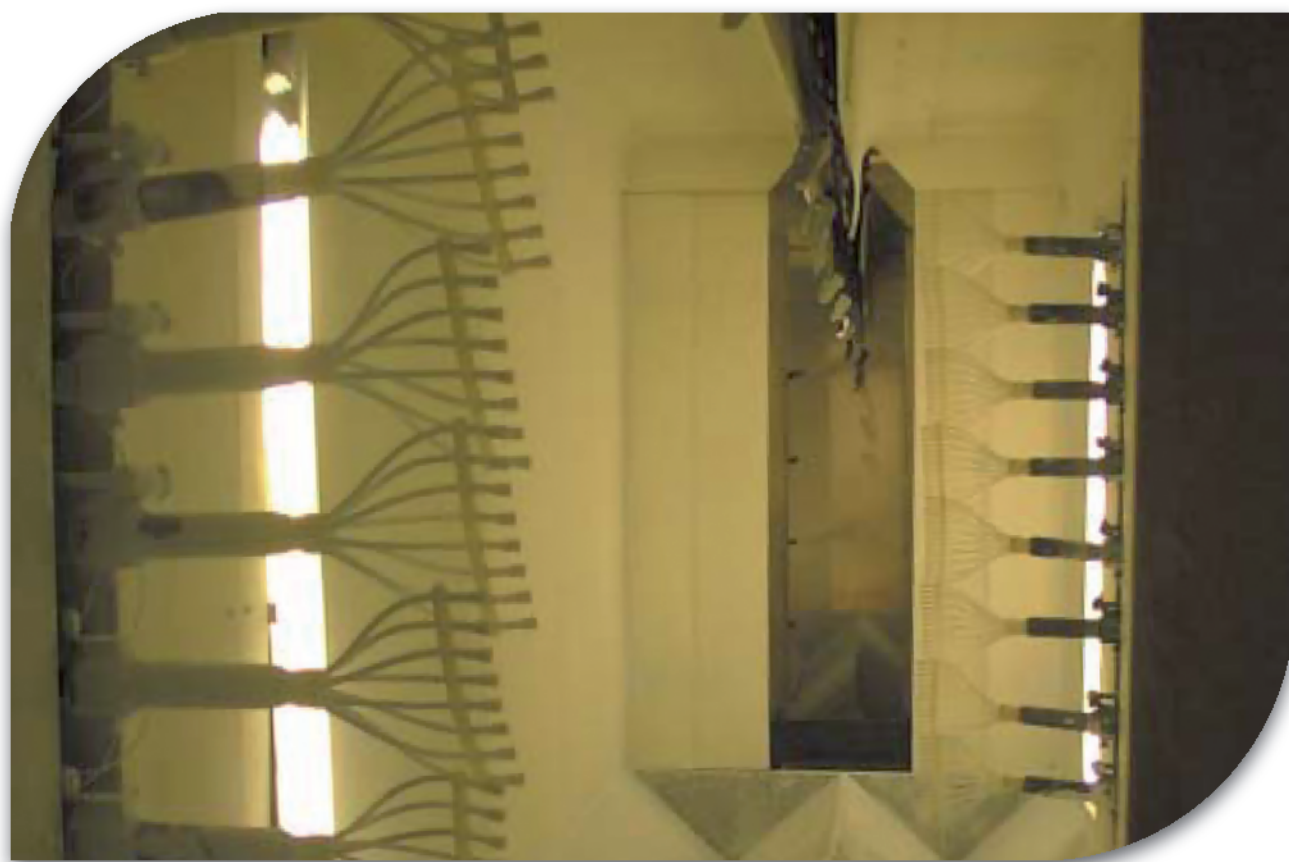
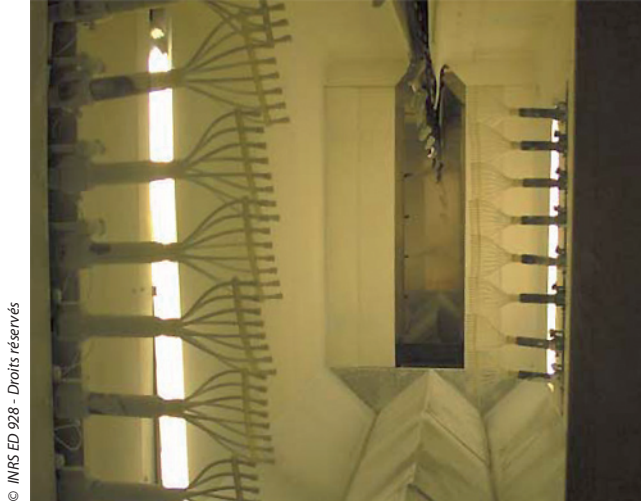


# Peinture par poudrage



## Cahier des charges

pour la prise en compte du risque d'explosion dans la conception des systèmes d'aspiration



© INRS ED 928 - Droits réservés

La peinture par poudrage génère des émissions de poussières susceptibles de provoquer des dommages sur la santé et la sécurité des salariés (risque toxicologique + risque d'explosion de poussière éventuel : cf brochure INRS ED 956).

**Ces opérations doivent donc être réalisées dans des cabines d'application spécifiques correctement ventilées (cf guide pratique de ventilation 9.2 : brochure INRS ED 928),** qui présentent en outre l'avantage :

- *d'éviter la dispersion de poudres dans l'atelier (propreté des locaux et qualité visuelle des produits finis non pollués par d'autres colorants),*
- *de permettre le cas échéant la récupération et le recyclage de la peinture excédentaire en limitant les coûts de peinture de manière significative pour les installations performantes.*

---

## 1 Objectif et limites du document

---

**Ce document ne traite pas des risques pour la santé présentés par le contact ou l'inhalation de peinture en poudre. Son objectif est de définir les conditions minimales à respecter pour la prévention du risque explosion dans une installation d'application de peinture poudre.**

**Ces préconisations reprennent et précisent la partie correspondante du guide pratique ventilation 9.2 (brochure INRS ED 928). Elles reflètent l'état des connaissances du Service Prévention de la Cramra au 01/05/2007.**

Les préconisations émises dans ce document sont applicables, que l'application soit manuelle ou entièrement automatisée. En effet, même en cas d'application entièrement automatique, une explosion éventuelle dans l'installation peut affecter la santé des salariés :

- *travaillant au pourtour de l'installation de peinture,*
- *amenés à réaliser les opérations de maintenance dans/de l'installation.*

Ce document ne concerne que les installations d'application de peintures poudres : il ne s'applique pas aux peintures liquides ni aux applications mixtes liquide/poudre.

**Il ne concerne également que des peintures dont les caractéristiques sont décrites au paragraphe 31 (notamment en terme de Limite Inférieure d'Explosivité : LIE et d'Energie Minimum d'Inflammation : EMI).**

---

## 2 Descriptif succinct des installations d'application les plus couramment utilisées dans cette activité

---

On rencontre deux types principaux d'installations :

### LES INSTALLATIONS AVEC SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE POUVRE OUVERT

La ventilation est horizontale, dirigée vers les filtres/le média filtrant situé(s) en fond de cabine . La récupération des décolmatages de filtres est réalisée dans un bac de collecte situé en partie basse.

L'application de la peinture est en général manuelle.

### LES INSTALLATIONS AVEC SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE POUVRE FERMÉ

**Ces installations sont décrites dans le guide pratique ventilation N°9.2 de l'INRS (ED 928) dont elles doivent impérativement respecter les exigences aérauliques définies, de manière à limiter l'exposition des salariés aux poussières de peinture.**

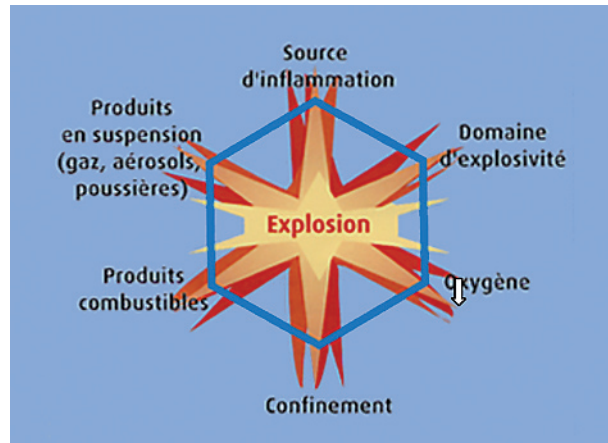
La peinture poudre récupérée au niveau de la cabine est transportée jusqu'à un dépoussiéreur fermé.

Le plus souvent, un cyclone est installé entre la cabine et le dépoussiéreur et fait partie intégrante du système de récupération de poudre. Dans ce cas :

- *l'air à épurer issu de la tête du cyclone est dirigé vers le dépoussiéreur fermé,*
- *les poudres décantées dans le cyclone (overspray) sont soit recyclées automatiquement vers le système d'approvisionnement de peinture (centrale de poudrage) soit stockées dans le contenant en pied de cyclone (il s'agit alors d'une configuration « poudre perdue »).*

### 3 Notions principales concernant les explosions de poussières

Toutes les poussières combustibles sont capables de provoquer une explosion, notamment les peintures poudres dont la granulométrie est très fine ( $<100 \mu\text{m}$ ). On rappellera ci après les conditions indispensables pour qu'une explosion de poussières puisse se produire :



**Le confinement est un facteur majorant de l'explosion .  
Un flash peut cependant avoir lieu, même en l'absence de confinement.**

- Il faut d'une part :
  - une poussière combustible de faible granulométrie : cf caractéristiques des peintures poudres décrites au § 31,
  - un comburant : l'oxygène de l'air,
  - une source d'ignition : cf principales sources d'inflammation dans ces types d'installation au § 33.
- Et d'autre part :
  - que la poussière soit en suspension dans l'air (nuage de peinture poudre dans notre cas) : cf § 32,
  - que la concentration du nuage de poussière soit située dans le domaine d'explosivité de la peinture considérée (entre la LIE et la LSE) donc notamment à une concentration  $>$  Concentration Minimum d'Inflammation (CMI ou LIE) : cf § 32.

L'utilisation de ce schéma aidera à établir les mesures de prévention à mettre en œuvre, en essayant d'agir sur plusieurs des 6 conditions du schéma.

#### 31 CARACTÉRISTIQUES DES PEINTURES POUVRE

Les peintures poudres sont des matériaux combustibles de granulométrie très fine (5 à  $100 \mu\text{m}$  en général) : en suspension dans l'air, elles peuvent conduire à des explosions.

- Leur limite inférieure d'explosivité (LIE : autrement appelée concentration minimale d'inflammation - CMI - pour les poussières) varie généralement de 20 à  $70 \text{ g/m}^3$ . En l'absence de valeur sûre, on utilise une concentration moyenne de  $10 \text{ g/m}^3$ .
  - NB : La LIE permet notamment de définir les zones ATEX
- Leur indice de violence d'explosion (Kst) moyen est de  $100$  à  $170 \text{ bar.m.s}^{-1}$  (classe st1).
  - NB : le Kst permet notamment de dimensionner les événements d'explosion des installations . Il dépend de la peinture utilisée et de sa granulométrie).
- L'énergie minimum d'inflammation (EMI) des peintures poudre est relativement faible : de l'ordre de 15 à  $60 \text{ mJ}$  : une simple décharge d'électricité statique peut enflammer le nuage.
- La température d'auto inflammation (TAI) de ces peintures est de l'ordre de  $500^\circ\text{C}$  à  $540^\circ\text{C}$  (en nuage). Nous ne disposons pas d'information sur la TAI en couche.
  - NB : cette donnée permet de déterminer la température maximum de surface des équipements utilisables au contact de ces peintures (comme par exemple au niveau des installations de chauffage ou d'éclairage)

---

### 32 PRINCIPALES POSSIBILITÉS DE RENCONTRER UNE ATEX DANS CES INSTALLATIONS

---

La possibilité de se trouver en atmosphère explosive se rencontre dans certains emplacements ou certaines situations de travail. Par exemple :

- *Intérieur du dépoussiéreur, côté « air sale ».*
- *Nuage issu du pistolet.*
- *Partie supérieure du réservoir de poudre, notamment en cas de mise en suspension de la poudre par air comprimé (lit fluidisé).*
- *Certaines parties du réseau de ventilation.*
- *Lors des phases de décolmatage des filtres, dans les systèmes de récupération de poudre.*
  
- *Si le débit de ventilation forcée de la cabine de poudrage diminue ( panne, encrassement...),*
- *En l'absence de nettoyages réguliers de l'intérieur de la cabine de poudrage : dépôts de poudre de peinture à l'intérieur de la cabine qui peuvent être remis en suspension,*
- *En cas de coupure volontaire du décolmatage des filtres (ex : le niveau sonore élevé généré par certains systèmes de décolmatage automatique peut amener le peintre à empêcher la réalisation de ces opérations bruyantes ) : accumulation de poudres dans les cartouches filtrantes → inefficacité de l'aspiration → peut engendrer une atmosphère explosive dans le volume total de la cabine si la peinture est remise en suspension.*

---

### 33 SOURCES D'INFLAMMATION POTENTIELLES DANS CES INSTALLATIONS

---

On peut citer par exemple :

- *Décharges d'origine électrique (éclairage, appareils électriques...).*
- *Décharges électrostatiques provoquées par :*
  - *Des pièces en mouvement.*
  - *Une liaison à la terre défectueuse ( résistance trop élevée ou interrompue) des équipements de l'installation de poudrage.*
  - *Une liaison équipotentielle défectueuse des différents équipements de la cabine (crochets peints, tresse de masse endommagée ou déconnectée.. ).*
- *Étincelles créées par énergie mécanique : ces phénomènes peuvent être générés par des éléments mécaniques en mouvement ou en cas de décrochement de pièces métalliques aspirées par la ventilation forcée.*
- *Sources d'énergie thermique :*
  - *Surfaces chaudes : certaines productions nécessitent de préchauffer les pièces. Des températures pouvant atteindre 200 °C peuvent être nécessaires pour ce type d'application. Un dérèglement du système de préchauffage peut entraîner une élévation de la température pouvant atteindre la TAI .*
  - *Travaux par point chaud (soudage, meulage, perçage...).*
  - *Cigarette : le non respect de l'interdiction de fumer au poste de travail est une réalité fréquente (bien qu'inadmissible) dans ces types d'activités. Elle représente une source d'inflammation potentielle, notamment en cas d'introduction de mégots et/ou cendres dans le système de récupération de poudre.*

## 4 Mesures de prévention

### 41 GÉNÉRALITÉS

- Le chef d'entreprise devra, au préalable, définir les zones ATEX de ses installations :
  - **ZONE 20** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, durant de longues périodes ou fréquemment,
  - **ZONE 21** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles peut occasionnellement se former dans l'air en fonctionnement normal,
  - **ZONE 22** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se former dans l'air en fonctionnement normal, ou bien si une telle formation se produit néanmoins, n'est que de courte durée.

Propositions de zonage :

Les schémas inclus dans ce document illustrent des propositions de zonage issues de réflexions d'un groupe de travail réunissant des adhérents du SITS (Syndicat des Industries du Traitement de Surface), le CETIM ( Centre d'Etudes Techniques des Industries Métallurgiques), des représentants de différentes CRAM et de l'INRS . Ils s'appuient également sur la norme européenne NF EN 12981 de septembre 2005.

- Conformément à la réglementation ATEX, le chef d'entreprise devra ensuite utiliser du matériel (électrique et non électrique) certifié ATEX et adapté aux zones ATEX prédéfinies :
  - matériel du groupe II, catégorie 1D pour les zones 20,
  - matériel du groupe II catégorie 2D pour les zones 21,
  - matériel du groupe II catégorie 3D pour les zones 22.

Exemples de matériels concernés : sondes de détection, ventilateurs, appareils d'éclairage, pistolets, systèmes de décolmatage automatique ...

- Le matériel électrique (adapté aux zones ATEX délimitées) répondra également aux caractéristiques minimales suivantes :

Zone ATEX	20	21	22
Etanchéité aux poussières	IP6X	IP6X	IP5X
Température maximale de surface	330°C ou « TAI en couche -75° c »		

- Toutes les parties conductrices de l'installation doivent être interconnectées (liaisons équipotentielles) et reliées à la terre.
  - Le sol doit être conducteur électro-statiquement (résistance du sol < 10<sup>6</sup> Ω).
  - Les manches filtrantes et les sacs de récupération devront être en matériaux antistatiques (résistance < 10<sup>8</sup> Ω).
  - De nombreux fabricants proposent des cabines équipées de parois en matière plastique : l'épaisseur ou la tension de claquage de la matière plastique doivent alors être adaptées : cf norme NF EN 12981.
- **Privilégier les installations avec système de récupération fermé (cf § 4.2.1)**
- Privilégier les procédés qui ne requièrent pas le préchauffage des pièces, sinon prévoir un système de sécurité pour limiter la température de préchauffage en fonction des températures d'autoinflammation (TAI) : la température de surface des pièces ne devra pas dépasser la température la plus basse entre « 2/3 TAI nuage » (soit 330 °C) et « TAI d'une couche de 5 mm de poussière - 75 °C »..
- Privilégier l'implantation du dépoussiéreur à l'extérieur des locaux de travail (réduction des nuisances sonores et des dommages en cas d'explosion).
- **Isoler ou éloigner de l'installation de poudrage toutes les activités / les postes utilisant ou générant des sources chaudes (meulage, soudage...).**
- Privilégier les systèmes de décolmatage générant le niveau sonore le plus bas (buse tournante, secouage mécanique ...).
  - NB : Il est à noter que la mise en place du système de récupération de poudre à l'extérieur de l'atelier permettra de traiter ce sujet.

**Par ailleurs, le chef d'entreprise veillera impérativement à mettre en place les mesures de prévention organisationnelles suivantes :**

- Information des opérateurs et intervenants de l'existence du risque d'explosion et des mesures de prévention à mettre en œuvre.

- Formation des opérateurs aux consignes d'utilisation et à la notice d'instruction transmises par l'installateur (Cf paragraphe 7 de la NF EN 12981).
- **Nettoyage fréquent des installations par aspiration : à l'aide d'un aspirateur adapté au captage des poussières combustibles.**
- **Interdiction formelle de fumer au poste de travail.**
- Utilisation d'EPI adaptés : chaussures antistatiques, gants conducteurs en bon état.
- Vérification régulière de la mise à la terre et de la liaison équipotentielle des différents équipements : à demander au minimum spécifiquement lors des vérifications périodiques électriques réglementaires et lors des modifications ou de travaux importants sur l'installation.
- Organisation régulière du décapage des crochets et balancelles approprié au rythme de production (cette opération de décapage influe sur la qualité de la mise à la terre, mais aussi sur la qualité de l'application de la peinture).
- Mise en place d'un permis de feu pour toute opération de maintenance pouvant provoquer des sources d'ignition (soudage, meulage, perçage...), afin d'étudier au cas par cas les mesures de prévention à mettre en œuvre.  
On prévoira notamment avant tous travaux de maintenance :
  - Décolmatage du système de récupération de poudre.
  - Enlèvement / nettoyage des dépôts de poussière sur les parois et le sol de la cabine.
  - Nettoyage de la zone d'intervention.
  - Mise hors tension.

#### 42 MESURES DE PRÉVENTION SPÉCIFIQUES

Outre les mesures de prévention générales listées précédemment, on appliquera les préconisations spécifiques minimum ci-après :

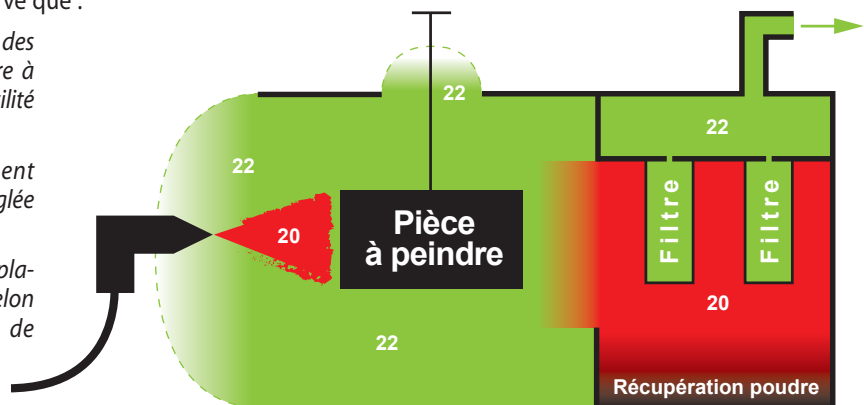
##### 421 INSTALLATION AVEC SYSTÈME OUVERT DE RÉCUPÉRATION DE POUDRE

###### Proposition de zonage ATEX :

**La proposition de zonage suivante n'est valable que si le décolmatage de l'installation est réalisé conformément à la norme NF EN 12981.**

Ces cabines permettent, pour un coût raisonnable, de protéger les voies respiratoires des salariés (notamment en cas d'application ponctuelle de peinture), sous réserve que :

- la vidange des bacs de récupération des poudres soit configurée de manière à réduire les émissions de poudres (facilité de manœuvre, manutention),
- le décolmatage soit régulièrement réalisé (respect de leur fréquence réglée par l'installateur),
- l'installation soit entretenue (remplacement des filtres) et nettoyée selon les préconisations et la notice de l'installateur.



###### Cependant :

- Une éventuelle explosion dans la partie filtration serait dirigée directement sur l'opérateur.
- Aucun découplage technique n'est possible en l'état, pour éviter ce retour d'explosion vers le salarié.

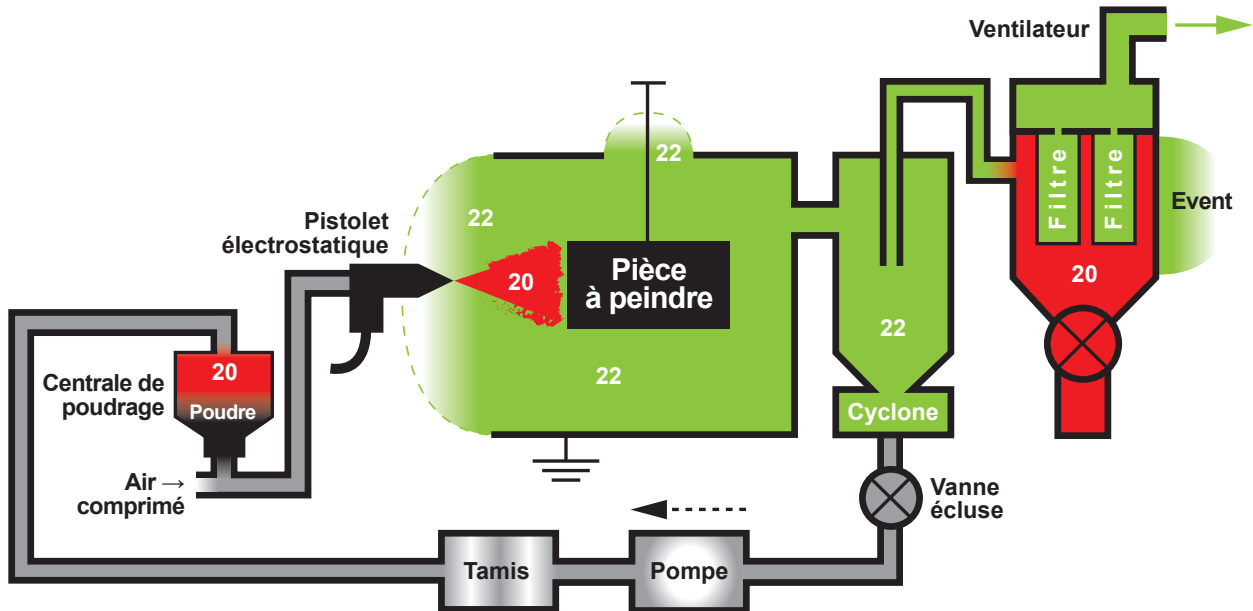
**Par conséquent, les cabines avec système de récupération fermé sont à privilégier.**



422 INSTALLATION AVEC SYSTÈME FERMÉ DE RÉCUPÉRATION DE POUDRE

Proposition de zonage ATEX :

**La proposition de zonage suivante n'est valable que si les caractéristiques aérauliques de l'installation répondent aux préconisations du guide pratique ventilation N°9.2 de l'INRS (ED 928)**



- Positionner les ventilateurs en aval du dépoussiéreur (côté air « propre »).
- De manière à éviter les dépôts dans les canalisations, on s'assurera d'une vitesse d'air proche de 20 m/s dans les canalisations et on évitera que ces dernières permettent des rétentions de poussières en respectant les règles de l'art.
- Les dépoussiéreurs doivent être équipés de systèmes de protection de manière à limiter les conséquences d'une éventuelle explosion :
  - La norme EN 12981 préconise 4 systèmes de protection contre l'explosion des systèmes fermés de récupération de poudre.
  - On trouvera en page suivante le descriptif et les avantages/inconvénients identifiés des différents systèmes.
  - NB : **Quelque soit le système de protection choisi** (événements d'explosion, systèmes de découplage techniques...), outre l'adaptation à la zone ATEX, **il doit être accompagné d'un certificat de conformité en tant que « systèmes de protection ATEX », établi par un organisme notifié** ; pour les systèmes de découplage technique, ces certificats doivent assurer qu'ils sont conçus de façon à demeurer étanches à la transmission de la flamme et à conserver leur résistance mécanique en cas d'explosion.



**Avantages / inconvénients des différents systèmes de protection contre l'explosion préconisés dans la norme NF EN 12981**

	Descriptif	Investissement Maintenance	Commentaires
Système anti-explosion	Dispositif placé dans le dépoussiéreur qui détecte la montée en pression dans l'enceinte du dépoussiéreur et déclenche en <b>quelques milli-secondes</b> l'injection d'un agent chimique qui empêche l'explosion.	Coût relativement important lié à la technicité du système de protection  Nécessité de prévoir les opérations de maintenance préventive régulières pour s'assurer de la fiabilité du système (entretien, étalonnage des seuils de déclenchement...).	A ce jour nous n'avons pas connaissance de fournisseur d'installation de poudrage qui utilise cette technologie.
Event de décompression combiné à un limiteur d'explosion	Event de décompression (événement d'explosion).	<b>L'événement est un système de protection statique, de coût relativement limité, qui ne nécessite pas d'opération de maintenance particulière.</b>	Il doit être dimensionné suivant les règles de l'art (cf norme EN 14491) et positionné de telle manière que la décharge d'une éventuelle explosion soit orientée vers un lieu propre et non encombré, où le personnel ou des stockages ne sont pas susceptibles de se trouver.  Son fonctionnement ne doit pas être entravé (ex : à proximité d'un mur ou de la toiture) et il doit être conçu de manière à ne pas projeter de débris en cas d'ouverture (membranes déchirables par exemple).  <b>Ce système de protection est à privilégier.</b>
	Limiteur d'explosion : il s'agit d'un système de découplage technique permettant d'éviter la transmission de l'explosion et de la flamme vers d'autres parties de l'installation : <b>en amont et en aval de celle-ci.</b>	Le coût d'investissement et de maintenance dépendent des systèmes de découplage choisis.	NB : il est recommandé de prévoir notamment un découplage technique en pied de filtre (par exemple : vanne écluse « ATEX ») pour éviter un retour de flamme ou d'explosion vers l'opérateur qui manipulerait un fut de récupération de poudre.
Limiteur d'explosion combiné à un système de récupération de poudre fermé conçu pour résister à la pression de l'explosion			A ce jour nous n'avons pas connaissance de fournisseurs d'installation de poudrage qui utilise cette technologie.
Dispositif de suppression de feu à action rapide pour empêcher la propagation de la flamme de la cabine de poudrage vers le système fermé de récupération de poudre, <b>mais seulement si l'existence de sources d'inflammation à l'intérieur du système fermé de récupération de poudre peut être écartée.</b>	Il s'agit souvent d'un système de détection de flamme situé dans la cabine, avec une extinction CO2 en entrée de cyclone et/ou de filtre.	La maintenance du système de suppression de feu à action rapide est un point névralgique, en effet comme tout système actif de sécurité il faut s'assurer du fonctionnement effectif du système en cas de besoin à coûts de maintenance régulière et de vérifications périodiques à prévoir.	Cette solution technique repose sur l'absence de source d'ignition dans le système de récupération de poudre fermé.  Or il paraît difficile de garantir qu'aucun élément incandescent ne pourra être aspiré dans le réseau. Par exemple : pièce métallique provoquant des étincelles mécaniques au contact des parois métalliques du filtre, cigarette.  Les installateurs qui utilisent cette technologie <b>doivent fournir une analyse qui recense l'ensemble des facteurs pris en compte pour écarter toute source d'ignition.</b>  <b>Cette démarche est difficile à apprécier et ne garantit pas l'exploitant de l'installation contre les conséquences d'une explosion dans le dépoussiéreur.</b>  NB : il est cependant possible de coupler ce système à un événement d'explosion.

#### 423 SYSTÈMES DE RECYCLAGE DE L'AIR ÉPURÉ

La pratique du recyclage de l'air épuré est déconseillée. Si elle est cependant pratiquée elle doit impérativement garantir le respect de différentes mesures contraignantes (cf guide de ventilation INRS N°1 : ED 657, et aide mémoire juridique INRS TJ 5).

De manière à limiter les conséquences d'une éventuelle explosion et sous réserve du respect de ces prescriptions, le dispositif de recyclage de l'air épuré dans l'atelier doit être dirigé vers un lieu propre et non encombré, où le personnel ou des stockages ne sont pas susceptibles de se trouver.

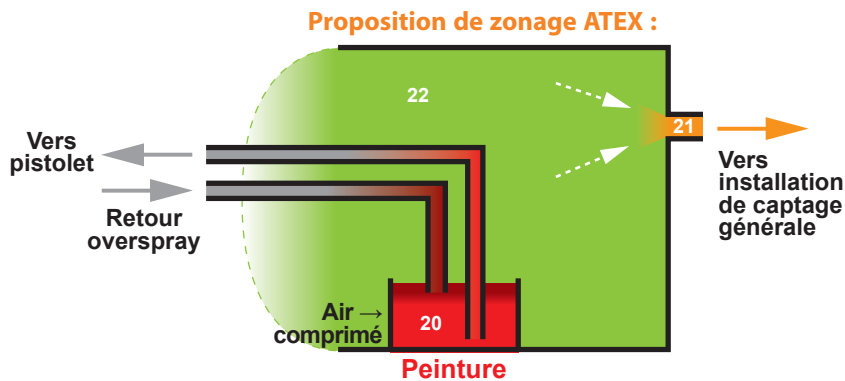
#### 424 CENTRALES DE POUDRAGE VENTILÉES

Pour les installations importantes, la centrale de poudrage (système d'approvisionnement en poudre), dans laquelle circule la peinture neuve et le retour de l'overspray est un des points d'émission de poussières important de l'installation, notamment lors des changements de couleurs.

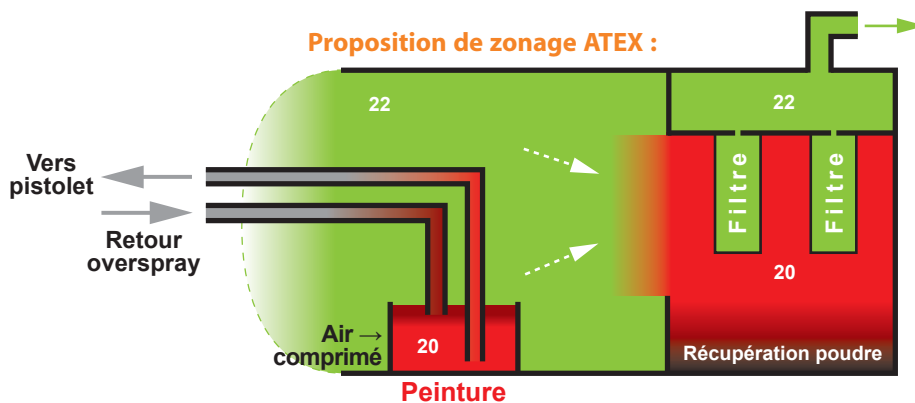
- **cette centrale de poudrage doit donc être systématiquement située dans une enceinte ventilée correctement dimensionnée**

Cette enceinte ventilée ouverte est :

- soit connectée à l'installation de captage générale (à privilégier)



- soit connectée à un système de récupération de poudre ouvert (Ventilation horizontale, dirigée vers les filtres/le média filtrant situé(s) en fond de cabine. La récupération des décolmatages de filtres est réalisée dans un bac de récupération situé en partie basse



Dans ce cas, en cas d'explosion de nuage de peinture poudre dans cette partie de l'installation, celle-ci serait dirigée vers l'entrée de la cabine.

Cependant la probabilité d'occurrence du risque est faible car les volumes impliqués (enceinte et filtre) sont faibles et le temps de présence de l'opérateur dans l'environnement de l'installation (principalement lors des changements de teinte) relativement réduit.

**Les préconisations générales listées au paragraphe 41 sont à appliquer également dans cette partie de l'installation (notamment continuité électrique et mise à la terre)**



Cram Rhône-Alpes

Direction des Risques Professionnels et de la Santé au Travail

26, rue d'Aubigny - 69436 Lyon cedex 03 - Tél. 04 72 91 96 96 - Fax 04 72 91 96 40

E-mail : [preventionrp@cramra.fr](mailto:preventionrp@cramra.fr) - site internet : [www.cramra.fr](http://www.cramra.fr)

SP 1144 - septembre 2008