulement être utilisé si tous les équipements présents sur l'unité sont mis hors tension ou sont certifiés pour des zones à risque de Classe II, Division 2 et si toutes les autres sources d'ignition potentielles ont été retirées de la zone.
5. Contrôler les sources d'ignition dans les zones mettant en jeu des poussières combustibles de la manière suivante:
 - a. Assurer vous que les équipements électriques sont certifiés pour les zones à risque de Classe II.
 - b. Assurer vous que la continuité électrique entre les différents éléments des équipements électriques soit assurée et que le tout soit connecté à la terre pour éviter les accumulations de charges électrostatiques.
 - c. Utiliser des tamis séparateurs pour arrêter tout objet étranger capable d'apporter l'énergie d'ignition comme du métal vagabond (boulon dévissé, etc.).
 - d. Mettre en place une procédure de Permis de Feu efficace, pour contrôler les risques liés à un travail de découpe, de soudure, de broyage, etc.
 - e. Imposer une politique non-fumeur.
 - f. Mettre en place une maintenance préventive pour éviter les casses qui peuvent conduire à une source de chaleur (par exemple les courroies, les roulements, l'espacement suffisant entre les éléments en mouvement, la charge électrique, etc.)
 - g. Utiliser des chariots ATEX conformes aux exigences électriques de la zone.
 6. Installer de préférence les équipements de collecte de poussière à l'extérieur et équiper les d'évents d'explosion. Quand ils sont situés dans l'atelier, les conduites qui canalisent l'évent doivent déboucher à l'extérieur sur une zone libre et sans vis à vis ou installer un système de suppression d'explosion.

RÉFÉRENCES

- NFPA 61, *Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities*
- NFPA 68, *Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting*
- NFPA 69, *Standard on Explosion Prevention Systems*
- NFPA 70, *National Electrical Code*[®]
- NFPA 484, *Standard for Combustible Metals*
- NFPA 499, *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*
- NFPA 505, *Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operations*
- NFPA 654, *Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids*
- NFPA 655, *Standard for Prevention of Sulfur Fires and Explosions*
- NFPA 664, *Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities*
- Occupational Safety and Health Administration (www.osha.gov)
- U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (www.csb.gov)

Note: Le site web de l'agence fédérale américaine CSB comprend des rapports d'analyse de plusieurs sinistres chimiques dans le secteur industriel, mais aussi de sinistres dus à l'explosion de poussières. Le site met à disposition dans sa rubrique vidéo plusieurs excellents films sur les explosions de poussières, notamment: Combustible Dust: An Insidious Hazard ; Inferno: Dust Explosion at Imperial Sugar ; Iron in the Fire ; U.S. Chemical Safety Board Iron Dust Testing.

DES QUESTIONS OU DES COMMENTAIRES?

MERCI DE CONTACTER:

Andrew Higgins, P.E.

Senior Regional Technical & Expertise Manager
Allianz Risk Consulting, LLC
+1.910.420.1314
andrew.higgins@agcs.allianz.com

Reference 10/19/11

www.agcs.allianz.com

ANNEXE A – POUSSIÈRES COMBUSTIBLES (LISTE NON EXHAUSTIVE)

Produits agricoles

Amidon de blé
Amidon de maïs
Amidon de riz
Blanc d'oeuf
Farine de bois
Farine de soja
Lactose
Poudre de lait
Poudre de lait écrémé
Sérum
Sucre
Sucre de betterave
Tapioca

Poussières agricoles

Amidon de blé
Amidon de maïs
Amidon de riz
Café vert
Carotte
Carragénine
Coton
Farine d'arachide et de peaux de cacahuètes
Farine d'avoine
Farine de blé
Farine de graines de caroube
Fécule de pommes de terre
Farine de riz
Farine de seigle
Gluten
Gomme xanthane
Graine de coton
Graine de lin
Graminées
Granulés d'olive
Houblon (malté)
Luzerne
Malt
Mélange de tabac
Oignon en poudre
Pêche
Persil déshydraté
Pomme de terre

Pomme
Poudre d'ail
Poudre de cacao
Poussière d'épices
Poussière de café
Poussière de coques de noix de coco
Poussière de grains de blé
Poussière de graines de soja
Poussière de graines brutes de yucca
Poussière de graines de cacao
Poussière de graines de tournesol
Poussière de grains d'avoine
Poussière de noix
Poussière de riz
Poussière de zestes de citron
Pulpe de citron
Racine de betteraves
Semoule de maïs
Semoule
Sucre
Thé
Tomate
Tourbe
Tournesol

Poussières carbonées

Cellulose
Charbon actif
Charbon bitumineux
Charbon de bois
Coke de pétrole
Liège
Lignite
Maïs
Noir de fumée
Suie de pin
Tourbe, 22% d'eau

Poussières chimiques

Acétate de calcium
Acide adipique
Acide ascorbique
Anthraquinone
Ascorbate de sodium
Carboxy-méthyl cellulose
Dextrine

Lactose
Méthyl-cellulose
Paraformaldéhyde
Soufre
Stéarate de calcium
Stéarate de plomb
Stéarate de sodium

Poussières métalliques

Aluminium
Bronze
Fer carbonyle
Magnésium
Zinc

Poussières plastiques

(Poly) Acrylamide
(Poly) Acrylonitrile
(Poly) Ethylène (procédé basse pression)
Résine époxy
Résine de mélamine
Mélamine moulée (phénol cellulose)
Mélamine moulée (farine de bois et minéraux figés par du phénolformaldéhyde)
(Poly) Méthylacrylate
(Poly) Méthylacrylate, polymère en émulsion
Résine phénolique
(Poly) propylène
Résine terpène-phénol
Mélange moulé urée - formaldéhyde / cellulose
Copolymère d'acétate de (poly)vinyle et d'éthylène
Alcool (poly) vinylique
Butyral de (poly)vinyle
Copolymères en suspension de chlorure de (poly) vinyle, d'éthylène et d'acétylène de vinyle
Copolymères en émulsion de chlorure de (poly) vinyle et d'acétylène de vinyle

Tech Talk est un document développé par ARC pour assister nos clients dans la prévention des dommages. ARC dispose d'un vaste réseau international de plus de 100 ingénieurs prévention Dommages aux Biens qui offre des solutions d'ingénierie clé en mains et adaptées à nos clients.

Design: Graphic Design Centre