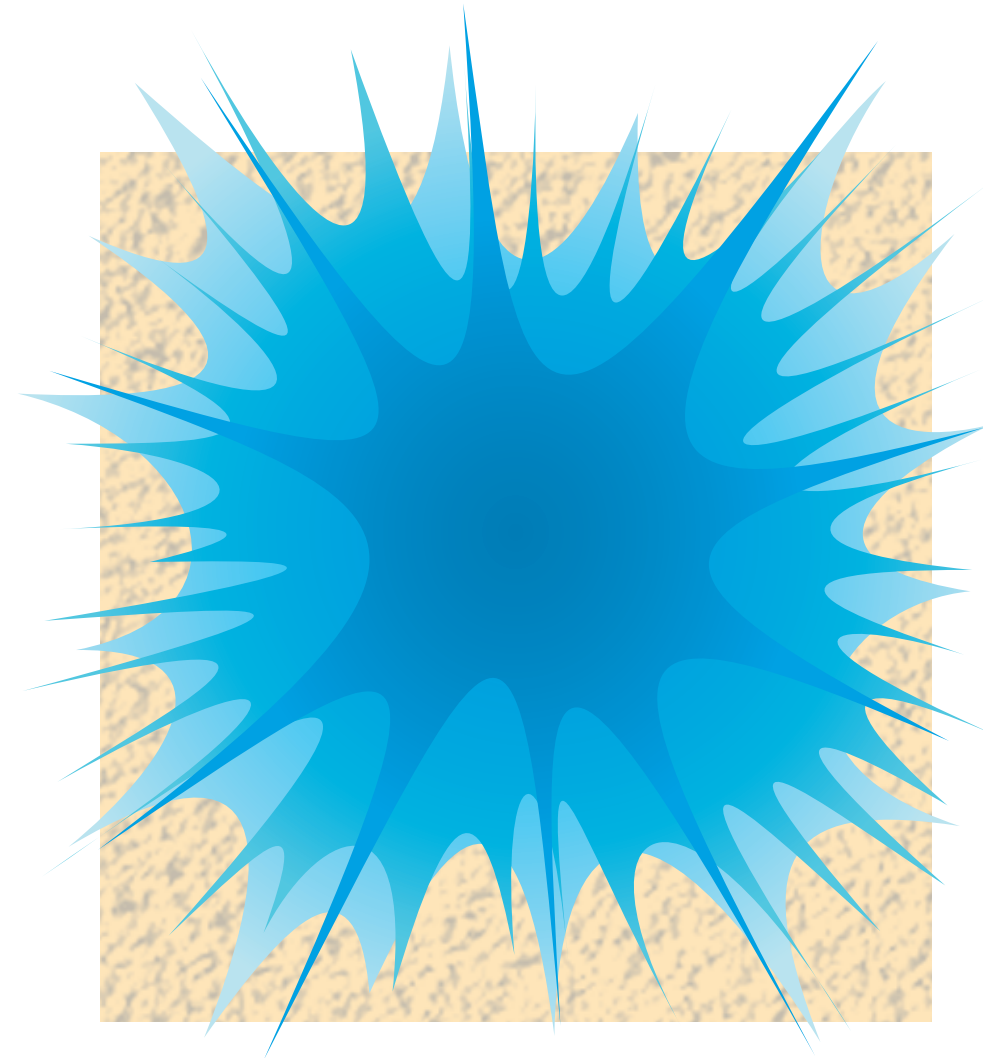


Quoi de plus commun que le sucre, la farine, le bois, etc. ? Cependant, il convient de ne pas oublier les risques incendie et explosion qui peuvent survenir lors du stockage de ces produits. Pour ce faire, l'institution prévention publie une série de guides sur les plus courants. Chaque guide, spécifique à un type de poussière, est destiné principalement aux PME/PMI :

- d'abord pour leur faire prendre conscience des risques incendie et explosion des poussières combustibles,
- puis, pour leur apporter les mesures de prévention les plus simples à mettre en œuvre.

Silos farines

Prévention des risques d'incendie et d'explosion de poussières de farine lors du stockage



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.

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

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

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

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 01
tél. 02 51 72 84 00 - fax 02 51 82 31 62

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

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 79 01

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

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

MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes
97232 Le Lamentin, BP 576
97207 Fort-de-France cedex
tél. 05 96 66 50 79 - fax 05 96 51 54 00

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 392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00 - fax 03 88 23 54 13

(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

(68 Haut-Rhin)

11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 488
68020 Colmar cedex
tél. 03 89 21 62 20 - fax 03 89 21 62 21

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

AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63000 Clermont-Ferrand
tél. 04 73 42 70 22 - fax 04 73 42 70 15

BOURGOGNE-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

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

CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrailles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 79 70 00 - fax 02 38 79 70 30

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

ÎLE-DE-FRANCE

(75 Seine, 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

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

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
tél. 05 62 14 29 30 - fax 05 62 14 26 92

Silos farines

Prévention des risques d'incendie et d'explosion de poussières de farine lors du stockage

SOMMAIRE

	Présentation	4
	Description d'accidents	5
	Pourquoi l'incendie et l'explosion ?	6
	Analyse et évaluation a priori des risques	8
	Démarche préventive	16
	Conclusion	24
	Bibliographie	25
	Annexes	
	Principaux textes réglementaires et normes	26
	Adresses utiles	28
	Exemples de permis de feu	30

Ce document a été rédigé par un groupe de travail composé d'ingénieurs de la CNAM, de la CRAM d'Alsace-Moselle, de l'INRS et d'experts des sociétés Grands Moulins de Strasbourg et Moulin de Sarralbe.

Les figures 1 à 4 ont été réalisées d'après les schémas fournis aimablement par la société Moulin de Sarralbe.

© INRS, Paris, 2001. Conception graphique Catherine Foucard.

□ PRÉSENTATION

Les incendies et les explosions de poussières sont des phénomènes très généraux qui concernent de nombreuses entreprises industrielles. En effet, toutes les poussières combustibles, dont les farines, sont susceptibles d'exploser ou de brûler. Il convient de réduire ces risques, notamment au niveau du stockage, tant lors d'une construction nouvelle, d'une transformation majeure, d'une extension qu'au cours de l'exploitation.

Ce document ne va s'intéresser qu'aux risques incendie et explosion dans les installations de transfert et de stockage des farines et pulvérisants alimentaires. Cependant, l'évaluation des risques doit être globale et ne doit surtout pas se limiter aux sujets traités ici. Elle doit prendre en compte les nombreux autres risques liés à l'exploitation des silos à l'origine d'accidents souvent très graves (chute, ensevelissement, enlèvement, asphyxie, intoxication, électrocution...).

Ce fascicule s'adresse à toute personne dont l'activité l'amène à intervenir sur les farines :

- meunerie,
- biscuiterie,
- boulangerie et pâtisserie industrielles,
- semoulerie,
- laboratoire d'hypermarché...

□ DESCRIPTION D'ACCIDENTS

Strasbourg (67), 10 avril 1991

L'explosion d'un silo de farine de blé a eu lieu dans une meunerie et a entraîné le décès d'un salarié. Le silo métallique d'une capacité de 25 tonnes était vide. Malgré tout, il restait de la farine fixée statiquement sur les parois. Le salarié, chargé d'en vérifier le vide complet, a tenté de récupérer une baladeuse allumée tombée au fond du silo. Au cours de ce travail, l'explosion s'est produite après qu'il eut mis en suspension la farine.

Chanteuges (43), 21 juillet 1992

Un incendie, provoqué par la fermentation de 350 tonnes de blé et de farine, s'est déclaré dans une minoterie. Trois cents mètres carrés ont été détruits, trois employés ont été mis au chômage technique et les dégâts matériels se sont élevés à 1,6 MF.

POURQUOI L'INCENDIE ET L'EXPLOSION ?

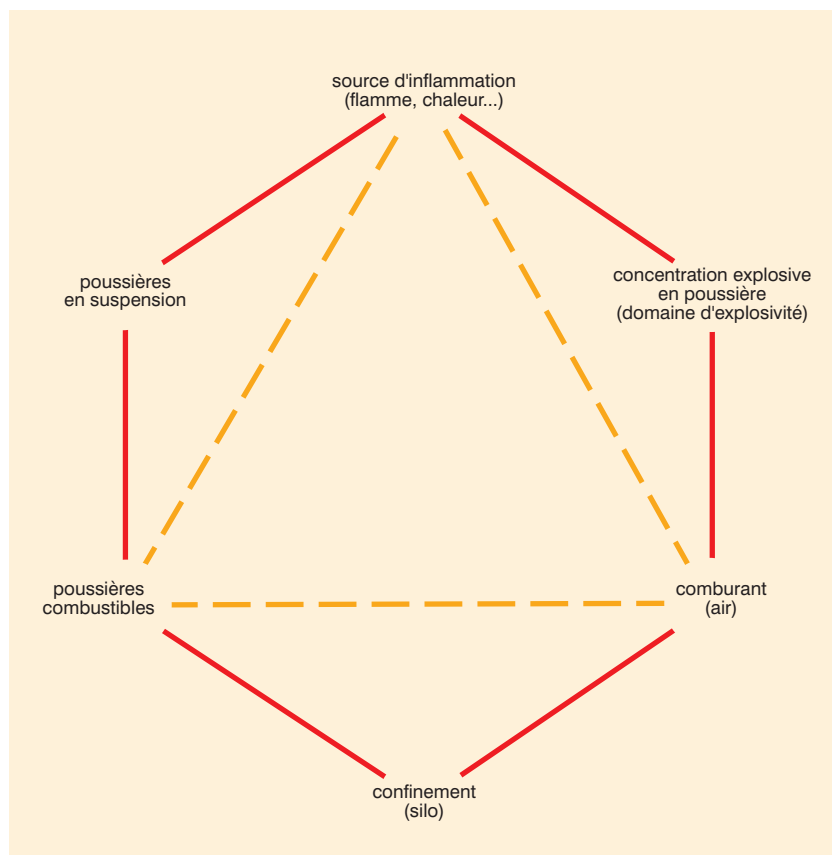
L'incendie et l'explosion sont des combustions.

Le schéma ci-dessous présente :

les trois éléments à réunir ensemble pour générer l'incendie



les six éléments à réunir ensemble pour déclencher l'explosion



Rappelons que dans certains endroits de l'installation où la poussière est en suspension à des concentrations explosives, une explosion primaire peut se produire. Si cette explosion primaire n'est pas convenablement atténuée, elle peut conduire à la remise en suspension des poussières déposées provoquant des explosions secondaires souvent beaucoup plus dévastatrices.

Le caractère dévastateur du risque d'explosion représente le plus grand danger pour les salariés. La violence des explosions de poussières est caractérisée par la surpression maximale d'explosion et la vitesse de montée en pression. D'une manière générale, les explosions de poussières prennent le régime de déflagration (1). Les effets mécaniques générés peuvent entraîner des projections d'éclats, des écroulements de structure, une onde de souffle...

En ce qui concerne l'incendie, sa survenance est plus fréquente, mais ses conséquences humaines sont moins graves que celles occasionnées par une explosion. Néanmoins, il ne faut pas occulter ses conséquences économiques.

L'incendie et l'explosion, des risques trop souvent méconnus dans les silos.

(1) La déflagration est caractérisée par une onde de pression se développant en avant du front de flamme à des vitesses de quelques mètres à quelques dizaines de mètres par seconde. Les surpressions engendrées, dans un mélange initialement à la pression atmosphérique, sont de 4 à 10 bars.

ANALYSE ET ÉVALUATION A PRIORI DES RISQUES

Au cours de l'exploitation d'un silo, la prévention des risques incendie et explosion va nécessiter le développement d'actions concernant les installations, les procédures de travail et la formation du personnel.

Selon la réglementation du code du travail, le chef d'entreprise doit prendre « *les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs de l'établissement, y compris les travailleurs temporaires. Ces mesures comprennent des actions de prévention des risques professionnels, d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens adaptés. Il veille à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes.* »

Le chef d'entreprise met en œuvre les mesures prévues sur la base des principes généraux de prévention :

- éviter les risques,
- évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités,
- combattre les risques à la source,
- adapter le travail à l'homme,
- 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.

En conséquence, le chef d'établissement doit, en fonction de la nature de ses activités, évaluer les risques pour la sécurité et la santé des travailleurs. Suite à cette évaluation, les actions de prévention, ainsi que les méthodes de travail ou de production mises en œuvre, doivent garantir un meilleur niveau de protection de la sécurité et de la santé des travailleurs. Elles doivent nécessairement être intégrées dans l'ensemble des activités de l'établissement.

Une directive européenne précise 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. À cet effet, le chef d'établissement devra, entre autres, classer les emplacements dangereux par zones :

ZONE 20 Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment.

ZONE 21 Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles peut occasionnellement se former dans l'air en fonctionnement normal.

ZONE 22 Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se former dans l'air en fonctionnement normal ou bien, si une telle formation se produit néanmoins, n'est que de courte durée.

Cette détermination est indispensable pour choisir les catégories d'appareils, électriques ou non, conformes à la réglementation.

Les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se former seront signalés au niveau de leurs accès respectifs par le panneau d'avertissement suivant :



Délimitation d'une zone à risque d'explosion

Délimiter les zones à risque d'explosion est une obligation.

L'analyse a priori des risques doit prendre en compte le cumul de tous les risques présents. Aussi, la connaissance de la réglementation relative aux silos est indispensable (voir annexes).

	Matériels (voir la figure 1 : schéma de principe d'un moulin)	Risques	Mesures à mettre en œuvre
Matériels spécifiques à la meunerie	appareils à cylindres	- frottements dus aux racleurs, à l'absence de matière ou à la formation de cordons de farine - bourrage par le bas (remontée de produits)	- entretien des roulements-paliers - capteurs de bourrage dans la trémie - vérification du bon fonctionnement du débrayage automatique
	plansichters	- arrachement de manches en partie supérieure ou inférieure, provoquant l'envahissement de la salle par la farine	- contrôle périodique des différentes attaches au niveau des manches - étudier l'opportunité de deux détections de formation de tas (une au-dessus et une au-dessous) par faisceau laser sous le plansichter et arrêt du moulin
	transferts pneumatiques	- accumulation de poussières très fines - empoussièrément de tout l'étage si un filtre à manche se rompt - échauffement au niveau du surpresseur si son filtre d'air n'est pas nettoyé régulièrement - création d'électricité statique - explosion à l'intérieur des filtres	- étanchéité des circuits - continuité électrique - clapets-évents avant le filtre sur le réseau au niveau du collecteur

Matériels (voir la figure 1 : schéma de principe d'un moulin)	Risques	Mesures à mettre en œuvre
transferts mécaniques (redlers, élévateurs à godets, vis...)	- présence de corps étrangers - échauffements dus aux frottements et aux heurts - bourrage	- contrôleurs de rotation, de déport de bande, de bourrage... - asservissement de chaque appareil à celui immédiatement en aval - capteurs de température - épierreurs - séparateur magnétique
filtres d'aspiration	- explosion	- électrovanne de dégommage située à l'extérieur de la tête de filtre - évents - surveillance du système de décolmatage des filtres et de l'état des manches
séchoir	- incendie	- système indirect - aimant positionné en amont - contrôle de la température et limitation de celle-ci à 150 °C (admission d'air froid)
transmissions	- échauffement des paliers et des courroies	- entretien et maintenance - contrôleurs de rotation
presses à son	- échauffement dû à un bourrage	- ampèremètre à seuils

Matériels (voir la figure 1 : schéma de principe d'un moulin)	Risques	Mesures à mettre en œuvre
silos farine	- incendie - explosion	- mise en dépression des cellules par aspiration et filtration, de préférence aux manches de décompression - continuité électrique
silos sons	- fermentation, échauffement - prise en masse	- limitation du temps de stockage - contrôles de la température et de l'humidité
ensachage	- explosion - accumulation de poussières dans les endroits souvent confinés	- dépoussiérage, aspiration au niveau des machines - proscrire les appareils radiants à gaz ou électriques pour le chauffage des ateliers - matériel électrique (moteur de machine à coudre...) adapté
expédition vrac	- explosion	- aspiration, si possible avec des machines à double paroi - vérification du bon positionnement du camion

Les zones à risque d'explosion sont définies en fonction de l'évaluation des risques propres à chaque installation (voir les exemples de délimitation de zones à risque d'explosion : figures 1 à 3). On peut considérer que l'on doit trouver par exemple en :

ZONE 20

- l'intérieur des silos,
- l'intérieur des filtres,
- l'intérieur des élévateurs,
- l'emplacement situé sous les appareils à cylindres,
- les fosses en zones confinées,
- l'endroit de déversement des sacs.

ZONE 21

- le voisinage immédiat des silos et des filtres, s'ils ne sont pas capotés,
- le poste d'ensachage, s'il n'existe pas une aspiration efficace des poussières,
- les fosses en zones non confinées.

ZONE 22

- l'emplacement situé autour de l'élévateur,
- le poste d'ensachage, s'il existe une aspiration efficace des poussières,
- l'étage des planschiters,
- tout local qui n'est pas isolé du silo ou des zones de transfert.

Chaque emplacement présente ses risques : bien les identifier et délimiter précisément les zones à risque.
Chaque risque a ses modes de protection et de prévention : bien les mettre en place.

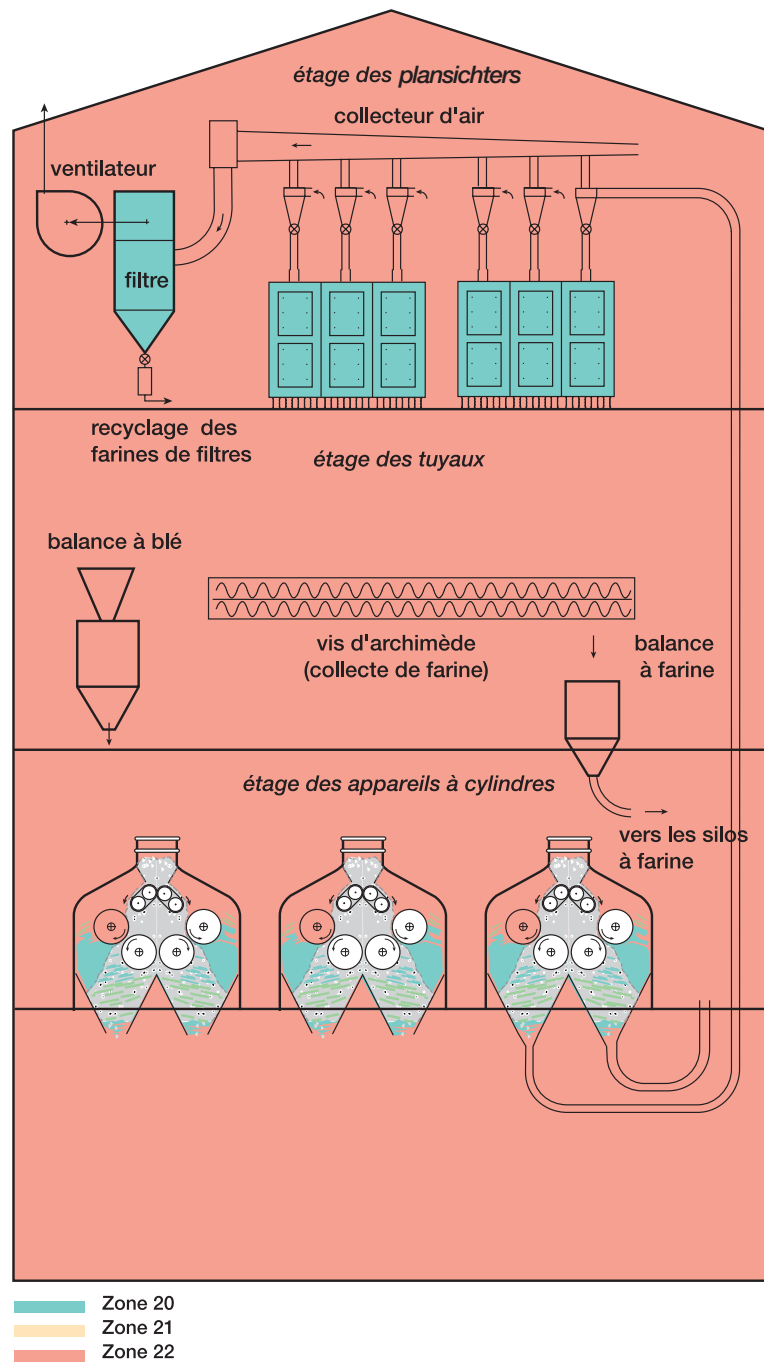


Fig. 1. Exemple de délimitation de zones à risque d'explosion d'un moulin

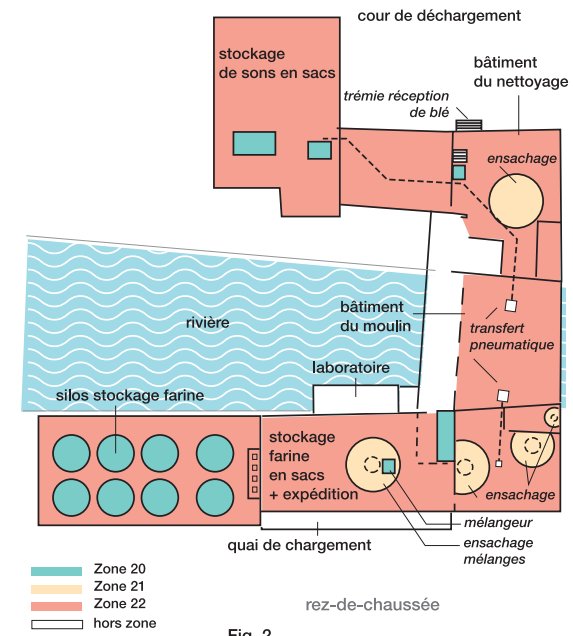


Fig. 2.

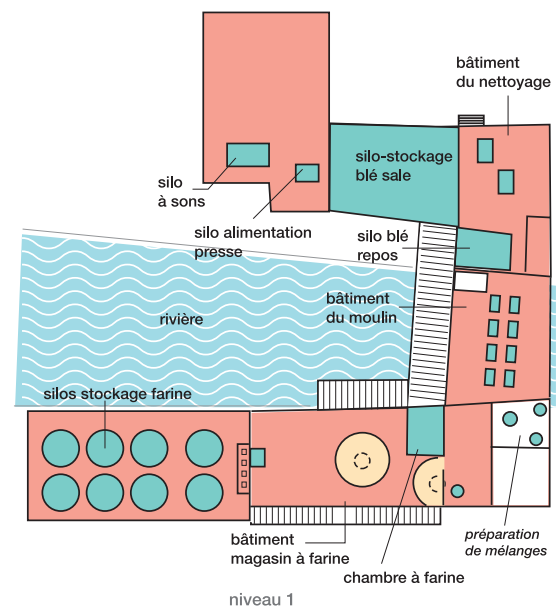


Fig. 3

Fig. 2 et 3. Exemples de délimitation de zones à risque d'explosion d'un moulin

□ DÉMARCHE PRÉVENTIVE

La démarche préventive fixe, après avoir défini les objectifs à atteindre, les moyens de prévention correspondants.

Ces moyens de prévention visent à éviter, ou à défaut, à limiter le risque de formation d'une atmosphère explosive et à en réduire les conséquences. Ils peuvent être pris au moment de la conception, au cours d'un réaménagement majeur et pendant l'exploitation.

Les facteurs sur lesquels il faut agir sont dans l'ordre :

- éviter l'incendie ou l'explosion,
- en détecter le début pour en limiter le développement,
- en limiter les effets.

L'élimination du risque consisterait à supprimer un des côtés du triangle (incendie) ou de l'hexagone (explosion) ; la prévention cherche à réduire au maximum les conditions de l'incendie ou de l'explosion. Les mesures énoncées ci-après devront être adaptées à chaque installation et ne porteront que sur les deux critères sur lesquels on peut agir dans la pratique : les poussières combustibles et les sources de chaleur.

Lutte contre l'empoussièrement

Captage

- Mettre en place des dispositifs d'aspiration centralisée.
- Capoter les sources d'émission de poussières et relier ces capotages aux circuits de dépoussiérage.
- Éviter les accumulations de produits dans les zones où le risque d'inflammation est important (circuit de séchage, moteur thermique et électrique, renvoi de transporteur).

Suppression de la mise en suspension

- Limiter les hauteurs de chute de produits lors des transferts.
- Maîtriser les échappements d'air (commande d'organes pneumatiques : vannes, vérins, clapets...) soit avec des dispositifs réduisant la vitesse d'échappement, soit en les dirigeant vers des zones sans poussière.

- Assurer au maximum l'étanchéité des installations.

- Nettoyer les locaux à l'aide d'aspirateurs ou de centrales d'aspiration, utilisables en atmosphères explosives, systèmes indépendants du dépoussiérage.

- Réduire tout risque de débordement.

Aménagement

- Créer des accès pourvus d'une bonne ventilation et conçus pour faciliter le nettoyage.

- Aménager les locaux de manière que la plupart des surfaces susceptibles d'être empoussiérées soient accessibles pour le nettoyage systématique nécessaire.

- Éviter tout volume mort susceptible d'accumuler la poussière et empêcher, autant que possible, les dépôts de poussières sur les parois, les appareils..., en choisissant au mieux leurs formes, leurs matériaux et leur état de surface.

Nettoyage

Le nettoyage des silos et des locaux annexes sera fréquent et systématique. Les silos, les bâtiments et les locaux occupés par le personnel seront débarrassés régulièrement des poussières recouvrant le sol, les parois, les chemins de câbles, les gaines, les canalisations, les appareils et les équipements. L'enlèvement des dépôts de poussières constitue la mesure essentielle dans la prévention des incendies et des explosions (la quantité de poussières fines au sol ne doit pas être supérieure à 50 g/m²). Il faut impérativement éliminer les dépôts de poussières rapidement après leur formation et optimiser les opérations de nettoyage en utilisant des aspirateurs industriels utilisables en atmosphères explosives, et des systèmes de nettoyage centralisé conçus pour fonctionner dans des atmosphères poussiéreuses. Il faudra apporter une grande vigilance au nettoyage de toutes les installations électriques en particulier.

Réduire ou supprimer la quantité de poussières combustibles, c'est éliminer l'un des côtés du triangle du feu ou de l'hexagone de l'explosion.

Suppression des sources de chaleur

Sources d'origine thermique

- Interdire de fumer.
- Effectuer les travaux nécessitant un point chaud ou générant une flamme (travaux de soudage par exemple) uniquement dans le cadre d'une procédure de permis de feu systématique (voir annexes).
- Prendre toutes les dispositions pour que les engins munis de moteurs à combustion interne présentent des caractéristiques de sécurité suffisantes pour éviter l'explosion ou l'incendie.
- Éliminer partout le risque de formation de surfaces chaudes, notamment dans les locaux où la poussière pourrait se déposer.

Sources d'origine électrique

- Placer, si possible, l'appareillage électrique à l'extérieur des zones à risque.
- Ne tolérer dans les zones à risque que le matériel dont la présence est indispensable et conforme à la réglementation (voir annexes).

NB : Le CENELEC propose dans son dernier projet les règles suivantes :
 Pour les degrés de protection : IP 6x pour les zones 20 et 21 et pour les poussières conductrices en zone 22 ; IP 5x pour les poussières non conductrices pour la zone 22.
 Pour les températures maximales de surface, elles doivent être inférieures à la plus faible des deux valeurs soit :
 - au 2/3 de la température d'auto-inflammation du nuage de poussières considéré,
 - à la température d'auto-inflammation d'une couche de poussière de 5 mm d'épaisseur diminuée de 75°C.

Sources d'origine électromagnétique

- Interdire les téléphones portables dans les zones à risque d'explosion.

Sources d'origine électrostatique

- Assurer l'écoulement des charges électrostatiques en réalisant la continuité électrique et l'interconnexion de tous les éléments conducteurs (parties métalliques de machines et installations, prises de terre, charpentes métalliques...).
- Utiliser du matériel suffisamment conducteur pour éviter l'accumulation des charges électrostatiques.

Sources d'origine mécanique

- Mettre en place des séparateurs magnétiques afin d'éliminer tous les éléments ferreux métalliques.
- Utiliser du matériel de bonne qualité industrielle et largement dimensionné.
- Équiper les appareils de manutention de systèmes de détection de dysfonctionnement (élévation anormale de température, par exemple).
- Pourvoir les élévateurs et les transporteurs de contrôleurs de bourrage et de rotation.

Sources d'origine biologique

- Équiper chaque cellule susceptible de contenir des produits pouvant fermenter d'un système de surveillance de température judicieusement implanté.

N.B. : De toutes les sources d'inflammation, celle qui est la plus insidieuse (parce que l'incendie prend naissance sans apport extérieur) est l'autoéchauffement de certains produits stockés.

Réduire ou supprimer les sources de chaleur, c'est éliminer l'un des côtés du triangle du feu ou de l'hexagone de l'explosion.

Mesures organisationnelles

Procédures et consignes de travail

Les procédures et consignes de travail doivent faire l'objet de documents élaborés à partir de l'évaluation des risques.

Elles concerneront notamment :

- les consignes et plans d'évacuation : les exercices d'évacuation du personnel sont indispensables, ils permettent de tester l'efficacité des systèmes d'alarme, de connaître les délais d'évacuation, et de maintenir une libre évacuation sur les itinéraires prévus,
- la procédure d'admission des personnes dans les installations, en particulier l'accès aux zones 20,

- la procédure à suivre en cas de dysfonctionnement et d'incident,
- les instructions destinées à toute personne susceptible d'intervenir sur les installations ; en particulier, pour la maintenance, les outils portatifs (tronçonneuse, perceuse) ne pourront être mis en œuvre qu'après le respect des procédures et des consignes,
- les instructions destinées au personnel de maintenance (entretien ou dépannage) qui devra faire l'objet d'une autorisation de travail et d'établissement des plans de prévention,
- la procédure de permis de feu systématique pour les travaux susceptibles de générer des points chauds (soudage, oxydécoupage, meulage...),
- le suivi des entreprises extérieures avec analyse commune des risques (plan de prévention, information des intervenants...),
- les programmes de nettoyage des différents locaux pour que toutes les surfaces empoussiérées soient traitées de façon systématique,
- les consignes de sécurité et les procédures d'exploitation tenues à jour et affichées (on s'assurera qu'elles sont bien respectées).

Vérifications

Les vérifications techniques périodiques ont pour but de déterminer l'état des éléments des installations et des dispositifs dont la détérioration pourrait entraîner un danger. Elles établiront si leur état est jugé satisfaisant jusqu'à la prochaine vérification ou si une réparation ou un échange est nécessaire dans les meilleurs délais.

Les vérifications périodiques (électricité, matériel d'incendie) permettent un constat qui doit obligatoirement être complété par la remise en état des anomalies constatées.

Une attention toute particulière portera sur les contrôles suivants (effectués par une personne compétente de l'entreprise ou par un organisme spécialisé) :

- vérification annuelle, par thermographie, de l'ensemble des connexions de puissance afin de déceler tout échauffement anormal,
- contrôle de l'équipotentialité intégré aux vérifications périodiques des installations électriques,
- contrôle régulier de l'état d'usure des systèmes de manutention,
- vérification périodique des dispositifs de détection, des dispositifs d'extinction (extincteurs, RIA, colonnes sèches...) et de désenfumage (exutoires).

Les opérations d'entretien et de vérification à effectuer doivent faire l'objet d'un planning rigoureusement suivi.

Formation du personnel

Les travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures, doivent être avertis des risques et recevoir une formation sur le fonctionnement des installations. En particulier, un accueil aux postes de travail pour le personnel saisonnier sera mis en place.

Il convient d'organiser des séances de formation à tous les niveaux, en insistant sur les risques particuliers d'incendie et d'explosion liés aux poussières et sur les moyens mis en œuvre pour les éviter.

Les exercices d'évacuation auront lieu périodiquement.

La formation peut être complétée par des exercices pratiques :

- mise en œuvre des extincteurs,
- utilisation des autres moyens de lutte sur feux réels,
- exercices combinés avec les sapeurs-pompiers...

La formation et l'information du personnel constituent un maillon essentiel de la chaîne de la sécurité.

Réduction des conséquences de l'incendie ou de l'explosion

Implantation : stockage, silo, locaux

La construction des bâtiments, l'aménagement des locaux et leur implantation permettront d'éviter les croisements de flux de circulation et faciliteront l'évacuation rapide des personnes et l'accès des équipes de secours. À cet effet, on pensera à :

- éloigner les capacités de stockage et les tours d'élévation de tout bâtiment ou local industriel,
- baliser les zones à risque d'explosion,
- éviter les communications entre cellules de stockage,
- implanter, de préférence, les organes à risque (élévateurs à godets, dépoussiéreurs, séchoirs...) à l'extérieur des locaux,
- isoler ces organes les uns par rapport aux autres, les équiper de surfaces de décharge ou d'évents d'explosion appropriés, et isoler par des clapets automatiques les circuits de transfert,
- construire les locaux où la présence du personnel est permanente ou groupée (salle de contrôle, sanitaires...) de façon à ce qu'ils résistent à l'effondrement éventuel du reste de l'édifice et en choisissant des matériaux adaptés et résistants au feu,

- séparer les locaux accueillant du personnel en permanence des locaux comportant des organes à risque ; le personnel affecté à la marche des installations sera réduit au strict nécessaire dans les zones à risque.

Protection contre l'incendie

Bâtiments : matériaux, compartimentage, désenfumage

Les règles relatives à l'isolement, à la séparation et à la distance de sécurité permettront d'empêcher ou de limiter la propagation des incendies.

La tenue au feu des structures doit, en particulier, permettre à celles-ci de rester stables au moins pendant l'évacuation des personnes.

Pour limiter la propagation des produits de combustion et favoriser leur extraction, il faudra mettre en œuvre compartimentage et désenfumage (voir bibliographie, ND 2119).

Moyens de lutte contre l'incendie

Pour vaincre le feu en limitant au maximum les dégâts, il importe surtout d'agir vite, ce qui implique :

- des moyens de détection, de mise en sécurité et d'alerte. En plus des règles habituelles de protection contre l'incendie, la mise en place des détecteurs d'incendie dans l'ensemble des locaux à risque est souhaitable. Parmi les différents types de détecteurs d'incendie existants, en choisir un dont la fiabilité est satisfaisante en ambiance empoussiérée et, à fiabilité équivalente, celui dont le temps de réponse est le plus court.
- un matériel d'extinction approprié, suffisant, facilement accessible, judicieusement réparti et toujours disponible. Il sera choisi après consultation des services d'incendie et de secours. L'emplacement des extincteurs, des poteaux d'incendie, des colonnes sèches..., sera matérialisé au sol et sur les murs des bâtiments.
- un personnel parfaitement instruit des différentes mesures de protection à prendre et de l'emploi des divers moyens d'extinction.

Moyens de protection contre l'explosion

Événements

Ils permettent de limiter la surpression produite et de ne soumettre l'enceinte qu'à une pression résiduelle acceptable compte tenu de sa résistance. Il en existe de différents types : membranes déchirables, disques de rupture, soupapes à ressorts, clapets appuyés par

des ressorts ou par leur propre poids, volets à pivots... Pour une enceinte de volume donné et de surpression maximale admissible connue, on peut déterminer la surface d'un événement. Il est nécessaire que ce calcul soit effectué par un spécialiste.

Les événements doivent être placés le plus près possible des sources potentielles d'inflammation qui peuvent déclencher une explosion, et seront placés aux endroits permettant de les maintenir en bon fonctionnement.

En cas d'explosion, les événements d'explosion et les surfaces de décharge de tous types ne devront pas créer un risque supplémentaire (projections de débris, émission de flammes) pour les personnes présentes sur le site.

Dispositifs de suppression d'explosion

Ce mode de protection consiste à déceler une explosion dans les instants qui suivent immédiatement sa naissance (de l'ordre de 10 millisecondes) et à l'éteindre par projection d'un agent extincteur avant qu'elle n'ait atteint une puissance destructrice (temps nettement inférieur à 100 millisecondes). Ce procédé est particulièrement intéressant dans le cas d'appareils implantés à l'intérieur de bâtiments où peut se trouver du personnel, ou d'appareils qui ne peuvent être protégés au moyen d'autres systèmes.

- Le bon fonctionnement de ce dispositif nécessite :
- une bonne fiabilité du système complet,
 - une vérification périodique du dispositif de détection,
 - un dispositif d'avertissement en cas de panne d'un élément du système de déclenchement.

Équipements limitant la propagation de l'explosion

Il s'agit de limiter, en isolant les différentes installations, l'extension de l'explosion. Cette méthode, évitant la propagation de l'explosion, est généralement réalisée en protégeant les canalisations (roues alvéolaires, vannes à fermeture rapide...). Il est à noter que le dispositif de protection et la canalisation doivent pouvoir résister à la surpression.

Éviter ou limiter l'importance des dommages et des dégâts dus à l'incendie ou à l'explosion constitue une part importante de la prévention.

□ CONCLUSION

Les industries où sont manipulées et stockées des farines sont des secteurs où les risques d'incendie et d'explosion sont élevés. Vu les multiples causes pouvant générer un incendie ou une explosion dans ce type d'industrie, la mise en place des moyens de prévention et des mesures de protection est complexe et mérite une étude approfondie.

Il conviendra donc, puisque l'on ne pourra pas supprimer tous les risques, de mettre en place le maximum de moyens de prévention afin d'améliorer la sécurité des installations de transfert et de stockage des farines.

L'élimination des poussières dans les bâtiments est un élément important de la prévention, mais la réduction des sources d'inflammation en est l'élément primordial. De plus, la formation continue du personnel est fondamentale pour la prise en compte de l'évolution rapide des techniques qui permettent de rendre les installations plus sûres.

Les trois piliers :

- réduction des sources d'inflammation,
- élimination des poussières,
- formation du personnel.

□ BIBLIOGRAPHIE

Les mélanges explosifs. INRS, ED 335.

L'électricité statique. INRS, ED 507.

Les installations et équipements électriques dans les zones à risque d'explosion. INRS, ED 748.

Incendie et lieux de travail. INRS, ED 789.

Silos. Risques professionnels et prévention. CRAM Alsace-Moselle, Strasbourg 1997.

J-P. Pineau. Comprendre l'explosion. FAR, n° 320, fév. 1996, p. 11/18.

J-P. Pineau. Prévenir les explosions. FAR, n° 320, fév. 1996, p. 19/24.

R. Pilon. La meunerie. Tome 1 : la mouture. Louis David Éditeur, La Jarrie (17), 1986.

R. Pilon, C. Mazerand. La meunerie. Tome 2 : techniques des fabrications. Contrôles analytiques. Louis David Éditeur, La Jarrie (17), 1988.

J. Lalung-Bonnaire, M. Mairesse, J-M. Petit. Sécurité incendie sur les lieux de travail. Désenfumage. Choix des surfaces d'exutoires. INRS, Cahier de notes documentaires, 1999, n°177, ND 2119.

□ ANNEXES

■ PRINCIPAUX TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET NORMES

Ministère de l'Environnement

- Arrêté du 29 juillet 1998 (*JO* du 30 août 1998) relatif aux silos et aux installations de stockage de céréales, de graines, de produits alimentaires ou de tous autres produits organiques dégageant des poussières inflammables. Ce texte est applicable aux silos de plus de 15 000 m³.

- Loi n°76-663 du 19 juillet 1976. Installations classées pour la protection de l'environnement et décret d'application n°77-1133 du 21 septembre 1977 modifié.

- Arrêté type n°2160. Silos de stockage de céréales, grains, produits alimentaires ou tous produits organiques dégageant des poussières inflammables. Ce texte est applicable aux silos de 5 000 à 15 000 m³.

- Arrêté type n°2260. Broyage, concassage, criblage, déchiquetage, ensachage, pulvérisation, trituration, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épluchage et décortication des substances végétales et de tous produits organiques naturels.

Ministère du Travail

- Arrêté du 24 mai 1956 (*JO* du 5 juin 1996) relatif à la prévention des accidents susceptibles d'être provoqués par les accumulateurs de matières.

- Arrêté du 19 décembre 1988 (*JO* du 30 décembre 1988) relatif aux conditions d'installation des matériels électriques sur les emplacements présentant des risques d'explosion.

Ministère de l'Industrie

- Décret n°78-779 du 17 juillet 1978 (*JO* du 25 juillet 1978) modifié portant le règlement de la construction du matériel électrique utilisable en atmosphère explosive.

- 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.

Ministère de l'Agriculture

- Arrêté du 28 mars 1979 (*JONC* du 6 mai 1979) relatif à la prévention des accidents du travail agricole susceptibles d'être provoqués par les accumulateurs de matières.

Recommandations de la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM)

- R 234 Manutention pneumatique de poussières inflammables.

- R 266 Stockage de produits alimentaires pulvérulents.

■ ADRESSES UTILES

AFNOR

Association française de normalisation
11, avenue Francis de Pressensé
93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : 01 41 62 80 00

ALLIANCE 7

Union intersyndicale de la biscuiterie, biscotterie, pâtisserie, aliments de l'enfant, diététique, entremets, desserts ménagers, tapioca
194, rue de Rivoli
75001 Paris
Tél. : 01 42 60 30 12

ANMF

Association nationale de la meunerie française
66, rue La Boétie
75008 Paris
Tél. : 01 43 59 45 80

CNBP

Confédération nationale de la boulangerie-pâtisserie française
27, avenue d'Eylau
75782 Paris cedex 16
Tél. : 01 53 70 16 25

CNMIS

Comité national du matériel d'incendie et de sécurité
16, avenue Hoche
75008 Paris
Tél. : 01 42 89 17 17

CNPP

Centre national de prévention et de protection
5, rue Daunou
75002 Paris
Tél. : 01 42 61 57 61

Confédération nationale de la pâtisserie, confiserie, glacerie

4, rue de Hanovre
75002 Paris
Tél. : 01 47 42 41 37

FFSA

Fédération française des sociétés d'assurance
26, boulevard Haussmann
75311 Paris cedex 09
Tél. : 01 42 47 90 00
Serveur minitel : 3614 A2P

FFMI

Fédération française du matériel d'incendie
Cedex 72
92038 Paris-La-Défense
Tél. : 01 47 17 63 06

INBP

Institut national de la boulangerie-pâtisserie
150, boulevard de l'Europe
BP 1032
76171 Rouen cedex
Tél. : 02 35 58 17 77

INERIS

Institut national de l'environnement industriel et des risques
Parc technologique ALATA
BP 2
60550 Verneuil-en-Halatte
Tél. : 03 44 55 66 77

INRS

Institut national de recherche et de sécurité
30, rue Olivier Noyer
75680 Paris cedex 14
Tél. : 01 40 44 30 00

SNIBP

Syndicat national des industries de la boulangerie, pâtisserie et fabrication connexe
2, rue de Châteaudun
75009 Paris
Tél. : 01 53 20 38 88

SYFAB

Syndicat des fabricants de matières premières et améliorants
118, avenue Achille Peretti
92200 Neuilly-sur-Seine
Tél. : 01 46 40 05 63

■ EXEMPLES DE PERMIS DE FEU (autorisation de travaux avec points chauds)

REMARQUE IMPORTANTE
La délivrance de ce document sous-entend que le signataire (chef d'établissement ou son représentant qualifié) s'est informé au préalable de la configuration des locaux concernés et situés à proximité, des produits qui y sont utilisés ou entreposés et des activités effectuées (risques spéciaux).

Date de début de travaux : _____
Durée maximale : _____
Travail à exécuter : _____

Soudage
 Chalumeau
 Découpage électrique
 Pas de point de feu

Risques particuliers : _____

MISE EN SÉCURITÉ		MOYENS DE PROTECTION	
Protection ou évacuation des produits inflammables	<input type="checkbox"/>	Contrôle d'atmosphère	<input type="checkbox"/>
Délimitation et signalisation de la zone dangereuse	<input type="checkbox"/>	Écrans, bâches, protection de voisinage	<input type="checkbox"/>
Consignation - séparation des sources d'énergie	<input type="checkbox"/>	Ventilation forcée	<input type="checkbox"/>
Vidange	<input type="checkbox"/>	Extincteurs	<input type="checkbox"/>
Nettoyage - dégazage	<input type="checkbox"/>	Surveillant de sécurité	<input type="checkbox"/>
Isolation totale de tuyauterie	<input type="checkbox"/>	Moyens d'alerte (téléphone)	<input type="checkbox"/>
Démontage de tuyauterie	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Services concernés	Nom	Signature
Demandeur		
Sécurité		
Entretien		
Exécutant (ou chef d'équipe d'entretien extérieure)		

PERMIS DE FEU délivré le _____ Signature du chef d'établissement (ou de son représentant qualifié) _____

Entreprise : _____

PERMIS DE FEU
(découpage, soudage, meulage...)

Donneur d'ordre : _____ signature : _____
(chef d'entreprise)
Exécutant : signature : _____

Éventuellement, nom de l'entreprise extérieure : _____

TRAVAIL À EXÉCUTER :

le : _____ de _____ h à _____ h

Lieu : _____

Désignation des travaux :

Découpe : Soudage :

Autres : _____ Meulage :

PRÉCAUTIONS À PRENDRE :

Délimitation de la zone de danger
 Retrait des produits et des poussières inflammables à moins de 15 m du lieu de travail
 Mise à disposition d'extincteurs, d'eau... à proximité
 Fermeture de toutes les ouvertures possibles (silos...)
 Pas de manutention mécanique

Risques particuliers :	Précautions à prendre :

En cas d'incendie ou d'accident, téléphonez au _____
et ne raccrochez pas en premier.

VÉRIFICATION FINALE : (une ronde sera effectuée 30 minutes après la fin des travaux)

Faite le : _____ à _____ h

Signature : _____