

A large, stylized graphic of an explosion. It features a central orange square with numerous colorful streaks (red, purple, blue, yellow, white) radiating outwards. The word 'ATEX' is written in large, bold, black letters across the center of the explosion.

**ATEX**

**Mise en œuvre  
de la réglementation relative  
aux atmosphères explosives**  
Guide méthodologique

## **L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)**

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CARSAT-CRAM-CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressants l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CARSAT. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale ou de la Caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

## **Les Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)**


Les Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les Caisses régionales d'assurance maladie et les Caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

# **Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX)**

## **Guide méthodologique**



Ce document a été élaboré par un groupe de travail composé de :

- A. Janes, J. Chaineaux, INERIS,
- P. Lesné, CARSAT Normandie,
- G. Mauguen, CARSAT Bretagne,
- J.M. Petit, B. Sallé, F. Marc, INRS.

# Sommaire

<b>Contexte réglementaire</b>	<b>4</b>
<b>Démarche méthodologique</b>	<b>7</b>
1. Organisation de la démarche	8
2. Analyse fonctionnelle	9
3. Détermination initiale des zones à risque	13
4. Mesures de prévention	14
5. Zonage après prise en compte des mesures de prévention	17
6. Mesures de protection	18
7. Rédaction du document relatif à la protection contre les explosions (DRPCE)	19
<b>Bibliographie</b>	<b>20</b>
<b>Annexes</b>	<b>21</b>
1. Textes réglementaires	23
2. Éléments permettant de choisir les matériels en zone à risque d'explosion	24
3. Exemple de tableau d'aide à l'évaluation du risque explosion	32
4. Exemples d'application de la réglementation sur les atmosphères explosives	34
A. Filtre à manches	34
B. Bac de stockage de liquide inflammable	40
C. Introduction d'un produit pulvérulent combustible dans un mélangeur contenant un solvant inflammable	46



# Contexte réglementaire

L'Union européenne a adopté deux directives relatives aux atmosphères explosives (dites directives ATEX) dont l'entrée en vigueur a eu lieu au 1<sup>er</sup> juillet 2003. Ces deux textes renforcent la protection contre les explosions en rendant obligatoires différentes mesures techniques et organisationnelles. Rappelons qu'au sens de ces directives, les explosions accidentelles peuvent avoir pour origine des substances combustibles sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières.

La directive 1999/92/CE concerne les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés aux risques associés aux atmosphères explosives. Cette directive a été transposée en droit français par les articles R. 4216-31 et R. 4227-42 à R. 4227-54 du code du travail.

Deux arrêtés du 8 juillet 2003 complètent ces articles en transposant les annexes de la directive.

Ces arrêtés concernent en particulier :

- la définition des emplacements où des atmosphères explosives peuvent se former,
- les prescriptions visant à améliorer la santé et la sécurité des travailleurs exposés aux risques d'explosion,
- les critères de sélection des appareils et des systèmes de protection utilisés dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter,
- le panneau de signalisation des emplacements dangereux.

Un troisième arrêté, daté du 28 juillet 2003, fixe les conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter.

La directive 1999/92/CE est le complément social de la directive 94/9/CE concernant le rapprochement des législations des États membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive.

Cette directive « nouvelle approche » qui s'adresse aux fabricants donne les exigences essentielles auxquelles doivent satisfaire les appareils et les systèmes de protection ainsi que les procédures d'évaluation de conformité. Elle a été transposée en droit français par les décrets n° 96-1010 du 19 novembre 1996 et n° 2002-695 du 30 avril 2002, complétés par les arrêtés du 3 mars 1997 et du 21 août 2000.

L'ensemble des textes réglementaires français mentionnés ci-dessus est repris en annexe I.

Rappelons, enfin, que la circulaire du 9 mai 1985, relative au commentaire technique des décrets n° 84-1093 et n° 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail, précise que :

1. lorsque [des substances susceptibles de former un mélange explosif] sont des gaz ou des vapeurs inflammables, leur concentration doit être maintenue à la plus faible valeur possible et rester inférieure à 25 % de la limite inférieure d'explosivité (LIE) dans l'ensemble de l'installation [...] et à 10 % de cette limite si des personnes travaillent dans cette atmosphère ;
2. lorsque ces substances sont des poussières inflammables, il faut éviter la formation de nuages de poussières et, notamment, supprimer par des nettoyages fréquents tout dépôt de poussières susceptibles de se soulever et utiliser des conduits d'extraction aussi courts que possible.

## >> Définition des zones ATEX

Zones définies par la réglementation		
<i>Atmosphère explosive</i>	<i>Zone gaz / vapeur</i>	<i>Zone poussière</i>
Permanente, en fonctionnement normal	0	20
Occasionnelle, en fonctionnement normal	1	21
Accidentelle, en cas de dysfonctionnement	2	22

**Zone 0** : emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

**Zone 1** : emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

**Zone 2** : emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.

**Zone 20** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

**Zone 21** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

**Zone 22** : emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.

NB : Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles doivent être traités comme toute autre source susceptible de former une atmosphère explosive.









## » Démarche méthodologique

La principale manifestation d'une explosion est l'augmentation brutale de la pression qui provoque un effet de souffle, accompagné de flammes. Cette surpression brutale a des effets dévastateurs, aussi bien sur l'homme (rupture du tympan, lésions graves aux oreilles ou aux poumons, décès) que sur les constructions. De plus, les effets d'une explosion se combinent toujours avec un dégagement de chaleur important, et une zone de flammes peut envahir un volume dix fois supérieur à celui de l'atmosphère explosive initiale. Notons que ce facteur 10 n'est pas valable lorsqu'un dépôt de poussières combustibles est présent. En effet, ce dépôt est soulevé par l'explosion et participe à une explosion secondaire.

# 1 Organisation de la démarche

**L**a prise en compte du risque « explosion » s'inscrit dans la démarche globale de prévention des risques. Pour organiser celle-ci, il faut en avoir la volonté, ce qui implique un engagement de la direction de l'entreprise ainsi qu'un investissement en temps et en moyens. Pour ce faire, il conviendra :

- d'associer les instances représentatives du personnel (CHSCT, délégués du personnel...) conformément au principe de participation,
- de définir et recenser les compétences en interne,
- de désigner, pour les entreprises de taille importante, le responsable du projet qui va s'entourer des compétences internes et externes, organiser et faire fonctionner le groupe de travail et de réflexion,
- de planifier les différentes étapes de la démarche retenue,
- de communiquer sur l'action qui va être entreprise,
- de tenir compte de la mémoire de l'entreprise et de la branche d'activité (retour d'expérience, expériences de situations dangereuses comme les incidents d'exploitation et les phases de démarrage, d'arrêt ou de redémarrage).



En ce qui concerne la prise en compte de l'expérience de l'exploitant, il est essentiel que l'évaluation des risques présentés par l'installation concernée soit effectuée dans les conditions suivantes :

- Elle doit être faite au cours d'une réunion tenue en présence de toutes les personnes qui ont une bonne connaissance de l'installation, au cours de chacune des phases de son fonctionnement (personnel d'exploitation, personnel de maintenance, responsable sécurité...).
- Tous les incidents ou accidents (même les plus minimes) doivent être exploités ; en particulier, toutes les situations au cours desquelles la formation d'une atmosphère explosive a pu être repérée ou est soupçonnée doivent être examinées ainsi que leurs circonstances et les conséquences qu'elles ont entraînées, qu'il s'agisse de situations de fonctionnement normal ou de dysfonctionnement et qu'il se soit produit une inflammation ou non.

## 2 Analyse fonctionnelle

### 2.1 Identification des atmosphères explosives potentielles

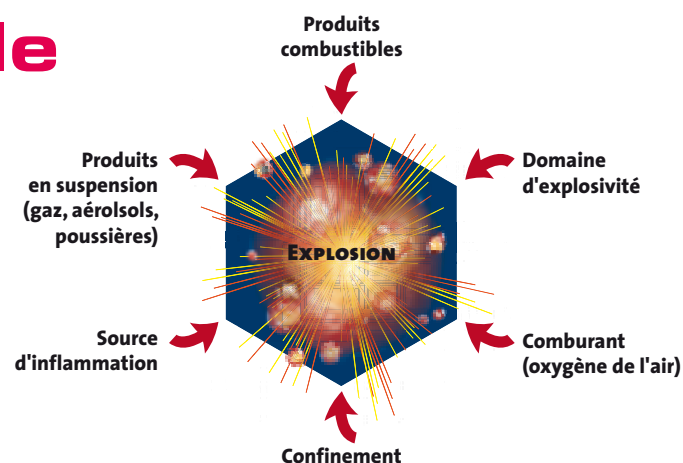
#### 2.1.1 Généralités sur l'explosion

Une explosion est une réaction rapide d'oxydation (combustion) ou de décomposition entraînant une élévation de température et de pression.

Il ne peut y avoir explosion que sous certaines conditions (voir schéma ci-contre), après formation d'une atmosphère explosive, résultant d'un mélange en suspension dans l'air de substances combustibles dans des proportions telles qu'une source d'inflammation d'énergie suffisante produise son explosion.

Six conditions à réunir simultanément pour qu'une explosion ait lieu :

- Présence d'un comburant (en général l'oxygène de l'air).
- Présence d'un combustible.
- Présence d'une source d'inflammation.
- État particulier du combustible, qui doit être sous forme gazeuse, de brouillard ou de poussières en suspension.



Hexagone de l'explosion

- Domaine d'explosivité (domaine de concentration du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles).
- Confinement suffisant (en absence de confinement, on obtient un phénomène de combustion rapide avec flamme importante mais, généralement, sans effet de pression notable).

#### 2.1.2 Faire l'inventaire des produits

- Établir la liste des produits combustibles.
- Étudier leur nature :
  - liquide,
  - gazeuse,
  - pulvérulente.
- Connaître leurs caractéristiques physico-chimiques (voir CARATEX).

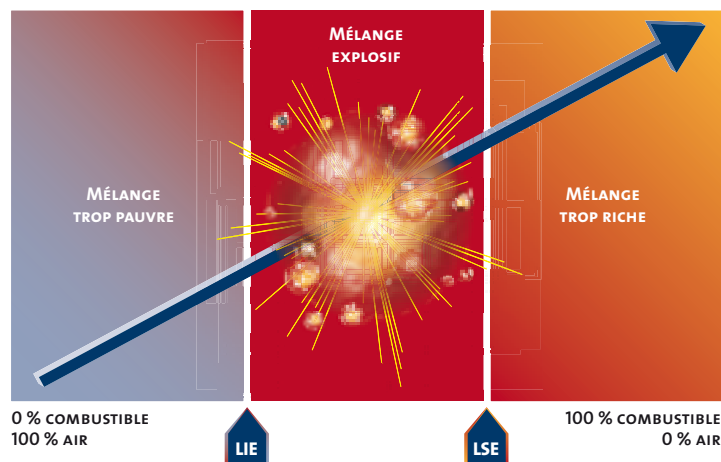
#### Produits liquides et gazeux

» Densité
» Domaine d'explosivité (LIE-LSE)
» Point d'éclair
» Température d'auto-inflammation (TAI)
» Violence d'explosion ( $P_{\max}$ et $K_g$ )
» Incompatibilités chimiques avec d'autres produits
» Énergie minimale d'inflammation (EMI) et groupe de gaz (IIA, IIB, IIC)

#### Produits solides finement divisés

» Densité
» Concentration minimale explosive (CME)
» Granulométrie
» Température d'auto-inflammation (TAI) en couche et en nuage
» Violence d'explosion ( $P_{\max}$ et $K_{st}$ )
» Incompatibilités chimiques avec d'autres produits
» Énergie minimale d'inflammation (EMI) en nuage

### Domaine d'explosivité



Les limites inférieure et supérieure d'inflammabilité (LII et LSI) définissent le domaine d'explosivité. Pour cette raison, dans la pratique, elles sont souvent désignées (il en sera ainsi dans ce document) comme les limites inférieure et supérieure d'explosivité (LIE et LSE). Pour les poussières, la LIE est assimilée à la CME. En revanche, la LSE est moins bien définie et rarement mesurée (trop grandes quantités dans l'air, de 1 à 3 kg.m<sup>-3</sup>).

Les tableaux suivants fournissent les caractéristiques d'inflammabilité de quelques poussières et gaz/vapeurs.

On trouvera en annexe II des éléments complétant les caractéristiques physico-chimiques et permettant de choisir le matériel à mettre en œuvre dans les zones à risque d'explosion.

#### • Recenser les conditions de stockage :

- modalités de stockage :
  - température,
  - volume,
- locaux de stockage.

#### • Recenser les quantités utilisées :

- aux postes de travail,
- au cours des manutentions et des transferts.

### 2.1.3 Analyser les procédés de mise en œuvre

Il convient de décrire le fonctionnement normal des installations en recueillant l'ensemble des données le concernant.

À partir de la description des équipements usités, il importe de tenir compte des produits utilisés, des

Produit		Diamètre médian en $\mu\text{m}$	CME en g.m <sup>-3</sup>	TAI en nuage en °C	TAI 5 mm en couche en °C	P <sub>max</sub> en bar	K <sub>st</sub> en bar.m.s <sup>-1</sup>
Farine de blé	»	57	60	430	-	8,3	87
Sucre	»	29	60	470	-	8,2	59
Aluminium	»	36	60	590	450	12	750
Poirier	»	27	100	500	320	9,5	211
Hêtre	»	61	-	490	310	9	138
Hêtre	»	170	125	500	320	8,2	48
Makoré/noyer	»	31	100	510	320	9,8	238

Produit		Température d'ébullition en °C	Point d'éclair en °C	TAI en °C	LIE en % en volume dans l'air	LSE en % en volume dans l'air
Acétate d'éthyle	>>	77	- 4	425	2	11,5
Acétone	>>	56	- 20	465	2,6	13
Méthyléthylcétone	>>	80	- 9	404	1,4 à 93° C	11,4 à 93° C
Alcool éthylique	>>	78	12	363	3,3	19
Éthylglycol	>>	135	43	235	1,7 à 93° C	15,6 à 93° C
Éthylène-glycol	>>	197	111	398	3,2	28
n-Hexane	>>	69	- 22	223	1,2	7,4
Alcool méthylique	>>	64	11	385	6,7	36
Méthylisobutylcétone	>>	118	16	448	1,2 à 93° C	8 à 93° C
Alcool isopropylique	>>	83	11	395	2	12
Toluène	>>	111	4	480	1,2	7,1

conditions de température, de pression, des réactions exothermiques, des produits de décomposition, des conditions de refroidissement, des systèmes de ventilation...

Des mesures d'explosimétrie peuvent être nécessaires.

Chaque installation de travail (silos, broyeurs, circuits de dépoussiérage, circuits de transfert, dépotage...) doit faire l'objet d'une étude qui tiendra compte des différentes conditions de fonctionnement (enceintes confinées...).

### 2.1.4 Étudier les dysfonctionnements potentiels

On s'attachera à analyser, en particulier, les types de dysfonctionnements raisonnablement envisageables. Ce seront, par exemple, les arrêts du système de ventilation ou de refroidissement, les fuites de produits, les pannes prévisibles, les arrêts accidentels d'alimentation en produits...

Pour les établir, on pourra également lister les sources de dysfonctionnements liées au facteur humain, telles que :

- process théorique de production ne pouvant être respecté vu les sollicitations et les contraintes (dépla-

cements, tâches annexes plus longues que la tâche principale...),

- consigne non applicable (surtout en cas d'anomalie) ou non réellement appliquée,

- comportement du salarié en cas d'anomalie (le risque est d'autant plus important que le délai de réalisation est court).

Tous ces facteurs peuvent être aggravés par le statut des salariés (salariés en contrat précaire ne connaissant pas l'entreprise, salariés remplaçants au poste...).

Dans les établissements classés, on pourra également se référer aux scénarios des études de danger intégrés dans les dossiers ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement).

## 2.2 Identification les sources d'inflammation potentielles (voir NF EN 1127-1)

Les matériels présents dans une zone dangereuse susceptibles d'engendrer une source d'inflammation sont de nature électrique, électronique, mécanique, pneumatique, hydraulique, thermique...

L'origine des sources d'inflammation potentielles peut être :

- **électrique** (étincelles, échauffement...). Les sources d'inflammation dues au matériel électrique peuvent être actives pour tout type d'atmosphère explosive formée d'un mélange d'air et de poussières, gaz ou vapeurs.

*N.B. : La très basse tension, conçue pour la protection des personnes contre les chocs électriques, ne constitue pas une mesure visant la protection contre l'explosion ; ainsi, des tensions inférieures à 50 V peuvent produire des énergies suffisantes pour enflammer une atmosphère explosive.*

- **liée aux courants électriques vagabonds**. Ils peuvent être à l'origine d'échauffements ou d'étincelles entre parties métalliques et, ainsi, peuvent enflammer tout type d'atmosphère explosive.
- **électrostatique** (décharges par étincelles...).

*N.B. : Plusieurs phénomènes électrostatiques tels que les décharges en aigrette peuvent enflammer pratiquement toutes les atmosphères explosives gaz/vapeurs. Compte tenu de l'état actuel des connaissances, les phénomènes électrostatiques les plus énergétiques peuvent enflammer les atmosphères explosives air/poussières.*

- **thermique** (surfaces chaudes, cigarettes, flammes nues, travaux par point chaud...). Une flamme nue constitue une source d'inflammation active pour toute atmosphère explosive. Par ailleurs, la température de la surface doit être comparée avec la température d'auto-inflammation en couche et en nuage des poussières ou la température d'auto-inflammation des gaz et vapeurs.

- **mécanique** (étincelles, échauffement...). Les étincelles d'origine mécanique résultent des processus de friction, de choc et d'abrasion et peuvent enflammer tout type d'atmosphère explosive.

- **chimique** (réactions exothermiques, auto-échauffement...).

- **bactériologique** (la fermentation bactérienne peut échauffer le milieu et le placer dans des conditions d'amorçage d'un auto-échauffement).

- **climatique** (foudre, soleil...). Si un impact de foudre se produit dans une atmosphère explosive, l'inflammation va se produire. De plus, la foudre peut constituer une source d'inflammation à distance par effet indirect en induisant des surtensions ou des échauffements dans les équipements.



# ATEX

## 3 Détermination initiale des zones à risque

Les emplacements dangereux sont classés en zones à risque, en fonction de la fréquence et de la durée de la présence d'une atmosphère explosive (voir définition des zones ATEX p. 5).

### Pour les gaz et vapeurs

En général, une **zone 0** sera présente à l'intérieur des réservoirs, des canalisations, des récipients...

Une **zone 1** pourra inclure, entre autres :

- la proximité immédiate de la **zone 0**,
- la proximité immédiate des ouvertures d'alimentation, des événements, des vannes de prise d'échantillons ou de purge, des ouvertures de remplissage et de vidange,
- des points bas des installations (fosses de rétention, caniveaux...).

Une **zone 2** pourra inclure, entre autres, les emplacements entourant les **zones 0** et **1**, les brides, les connexions, les vannes et raccords de tuyauterie ainsi que la proximité immédiate des tubes de niveau en verre, des appareils en matériaux fragiles...

### Pour les poussières

En général, une **zone 20** sera présente à l'intérieur des silos, des canalisations...

Une **zone 21** pourra inclure, entre autres, des emplacements à proximité immédiate d'une zone 0 ou, par exemple, au niveau des points de remplissage ou de vidange de poudre et des emplacements dans lesquels les couches de poussières apparaissent et sont susceptibles, en fonctionnement normal, de conduire à la formation d'une concentration de poussières combustibles en mélange avec l'air appartenant au domaine d'explosivité.

Une **zone 22** pourra inclure, entre autres, des emplacements au voisinage d'appareils, systèmes de protection et composants contenant de la poussière, à partir desquels de la poussière peut s'échapper par suite de fuites et former des dépôts de poussières (par exemple, les ateliers de broyage dans lesquels la poussière peut s'échapper des broyeurs et ensuite se déposer sur les éléments de charpente).

Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles doivent être traités comme toute autre source susceptible de former une atmosphère explosive.

La mise en place de mesures de prévention techniques et organisationnelles, sous réserve de leur pérennité, va permettre de retenir un zonage final éventuellement moins contraignant.



## 4 Mesures de prévention

Recherche de solutions, application des principes généraux de prévention

L'employeur va mettre en œuvre les mesures prévues sur la base des principes généraux de prévention :

- éviter les risques,
- évaluer les risques qui ne peuvent être évités,
- combattre les risques à la source,
- adapter le travail à l'homme,
- tenir compte de l'état d'évolution de la technique,
- remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui l'est moins,
- planifier la prévention,
- prendre les mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle,
- donner les instructions appropriées aux travailleurs.

Il y aura donc lieu de faire l'inventaire des mesures existantes, puis d'adopter les mesures de prévention complémentaires à mettre en œuvre.

La suppression du risque d'explosion doit être recherchée en limitant l'occurrence et le volume d'une atmosphère explosive et en agissant sur les sources d'inflammation, puis en prenant des mesures de protection contre les effets des explosions.

L'employeur devra également estimer les conséquences potentielles d'une explosion. Cette estimation, dont on veillera à limiter la part de subjectivité, sera fondée sur des critères propres à l'entreprise (probabilité d'occurrence, gravité redoutée, fréquence d'exposition du personnel, nombre de personnes potentiellement concernées...) permettant de débattre des priorités et d'aider à la planification des actions de prévention.

### 4.1 Éviter le risque

Parmi les différentes mesures que l'on peut adopter, des actions, entre autres, peuvent être retenues concernant :

- le(s) combustible(s) :
  - remplacer le produit combustible par un autre incombustible ou moins combustible,
  - modifier la granulométrie (passer de la poudre à des granulés),
  - ajouter des solides inertes à des poussières combustibles,
  - maintenir la concentration du combustible hors de son domaine d'explosivité par :
    - captage des vapeurs ou des poussières,
    - dilution à l'air,
    - nettoyage fréquent des dépôts de poussières,
    - mise en place de détecteurs étalonnés...
- le comburant : mise à l'état inerte. L'introduction d'un gaz inerte (azote...) en proportion suffisante dans une atmosphère chargée de substance combustible entraîne son appauvrissement en oxygène et rend donc l'inflammation impossible.

**Attention** toutefois au **risque d'hypoxie** (interruption de l'apport d'oxygène aux différents tissus de l'organisme) et de malaise consécutif en cas de pénétration d'un salarié dans la zone concernée.

### 4.2 Éviter les sources d'inflammation

Cette action de prévention s'attachera, en premier lieu, à mettre hors zone ATEX le plus de matériel possible, puis elle visera à éliminer les flammes et



feux nus, les surfaces chaudes, les étincelles d'origines mécanique, électrique ou électrostatique, les échauffements dus aux frottements mécaniques, aux matériels électriques ou aux moteurs thermiques...

Différentes mesures peuvent être mises en œuvre, telles que des :

- actions sur le procédé :
  - refroidissement (réaction chimique, échauffement dû à la compression des gaz...),
  - captage d'éléments métalliques (séparateur magnétique) ou d'éléments de taille importante (séparateur gravitaire type boîte à cales) pouvant générer une source d'inflammation,
- contrôles :
  - détecteurs d'élévation de température, de pression...,
  - thermographie à infrarouge,
  - détecteur CO (monoxyde de carbone),
  - systèmes de contrôles de la vitesse de défilement et/ou de déport des bandes transporteuses, de bourrage, de rotation...,
- procédures :
  - mode opératoire d'exécution,
  - plan de prévention,
  - permis de feu,
  - autorisation de travail validée par une personne compétente désignée par l'employeur,
  - port de vêtements de travail appropriés faits de matériaux qui ne produisent pas de décharges électrostatiques,
  - organisation du nettoyage,
  - formation des intervenants avec vérification de la connaissance du balisage...,
- actions sur le matériel :
  - adéquation du matériel à la zone,
  - outillage anti-étincelant,
  - mise à la terre, liaison équipotentielle.



L'exploitation d'une installation implique inévitablement des interventions de maintenance (vérifications, entretien, dépannages, réparations) qui nécessitent souvent l'utilisation de matériel non adapté à la zone considérée.

Suivant l'ampleur et la durée de ces interventions, des procédures spéciales et rigoureuses doivent être mises en place : permis (ou autorisation) de travail, de feu, de pénétrer, de dégazage, de fouilles...

Ces procédures préalables doivent avoir pour effet de rendre non dangereuses les zones d'intervention, par exemple lors de l'arrêt programmé pour travaux d'entretien et, si cela s'avère nécessaire, l'installation doit être vidangée, dégazée et lavée. Les parties de l'installation qui ne peuvent faire l'objet de ces mesures doivent être isolées au moyen de joints pleins ou de dispositifs équivalents. Toute intervention doit se faire sur une installation consignée.

La procédure de permis (ou d'autorisation) de travaux permet de s'assurer que toutes ces opérations préliminaires ont été correctement effectuées, y compris la délimitation matérielle des zones à risque d'explosion temporaire.

Les matériels doivent être conformes à la réglementation relative à la conception des appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive.

Les catégories des matériels du groupe II, acquis depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003 et adaptés selon les cas, soit aux gaz, vapeurs ou brouillards, soit aux poussières, sont choisies comme indiqué dans le tableau suivant :

Risque	Groupe *	Adéquation zone ◀ ▶	Matériel marqué	Marquage
<b>Permanent</b> ▶▶	II	Zone 0 → Cat. 1 Zone 20 → Cat. 1		CE II 1 G CE II 1 D
<b>Occasionnel</b> ▶▶	II	Zone 1 → Cat. 2 (ou 1) Zone 21 → Cat. 2 (ou 1)		CE II 2 G (ou 1 G) CE II 2 D (ou 1 D)
<b>Potentiel</b> ▶▶	II	Zone 2 → Cat. 3 (ou 2 ou 1) Zone 22 → Cat. 3 (ou 2 ou 1)		CE II 3 G (ou 2 G ou 1 G) CE II 3 D (ou 2 D ou 1 D)

\* groupe II = industries de surface  
groupe I = mines et industries extractives

Pour le matériel existant avant le 1<sup>er</sup> juillet 2003, une évaluation a dû permettre de vérifier son adéquation avec la zone à risque d'explosion dans laquelle il se trouve.

### 4.3 Mesures organisationnelles

- **Signalisation et signalétique**

Les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se former seront signalés au niveau de leurs accès respectifs par le panneau d'avertissement suivant (voir arrêté du 8 juillet 2003) :



- **Formation du personnel**

- sensibilisation de l'ensemble du personnel au risque explosion,
- formations spécifiques pour les travailleurs dans et autour des zones à risque,
- formations spécifiques des équipes de maintenance interne,
- prise en charge particulière des intérimaires (liste des postes à risque, formation renforcée à la sécurité),
- organisation de l'évacuation du personnel,
- mise en place d'équipes d'intervention...

- **Formalisation des interventions d'entreprises extérieures**

- accueil des entreprises extérieures,
- plan de prévention,
- autorisation de travail,
- permis de feu...

- **Prise de contact avec le SDIS (Service départemental d'incendie et de secours) et/ou les sapeurs-pompiers locaux.**

- **Gestion des alarmes**

Seuils de déclenchement (par exemple, 10 % de la LIE et 25 % de la LIE pour les gaz et vapeurs, voir circulaire du 9 mai 1985) et actions à entreprendre.



## 5 Zonage après prise en compte des mesures de prévention

Il est possible que les mesures techniques et organisationnelles retenues pour éviter la formation d'une atmosphère explosive ou limiter son volume permettent de modifier le classement et/ou l'étendue du zonage initial. En effet, si on empêche la formation d'une atmosphère explosive dans un emplacement (inertage d'une capacité, température d'un liquide inflammable maintenue suffisamment basse...) ou si on réduit son volume (ventilation contrôlée d'un lieu de travail, captage à la source d'émission, nettoyage régulier...), il est nécessaire d'en tenir compte.

Deux situations sont alors possibles :

- si une défaillance des mesures mises en place peut se produire et conduire alors à la formation d'une atmosphère explosive, il faut identifier au minimum **une zone 2 ou 22**,
- si les mesures sont fiables (dispositifs redondants, détection de la défaillance associée à une alarme et à une mise en sécurité du procédé...), il est possible

d'adopter un zonage inférieur au zonage initial ou d'en réduire son étendue. Dans ce cas, l'emplacement peut être considéré comme une zone à risque d'explosion maîtrisée. Une telle zone doit être signalée pour rappeler au personnel d'exploitation et surtout de maintenance l'attention particulière qu'il doit observer pour cet emplacement. En effet, l'employeur doit veiller à ce que les mesures qui permettent d'empêcher de **façon absolue** la formation d'une atmosphère explosive ne soient pas supprimées, par exemple, au cours de travaux ou de modifications du procédé.

Le document relatif à la protection contre les explosions – DRPCE – (voir chapitre 7) doit impérativement mentionner les procédures aboutissant à la délimitation finale des zones ATEX en justifiant ce choix pour les emplacements concernés et en les répertoriant sur le plan qui représente le zonage. Ces procédures doivent également assurer la pérennité des mesures en place.

## 6 Mesures de protection

Les mesures de protection visent à atténuer les effets des explosions, si on n'a pu empêcher la formation de l'atmosphère explosive. Il conviendra alors d'**atténuer les effets** néfastes d'une explosion pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs (voir brochures INRS ED 911 et ED 944 dans *Bibliographie*).

Les actions à entreprendre seront spécifiques à chaque cas ; nous donnons ci-dessous une liste indicative de mesures à envisager :

- actions sur le confinement (événements d'explosion),
- extincteurs déclenchés (suppresseurs d'explosion),
- appareils résistant à la surpression d'explosion,
- systèmes de découplage technique (système qui empêche une explosion primaire de se propager au reste de l'installation) :
  - arrête-flammes,
  - écluses rotatives,
  - vannes à fermeture rapide,
  - vannes « Ventex® »,

- extincteurs déclenchés,
- déviateur d'explosion (cheminée de dégagement...),
- actions sur la configuration des locaux :
  - compartimentage,
  - résistance des matériaux (verre, toiture en matériaux fragiles...),
  - conception et construction des locaux, en choisissant des matériaux adaptés et résistants au feu, où la présence du personnel est permanente ou groupée (salle de contrôle, sanitaires...) de façon à ce que le personnel ne soit pas atteint par la chute d'éléments de structure (éloignement...) et que les locaux résistent à l'effondrement éventuel du reste de l'édifice.

Les moyens techniques mis en œuvre pour satisfaire à ces actions, tels les événements ou les systèmes de découplage technique, sont des systèmes de protection au titre de la directive 94/9/CE et doivent donc être reconnus et certifiés conformes à celle-ci.



## 7 Rédaction du document relatif à la protection contre les explosions (DRPCE)

Un document dénommé « Document relatif à la protection contre les explosions » doit être établi, intégré au document unique et régulièrement tenu à jour. Il doit, en particulier, faire apparaître :

- que les risques d'explosion ont été identifiés et évalués,
- que des mesures adéquates sont et seront prises pour atteindre les objectifs réglementaires,
- quels sont les emplacements classés en zones (avec leurs volumes),
- quels sont les emplacements auxquels s'appliquent les prescriptions réglementaires,
- que les lieux et les équipements de travail sont conçus, utilisés et entretenus en tenant dûment compte de la sécurité,
- que des dispositions ont été prises pour que l'utilisation des équipements de travail soit sûre.

Devraient également y figurer :

- la démarche d'évaluation retenue,
- le programme de mise en œuvre des mesures de prévention,

- la validation des mesures (efficacité, risques résiduels...),
- le contenu des formations des salariés concernés,
- le suivi et la mise à jour (la mise à jour est effectuée au moins chaque année ainsi que lors de toute modification d'aménagement significative ou lorsqu'une information supplémentaire, issue par exemple d'une veille technologique concernant l'évaluation du risque dans une unité de travail, est recueillie),
- les procédures à appliquer et instructions écrites à établir avant l'exécution des travaux dans les zones concernées.

Devrait participer à la rédaction de ce document l'ensemble des compétences internes, voire externes, regroupé autour du responsable.

Ce document est finalisé sous la responsabilité de l'employeur et soumis pour avis aux instances représentatives du personnel (CHSCT, DP...).

» Le respect des exigences du code du travail résultant de la transposition de la directive 1999/92/CE induit la mise en œuvre d'un ensemble de mesures en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives.

Toutes les mesures prises doivent l'être de manière réaliste et rigoureuse afin d'apporter des solutions efficaces et adaptées.

# Bibliographie

- Les mélanges explosifs. Partie 1 : gaz et vapeurs. ED 911. INRS, 2004.
- Les mélanges explosifs. Partie 2 : poussières. ED 944. INRS, 2006.
- Guide de bonne pratique à caractère non contraignant en vue de la mise en œuvre de la directive 1999/92/CE du Parlement européen et du Conseil concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives. Conseil de l'Union européenne. Bruxelles, 2003.
- Lignes directrices sur l'application de la directive 94/9/CE du Conseil du 23 mars 1994 concernant le rapprochement des législations des États membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles. Conseil de l'Union européenne. Bruxelles, 2009.
- NF EN 1127-1 Atmosphères explosives. Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion. Partie 1 : notions fondamentales et méthodologie. AFNOR, 2008.
- NF EN 61241-10 Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles. Partie 10 : classification des emplacements où des poussières combustibles sont ou peuvent être présentes. AFNOR, 2004.
- NF EN 60079-10 Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses. Partie 10 : classement des emplacements dangereux. AFNOR, 2003.
- NF EN 60079-10-1 Atmosphères explosives. Partie 10-1 : classement des emplacements. Atmosphères explosives gazeuses. AFNOR, 2009.





## >> Annexes

- Annexe 1 - Textes réglementaires
- Annexe 2 - Éléments permettant de choisir les matériels en zone à risque d'explosion
- Annexe 3 - Exemple de tableau d'aide à l'évaluation du risque explosion
- Annexe 4 - Exemples d'application de la réglementation sur les atmosphères explosives





# Annexe 1

## Textes réglementaires

- **Directive 94/9/CE** du Parlement européen et du Conseil du 23 mars 1994 (*JO* des Communautés européennes du 19 avril 1994) concernant le rapprochement des législations des États membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosives.
- **Directive 1999/92/CE** du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 1999 (*JO* des Communautés européennes du 28 janvier 2000) concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives.
- **Décret n° 96-1010** du 19 novembre 1996 (*JO* du 24 novembre 1996) relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible.
- **Décret n° 2002-695** du 30 avril 2002 (*JO* du 3 mai 2002) modifiant le décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996 relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible.
- **Décret n° 2002-1553** modifié du 24 décembre 2002 (*JO* du 29 décembre 2002) relatif aux dispositions concernant la prévention des explosions applicables aux lieux de travail et modifiant le chapitre II du titre III du livre II du code du travail.
- **Décret n° 2002-1554** du 24 décembre 2002 (*JO* du 29 décembre 2002) relatif aux dispositions concernant la prévention des explosions que doivent observer les maîtres d'ouvrage lors de la construction des lieux de travail et modifiant le chapitre V du titre III du livre II du code du travail.
- **Arrêté du 3 mars 1997** (*JO* du 20 avril 1997) définissant un modèle de déclaration CE de conformité et le contenu de l'attestation écrite de conformité d'un composant pour l'application du décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996 relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible.
- **Arrêté du 21 août 2000** (*JO* du 8 septembre 2000) relatif aux compétences, à la composition et aux conditions de fonctionnement de la commission des équipements destinés à être utilisés en atmosphère explosible.
- **Arrêté du 8 juillet 2003** (*JO* du 26 juillet 2003) complétant l'arrêté du 4 novembre 1993 relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail.
- **Arrêté du 8 juillet 2003** (*JO* du 26 juillet 2003) relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive.
- **Arrêté du 28 juillet 2003** (*JO* du 6 août 2003) relatif aux conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter.
- **Circulaire DRT n° 11 du 6 août 2003** commentant l'arrêté du 28 juillet 2003 relatif aux conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter.

# ATEX

## Annexe 2

# Éléments permettant de choisir les matériels en zone à risque d'explosion

### 1<sup>er</sup> critère

#### Catégorie de matériel

Suivant le degré de protection contre les explosions, les appareils sont classés en 3 catégories adaptées à la zone ATEX considérée.

Zone		Catégorie	Niveau de protection	Matériel
0 / 20	»	1 G / 1 D	très haut	Possédant deux moyens indépendants d'assurer la protection ou la sécurité, même lorsque deux défaillances se produisent indépendamment l'une de l'autre.
1 / 21	»	2 G / 2 D	haut	Adapté à une exploitation normale et à des perturbations survenant fréquemment, ou aux équipements pour lesquels les défauts de fonctionnement sont normalement pris en compte.
2 / 22	»	3 G / 3 D	normal	Adapté à une exploitation normale.

*G pour les gaz / vapeurs  
D pour les poussières*

### 2<sup>e</sup> critère

#### Groupe et subdivision pour les gaz/vapeurs et étanchéité du matériel pour les poussières

##### Groupes de gaz/vapeurs

Diverses substances peuvent s'enflammer suite à l'apport d'une énergie suffisante. Plus l'énergie suffisante est faible, plus la substance est dangereuse.

- **EMI** : Énergie Minimale d'Inflammation

Énergie minimale qui doit être fournie au mélange, sous forme d'une flamme ou d'une étincelle, pour provoquer l'inflammation.

- **IEMS** : Interstice Expérimental Maximal de Sécurité

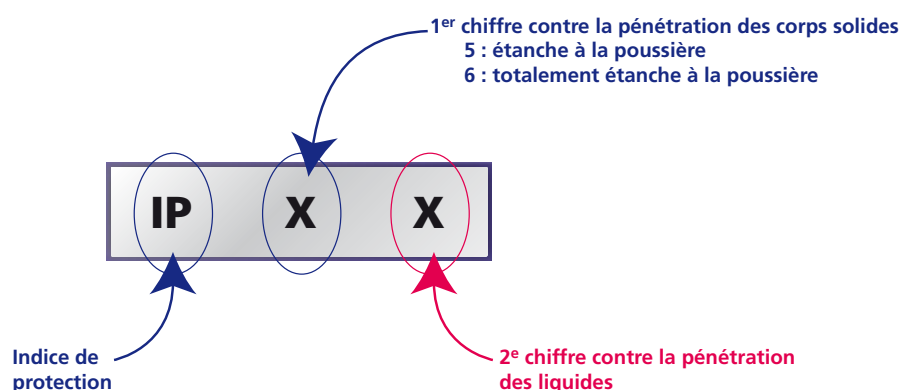
Épaisseur maximale de la couche d'air entre deux parties d'une chambre interne d'un appareil d'essai qui, lorsque le mélange interne est enflammé, empêche l'inflammation du mélange gazeux externe à travers un épaulement de 25 mm de longueur.

À partir de ces deux critères caractéristiques de chaque substance, quatre groupes de gaz ont été établis sur la base de cinq gaz représentatifs (ce sont ceux utilisés pour les essais).

▼ Mines		Groupe de gaz et subdivisions	EMI (μJ)	IEMS (mm)
Méthane	»	I	300	1,14
▼ Industries de surface				
Propane	»	II A	240	0,92
Éthylène	»	II B	70	0,65
Acétylène	»	II C	17	0,37
Hydrogène	»	II C	17	0,29

Pour le groupe II, la dangerosité croît de la subdivision II A (le moins dangereux) à la subdivision II C (le plus dangereux).

## Étanchéité du matériel pour les poussières



La zone à laquelle est destiné le matériel ainsi que le type de poussières déterminent l'indice de protection du matériel pouvant y être installé.

▼ Matériel pouvant être utilisé		Étanchéité nécessaire
Zone 20	»	IP6X
Zone 21	»	IP6X
Zone 22	»	
Poussières conductrices		IP6X
Poussières isolantes		IP5X

### 3<sup>e</sup> critère

#### Classe de température

Les diverses substances, gaz/vapeurs ou poussières, peuvent s'enflammer sous l'effet de la chaleur à une température dite température minimale d'inflammation (ou d'auto-inflammation) qui est caractéristique de chaque substance. Plus celle-ci est faible, plus la substance est dangereuse.

En conséquence, les matériels destinés à être utilisés dans une atmosphère explosive sont classés de T1 à T6 en fonction de la **température maximale de surface** qu'ils génèrent :

▼ Classe de température		Valeur maximale (°C)
T1	»	450
T2	»	300
T3	»	200
T4	»	135
T5	»	100
T6	»	85

#### Choix de la classe de température

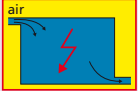
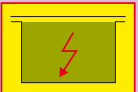
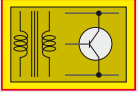

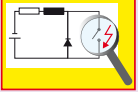
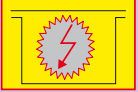
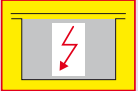
Pour les gaz/vapeurs, les températures des surfaces ne doivent pas dépasser des valeurs égales à 80 % des températures d'auto-inflammation.

Pour les poussières, les températures des surfaces doivent être inférieures ou égales à la valeur la plus faible des deux critères suivants :

- deux-tiers de la température d'auto-inflammation du nuage air/poussière,
- température d'auto-inflammation d'une couche de 5 mm d'épaisseur de la poussière considérée diminuée de 75 K.

4<sup>e</sup> critèreMode de protection *Source : INERIS***Mode de protection pour les matériels électriques utilisés en atmosphère explosive gazeuse**

Les différents modes de protection pour le matériel électrique sont bien connus. Ils agissent sur l'une des 3 composantes présentées ci-dessous.

	Mode de protection	Principe
Suppression de l'atmosphère explosive	Surpression interne → symbole <b>(p)</b> 	La pénétration d'une atmosphère environnante à l'intérieur de l'enveloppe du matériel électrique est empêchée par le maintien, à l'intérieur de la dite enveloppe, d'un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante.
	Immersion dans l'huile → symbole <b>(o)</b> 	Le matériel électrique est immergé dans l'huile de telle sorte qu'une atmosphère explosive se trouvant au-dessus du niveau de l'huile ou à l'extérieur de l'enveloppe ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.
	Encapsulage → symbole <b>(m)</b> 	Les pièces qui pourraient enflammer une atmosphère explosive par des étincelles ou par des échauffements sont enfermées dans une résine de telle manière que cette atmosphère explosive ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.
Suppression de la source d'inflammation	Sécurité augmentée → symbole <b>(e)</b> 	Mode de protection consistant à appliquer des mesures afin d'éviter, avec un coefficient de sécurité élevé, la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles à l'intérieur et sur les parties externes du matériel électrique qui ne produit pas en service normal.
	Sécurité intrinsèque → symbole <b>(i)</b> 	Un circuit de sécurité intrinsèque est un circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique, produit dans les conditions d'épreuve prescrites par la norme, n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée.
Non-propagation de l'inflammation	Enveloppe antidéflagrante → symbole <b>(d)</b> 	Les pièces qui peuvent enflammer une ATEX sont enfermées dans une enveloppe qui résiste à la pression développée lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère environnante de l'enveloppe.
	Remplissage pulvérulent → symbole <b>(q)</b> 	Les parties susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive sont en position fixe et sont complètement noyées dans un matériau de remplissage de telle sorte que l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante soit empêchée.

## Mode de protection pour les matériels non électriques (valables pour les atmosphères explosives gazeuses et poussières)

Mode de protection	Principe
Enveloppe à circulation limitée → symbole <b>(fr)</b>	Protection par restriction de débit. Le principe est la réduction de l'entrée de l'atmosphère explosive à l'intérieur des enveloppes (concentration < LIE). Elle peut s'appliquer à des appareils comportant des sources d'inflammation.
Enveloppe antidéflagrante → symbole <b>(d)</b>	Ce mode de protection est identique au mode (d) pour matériel électrique.
Sécurité intégrée	Ce mode de protection a pour principe de définir les critères maximaux sur les vitesses des parties en mouvement, sur la nature des matériaux et les énergies mises en œuvre afin qu'il n'y ait pas de sources d'inflammation actives.
Sécurité à la construction → symbole <b>(c)</b>	Ce mode de protection a pour principe de base de sélectionner des équipements ne contenant pas, en régime normal, de source d'inflammation.
Contrôle de la source d'inflammation → symbole <b>(b)</b>	Ce mode de protection consiste à équiper l'appareil de systèmes de contrôle et de surveillance avec capteurs mettant hors énergie l'appareil en cas de dépassement de ses paramètres de sécurité.
Surpression interne	S'inspire fortement du mode de protection (p) pour les matériels électriques.
Immersion dans un liquide → symbole <b>(k)</b>	Norme qui a repris le principe du mode de protection (o) pour les matériels électriques avec des aménagements pour prendre en compte une immersion partielle et l'utilisation de liquides autres que l'huile (eau par exemple).

### Relation entre les catégories de matériel et les modes de protection (gaz/vapeurs)

Catégorie	Modes de protection autorisés pour le <b>MATÉRIEL ÉLECTRIQUE</b>	Modes de protection autorisés pour le <b>MATÉRIEL NON ÉLECTRIQUE</b>
<b>1 G</b>	sécurité intrinsèque ( <b>ia</b> )	sécurité à la construction ( <b>c</b> ) ou contrôle de la source d'inflammation ( <b>b</b> ) ou sécurité intégrée ou surpression interne
<b>2 G</b>	mode de protection pour 1 G ou immersion dans l'huile ( <b>o</b> ) ou surpression interne ( <b>p</b> ) ou remplissage pulvérulent ( <b>q</b> ) ou enveloppe antidéflagrante ( <b>d</b> ) ou sécurité augmentée ( <b>e</b> ) ou encapsulage ( <b>m</b> ) ou sécurité intrinsèque ( <b>ib</b> )	modes de protection pour 1 G ou enveloppe antidéflagrante ( <b>d</b> )
<b>3 G</b>	modes de protection pour 2 G ou modes de protection ( <b>n</b> )	modes de protection pour 2 G ou enveloppe à circulation limitée ( <b>fr</b> )

## Relation entre les catégories de matériel et les modes de protection (poussières)

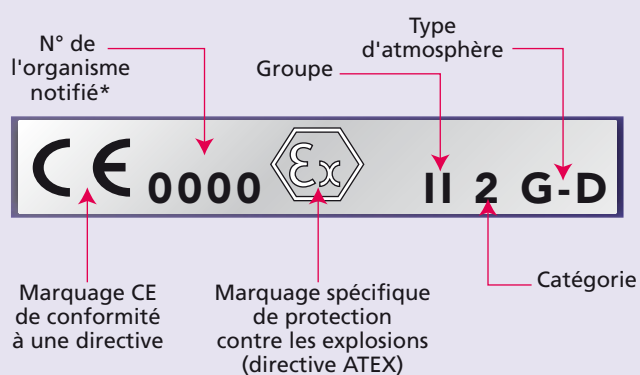
Des normes, concernant des modes de protection spécifiques aux matériels électriques utilisables en ATEX « poussières », sont en cours de finalisation. Le tableau ci-dessous concerne les matériels existants.

Catégorie	Modes de protection autorisés pour le <b>MATÉRIEL ÉLECTRIQUE</b>	Modes de protection autorisés pour le <b>MATÉRIEL NON ÉLECTRIQUE</b>
<b>1 D</b>	sécurité intrinsèque ( <b>ia</b> ) + <b>IP6X</b>	sécurité à la construction ( <b>c</b> ) + <b>IP6X</b> ou contrôle de la source d'inflammation ( <b>b</b> ) + <b>IP6X</b> ou sécurité intégrée + <b>IP6X</b> ou surpression interne + <b>IP6X</b>
<b>2 D</b>	mode de protection pour 1 D ou enveloppe antidéflagrante ( <b>d</b> ) + <b>IP6X</b> ou sécurité augmentée ( <b>e</b> ) + <b>IP6X</b> ou encapsulage ( <b>m</b> ) + <b>IP6X</b> ou sécurité intrinsèque ( <b>ib</b> ) + <b>IP6X</b>	modes de protection pour 1 D ou enveloppe antidéflagrante ( <b>d</b> ) + <b>IP6X</b>
<b>3 D</b>	modes de protection pour 2 D ou <b>IP5X</b> (uniquement poussières isolantes)	modes de protection pour 2 D ou <b>IP5X</b> (uniquement poussières isolantes)



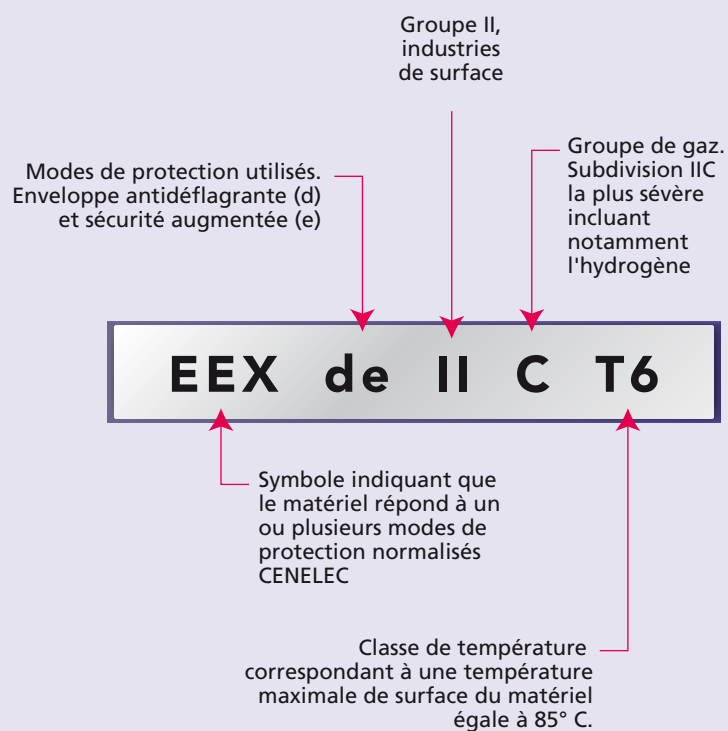
## » Exemple de marquage

### Marquage réglementaire



\* Pour la France : 0080 INERIS  
0081 ICIE

### Marquage normatif



# Annexe 3

## Exemple de tableau d'aide à l'évaluation du risque explosion

Ce tableau n'est qu'un exemple. Il importe que l'employeur l'adapte à son entreprise, à ses spécificités et aux méthodologies utilisées pour la rédaction du document unique, de façon à constituer un ensemble cohérent et à faciliter les passerelles entre tous les documents de l'entreprise.

ANALYSE PRÉLIMINAIRE				
ⓘ Unité de travail <i>Installation et nature du combustible</i>	ⓘ Équipement ⓘ Phases de travail ⓘ Phases du procédé ⓘ Activités ⓘ Dysfonctionnements prévisibles...	ⓘ Zonage initial		ⓘ Identification des sources d'inflammation <i>Type et conditions de présence (fonctionnement normal, maintenance, dysfonctionnement...)</i>
		Localisation	Type de zone, dimensionnement	

## ÉVALUATION DU RISQUE

Fréquence d'apparition du risque d'explosion				Gravité du risque d'explosion	
► Mesures de prévention mises en place		► Zonage après prise en compte des mesures existantes		► Facteur d'exposition <sup>1</sup>	► Système de protection contre les explosions <sup>2</sup>
Nature des mesures	Maîtrise, efficacité, pérennité	Localisation	Type de zone, dimensionnement		

<sup>1</sup> Exemples de cotation :

1. sans personnel
2. possibilité de personnel
3. poste fixe à proximité ou présence fréquente

2. possibilité de personnel  
3. poste fixe à proximité ou présence fréquente

3. *poste fixe à proximité ou présence fréquente*

3. *poste fixe à proximité ou présence fréquente*

<sup>2</sup> Exemples de cotation :

1. installation ou matériel protégés
2. installation ou matériel mal ou non protégés

## 2. installation ou matériel mal ou non protégés

MESURES COMPLÉMENTAIRES DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION

► Dispositions complémentaires ou d'amélioration à mettre en œuvre

► Suivi (décisions, suites à donner...)

Mesures retenues	Délai et responsable	Date de réalisation	Améliorations attendues, commentaires	Validation
------------------	----------------------	---------------------	---------------------------------------	------------



## Annexe 4

# Exemples d'application de la réglementation sur les atmosphères explosives

Pour expliciter les principes définis précédemment, trois exemples sont présentés dans les pages suivantes à titre indicatif. Ils sont uniquement proposés dans l'objectif d'aider les industriels.

## A. Filtre à manches

### 1. Analyse fonctionnelle

Dans les industries où sont produits, stockés et mis en œuvre des produits pulvérulents, les filtres à manches sont largement utilisés. Ils sont destinés à l'aspiration et au dépoussiérage d'un flux d'air empoussiéré, par passage à travers un ensemble de manches constituées d'un média filtrant.

Les statistiques d'accident montrent que les explosions sont très fréquentes dans ce type d'installation.

Si le filtre n'est pas protégé, l'explosion peut conduire à des dégâts plus ou moins importants (voire à la destruction complète du filtre) et peut également être suivie d'un incendie des manches et du produit contenu dans la trémie.

Un filtre comporte un caisson dans lequel les manches, disposées verticalement, séparent deux parties :

- la partie à laquelle est relié le réseau de canalisation qui véhicule l'air empoussiéré jusqu'au filtre,
- la partie à laquelle est reliée la canalisation qui véhicule l'air dépoussiéré.

L'aspiration de l'air empoussiéré et le refoulement de l'air dépoussiéré sont assurés par un ventilateur d'aspiration, généralement placé sur la canalisation d'air dépoussiéré.

Afin de maintenir l'efficacité de l'aspiration, le filtre doit être équipé d'un système de décol-

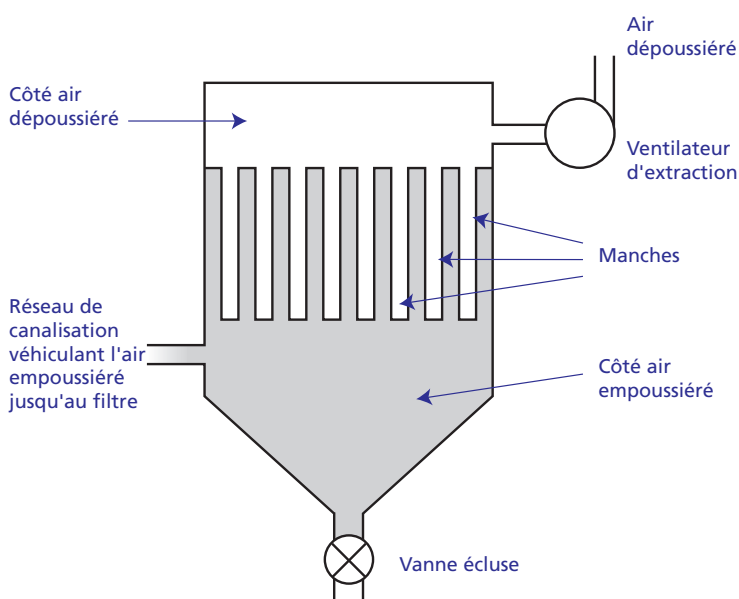


Schéma d'un filtre à manches et des équipements associés

matage des manches, qui consiste à produire alternativement une contre-pression d'air, ou à faire vibrer ces manches, afin de faire tomber le produit pulvérulent accumulé sur celles-ci. Une trémie, placée sous les manches dans la partie inférieure du filtre, permet de recueillir le produit tombé à chaque décolmatage.

L'isolement entre la trémie du filtre et le bac de récupération des poussières peut être assuré par une vanne-écluse, placée en partie inférieure de la trémie et utilisée pour vider le filtre.

## 2. Identification des atmosphères explosives potentielles

### 2.1 Conditions propres au pulvérulent mis en œuvre

Ce n'est que si le pulvérulent mis en œuvre dans un filtre à manches est combustible (produit agro-alimentaire, pharmaceutique, matière plastique, poudre métallique...) qu'une atmosphère explosive est susceptible de se former lors du fonctionnement du filtre.

Au contraire, un pulvérulent minéral incombustible (ciment, plâtre, silice...) n'est pas susceptible de donner lieu à la formation d'une atmosphère explosive.

Rappelons que les principales conditions relatives aux pulvérents et nécessaires à la formation d'une atmosphère explosive sont :

- une granulométrie suffisamment fine : elle doit être telle que l'air empoussiéré contienne des grains de dimension moyenne inférieure à 500  $\mu\text{m}$ ,
  - une teneur suffisante de l'air empoussiéré en produit pulvérulent : cette teneur doit être supérieure à la limite inférieure d'explosivité (LIE, voir page 10).
- Dans le cas des poussières, on parle de concentra-

tion minimale d'explosivité (CME) et pour un grand nombre de produits, elle est de l'ordre de quelques dizaines de  $\text{g.m}^{-3}$ ).

### 2.2 Conditions propres au fonctionnement du filtre

La réglementation sur les atmosphères explosives impose de recenser les situations où celles-ci peuvent se former, aussi bien dans les conditions de fonctionnement normal que dans les conditions de dysfonctionnement prévisible.

#### 2.2.1 Cas d'un fonctionnement normal

Le fonctionnement du filtre suppose la mise en œuvre d'un flux d'air empoussiéré qui peut constituer une atmosphère explosive si les conditions nécessaires sont satisfaites.

Il faut aussi prendre en compte la possibilité de formation d'une atmosphère explosive par mise en suspension d'un dépôt de produit (en particulier, lors du démarrage ou de l'arrêt) qui pourrait s'être accumulé, par exemple dans le réseau de canalisation véhiculant l'air empoussiéré jusqu'au filtre.

Par ailleurs, à chaque cycle de décolmatage, le produit accumulé sur les manches est remis en suspension dans l'air et il faut considérer que sa concentration est suffisante pour qu'une atmosphère explosive se forme du côté air empoussiéré.

En revanche, il n'y a pas à prendre en compte la possibilité de formation d'une atmosphère explosive côté air dépoussiéré.

De même, le fait que le filtre fonctionne en dépression par rapport à la pression atmosphérique évite qu'il ne se produise une fuite d'air empoussiéré vers l'extérieur et il n'y a donc pas à considérer, a priori, de risque de formation d'une atmosphère explosive à l'extérieur du filtre.

### 2.2.2 Cas de dysfonctionnements prévisibles

Si une manche se rompt ou se démanche, de l'air empoussiéré passe du côté air dépoussiéré et une atmosphère explosive peut alors s'y former.

Toutefois, si on constate la présence de façon habituelle de dépôts d'épaisseur suffisante sur les surfaces horizontales ou inclinées à proximité du filtre, il faut également considérer qu'une atmosphère explosive est susceptible de se former dans le local en cas de dysfonctionnement. En général, compte tenu de la limite inférieure d'explosivité de la plupart des poussières, au-delà de  $10 \text{ g.m}^{-3}$ , soit une épaisseur de dépôt d'une fraction de millimètres, il faut considérer que la quantité critique est atteinte.

au niveau du ventilateur ou de la vanne éclose peut enflammer l'atmosphère explosive formée.

Une étincelle électrique produite par un matériel installé à l'intérieur du filtre (équipements de mesure du niveau de produit dans la trémie, ou du débit du ventilateur...), de même qu'une particule incandescente aspirée en même temps que l'air empoussiéré (par exemple si le filtre à manches est relié à un broyeur) peuvent constituer une source d'inflammation.

Les sources d'inflammation externes au procédé, comme les flammes nues et les travaux par points chauds de type soudure ou tronçonnage, sont également à même d'être à l'origine d'un incendie ou d'une explosion.

## 3. Identification des sources d'inflammation potentielles

Il existe plusieurs sources d'inflammation qui sont susceptibles d'enflammer les atmosphères explosives formées et certaines d'entre elles dépendent des valeurs des caractéristiques d'inflammabilité du produit, à savoir :

- son énergie minimale d'inflammation (EMI),
- sa température d'auto-inflammation (TAI), en nuage ou en couche.

La circulation de l'air empoussiéré dans le réseau d'aspiration génère des charges électrostatiques ; si le produit est caractérisé par une valeur d'énergie minimale d'inflammation suffisamment faible (moins de quelques centaines de millijoules), la possibilité d'inflammation d'une atmosphère explosive par une décharge électrostatique doit être prise en compte.

De même, l'échauffement de la surface d'un matériel électrique (carter de moteur) ou résultant du frottement de pièces mécaniques en mouvement

## 4. Détermination des zones à risque

L'analyse du procédé et des dysfonctionnements potentiels conduit à retenir le classement de zones à risque d'explosion suivant :

▼ Emplacement	Type de zone	Remarques
<b>Volume interne des canalisations du réseau d'aspiration</b> >>	Zone 20	Ce classement correspond au cas où le flux d'air empoussiéré constitue une atmosphère explosive
<b>Volume interne du filtre, côté air empoussiéré</b> >>	Zone 20	/
<b>Volume interne du filtre, côté air dépoussiéré</b> >>	Zone 22	Ce classement correspond à un démanchage ou au déchirement d'une manche
<b>Volume du local dans lequel est implanté le filtre</b> >>	Zone 22 ou non classé	Selon la présence ou non d'un dépôt de poussières dans le local



## 5. Mesures de prévention et de protection

### 5.1 Prévention de la formation d'une atmosphère explosive

Un filtre à manches étant destiné à dépoussiérer un flux d'air, il n'est pas possible d'empêcher la formation d'une atmosphère explosive, au moins dans le filtre lors de chaque décolmatage.

### 5.2 Prévention de l'inflammation des atmosphères explosives formées

Afin de lutter contre les phénomènes électrostatiques, il convient d'assurer l'équipotentialité entre tous les éléments conducteurs du filtre à manches et de connecter le filtre à la terre.

De plus, pour éviter les inflammations associées à la présence de particules incandescentes et/ou d'étincelles mécaniques, il est possible de mettre en œuvre un détecteur de particules incandescentes et un séparateur magnétique dans le circuit d'aspiration des poussières, en amont du filtre.

Par ailleurs, le matériel installé dans les zones à risque d'explosion doit être conforme aux dispositions du décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996.

### 5.3 Protection contre les effets d'une explosion

L'efficacité des mesures destinées à prévenir la formation et l'inflammation d'une atmosphère explosive n'étant pas garantie, il est indispensable de mettre en place des mesures destinées à protéger les personnes contre les effets d'une explosion qui se produirait dans le filtre.

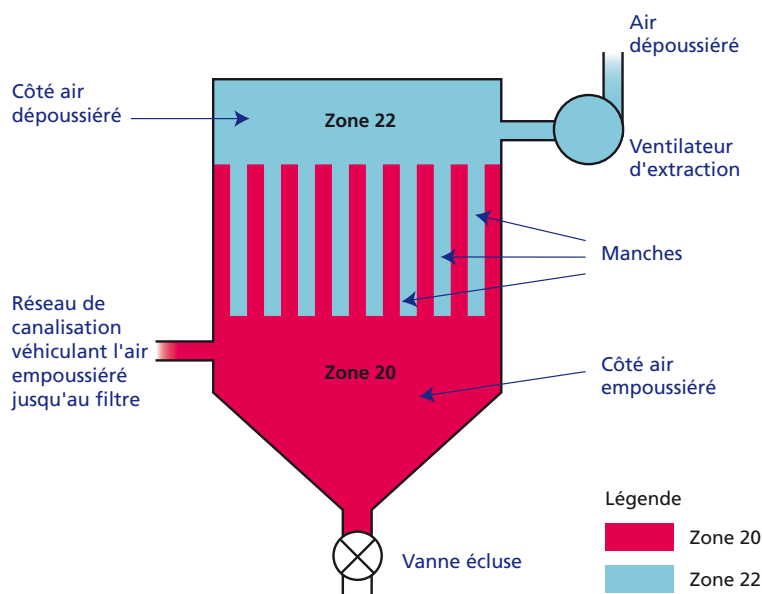
Dans la mesure du possible, l'organe « séparateur » (dépoussiéreur) sera installé à l'extérieur du bâtiment et éloigné de celui-ci.

Les mesures adaptées consistent à décharger l'onde de pression et les gaz chauds et à éviter la propagation de l'inflammation en cas d'explosion à l'intérieur du filtre.

Une des méthodes utilisées est la mise en place, dès la conception, d'évents d'explosion.

Leur dimensionnement doit tenir compte des caractéristiques d'explosivité du produit mis en œuvre, du volume du filtre, de la pression maximale admissible dans le filtre et de la pression d'ouverture des événements.

Les événements seront positionnés et dirigés de telle manière que la décharge d'une éventuelle explosion soit orientée vers un lieu propre et non encombré, libre de tout stockage et hors des zones de circulation du personnel.



Représentation des zones dans le cas d'un filtre à manches utilisé pour filtrer un air chargé de poussières de fine granulométrie

## 6. Exemple de tableau d'évaluation des risques

ANALYSE PRÉLIMINAIRE					
N Unité de travail <i>Installation et nature du combustible</i>	N Équipement N Phases de travail N Phases du procédé N Activités N Dysfonctionnements prévisibles...	N Zonage initial		N Identification des sources d'inflammation <i>Type et conditions de présence (fonctionnement normal, maintenance, dysfonctionnement...)</i>	
		Localisation	Type de zone, dimensionnement		
N Atelier dans lequel est implanté le filtre à manches	N Canalisations du réseau d'aspiration	N Volume interne des canalisations du réseau d'aspiration	N Zone 20, tout le volume interne	N Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal) N Particules incandescentes (dysfonctionnement)	
	N Filtre à manches	N Volume interne du filtre, côté air empoussiéré	N Zone 20, tout le volume interne de la partie air empoussiéré	N Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal) N Échauffement de la surface d'un matériel électrique (dysfonctionnement) N Étincelles électriques (dysfonctionnement) N Particules incandescentes (dysfonctionnement)	
		N Volume interne du filtre, côté air dépoussiéré	N Zone 22, tout le volume interne du filtre, côté air dépoussiéré	N Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal) N Échauffement de la surface d'un matériel électrique (dysfonctionnement) N Étincelles électriques (dysfonctionnement) N Particules incandescentes (dysfonctionnement)	
	N Atelier	N Volume de l'atelier	N Zone 22, tout le local	N Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal) N Échauffement de la surface d'un matériel électrique (dysfonctionnement) N Étincelles électriques (dysfonctionnement) N Particules incandescentes (dysfonctionnement) N Flammes nues, travaux par points chauds (maintenance)	



ÉVALUATION DU RISQUE

Fréquence d'apparition du risque d'explosion				Gravité du risque d'explosion	
► Mesures de prévention mises en place		► Zonage après prise en compte des mesures existantes		► Facteur d'exposition	► Système de protection contre les explosions
Nature des mesures	Maîtrise, efficacité, pérennité	Localisation	Type de zone, dimensionnement		
Néant		► Volume interne des canalisations du réseau d'aspiration	► Zone 20, tout le volume interne	► Postes de travail fixes à proximité du débouché des canalisations	► Installation non protégée
Néant		► Volume interne du filtre, côté air empoussiéré	► Zone 20, tout le volume interne de la partie air empoussiéré	► Possibilité de présence du personnel à côté du filtre	► Installation non protégée
Néant		► Volume interne du filtre, côté air dépoussiéré	► Zone 22, tout le volume interne du filtre, côté air dépoussiéré	► Possibilité de présence du personnel à côté du filtre	► Installation non protégée
Les machines sont capotées et le nettoyage est effectué à chaque fin de poste  Tous les travaux par points chauds sont réalisés après délivrance du permis feu	Capotage efficace  Contrôle de débit d'aspiration à la source  Procédures de nettoyage de l'atelier (intégré dans le temps de travail) qui assure l'absence de dépôts de poussières dans le local	► Volume de l'atelier	► Pas d'emplacement classé	► Poste de travail fixe dans l'atelier	► Installation non protégée

## MESURES COMPLÉMENTAIRES DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION

	► Dispositions complémentaires ou d'amélioration à mettre en œuvre	► Suivi (décisions, suites à donner...)				
		Mesures retenues	Délai et responsable	Date de réalisation	Améliorations attendues, commentaires	Validation
	► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre  ► Détecteur de particules incandescentes dans le circuit d'aspiration des poussières en adéquation avec la zone	Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre  Détecteur de particules incandescentes			Les mesures retenues permettent de réduire la probabilité d'apparition des sources d'inflammation : étincelles d'origine électrostatique et électrique, température de surface du matériel et les particules incandescentes.	
	► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre  ► Tous les matériels installés dans le filtre doivent être en adéquation avec la zone  ► Installation du filtre à manches à l'extérieur de l'atelier	Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre  Tous les matériels installés dans le filtre doivent être en adéquation avec la zone			Les mesures retenues permettent de réduire la probabilité d'apparition des sources d'inflammation : étincelles d'origine électrostatique et électrique, température de surface des matériels.  L'évent permet de protéger les personnes contre les effets d'une explosion dans le filtre. Si l'évent est judicieusement implanté, il n'est pas nécessaire d'installer le filtre à l'extérieur de l'atelier.	
	► Installation d'un événement correctement dimensionné et judicieusement implanté	Installation d'un événement correctement dimensionné et judicieusement implanté				
	► Nettoyage annuel de l'ensemble des surfaces horizontales ou inclinées (chemins de câble, charpente...)  ► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre  ► Installation du filtre à manches à l'extérieur de l'atelier	Nettoyage annuel de l'ensemble des surfaces horizontales ou inclinées (chemins de câble, charpente...)  Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre				



## B. Bac de stockage de liquide inflammable

### 1. Analyse fonctionnelle

L'installation comprend le bac de stockage proprement dit, ainsi que les équipements associés permettant de l'exploiter (essentiellement le réseau de canalisations et une pompe de remplissage et de vidange).

Le bac et ces équipements sont installés dans une cuvette de rétention.

Certains bacs de très grand volume sont équipés d'un toit flottant qui, en se déplaçant avec le niveau du liquide, évite la présence d'une atmosphère contenant les vapeurs du produit dans le bac. La situation envisagée ici concerne un bac dépourvu de toit flottant, de sorte que la phase liquide est surmontée d'une atmosphère contenant les vapeurs émises par le liquide.

Le bac est équipé d'un évent de respiration qui assure deux fonctions :

- lors du remplissage du bac (respectivement de sa vidange), l'évent permet l'évacuation, vers l'extérieur, de l'atmosphère contenue dans le ciel du bac (respectivement l'introduction d'air dans le bac) et évite

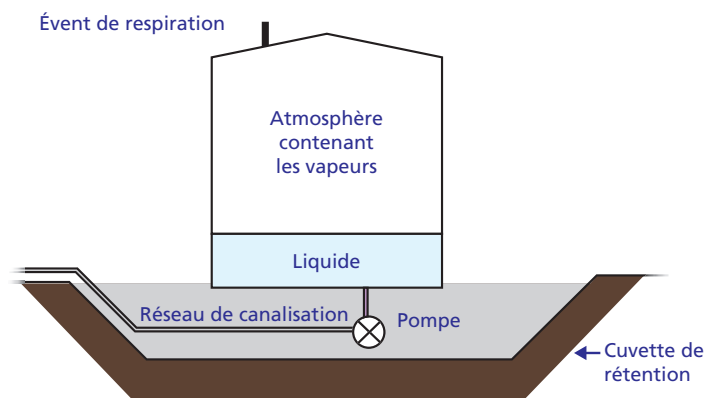
ainsi l'apparition d'une surpression (respectivement d'une dépression) qui l'endommagerait,

- il permet une respiration de l'atmosphère du bac avec l'air ambiant, c'est-à-dire soit une émission de l'atmosphère du bac vers l'extérieur, soit une introduction d'air dans le bac lorsqu'une différence de pression apparaît entre l'intérieur et l'extérieur du bac, sans mouvement du liquide mais à cause de variations de température apparues entre l'air ambiant et l'atmosphère contenue dans le bac entre le jour et la nuit ou en cas de phénomène atmosphérique comme un orage.

### 2. Identification des atmosphères explosives potentielles

La présence d'une atmosphère explosive dans le ciel du bac, ou à proximité de l'évent de respiration, de même que la formation d'une atmosphère explosive en cas de fuite de liquide dépendent :

- de la présence ou de l'absence d'air dans le bac,
- du point d'éclair du liquide.



*Schéma d'un bac de stockage de liquide inflammable et de ses équipements associés*

## 2.1 Possibilités de formation d'une atmosphère explosive dans le cas d'un bac sous air

Si le point éclair du liquide est inférieur à la température ambiante (c'est le cas de l'essence légère), ou si le point d'éclair du liquide est supérieur à la température ambiante et si le liquide est, pour des raisons de procédé, chauffé à une température supérieure à son point d'éclair, une atmosphère explosive est présente dans le ciel du bac.

Il se forme également une atmosphère explosive autour de l'évent de respiration du bac, en particulier en cas de remplissage du bac ; les dimensions de cette atmosphère explosive pouvant être évaluées, entre autres, en fonction du débit de la pompe de remplissage.

Au contraire, si le point d'éclair du liquide est nettement supérieur à la température à laquelle il se trouve dans le bac (d'au moins 20°C), il n'y a pas d'atmosphère explosive dans le ciel du bac (c'est le cas d'un bac contenant du gazole à la température ambiante). Il n'y a pas non plus d'atmosphère explosive qui se forme à l'évent de respiration du bac, ni en cas de fuite de liquide.

## 2.2 Possibilités de formation d'une atmosphère explosive dans le cas d'un bac inerté

Quels que soient le point d'éclair du liquide et la température à laquelle il est maintenu dans le bac, il n'y a pas normalement d'atmosphère explosive dans le ciel du bac.

Cependant, une telle atmosphère pourrait s'y former si de l'air pénètre dans le bac en cas de défaillance du système d'inertage. Si des dispositions sont prises pour garantir le fonctionnement du système d'inertage, il est possible d'identifier dans le ciel du bac une zone à risque de formation d'atmosphère explosive moins contraignante que celle retenue initialement.

Une atmosphère explosive peut également se former au niveau de l'évent de respiration, selon la proportion gaz inerte/vapeur du mélange émis à cet évent, de même qu'à proximité de toute fuite de liquide, selon son point d'éclair.

## 2.3 Étude des dysfonctionnements prévisibles

Si une fuite de liquide se produit au niveau de la pompe ou d'un élément du réseau de canalisation, le liquide répandu forme une flaque dans la cuvette de rétention. Le mélange avec l'air des vapeurs émises par l'évaporation de cette flaque peut donner lieu à la formation d'une atmosphère explosive, à proximité immédiate de la flaque.

En considérant que la température du liquide égale rapidement la température ambiante, la formation d'une atmosphère explosive est conditionnée par la valeur de cette température, par rapport au point d'éclair du liquide. En effet, si la température ambiante est voisine ou supérieure au point d'éclair du produit, une atmosphère explosive est présente au moins à proximité immédiate de la flaque.

En milieu ouvert, comme dans le cas d'une fuite de liquide dans une cuvette de rétention, aucun équilibre ne peut s'établir. Le liquide s'évapore progressivement en émettant des vapeurs qui se dispersent dans l'air ambiant à un débit qui est d'autant plus grand que la surface du liquide est plus grande.

En atmosphère calme, cette dispersion se produit sous le seul effet de la diffusion moléculaire qui est un phénomène relativement lent. Si l'air est en mouvement à la surface du liquide, par exemple dans le cas d'une flaque de liquide soumise au vent, l'évaporation est plus rapide, le vent favorisant la dispersion de la vapeur dans l'air.

La concentration maximale en vapeur atteinte à une distance donnée de la flaque et à une hauteur donnée au-dessus de la flaque dépend de la vitesse du vent.

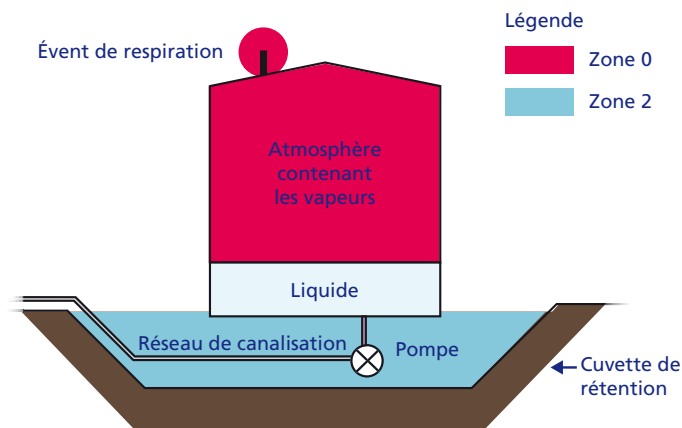
### 3. Identification des sources d'inflammation potentielles

Sans prétendre à une analyse exhaustive de toutes les sources d'inflammation potentielles des atmosphères explosives identifiées précédemment, les sources suivantes peuvent être citées :

- une étincelle produite par un appareil électrique équipant le bac (jauge de niveau, résistance de chauffage...) pourrait être à l'origine d'une inflammation de l'atmosphère explosive présente dans le bac : c'est pourquoi il est essentiel que les appareils électriques (et non électriques) soient d'une catégorie conforme au type de zone où ils sont installés (voir annexe 2) afin qu'ils ne puissent pas constituer une source d'inflammation de l'atmosphère explosive susceptible de se former dans cette zone,
- la foudre peut enflammer l'atmosphère présente à proximité de l'évent de respiration d'un bac sous air.

### 4. Détermination des zones à risque

L'analyse du procédé et des dysfonctionnements potentiels conduit à retenir les classements de zones à risque d'explosion suivants.



Représentation des zones à risque dans le cas d'un bac de stockage d'un liquide inflammable volatil et des équipements associés (cas d'un bac **non inerté**)

#### 4.1 Cas d'un bac sous air contenant un liquide à bas point d'éclair

Le tableau ci-dessous rassemble ces données.

#### 4.2 Cas d'un bac inerté contenant un liquide à bas point d'éclair (voir tableau ci-contre)

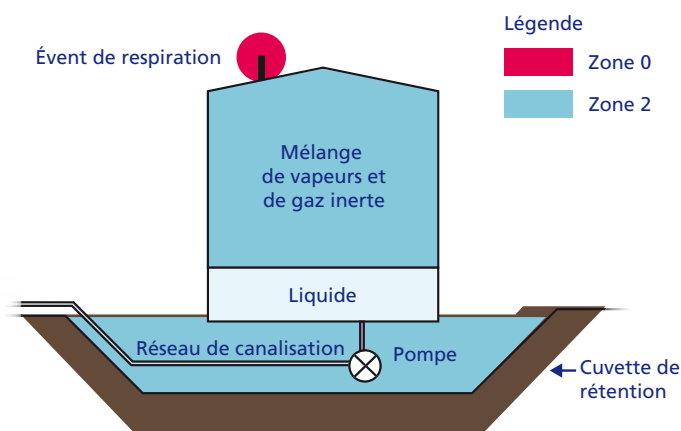
Le dimensionnement de la zone identifiée à proximité de l'évent de respiration du bac comme de celle qui se forme en cas d'épandage de liquide peut être effectué d'après les phénomènes à l'origine de la

▼ Emplacement	Type de zone	Remarques
Ciel du bac >>	Zone 0	/
Emplacement situé à proximité de l'évent de respiration du bac >>	Zone 0	Un classement en zone 1 peut aussi être retenu si la fréquence de remplissage du bac est suffisamment faible.
Totalité de la cuvette de rétention >>	Zone 2	Selon le point d'éclair du liquide et la surface de la flaque, le volume de la zone peut être inférieur au volume de la cuvette.



▼ Emplacement	Type de zone	Remarques
Ciel du bac »	Zone 2	/
Emplacement situé à proximité de l'évent de respiration du bac »	Zone 0	Un classement en zone 0, ou éventuellement en zone 1 (voir § 4.1.), doit être retenu sauf si la proportion gaz inerte/vapeur du mélange émis à l'évent est suffisamment grande pour que ce mélange soit ininflammable dans l'air et qu'une atmosphère explosive ne puisse se former qu'en cas de dysfonctionnement de l'inertage. Dans ce cas, un classement en zone 2 peut être retenu.
Totalité de la cuvette de rétention »	Zone 2	Selon le point d'éclair du liquide et la surface de la flaqué, le volume de la zone peut être inférieur au volume de la cuvette.

formation des atmosphères explosives et en tenant compte de caractéristiques propres au liquide (point d'éclair) et aux installations (débit de la pompe de remplissage du bac) ; il existe également plusieurs documents normatifs ou émanant de syndicats professionnels qui proposent des délimitations de zones de façon forfaitaire et plus ou moins majorante, comme la norme NF EN 60079-10\* ou le code IP 15\*\*, ce dernier référentiel étant mieux adapté au cas des événements de respiration.



Représentation des zones à risque dans le cas d'un bac de stockage d'un liquide inflammable et des équipements associés (cas d'un bac inerté)

## 5. Mesures de prévention et de protection

L'atmosphère explosive peut être supprimée dans le ciel du bac par l'usage d'un toit flottant à la conception.

Si une atmosphère explosive est présente dans le bac sous air, en cas d'inflammation de l'atmosphère explosive présente à l'extérieur, il faut empêcher la propagation d'une flamme à l'intérieur du bac. Ceci peut être obtenu par l'installation d'un arrête-flamme à l'extrémité de l'évent de respiration du bac.

\* NF EN 60079-10 : matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, partie 10 : classement des emplacements dangereux

\*\* Aera classification code for installations handling flammable fluids – Model code of safe practice – part 15, 2<sup>nd</sup> edition, The Institute of Petroleum, 2002

## 6. Exemple de tableau d'évaluation des risques

Cas d'un bac de stockage non inerté et sans toit flottant

ANALYSE PRÉLIMINAIRE					
Unité de travail Installation et nature du combustible	Équipement Phases de travail Phases du procédé Activités Dysfonctionnements prévisibles...	Zonage initial		Identification des sources d'inflammation Type et conditions de présence (fonctionnement normal, maintenance, dysfonctionnement...)	
		Localisation	Type de zone, dimensionnement		
Stockage de liquide inflammable	Intérieur du bac	Ciel gazeux	Zone 0, tout ciel	Étincelles d'origine électrostatique (dysfonctionnement) Étincelles électriques provenant d'un matériel installé dans le bac (jauge de niveau...) ou température de surface de ce matériel (dysfonctionnement) Particules incandescentes ou travaux par points chauds (maintenance)	
	Extérieur du bac	Évent de respiration	Zone 0, sphère de rayon 2 m centrée sur l'évent	Foudre Étincelles d'origine électrostatique (dysfonctionnement) Particules incandescentes ou travaux par points chauds (maintenance)	
		Cuvette de rétention	Zone 2, tout le volume de la cuvette	Étincelles d'origine électrostatique (dysfonctionnement) Étincelles électriques provenant d'un matériel installé dans le bac (jauge de niveau...) ou température de surface de ce matériel (dysfonctionnement) Particules incandescentes ou travaux par points chauds (maintenance)	

ÉVALUATION DU RISQUE							
Fréquence d'apparition du risque d'explosion					Gravité du risque d'explosion		
► Mesures de prévention mises en place		► Zonage après prise en compte des mesures existantes			► Facteur d'exposition	► Système de protection contre les explosions	
Nature des mesures	Maîtrise, efficacité, pérennité	Localisation	Type de zone, dimensionnement				
Néant		► Ciel gazeux	► Zone O, tout le ciel		► Possibilité de présence d'opérateur (ronde de surveillance)	► Installation non protégée	► Inertage du bac  ► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre  ► Tous les matériels installés dans le bac doivent être en adéquation avec la zone  ► Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance
Néant		► Évent de respiration	► Zone O, sphère de rayon 2 m centrée sur l'évent		► Pas d'opérateur à proximité de l'évent sauf maintenance	► Installation non protégée	► Installation d'un arrête-flamme à l'extrémité de l'évent de respiration  ► Tous les matériels installés à proximité de l'évent doivent être en adéquation avec la zone  ► Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance
Néant		► Cuvette de rétention	► Zone 2, tout le volume de la cuvette		► Possibilité de présence d'opérateur (ronde de surveillance)	► Installation non protégée	► Tous les matériels installés dans la cuvette doivent être en adéquation avec la zone  ► Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

## MESURES COMPLÉMENTAIRES DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION

► Suivi (décisions, suites à donner...)

Mesures retenues	Délai et responsable	Date de réalisation	Améliorations attendues, commentaires	Validation
<p><i>Inertage du bac</i></p> <p><i>Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre</i></p> <p><i>Tous les matériels installés dans le bac doivent être en adéquation avec la zone</i></p> <p><i>Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance</i></p>			<p><i>L'inertage permet d'éviter la présence d'une ATEX en fonctionnement normal (une défaillance de l'inertage n'est toutefois pas exclue, une zone 2 pourra dans ce cas être retenue).</i></p> <p><i>Les autres dispositions permettent de réduire la probabilité d'inflammation par étincelles électriques, étincelles d'origine électrostatique, température de surface du matériel, flamme nue et particules incandescentes.</i></p>	
<p><i>Installation d'un arrête-flamme à l'extrémité de l'évent de respiration</i></p> <p><i>Tous les matériels installés à proximité de l'évent doivent être en adéquation avec la zone</i></p> <p><i>Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance</i></p>			<p><i>L'arrête-flamme permet d'éviter la propagation d'une flamme de l'extérieur vers l'intérieur du bac par l'évent de respiration.</i></p> <p><i>Les autres dispositions permettent de réduire la probabilité d'inflammation par étincelles électriques, étincelles d'origine électrostatique, température de surface du matériel, flamme nue et particules incandescentes.</i></p> <p><i>L'inertage du bac ne permet pas toujours d'éviter la formation d'une ATEX par dilution à l'air du mélange inerte/combustible à l'extrémité de l'évent. Ceci dépend des caractéristiques du combustible et de la quantité d'oxygène résiduelle.</i></p>	
<p><i>Tous les matériels installés dans la cuvette doivent être en adéquation avec la zone</i></p> <p><i>Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance</i></p>			<p><i>Les dispositions retenues permettent de réduire la probabilité d'inflammation par étincelles électriques, étincelles d'origine électrostatique, température de surface du matériel, flamme nue et particules incandescentes.</i></p>	



# C. Introduction d'un produit pulvérulent combustible dans un mélangeur contenant un solvant inflammable

## 1. Analyse fonctionnelle

Dans bien des industries, il arrive que la préparation d'un produit comprenne une étape qui consiste à mélanger des constituants liquides et solides dans un mélangeur.

Parmi les constituants du mélange, il est fréquent que les liquides mis en œuvre soient des solvants inflammables et que certains solides soient des pulvérulents combustibles.

Enfin, ces pulvérulents sont souvent introduits manuellement par un opérateur qui les déverse à partir de sacs, par la trappe ouverte d'un mélangeur contenant déjà une phase liquide maintenue agitée.

Le retour d'expérience d'accidents survenus lors de

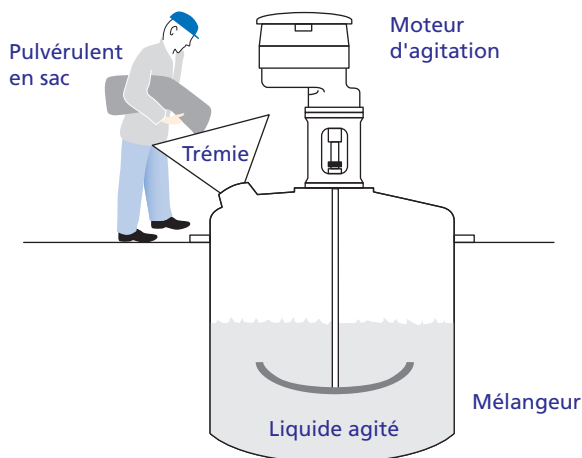


Schéma d'un mélangeur en cours de chargement par un opérateur

l'exploitation de tels mélangeurs montre qu'il est relativement fréquent que l'opérateur soit plus ou moins gravement brûlé, par suite de l'inflammation de l'atmosphère explosive présente lors de l'opération d'introduction.

## 2. Identification des atmosphères explosives potentielles

Si le solvant mis en œuvre a un point d'éclair inférieur à la température ambiante et si le mélangeur est sous air, il faut considérer que l'atmosphère qui surmonte le liquide constitue une atmosphère explosive gaz/vapeur.

Si, au contraire, le mélangeur est inerté, aucune atmosphère explosive ne sera présente à l'intérieur du mélangeur. Si l'inertage est suffisamment fiable (mesure de la concentration en oxygène ou du débit d'inerte injecté et contrôle de l'étanchéité au vide associés à l'arrêt du procédé), il convient à l'intérieur du mélangeur d'identifier une zone à risque de formation d'atmosphère explosive, moins contraignante que celle retenue initialement.

En revanche, en l'absence de ces moyens de contrôle de l'efficacité de l'inertage, il est nécessaire de retenir une zone 2 à l'intérieur du mélangeur.

Dans les deux cas, que le mélangeur soit inerté ou non, une atmosphère explosive gaz/vapeur est présente à proximité de la trappe ouverte, voire dans

la totalité de la trémie, au moment où l'opérateur introduit les pulvérulents combustibles.

Par ailleurs, le déversement manuel du pulvérulent combustible dans le mélangeur va entraîner la formation d'un nuage dans la trémie et dans le volume extérieur immédiat de celle-ci, ainsi qu'à l'intérieur du mélangeur. Trois atmosphères explosives liées aux poussières sont donc à caractériser.

### 3. Identification des sources d'inflammation potentielles

Différentes sources d'inflammation sont susceptibles de se présenter, en fonctionnement normal ou anormal, et d'enflammer les atmosphères explosives présentes.

C'est le cas en particulier des étincelles d'origine électrostatique associées à la présence de l'opérateur ou encore à l'opération de déversement du produit pulvérulent qui est susceptible de générer des charges électrostatiques.

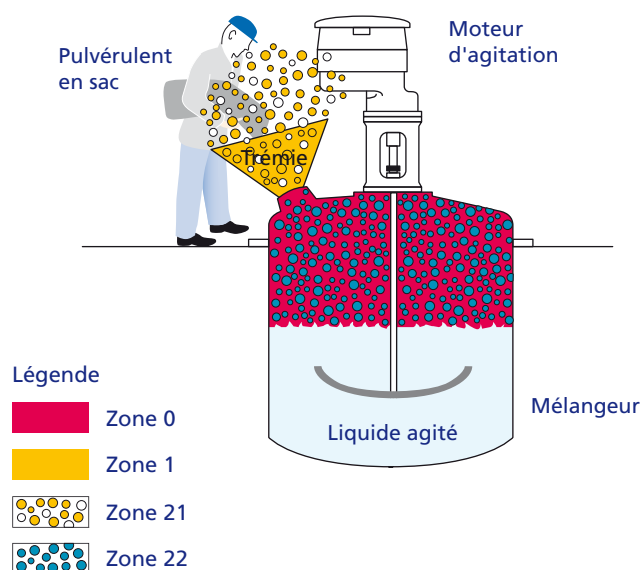
## 4. Détermination des zones à risque

L'analyse du procédé et des dysfonctionnements potentiels conduit à retenir les classements de zones à risque d'explosion suivants.

### 4.1 Cas d'un mélangeur non inerté

▼ Emplacement	Type de zone
Volume interne du mélangeur »	Zone 0 Zone 22
Intérieur de la trémie d'introduction »	Zone 1 Zone 21
Volume extérieur immédiat de la trémie »	Zone 21

La zone 1 identifiée dans la trémie de chargement du mélangeur ne s'étend pas, dans le cas général, au-delà du volume de cette trémie.

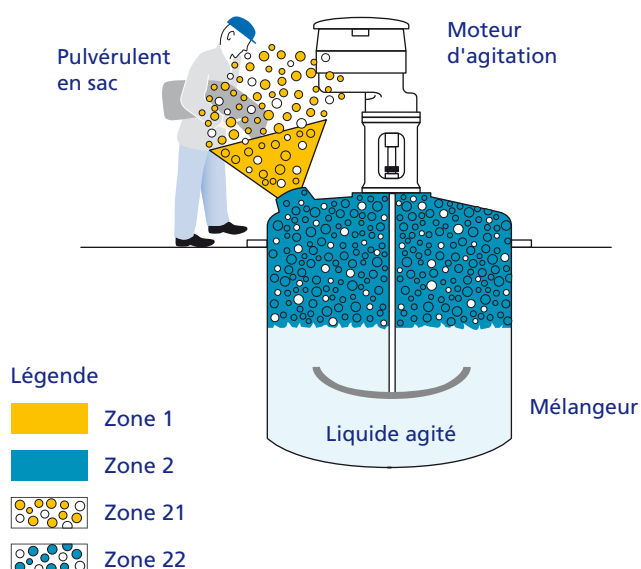


*Représentation des zones à risque lors de l'opération de chargement d'un mélangeur (cas d'un mélangeur non inerté)*

## 4.2 Cas d'un mélangeur inerté

▼ Emplacement	Type de zone	Remarques
Volume interne du mélangeur »	Zone 2 ou hors zone Zone 22	Zone 2 car une atmosphère explosive peut se former en cas de dysfonctionnement du système d'inertage, mais hors zone si ce système est absolument fiable.
Intérieur de la trémie d'introduction »	Zone 1 Zone 21	Le retour d'expérience d'accidents montre que, même quand le mélangeur est inerté, il arrive que l'opérateur soit brûlé par les effets thermiques qui résultent d'une inflammation de l'atmosphère explosive qui s'est formée dans la trémie et dans son environnement direct.
Volume extérieur immédiat de la trémie »	Zone 21	

La zone 1 identifiée dans la trémie de chargement du mélangeur ne s'étend pas, dans le cas général, au-delà du volume de cette trémie.



Représentation des zones à risque lors de l'opération de chargement d'un mélangeur (cas d'un mélangeur inerté)



## 5. Mesures de prévention et de protection

Compte tenu de sa présence au-dessus de la trémie, l'opérateur est très vulnérable aux effets thermiques produits par l'inflammation de l'atmosphère explosive formée et il est donc indispensable de mettre en place des mesures de prévention et de protection.

Une première mesure de prévention consiste à inerte le mélangeur afin d'empêcher qu'une atmosphère explosive ne puisse s'y former.

Cependant, cette mesure n'est pas suffisante puisqu'elle ne permet pas d'éviter l'inflammation de l'atmosphère explosive qui se forme dans la trémie ou dans le volume extérieur immédiat de celle-ci. Elle doit donc être complétée par une mesure de protection destinée à isoler l'opérateur de l'atmosphère explosive qui se forme lors de l'opération d'introduction.

Le mélangeur doit être équipé d'un dispositif d'introduction adapté, par exemple :

- une canne plongeante aspirante permettant le transfert direct de la poudre de son contenant au niveau du liquide dans le mélangeur,
- un sas équipé de deux vannes pilotées. La procédure d'introduction consiste alors à introduire manuellement le pulvérulent dans le sas préalablement inerté, à inerte à nouveau le sas dans lequel de l'air a été introduit avec le pulvérulent, puis à transférer le pulvérulent du sas dans le mélangeur par ouverture de la vanne inférieure.

## 6. Exemple de tableau d'évaluation des risques

### Cas d'un mélangeur inerté

(tableau page suivante)

ANALYSE PRÉLIMINAIRE				
<p>Unité de travail</p> <p>Installation et nature du combustible</p>	<p>Équipement</p> <p>Phases de travail</p> <p>Phases du procédé</p> <p>Activités</p> <p>Dysfonctionnements prévisibles...</p>	Zonage initial		<p>Identification des sources d'inflammation</p> <p>Type et conditions de présence (fonctionnement normal, maintenance, dysfonctionnement...)</p>
		Localisation	Type de zone, dimensionnement	
<p>Introduction d'un pulvérulent combustible dans un mélangeur contenant un solvant inflammable</p>	Intérieur du mélangeur	Ciel gazeux	<p>Zone 0, tout le ciel</p> <p>Zone 22, tout le ciel</p>	<p>Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal, liées à la présence de la poudre éventuellement porteuse de charges électrostatiques)</p> <p>Particules incandescentes ou travaux par points chauds (maintenance)</p> <p>Surface chaude d'origine mécanique liée à la rotation de l'agitateur</p>
	Intérieur de la trémie d'introduction	Tout le volume de la trémie	<p>Zone 1, tout le volume</p> <p>Zone 21, tout le volume</p>	<p>Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal, liées à la présence de la poudre éventuellement porteuse de charges électrostatiques)</p> <p>Particules incandescentes ou travaux par points chauds (maintenance)</p>
	Poste de chargement manuel	Emplacement situé au-dessus de la trémie d'introduction	Zone 21, hémisphère de 0,5 à 1 m de rayon	<p>Étincelles d'origine électrostatique (fonctionnement normal, liées à la présence de la poudre éventuellement porteuse de charges électrostatiques)</p> <p>Échauffement de la surface électrique ou étincelles électriques liées au moteur de l'agitateur (dysfonctionnement)</p> <p>Particules incandescentes ou travaux par points chauds (maintenance)</p>



## ÉVALUATION DU RISQUE

Fréquence d'apparition du risque d'explosion				Gravité du risque d'explosion	
► Mesures de prévention mises en place		► Zonage après prise en compte des mesures existantes		► Facteur d'exposition	► Système de protection contre les explosions
Nature des mesures	Maîtrise, efficacité, pérennité	Localisation	Type de zone, dimensionnement		
<ul style="list-style-type: none"><li>► Inertage du mélangeur à l'azote</li><li>► Agitateur de catégorie 3 en adéquation avec une zone 2 et 22</li><li>► Asservissement de l'agitation à la mesure de la concentration en oxygène</li><li>► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Mesure en continu de la concentration en oxygène dans le mélangeur, maintenance et vérification périodique du système</li><li>► Vérification périodique de l'efficacité des mises à la terre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Ciel gazeux</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Zone 2, tout le ciel</li><li>► Zone 22, tout le ciel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Possibilité de présence d'opérateur (opération de versement de la poudre)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Installation non protégée</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Vérification périodique de l'efficacité des mises à la terre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Tout le volume de la trémie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Zone 1, tout le volume</li><li>► Zone 21, tout le volume</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Poste fixe à proximité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Installation non protégée</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>► Équipotentialité entre tous les éléments conducteurs et mise à la terre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Vérification périodique de l'efficacité des mises à la terre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Emplacement situé au-dessus de la trémie d'introduction</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Zone 21, hémisphère de 0,5 à 1 m de rayon</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Poste fixe à proximité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Installation non protégée</li></ul>

## MESURES COMPLÉMENTAIRES DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION

► Dispositions complémentaires ou d'amélioration à mettre en œuvre

► Suivi (décisions, suites à donner...)

Mesures retenues

Délai et responsable

Date de réalisation

Améliorations attendues, commentaires

Validation

► Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

Les dispositions permettent de réduire la probabilité d'inflammation par particules incandescentes ou points chauds.

► Modification du poste de travail par mise en place d'un sas muni d'une aspiration à la source pour l'introduction du pulvérulent

► Définition de bonnes pratiques pour éviter la mise en suspension des poussières lors du versement

► Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

Modification du poste de travail par mise en place d'un sas muni d'une aspiration à la source pour l'introduction du pulvérulent

Définition de bonnes pratiques pour éviter la mise en suspension des poussières lors du versement

Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

La zone liée à la présence de vapeurs inflammables disparaît dans le sas ; en revanche, il faut conserver une zone 22 à l'intérieur du sas.

Les dispositions permettent de réduire la probabilité d'inflammation par particules incandescentes ou points chauds.

► Modification du poste de travail par mise en place d'un sas muni d'une aspiration à la source pour l'introduction du pulvérulent

► Définition de bonnes pratiques pour éviter la mise en suspension des poussières lors du versement

► Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

► Remplacement du moteur de l'agitateur par un moteur en adéquation avec la zone

Modification du poste de travail par mise en place d'un sas muni d'une aspiration à la source pour l'introduction du pulvérulent

Définition de bonnes pratiques pour éviter la mise en suspension des poussières lors du versement

Procédure d'autorisation de travail pour les opérations de maintenance

Le remplacement du moteur n'est pas retenu car la modification du poste de travail permet d'éviter la présence de l'ATEX poussière.

Suppression des zones ATEX dans le cas où l'on fiabilise et pérennise les mesures.





Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CARSAT, CRAM ou CGSS.

## Services prévention des CARSAT et des CRAM

### CRAM ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)  
14 rue Adolphe-Seyboth  
CS 10392  
67010 Strasbourg cedex  
tél. 03 88 14 33 00  
fax 03 88 23 54 13  
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr  
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)  
3 place du Roi-George  
BP 31062  
57036 Metz cedex 1  
tél. 03 87 66 86 22  
fax 03 87 55 98 65  
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)  
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny  
BP 70488  
68018 Colmar cedex  
tél. 03 88 14 33 02  
fax 03 89 21 62 21  
www.cram-alsace-moselle.fr

### CARSAT AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde, 40 Landes, 47 Lot-et-Garonne, 64 Pyrénées-Atlantiques)  
80 avenue de la Jallère  
33053 Bordeaux cedex  
tél. 05 56 11 64 36  
fax 05 57 57 70 04  
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr  
www.carsat-aquitaine.fr

### CARSAT AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire, 63 Puy-de-Dôme)  
48-50 boulevard Lafayette  
63058 Clermont-Ferrand cedex 1  
tél. 04 73 42 70 76  
fax 04 73 42 70 15  
preven.carsat@orange.fr  
www.carsat-auvergne.fr

### CARSAT BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura, 58 Nièvre, 70 Haute-Saône, 71 Saône-et-Loire, 89 Yonne, 90 Territoire de Belfort)  
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie  
21044 Dijon cedex  
tél. 08 21 10 21 21  
fax 03 80 70 52 89  
prevention@carsat-bfc.fr  
www.carsat-bfc.fr

### CARSAT BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère, 35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)  
236 rue de Châteaugiron  
35030 Rennes cedex  
tél. 02 99 26 74 63  
fax 02 99 26 70 48  
drpcdi@carsat-bretagne.fr  
www.carsat-bretagne.fr

### CARSAT CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre, 37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)  
36 rue Xaintrilles  
45033 Orléans cedex 1  
tél. 02 38 81 50 00  
fax 02 38 79 70 29  
prev@carsat-centre.fr  
www.carsat-centre.fr

### CARSAT CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime, 19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres, 86 Vienne, 87 Haute-Vienne)  
4 rue de la Reynie  
87048 Limoges cedex  
tél. 05 55 45 39 04  
fax 05 55 45 71 45  
cirp@carsat-centreouest.fr  
www.carsat-centreouest.fr

### CAM ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne, 78 Yvelines, 91 Essonne, 92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis, 94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)  
17-19 place de l'Argonne  
75019 Paris  
tél. 01 40 05 32 64  
fax 01 40 05 38 84  
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr  
www.cramif.fr

### CARSAT LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault, 48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)  
29 cours Gambetta  
34068 Montpellier cedex 2  
tél. 04 67 12 95 55  
fax 04 67 12 95 56  
prevdoc@carsat-lr.fr - www.carsat-lr.fr

### CARSAT MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne, 32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées, 81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)  
2 rue Georges-Vivent  
31065 Toulouse cedex 9  
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)  
fax 05 62 14 88 24  
doc.prev@carsat-mp.fr - www.carsat-mp.fr

### CARSAT NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne, 52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle, 55 Meuse, 88 Vosges)  
81 à 85 rue de Metz  
54073 Nancy cedex  
tél. 03 83 34 49 02  
fax 03 83 34 48 70  
service.prevention@carsat-norddest.fr  
www.carsat-norddest.fr

### CARSAT NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise, 62 Pas-de-Calais, 80 Somme)  
11 allée Vauban  
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex  
tél. 03 20 05 60 28  
fax 03 20 05 79 30  
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr  
www.carsat-nordpicardie.fr

### CARSAT NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche, 61 Orne, 76 Seine-Maritime)  
Avenue du Grand-Cours, 2022 X  
76028 Rouen cedex  
tél. 02 35 03 58 22  
fax 02 35 03 60 76  
prevention@carsat-normandie.fr  
www.carsat-normandie.fr

### CARSAT PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire, 53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)  
2 place de Bretagne  
44932 Nantes cedex 9  
tél. 02 51 72 84 08  
fax 02 51 82 31 62  
documentation.rp@carsat-pl.fr - www.carsat-pl.fr

### CARSAT RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère, 42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie, 74 Haute-Savoie)  
26 rue d'Aubigny  
69436 Lyon cedex 3  
tél. 04 72 91 96 96  
fax 04 72 91 97 09  
preventionrp@carsat-ra.fr - www.carsat-ra.fr

### CARSAT SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence, 05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes, 13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud, 2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)  
35 rue George  
13386 Marseille cedex 5  
tél. 04 91 85 85 36  
fax 04 91 85 75 66  
documentation.prevention@carsat-sudest.fr  
www.carsat-sudest.fr

## Services prévention des CGSS

### CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre  
tél. 05 90 21 46 00 - fax 05 90 21 46 13  
lina.palmonat@cgss-guadeloupe.fr

### CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,  
BP 7015, 97307 Cayenne cedex  
tél. 05 94 29 83 04 - fax 05 94 29 83 01

### CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9  
tél. 02 62 90 47 00 - fax 02 62 90 47 01  
prevention@cgss-reunion.fr

### CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2  
tél. 05 96 66 51 31 - 05 96 66 51 32 - fax 05 96 51 81 54  
prevention972@cgss-martinique.fr  
www.cgss-martinique.fr

La Communauté européenne a adopté deux directives relatives aux atmosphères explosives (dites « directives ATEX ») dont l'entrée en vigueur a eu lieu le 1<sup>er</sup> juillet 2003. La mise en œuvre de ces deux textes soulève de nombreuses questions. Cet ouvrage a pour objectif de fournir les éléments nécessaires à la mise en œuvre de cette nouvelle réglementation en présentant une démarche pour son application, ainsi que quelques mesures de prévention ou de protection contre le risque d'explosion.



Institut national de recherche et de sécurité  
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles  
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00  
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr) • e-mail : [info@inrs.fr](mailto:info@inrs.fr)

**Édition INRS ED 945**

2<sup>e</sup> édition • août 2011 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1931-1