



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

# **Compléments du guide état de l'art.**

## **ANNEXE C.**

### **Les dispositifs de dépoussiérage dans les silos et les risques associés.**

Version 3

## TABLE DES MATIERES

<b>1. OBJECTIFS ET CONTEXTE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. LES DIFFERENTS MATERIELS DE FILTRATION .....</b>	<b>2</b>
2.1 Les cyclones.....	3
2.2 Les filtres à manches.....	4
2.3 Récupération de la poussière. ....	5
<b>3. LES DISPOSITIFS DE PREVENTION ET DE PROTECTION CONTRE LE RISQUE D'EXPLOSION.....</b>	<b>6</b>
3.1 Mesures de prévention et de protection contre le risque d'explosion.....	6
3.2 Prévention du risque d'incendie.....	7
3.3 Synthèse. ....	8
<b>4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>8</b>

## **1. OBJECTIFS ET CONTEXTE.**

---

Le présent document a été réalisé en complément du guide état de l'art sur les silos rédigé en vue d'appliquer l'arrêté « silo » du 29 mars 2004 modifié.

L'objectif du document est de :

- De donner un état de l'art sur ce qui se fait en matière de dépeussierage dans les silos de stockage de céréales de grains et de produits alimentaires.
- De préciser les dispositions constructives des principaux filtres utilisés dans ce secteur d'activité.
- De lister les moyens de prévention et de protection pour les systèmes de dépeussierage contre le risque d'explosion.

Ce rapport traite largement de deux dispositifs particuliers, le cyclone et le filtre à manches.

## **2. LES DIFFERENTS MATERIELS DE FILTRATION**

---

Le transport de céréales ou de substances agro-alimentaires génère de la poussière qu'il convient d'aspirer afin d'éviter que ne se forme d'atmosphère explosive. On estime que la masse de poussière générée est de l'ordre de 0,1 à 0,2% de la masse du produit transporté.

Deux méthodes différentes permettent de réaliser l'opération de dépeussierage :

- le dépeussierage centralisé,
- ou le dépeussierage point par point.

Le dépeussierage centralisé consiste, comme son nom l'indique, à centraliser les différents débits d'aspiration provenant de chaque point de captation jusqu'à un filtre collecteur.

Le dépeussierage point par point reprend les principes de base du dépeussierage centralisé, mais il traite à la source, ponctuellement, chaque débit d'air poussiéreux.

L'industrie des silos de stockage de céréales utilise majoritairement des systèmes d'aspiration centralisés.

Les principales techniques mises en œuvre pour séparer l'air de la poussière sont mécaniques (chambres de décantation, cyclones) ou par filtres à couches poreuses (manches, poches, cartouches, panneaux plissés, éléments rigides et poreux).

Les techniques dites mécaniques qui assurent la séparation des poussières par action gravitaire conviennent davantage aux particules lourdes ou de dimensions importantes ; elles sont peu performantes pour des poussières de faibles tailles. Le filtre à couche poreuse est, à l'heure actuelle, une méthode très efficace pour traiter un problème de dépeussierage. La constante évolution des matériaux filtrants (médias) utilisés permet d'améliorer sans cesse les performances et le rendement de tels filtres.

Il sera développé dans ce qui suit la description des deux matériels de filtration qu'on rencontre le plus souvent dans les silos : les cyclones et les filtres à manches. Il sera ensuite traité du devenir de la poussière récoltée et des systèmes de récupération.

## 2.1 LES CYCLONES.

Les cyclones sont considérés comme des Meilleures Techniques Disponibles et sont cités à ce titre dans le BREF « industries alimentaires, des boissons et laitières ». Dans un séparateur à effet centrifuge, on va imprimer un mouvement de rotation à l'air chargé en poussières à éliminer. L'effet de la force centrifuge va alors faire déplacer les particules vers la paroi où elles seront collectées. On peut aussi voir un cyclone comme une chambre de sédimentation dans laquelle l'effet de la gravité serait augmenté par la force centrifuge. Le principe de fonctionnement est repris en Figure 1.

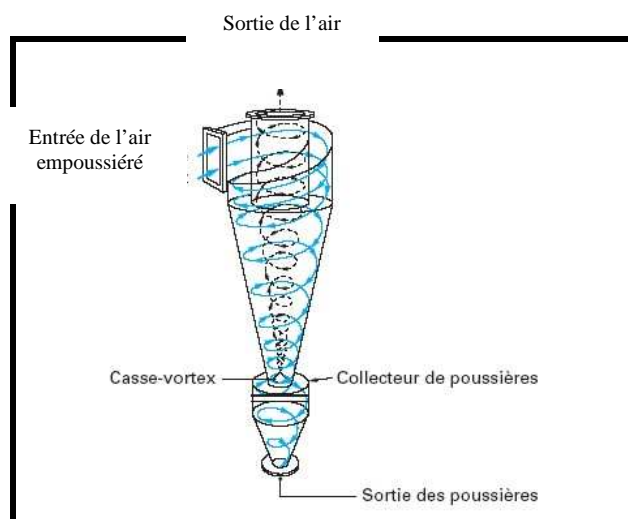


Figure 1 Schéma de principe d'un cyclone.

Les cyclones sont parmi les équipements les moins onéreux et les plus robustes et peuvent opérer dans une gamme d'applications et de conditions de température et de pression variées.

Les performances des cyclones (pris isolément, sans filtre à manche en aval) sont moins satisfaisantes que les performances des filtres à manches en matière de concentration de poussières au rejet.

## 2.2 LES FILTRES A MANCHES.

On désigne sous ce nom des dépoussiéreurs dans lesquels l'air chargé de poussières va traverser une couche filtrante sur laquelle les particules vont se déposer. Contrairement à ce qui se passe dans les séparateurs de type cyclonique, dans lesquels les particules sont éliminées en continu, ici il y a accumulation et, périodiquement, les poussières doivent être séparées par un procédé de nettoyage (contre-pression, vibration ...).

Le média filtrant est en général agencé en manches constituées de grandes chaussettes de tissu ou de feutre, d'une longueur variant entre 3 et 6 m et d'un diamètre de 150 mm environ. Ces manches sont en général suspendues par le haut. Il existe d'autres types de manches et d'autres arrangements, mais le principe reste le même.

Dans le schéma de la Figure 2, l'air est alimenté par le bas et à l'intérieur des manches, il traverse les manches et est évacué par la partie haute. Les poussières sont donc collectées à l'intérieur des manches. Rien n'oblige à avoir un tel arrangement et il est parfaitement possible d'avoir des filtres dans lesquels les poussières sont collectées à l'extérieur, ou bien dans lesquels l'air circule de haut en bas.

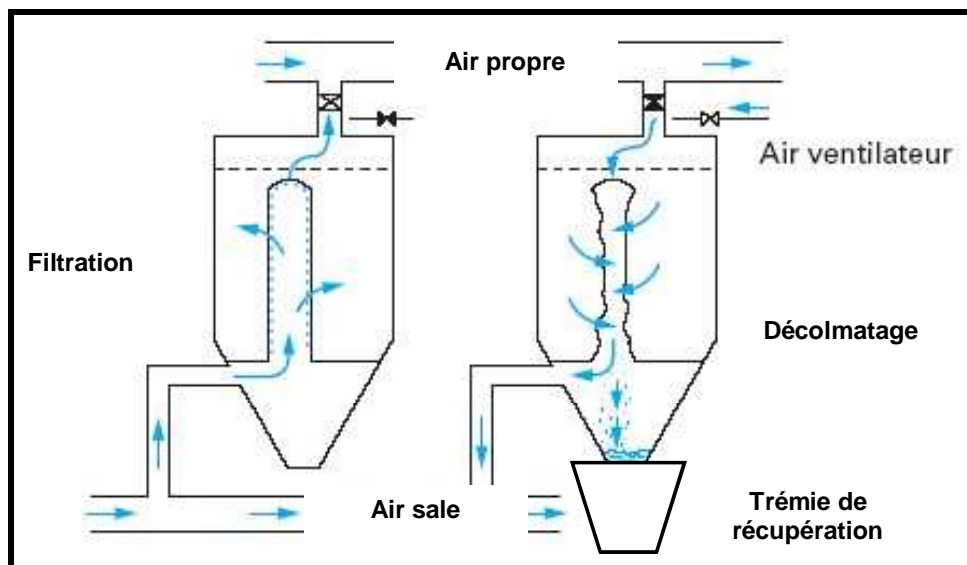


Figure 2 Schéma de principe d'un filtre à manches lors de l'opération de dépoussiérage (à gauche) et de décolmatage (à droite)

La tendance aujourd'hui est à l'utilisation de manches verticales plutôt longues (> 5 m), avec un décolmatage par air pulsé, une captation des poussières côté externe et de l'air qui circule de bas en haut.

### 2.3 RECUPERATION DE LA POUSSIERE.

Quel que soit le principe de filtration retenu celui-ci capte la poussière et la concentre à certains endroits. Le devenir de ces poussières captées doit donc faire l'objet d'une grande attention puisque leur granulométrie les rend très explosives.

Il existe plusieurs types de solution :

- La chambre à poussière. Celle-ci est en général connectée à un cyclone qui centralise la poussière et est vidée manuellement par un opérateur. Le principe de fonctionnement de la chambre à poussières est repris sur la figure ci-dessous. Ce type d'équipement, lorsqu'il est situé à l'intérieur des installations (cellule ou boisseau du silo par exemple) est à proscrire complètement pour les installations nouvelles du fait de la poussière mise en suspension et du fort risque d'explosion lors de la vidange et des difficultés pour protéger ces enceintes contre l'explosion.

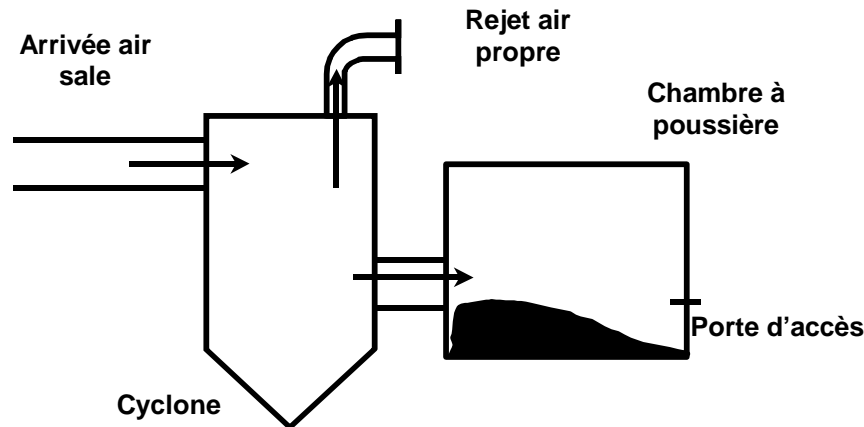


Figure 3. Schéma de principe d'une chambre à poussière

- Récupération de la poussière par écoulement gravitaire dans une trémie de stockage située sous le filtre à manches ou le cyclone, ou dans un local à poussière extérieur (cf. ci-dessus).

Un local situé à l'extérieur ou une benne de camion bâchée située dans un local ne comportant aucun matériel électrique sont des solutions possibles pour le stockage des poussières conditionnées en sacs fermés ou en vrac.

- Réinjection de poussière dans les circuits dans le cas de silos portuaires sous douane ainsi que dans les installations de fabrication d'alimentation animale et l'industrie de l'amidon.

### **3. LES DISPOSITIFS DE PREVENTION ET DE PROTECTION CONTRE LE RISQUE D'EXPLOSION.**

---

#### **3.1 MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION CONTRE LE RISQUE D'EXPLOSION.**

##### **3.1.1 Moyens de prévention des sources d'inflammation.**

Du point de vue des risques électrostatiques, le filtre à manches se présente par rapport à la nature des matières en trois familles :

- partie métallique (enveloppe, mannequin ou support de manche, enveloppe du cyclone),
- association métal/plastique (pour les filtres à manches flexibles, conduite),
- matières synthétiques (pour les filtres à manches ; manches en général en feutre).

Afin de lutter contre le risque électrostatique les mesures suivantes de prévention sont à prendre :

- Toutes les parties métalliques du filtre doivent être reliées à la terre à l'aide de tresses.
- Les parties naturellement isolantes comme les flexibles et les manches doivent être suffisamment conductrices (résistance inférieure à  $10^8$  ohms, ou tension de rupture inférieure à 4000 volts et reliée à la terre).

Outre les mesures à prendre contre le risque d'étincelle d'origine électrostatique, il faudra s'assurer :

- Que le ventilateur d'extraction d'un filtre à manches ne doit pas être placé dans le flux contenant des poussières, mais côté « air propre » ;
- Pour les filtres à manches, que les composants électriques situés à l'intérieur de l'installation – dans la partie chargée en poussières ou dans la partie d'air propre – doivent être conformes aux prescriptions relatives à un environnement poussiéreux et à un risque d'explosion. D'autre part les manches doivent faire l'objet d'un contrôle régulier de leur usure.
- Qu'un décrochement éventuel ou qu'un percement des manches soit détecté afin d'éviter la création d'une atmosphère explosive. On pourra pour cela munir la canalisation côté « air propre » d'un analyseur d'air ou opacimètre qui donne l'alerte en cas fuite des manches. Plus généralement, le contrôle des pressions entrée/sortie permet de déceler une perforation de manches.

- Que des particules incandescentes ne puissent être aspirées par le système de filtration en munissant le filtre en amont d'un détecteur d'étincelles si ce risque existe.

### **3.1.2 Protection du filtre contre les effets de l'explosion**

Dans le cas de la protection contre l'explosion d'un filtre placé dans un bâtiment, plusieurs solutions sont envisageables.

#### **Event de décharge**

Les filtres à manches doivent être protégés par des événements de décharge. Afin de limiter les effets de la décharge de l'explosion dans le bâtiment, il est nécessaire d'aménager une sortie de l'événement vers l'extérieur du bâtiment à travers une canalisation de décharge ou bien de mettre en place un arrête-flamme.

Concernant la gaine d'évacuation, sa longueur maximale ne peut dépasser 6 m et elle doit être prise en compte dans le dimensionnement de la surface d'événement.

Concernant les cyclones, des événements sont également préconisés. Une autre solution de protection contre l'explosion consiste à utiliser un suppresseur d'explosion.

#### **Découplage**

Pour éviter la propagation de l'explosion, un système anti-retour explosion au niveau du réseau "air sale" peut être mis en place. Ce système peut consister en une vanne à fermeture rapide, ou en une autre mesure d'isolement parmi celles décrites dans « le guide état de l'art » auquel est associé ce document. Ces systèmes sont à mettre en œuvre en particulier lorsqu'en fonctionnement normal la concentration est supérieure à la concentration minimale explosive. A l'heure actuelle, on dispose de peu de retour d'expérience sur le « pot de découplage » dans l'industrie céréalière.

Il conviendra aussi isoler le dépoussiéreur, par des moyens de découplage, de la trémie de récupération des poussières (écluse alvéolaire par exemple).

Les écluses alvéolaires permettent, par laminage, d'arrêter la propagation de la flamme et de refroidir l'air. Si elles sont utilisées comme système de protection, ces écluses doivent être approvisionnées pour cette fonction spécifique (et donc certifiées) et pas uniquement vendues par leur constructeur comme un matériel pour le transfert de produit.

En ce qui concerne le ventilateur et les canalisations de liaison entre le filtre et le ventilateur (côté « air propre ») ainsi qu'entre le filtre et la vanne à fermeture rapide (côté « air sale »), il faudra s'assurer que leur résistance mécanique soit au moins identique à celle du filtre.

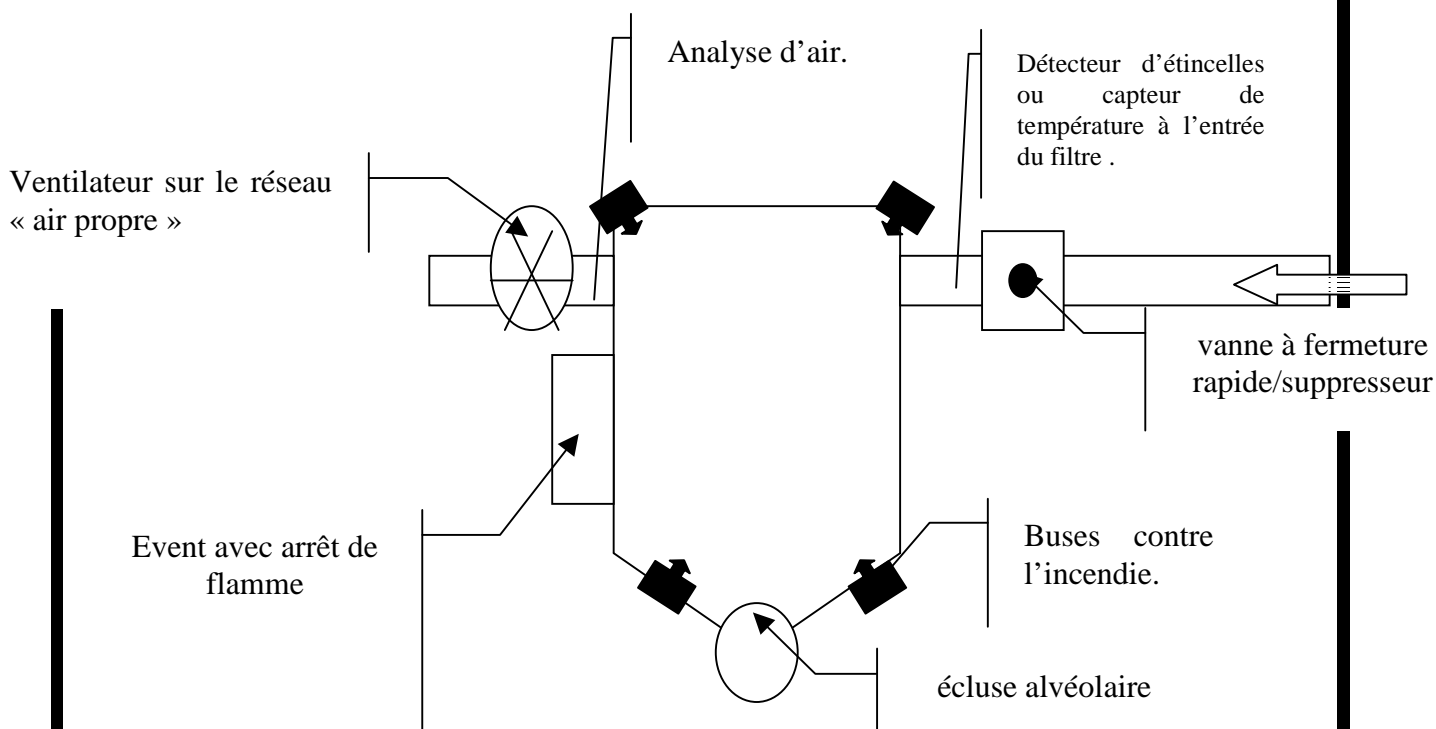
### **3.2 PREVENTION DU RISQUE D'INCENDIE**

Sur le plan du risque incendie, compte tenu du retour d'expérience d'accidents, l'installation d'un système d'extinction à l'intérieur d'un dépoussiéreur de grandes dimensions est fortement recommandée. Il est usuellement conseillé de mettre 1 buse aux 4 coins du filtre.



### 3.3 SYNTHÈSE.

La figure ci-dessous reprend différentes mesures de protection et de prévention contre les risques d'explosion pouvant être mises en œuvre sur un filtre à manches (se reporter aussi à l'article 15 dans le guide de l'état de l'art sur les silos)<sup>1</sup>.



Les manches doivent être conductrices et tous les équipements mis à la terre. Les filtres exigent une maintenance, un nettoyage régulier, ainsi qu'un contrôle de la pression. Concernant le stockage des poussières qui doit s'effectuer à l'extérieur, un découplage peut être ajouté.

## 4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

Techniques de l'ingénieur. Dépoussiérage et dévésiculation.

INERIS- Etude et recherche DRA 14. Evaluation des performances des barrières techniques de prévention et de protection pour réduire les risques majeurs. Prévention des risques d'explosion et d'incendie dans les filtres à manches. Décembre 2002.

<sup>1</sup> L'IRSN estime que la mise en place d'un arrête-flammes pour des filtres à poussières n'est pas réellement efficace, du fait des risques de colmatage de l'arrête-flammes par les poussières. La mise en place d'un arrête-flammes est plutôt indiquée pour les gaz « propres » et il convient d'indiquer que la mise en place de ce type de dispositif a pour effet de réduire fortement le coefficient de décharge de l'événement, et qu'il y a donc lieu d'utiliser un facteur de sécurité pour dimensionner l'événement.

Précis d'aspiration. <http://membres.lycos.fr/depollunet/AspSom.html>.

