



ATEX

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

L'Institut national de recherche et de sécurité

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) est une association déclarée sans but lucratif (loi du 1^{er} juillet 1901), constituée sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie. Il est placé sous la tutelle des pouvoirs publics et le contrôle financier de l'État. Son conseil d'administration est composé en nombre égal de représentants du Mouvement des entreprises de France et des organisations syndicales de salariés.

L'INRS apporte son concours aux services ministériels, à la Caisse nationale de l'assurance maladie, aux Caisses régionales d'assurance maladie, aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, aux entreprises, enfin à toute personne, employeur ou salarié, qui s'intéresse à la prévention. L'INRS recueille, élabore et diffuse toute documentation intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : brochures, dépliants, affiches, films, renseignements bibliographiques... Il forme des techniciens de la prévention et procède en son centre de recherche de Nancy aux études permettant d'améliorer les conditions de sécurité et l'hygiène de travail.

Les publications de l'INRS sont distribuées par les Caisses régionales d'assurance maladie. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale de votre circonscription, dont vous trouverez l'adresse en fin de brochure.

Les Caisses régionales d'assurance maladie

Les Caisses régionales d'assurance maladie disposent, pour diminuer les risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Par les contacts fréquents que ces derniers ont avec les entreprises, ils sont à même non seulement de déceler les risques professionnels particuliers à chacune d'elles, mais également de préconiser les mesures préventives les mieux adaptées aux différents postes dangereux et d'apporter, par leurs conseils, par la diffusion de la documentation éditée par l'Institut national de recherche et de sécurité, une aide particulièrement efficace à l'action des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

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 deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).


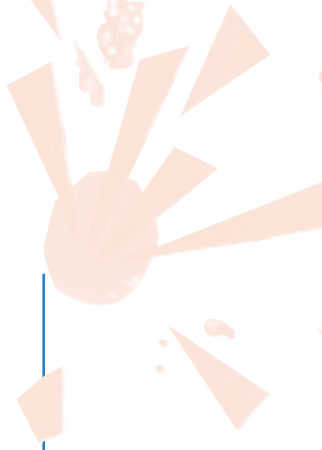
**Mise en œuvre
de la réglementation relative
aux atmosphères explosives**
Guide méthodologique

Ce document a été élaboré
par un groupe de travail composé de
A. Janes (INERIS), J. Chaineaux (INERIS), A. Czyz (INERIS),
P. Bardet (CRAM Centre-Ouest), Y. Galtier (CRAM Midi-Pyrénées),
P. Lesné (CRAM de Normandie), J. Lys (CGSS de la Réunion),
A. Ménard (INRS), J-M. Petit (INRS)


Sommaire



Contexte réglementaire	6
Démarche méthodologique	7
1. Organisation de la démarche	7
2. Analyse fonctionnelle	7
2.1 Identifier les atmosphères explosives potentielles	7
2.2 Identifier les sources d'inflammation potentielles	8
3. Détermination des zones à risque et exemples	9
Définir les zones à risque et proposition de classement	9
4. Mesures de prévention et de protection	10
4.1 Eviter le risque	11
4.2 Eviter les sources d'inflammation	11
4.3 Atténuer les effets des explosions	12
5. Formation et information	12
6. Rédaction du document relatif à la protection contre les explosions	13
Annexe I	14
Calendrier d'application des textes réglementaires sur la prévention des explosions sur les lieux de travail	
Textes pris en application de l'article R. 232-12-28	
Annexe II. Textes réglementaires	16
Annexe III. Exemple de tableau d'aide à l'évaluation du risque explosion	18
Annexe IV. Exemples d'application de la réglementation sur les atmosphères explosives	20
A. Filtre à manches	20
B. Bac de stockage de liquide inflammable	23
C. Introduction d'un produit pulvérulent dans un mélangeur	27
Bibliographie	31



La Communauté européenne a adopté deux directives relatives aux atmosphères explosives (dites « directives ATEX ») dont l'entrée en vigueur a eu lieu le 1^{er} juillet 2003. La mise en œuvre de ces deux textes, qui vont renforcer la protection contre les explosions en rendant obligatoires différentes mesures techniques et organisationnelles, soulève de nombreuses questions. Le but de ce document est de venir en aide aux chefs d'entreprise dont tout ou partie des salariés est susceptible d'être exposé aux risques d'atmosphères explosives (rappelons que les explosions accidentelles peuvent avoir pour origine des substances inflammables sous forme de gaz, de vapeurs, de brouillards ou de poussières).





Contexte réglementaire

La directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999 concerne les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés aux risques d'atmosphères explosives.

Cette directive a été transposée en droit français par les décrets n° 2002-1553 et n° 2002-1554 du 24 décembre 2002. Deux arrêtés du 8 juillet 2003 complètent les deux décrets en transposant les annexes de la directive. Ils 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.

Le calendrier d'application de l'ensemble de ces textes est repris en annexe I.

La directive 1999/92/CE est le complément social de la directive 94/9/CE 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 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 des arrêtés du 3 mars 1997 et du 21 août 2000.

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

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. »

Démarche méthodologique



1. Organisation de la démarche

La prise en compte du risque explosion s'inscrit dans la démarche globale de la 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 importantes, 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.

2. Analyse fonctionnelle

2.1 Identifier les atmosphères explosives potentielles

Faire l'inventaire des produits

- Établir la liste des produits combustibles.
- Étudier leur nature :
 - liquides,
 - gazeux,
 - pulvérulents.
- Connaître leurs caractéristiques physico-chimiques (*tableau I*).

Tableau I

Produits liquides et gazeux	Produits solides finement divisés
Densité	Densité
Domaine d'explosivité (LIE-LSE)	Concentration minimale explosive
Point d'éclair	Granulométrie
Température minimale d'inflammation (TAI)	Température minimale d'inflammation (TAI) en couche et en nuage
Violence d'explosion (P_{max} et k_G)	Violence d'explosion (P_{max} et K_{st})
Incompatibilités chimiques avec d'autres produits	Incompatibilités chimiques avec d'autres produits
Énergie minimale d'inflammation (EMI) ou groupe de gaz (IIA, IIB, IIC)	Énergie minimale d'inflammation (EMI) en nuage

- 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.

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 utilisés, il importe de tenir compte des produits utilisés, des 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...).

Étudier les dysfonctionnements potentiels

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

Pour les établir, dans les établissements classés, on pourra également se référer aux scénarios des études de danger intégrés dans les dossiers ICPE.

On pourra également recenser les sources de dysfonctionnements liées au facteur humain, telles que par exemple :

- process théorique de production ne pouvant être respecté vu les sollicitations et les contraintes (déplacements, 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 précaires ne connaissant pas l'entreprise, salariés remplaçants au poste...).

Tenir compte de la mémoire de l'entreprise, de la branche d'activité

- Retour d'expérience d'explosions accidentelles.
- Expérience de situations dangereuses, telles que :
 - phases de démarrage, d'arrêt ou de redémarrage,
 - incidents d'exploitation...

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.

2.2 Identifier les sources d'inflammation potentielles (cf. NF EN 1127-1)

Origine

- matériel 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, de gaz ou de vapeurs ;

NB : « 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⁽¹⁾».

- 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...) : « Plusieurs phénomènes électrostatiques tels que les décharges en aigrette peuvent enflammer pratiquement toutes les atmosphères explosives de gaz et de vapeurs. Compte tenu de l'état actuel des connaissances, l'inflammation par des décharges en aigrette des atmosphères explosives air/poussières possédant des énergies d'inflammation extrêmement faibles ne peut être exclue⁽¹⁾ » ;
- thermique (surfaces chaudes, 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, il peut constituer une source d'inflammation à distance par effet indirect en induisant des surtensions ou des échauffements dans les équipements ;
- cigarettes...

(1) NF EN 1127-1

Inventaire des matériels présents dans une zone dangereuse susceptibles d'engendrer une source d'inflammation

- matériels électriques et électroniques,
- matériels mécaniques,
- matériels pneumatiques,
- matériels hydrauliques,
- matériels thermiques...

3. Détermination des zones à risque et exemples

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.

Définir les zones à risque (cf. Annexe I - Arrêté du 8 juillet 2003) et proposition de classement

Gaz et vapeurs

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.

En général, ces conditions, lorsqu'elles se produisent, apparaissent à l'intérieur des réservoirs, des canalisations, des récipients...

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.

Cette zone peut inclure entre autres :

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

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.

Cette zone peut 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...

Poussières

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.

En général, ces conditions, lorsqu'elles se produisent, apparaissent à l'intérieur des réservoirs, des canalisations, des récipients...

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

Cette zone peut inclure, entre autres, des emplacements à proximité immédiate, par exemple, 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 un mélange avec l'air.

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.

Cette zone peut 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 notamment 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.

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



4. Mesures de prévention et de protection (solutions de recherche, application des principes généraux de prévention)

Après avoir défini les zones à risque d'explosion d'une part et identifié les sources d'inflammation possible d'autre part, il conviendra d'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.

Le chef d'entreprise va donc 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 est moins dangereux,
- 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 lieu donc de faire l'inventaire des mesures existantes, puis d'adopter les mesures de prévention complémentaires à mettre en œuvre. Il convient de rechercher la suppression du risque d'explosion en limitant la survenue d'une atmosphère explosive et en agissant sur les sources d'inflammation, puis de prendre des mesures de protection contre les effets des explosions.

4.1 Éviter le risque

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

- le(s) combustible(s) :
 - remplacer le produit combustible par un autre incombustible ou moins combustible,
 - jouer sur 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 ;

- le comburant : mise à l'état inerte.
L'introduction d'un gaz inerte (azote...) en proportion suffisante dans une atmosphère chargée de substances combustibles entraîne l'appauvrissement de celle-ci en oxygène et rend donc l'inflammation impossible. **Attention** toutefois au **risque d'anoxie** (interruption de l'apport d'oxygène aux différents tissus de l'organisme) 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 le maximum de matériel puis elle tendra 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, etc. Pour ce faire, différentes mesures peuvent être mises en œuvre, telles que des :

- actions sur le procédé :
 - refroidissement (réaction chimique, échauffement dû à la compression des gaz...),
 - séparateurs magnétiques, gravitaires (boîtes à cales)... ;
- contrôles :
 - détecteurs d'élévation de température, de pression...,
 - explosimètres,
 - thermographie à infra-rouge,
 - détecteur CO (monoxyde de carbone),
 - systèmes de contrôles de la vitesse de défillement 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 le chef d'établissement,
 - interdiction de fumer,
 - port de vêtements de travail appropriés faits de matériaux qui ne produisent pas de décharges électrostatiques,

- mise en œuvre du nettoyage,
- formation des intervenants avec vérification de la connaissance du balisage... ;
- le matériel :
 - adéquation du matériel à la zone,
 - outillage anti-étincelant,
 - mise à la terre, liaison équipotentielle.

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 de ces matériels du groupe II, adaptées selon les cas, soit aux gaz, vapeurs ou brouillards, soit aux poussières, sont choisies comme indiqué dans le *tableau II*.

4.3 Atténuer les effets des explosions

Si on n'a pu empêcher la formation de l'atmosphère explosive, il conviendra d'atténuer les effets nuisibles d'une explosion pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs (cf. *Les mélanges explosifs. 1. Gaz et vapeurs*. INRS, ED 911, 2004, et *Les mélanges explosifs. 2. Poussières*. INRS, ED 944, à paraître). Les actions à entreprendre seront spécifiques à chaque cas ; voici 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,
- cheminées 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 :
 - 1- le personnel ne soit pas atteint par la chute d'éléments de structure (éloignement...),
 - 2- 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.

5. Formation et information

Les actions à entreprendre sont les suivantes :

- signalisation et signalétique ;
- formation du personnel :
 - sensibilisation et formation au risque « explosion »,
 - équipes d'intervention,
 - travailleurs dans les zones à risque,
 - équipes de maintenance interne,
 - intérimaires (liste des postes à risque, formation renforcée à la sécurité),
 - organiser l'évacuation du personnel... ;

Tableau II

Risque	Groupe	Zone < >	Catégorie d'appareil	Marquage
Permanent	II	Zone 0 →	Cat. 1	CE Ⓜ II 1 G
		Zone 20 →	Cat. 1	CE Ⓜ II 1 D
Occasionnel	II	Zone 1 →	Cat. 2 (ou 1)	CE Ⓜ II 2 G (ou 1 G)
		Zone 21 →	Cat. 2 (ou 1)	CE Ⓜ II 2 D (ou 1 D)
Potentiel	II	Zone 2 →	Cat. 3 (ou 2 ou 1)	CE Ⓜ II 3 G (ou 2 G ou 1 G)
		Zone 22 →	Cat. 3 (ou 2 ou 1)	CE Ⓜ II 3 D (ou 2 D ou 1 D)

- formalisation des interventions d'entreprises extérieures :
 - accueil des entreprises extérieures,
 - plan de prévention,
 - autorisation de travail,
 - permis de feu... ;
- contact avec les services du SDIS (service départemental d'incendie et de secours)... ;
- mise en place d'alarmes : seuils de déclenchement (25 % de la LIE et 10 % de la LIE pour les gaz et vapeurs, cf. circulaire du 9 mai 1985)...

6. Rédaction du document relatif à la protection contre les explosions

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. Il est finalisé sous la responsabilité du chef d'établissement et soumis pour avis aux instances représentatives du personnel (CHSCT, DP...).

Le respect des nouvelles 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 les solutions efficaces et adaptées.



Annexe I

Calendriers d'application des textes réglementaires

sur la prévention des explosions
sur les lieux de travail

Dispositions visées	Références réglementaires	Date d'application
Obligations des chefs d'établissement	Décret n° 2002-1553 du 24 décembre 2002 (articles R. 232-12-23 à R. 232-12-29 du code du travail)	1 ^{er} juillet 2003
Lieux de travail comprenant des emplacements à risque d'explosion utilisés avant le 30 juin 2003		1 ^{er} juillet 2006 au plus tard mais évaluation des risques, prévue par l'article R. 232-12-26, avant le 1 ^{er} juillet 2003

Textes pris en application de l'article R. 232-12-28

Dispositions visées	Références réglementaires	Date d'application
Signalisation du risque d'explosion	Arrêté du 8 juillet 2003 complétant l'arrêté du 4 novembre 1993	26 juillet 2003
Protection des travailleurs	Arrêté du 8 juillet 2003 <ul style="list-style-type: none">• section 1 : classification des emplacements• section 2 : prescriptions minimales de sécurité applicables aux emplacements et aux appareils• section 3 : critères de sélection des appareils et des systèmes de protection	26 juillet 2003

Textes pris en application de l'article R. 232-12-28 (suite)

Dispositions visées	Références réglementaires	Date d'application
Protection des travailleurs (suite)	Équipements de travail destinés à des emplacements à risque d'explosion : <ul style="list-style-type: none"> • utilisés ou mis à disposition pour la première fois avant le 26 juillet 2003 : prescriptions minimales de la section 2 applicables • mis à disposition pour la première fois après le 26 juillet 2003 : prescriptions minimales des sections 2 et 3 applicables 	26 juillet 2003
	Emplacements à risque d'explosion utilisés pour la première fois après le 26 juillet 2003 : prescriptions minimales (section 2)	26 juillet 2003
	Lieux de travail comprenant des emplacements à risque d'explosion, modifiés ou transformés après le 26 juillet 2003 : prescriptions minimales (section 2)	26 juillet 2003
	Emplacements à risque d'explosion utilisés avant le 26 juillet 2003 : prescriptions minimales (section 2)	26 juillet 2006 au plus tard
Conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements à risque d'explosion	Arrêté du 28 juillet 2003 Conformité avec : <ul style="list-style-type: none"> • le décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996 • la norme NF C 15-100, article 424 Installations existantes au 6 août 2003 et conformes aux dispositions de l'arrêté du 19 décembre 1988	6 août 2003 <ul style="list-style-type: none"> • Jusqu'au 30 juin 2006 : présomption de conformité aux dispositions de l'arrêté du 28 juillet 2003 • À partir du 1^{er} juillet 2006 : présomption maintenue si le document relatif à la protection contre les explosions est validé avant cette date

Annexe II

Textes réglementaires

- **Circulaire du 9 mai 1985** (BO du ministère du Travail, de l'Emploi et de la Formation professionnelle n° 2728, 1988) relative au commentaire technique des décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail.
- **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° 2002-1553** du 24 décembre 2002 (JO du 29 décembre 2002 rectific. JO du 8 février 2003), 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 (deuxième partie : Décrets en Conseil d'État).
- **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 (deuxième partie : Décrets en Conseil d'État).
- **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** (BO du ministère du Travail, de l'Emploi et de la Formation professionnelle, n° 2003/17 du 20 septembre 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.
- **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.
- **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 explosive.
- **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 explosive.

- **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.

Les deux directives sont disponibles sur le site suivant :

<http://europa.eu.int/eur-lex/fr>

Les textes de transposition sont disponibles sur le site suivant :

<http://legifrance.gouv.fr>



Annexe III

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

Ce tableau n'est qu'un exemple. Il importe que les chefs d'établissement l'adaptent à leur 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.

Unité de travail	• Équipements	• Emplacements dangereux	• Sources d'inflammation les plus probables
Installation et nature du combustible	• Phases de travail • Phases du procédé • Activités ⁽¹⁾ , etc.	• Type de zone • Dimensionnement	• Conditions de présence (fonctionnement normal, dysfonctionnement, dysfonctionnement rare, etc.

EXEMPLES

(2) **F** : Fréquence d'exposition

- 1 ■ Quotidienne
- 2 ■ Hebdomadaire
- 3 ■ Mensuelle
- 4 ■ Semestrielle

(3) **G** : Gravité potentielle

- 1 ■ Petits soins
- 2 ■ Accident du travail déclaré
- 3 ■ Accident du travail grave (séquelles)
- 4 ■ Décès

(En tenant compte des effets de souffle, des effets thermiques, des projections d'éléments...)

Évaluation des dommages potentiels				Mesures de prévention existantes	Mesures complémentaires de prévention à mettre en œuvre	Suivi (décision, suites à donner...)				
F (2)	G (3)	Nb de salariés (touchés par l'explosion)	Priorité de traitement			Délai	Action menée par	Action réalisée le	Validation, commentaires	F et G résiduelles

Annexe IV

Exemples d'application

de la réglementation sur les atmosphères explosives

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 dépeussierage d'un flux d'air empoussiéré, par passage à travers un

Figure 1 • Schéma d'un filtre à manches et des équipements associés.

ensemble de manches constituées d'un média filtrant.

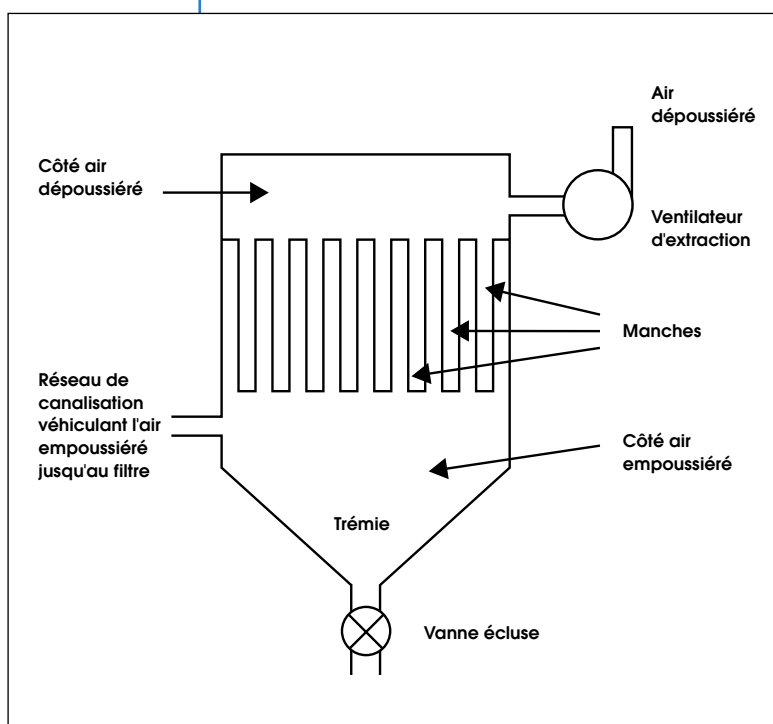
Les statistiques d'accident montrent que les explosions sont très fréquentes dans ce type d'installation. Si le filtre n'est pas protégé, l'explosion peut conduire à des dégâts plus ou moins importants (voire à la destruction) et peut également être suivie d'un incendie des manches et du produit contenu dans la trémie.

Un filtre (figure 1) 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 dépeussieré.

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

Afin de maintenir l'efficacité de l'aspiration, le filtre doit être équipé d'un système de décolmatage 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 les manches. Une trémie, placée sous les manches dans la partie inférieure du filtre, permet de recueillir le produit tombé des manches à chaque décolmatage.



L'isolement entre la trémie du filtre et le réseau de canalisations véhiculant l'air empoussiéré jusqu'au filtre 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 agroalimentaire, 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 au pulvérulent qui sont 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 300 μm ,
- une teneur suffisante de l'air empoussiéré en produit pulvérulent : cette teneur doit appartenir au domaine d'explosivité du pulvérulent, défini par la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE) ; la LIE est la concentration minimale en dessous de laquelle l'air est trop peu empoussiéré pour constituer une atmosphère explosive (pour un grand nombre de produits, l'ordre de grandeur de la LIE vaut quelques dizaines de 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.

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 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.

Par contre, 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.

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.

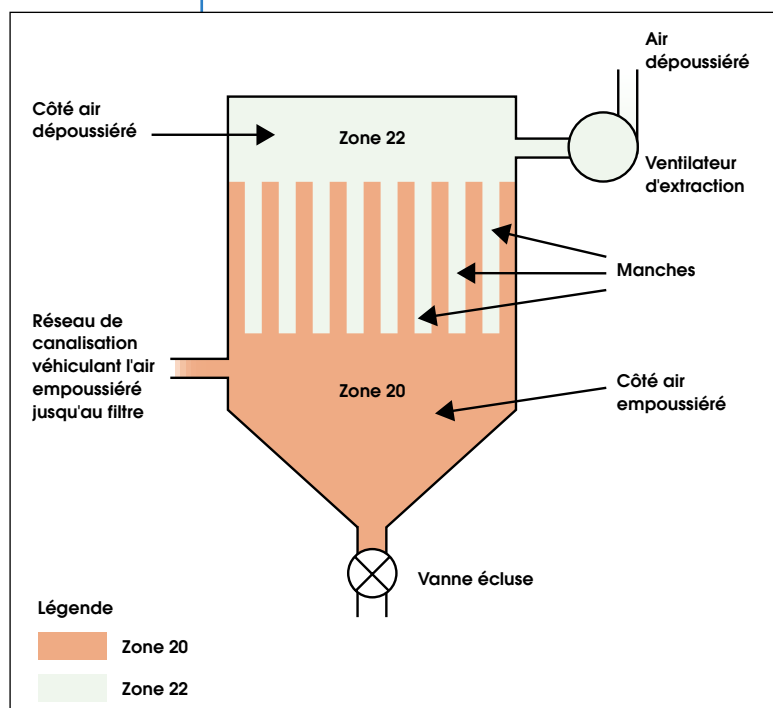
En général, compte tenu de la limite inférieure d'explosivité de la plupart des poussières, au-delà de 10 g/m^3 , soit une épaisseur de dépôt d'une fraction de millimètres, il faut considérer que la quantité critique est atteinte.

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 suivantes du produit :

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

Figure 2 • Représentation des zones dans le cas d'un filtre à manches utilisé pour filtrer un air chargé de poussières de fine granulométrie.



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, 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 point chaud de type soudure sont également à même d'être à l'origine d'un incendie ou d'une explosion.

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 défini dans le *tableau I*.

Tableau I

Emplacement	Type de zone	Remarques
Volume interne des canalisations du réseau d'aspiration.	Zone 20	Ce classement correspond au cas où le flux d'air empoussiéré constitue une atmosphère explosive.
Volume interne du filtre, côté air empoussiéré.	Zone 20	
Volume interne du filtre, côté air dépoussiéré.	Zone 22	
Volume du local dans lequel est implanté le filtre.	Zone 22 ou non-classé	Selon l'efficacité du nettoyage du local pour supprimer les dépôts.

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 empoussiéré, 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 disposi-

tions du décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996. Il n'est pas possible de garantir l'efficacité totale des mesures de prévention de l'inflammation mises en œuvre.

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

Une mesure bien adaptée consiste à protéger le filtre par événement(s) d'explosion destiné(s) à décharger l'onde de pression et les gaz chauds en cas d'explosion à l'intérieur du filtre.

Le dimensionnement des événements doit tenir compte :

- des caractéristiques d'explosivité du produit mis en œuvre,
- du volume du filtre,
- de la pression maximale admissible dans le filtre,
- de la pression d'ouverture des événements.

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 (figure 3).

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 dans le bac. La situation envisagée ici concerne un bac dépourvu de toit flottant, de sorte que la phase liquide est surmontée d'une

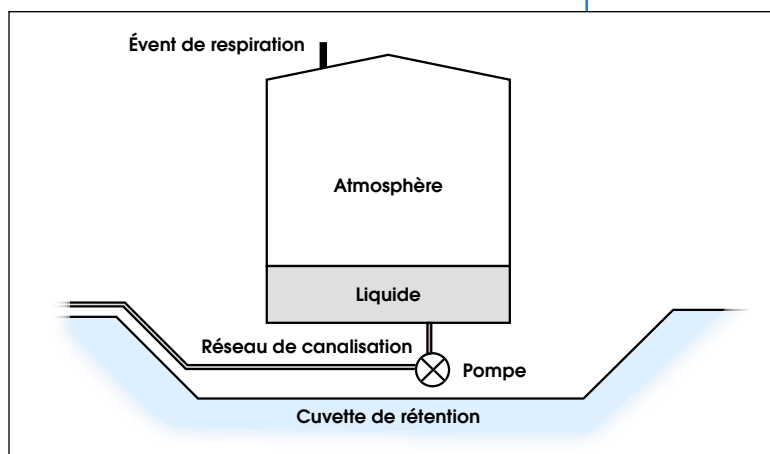


Figure 3 • Schéma d'un bac de stockage de liquide inflammable et de ses équipements associés.

atmosphère contenant les vapeurs émises par le liquide.

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

- lors du remplissage du bac (respectivement de sa vidange), l'événement 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'événement 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.

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

Si le point d'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 explo-

sive à l'événement de respiration du bac, en particulier en cas de remplissage du bac ; les dimensions de cette atmosphère explosive peuvent 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 à 30 °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'événement 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 est maintenu le liquide dans le bac, il n'y a pas normalement d'atmosphère explosive dans le ciel du bac. Mais une telle atmosphère pourrait s'y former si de l'air pénétrait dans le bac, en cas de défaillance du système d'inertage.

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

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 atmo-

sphère 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, car le vent favorise la dispersion de la vapeur dans l'air, sous le vent de la flaque. 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 des atmosphères explosives potentielles 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 soient d'une catégorie conforme au décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996, selon le type de zone où ils

sont installés, afin qu'ils ne puissent pas constituer une source d'inflammation de l'atmosphère explosive susceptible de se former dans cette zone ;

- quant à l'atmosphère explosive présente à proximité de l'événement de respiration d'un bac sous air, elle peut être enflammée par la foudre.

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

(Tableau II et figure 4)

Figure 4 • 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).

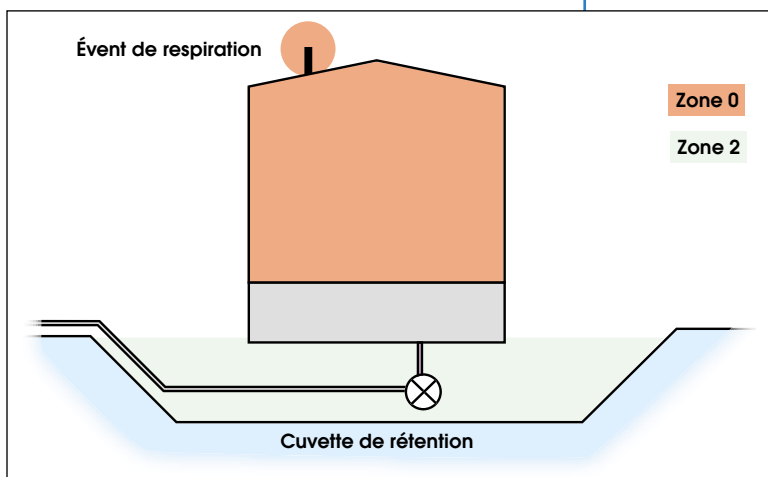


Tableau II

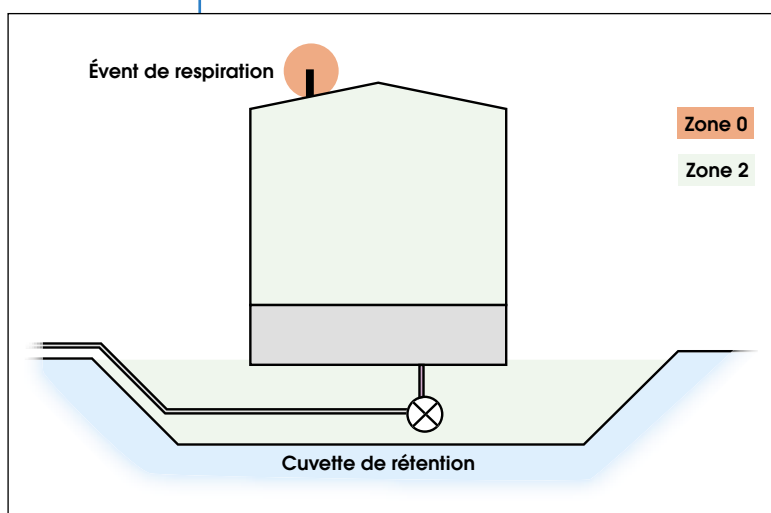
Emplacement	Type de zone	Remarques
Ciel du bac.	Zone 0	
Emplacement situé à proximité de l'événement de respiration du bac.	Zone 0	Un classement en zone 1 peut aussi être retenu si la fréquence de remplissage du bac est suffisamment faible.
Totalité de la cuvette de rétention dépoussiérée.	Zone 2	Selon 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.

4.2 Cas d'un bac inerté contenant un liquide à bas point d'éclair

(Tableau III et figure 5)

Le dimensionnement de la zone identifiée à proximité de l'événement de respiration du bac comme de celle qui se forme en cas d'épanchement de liquide peut être effectué d'après les phénomènes à l'origine de la formation des atmosphères explosives et en tenant compte de

Figure 5 • 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).



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 pour dimensionner les zones de façon forfaitaire et plus ou moins majorant, comme la norme NF EN 60079-10⁽²⁾ ou le code IP 15⁽³⁾, ce dernier référentiel étant mieux adapté au cas des événements de respiration.

5. Mesures de prévention et de protection

L'atmosphère explosive peut être supprimée 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'événement de respiration du bac.

Tableau III

Emplacement	Type de zone	Remarques
Ciel du bac.	Zone 2	
Emplacement situé à proximité de l'événement de respiration du bac.	Zone 0	Un classement en zone 0, ou éventuellement en zone 1 (cf. § 4.1), doit être retenu sauf si la proportion gaz inerte/vapeur du mélange émis à l'événement 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 flaque, le volume de la zone peut être inférieur au volume de la cuvette.

(2) NF EN 60079-10 : matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, partie 10 : classement des régions dangereuses

(3) Aera classification code for installations handling flammable fluids – Model code of safe practice – part 15, 2nd edition, The Institute of Petroleum, 2002

C. INTRODUCTION D'UN PRODUIT PULVÉRULENT DANS UN MÉLANGEUR

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 arrive souvent que les liquides mis en œuvre soient des solvants inflammables et que certains solides soient des pulvérulents combustibles. Enfin, il est encore fréquent que ces pulvérulents soient 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 (figure 6). Le retour d'expérience d'accidents survenus lors de 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.

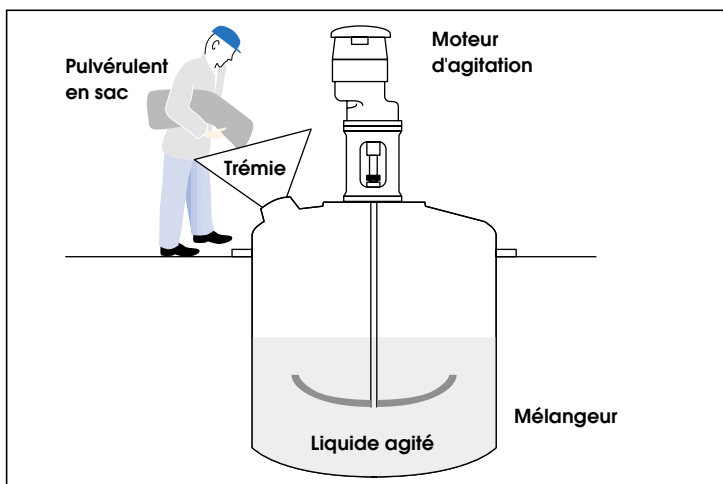


Figure 6 • Schéma d'un mélangeur en cours de chargement par un opérateur.

Si, au contraire, le mélangeur est inerté, aucune atmosphère explosive ne sera présente à l'intérieur du mélangeur.

Dans les deux cas, que le mélangeur soit inerté ou non, une atmosphère explosive est présente à proximité de la trappe ouverte, voire dans la totalité de la trémie, au moment où l'opérateur introduit les pulvérulents combustibles.

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

(Tableau IV et figure 7)

Tableau IV

Emplacement	Type de zone	Remarques
Volume interne du mélangeur.	Zone 0	
Intérieur de la trémie d'introduction.	Zone 0	

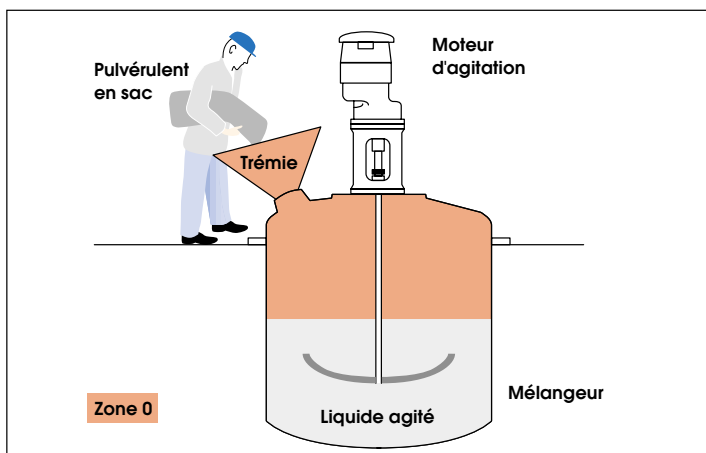


Figure 7 • Représentation des zones à risque dans le cas de l'opération de chargement d'un mélangeur (cas d'un mélangeur non inerté).

4.2 Cas d'un mélangeur inerté

(Tableau V et figure 8)

La zone 0 identifiée dans la trémie de chargement du mélangeur ne s'étend pas, dans le cas général, au-delà du volume de cette trémie.

Figure 8 • Représentation des zones à risque dans le cas de l'opération de chargement d'un mélangeur (cas d'un mélangeur inerté).

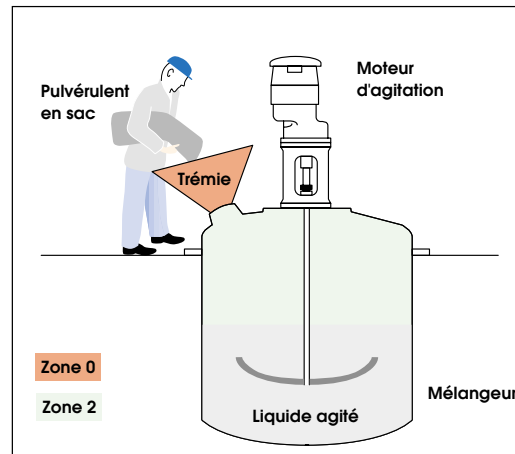


Tableau V

Emplacement	Type de zone	Remarques
Volume interne du mélangeur.	Zone 2	Une atmosphère explosive peut se former en cas de dysfonctionnement du système d'inertage.
Intérieur de la trémie d'introduction.	Zone 0	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.

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 puisse s'y former.

Cependant, cette mesure n'est pas suffisante puisqu'elle ne permet d'éviter l'inflammation de l'atmosphère explosive qui se forme dans la tré-

mie ; elle doit donc être complétée par une mesure de protection destinée à isoler l'opérateur de l'atmosphère explosive qui se forme dans la trémie lors de l'opération d'introduction.

Le mélangeur doit être équipé d'un dispositif d'introduction automatique qui peut, par exemple, être constitué d'un sas équipé de deux vanes 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 du sas.



Bibliographie



- *Les mélanges explosifs. 1. Gaz et vapeurs.* ED 911, INRS, 2004.

- *Les mélanges explosifs. 2. Poussières.* ED 944, INRS, à paraître.

- 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, 2000.

- NF EN 1127-1. Atmosphères explosives. Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion. Partie I : Notions fondamentales et méthodologie. Afnor, Paris, 1997.

- NF EN 50281-3. Appareils pour utilisation en présence de poussières combustibles. Partie 3 : Classement des emplacements où des poussières combustibles sont ou peuvent être présentes. UTE, Paris, 2002.

- NF EN 60079-10. Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses. Partie 10 : Classement des emplacements dangereux. UTE, Paris, 2003.

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

Services prévention des CRAM

ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
BP 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
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 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

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 00
fax 05 56 39 55 93
documentation.prevention@cramaquitaine.fr

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 22
fax 04 73 42 70 15
preven.cram@wanadoo.fr

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. 03 80 70 51 22
fax 03 80 70 51 73
prevention@cram-bfc.fr

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
www.cram-bretagne.fr

CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintraillies
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 30
prev@cram-centre.fr

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 79 00 64
doc.tapr@cram-centreouest.fr

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

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@cram-ir.fr

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. 05 62 14 29 30
fax 05 62 14 26 92
doc.prev@cram-mp.fr

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@cram-nordest.fr

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 63 40
www.cram-nordpicardie.fr

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 21
fax 02 35 03 58 29
catherine.lefebvre@cram-normandie.fr
dominique.morice@cram-normandie.fr

PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
BP 93405, 44034 Nantes cedex 1
tél. 02 51 72 84 00
fax 02 51 82 31 62
prevention@cram-pl.fr

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@cramra.fr

SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
28 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@cram-sudest.fr

Services prévention des CGSS

GUADELOUPE

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

GUYANE

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

LA RÉUNION

4 boulevard Doret
97405 Saint-Denis cedex
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31
05 96 66 51 33
fax 05 96 51 81 54
prevention.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^{er} 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 • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 945

1^{re} édition (2005) • réimpression septembre 2006 • 8 000 ex. • ISBN 2-7389-1297-4