



Incendie et explosion lors du travail mécanique de l'aluminium

Mesures préventives

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

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

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

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

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

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

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

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2015.

Mise en pages et schémas : Atelier Causse

Incendie et explosion lors du travail mécanique de l'aluminium

Mesures préventives

Ce document a été élaboré par un groupe de travail composé de :
N. Tifine, Carsat Rhône-Alpes,
M. Lebrun, Carsat Auvergne,
P. Lesné, Carsat Normandie,
G. Mauguen, Carsat Bretagne,
F. Marc, J.-M. Petit, B. Sallé, INRS.

SOMMAIRE

1 Exemples d'accident	4
2 Domaine et champ d'application	4
3 Incendie	4
3.1. Généralités	4
3.2. Réglementation	4
3.3. Extinction	5
4 Explosion	5
4.1. Généralités	5
4.2. Caractéristiques d'explosivité et d'inflammabilité	6
4.3. Réglementation	7
4.4. Délimitation des zones à risque d'explosion (zones ATEX)	7
5 Prévention et élimination des sources d'inflammation	7
6 Traitement des poussières	8
6.1. Généralités sur les installations de traitement des poussières	8
6.2. Principes d'élimination des poussières	8
6.3. Mesures pour prévenir les risques liés aux poussières humides et aux boues	10
6.4. Mesures pour prévenir les risques liés aux poussières sèches	10
6.5. Mesures pour prévenir les risques liés au stockage	11
7 Mesures constructives	11
8 Mesures organisationnelles	12
8.1. Lutte contre l'empoussièrement – Nettoyage et propreté des locaux	12
8.2. Procédures et consignes de travail	12
8.3. Formation du personnel	12
8.4. Mesures spécifiques	13
ANNEXE Définitions	14
Bibliographie	15

Préambule

Le processus de combustion à l'origine d'un incendie ou d'une explosion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant. Cette réaction nécessite une source d'inflammation. L'absence d'un des trois éléments empêche le déclenchement de la combustion.

L'INRS a déjà publié plusieurs brochures sur les problèmes de sécurité que posent les risques d'incendie et d'explosion. Ainsi, dans *Incendie et lieu de travail* (ED 990) et dans *Les mélanges explosifs. Partie 1* (ED 911) et *Partie 2* (ED 944), le lecteur trouvera respectivement les principes concernant le mécanisme de déclenchement des incendies et des explosions, ainsi que des éléments de prévention et de protection généraux. Les considérations qui y sont développées sont valables pour tous les établissements soumis au code du travail indépendamment de leur nature. Cependant, les chiffres le montrent, certains secteurs industriels sont plus particulièrement sensibles à ces deux risques. Il en est ainsi des entreprises dans lesquelles des procédés utilisent ou mettent en œuvre l'aluminium. En effet, elles ignorent parfois les risques qui en résultent car les poussières de ce métal (ou de ses alliages) ainsi que l'hydrogène éventuellement émis par sa réaction avec l'eau peuvent, dans certaines circonstances, engendrer un incendie voire, surtout, une explosion.

Il a donc paru nécessaire de préciser dans un document les risques particuliers liés à ces activités afin de faire prendre conscience des dangers que l'incendie et l'explosion présentent pour les salariés et les installations, de rappeler les mesures de prévention adéquates, les moyens spécifiques de lutte, l'indispensable formation du personnel concerné (notamment dans des activités de production et de maintenance) et l'intégration de cette problématique dans les plans de prévention (intervention d'entreprises extérieures).

Afin de l'aider à la réalisation de l'évaluation des risques, l'employeur pourra utilement se référer aux brochures INRS ED 970 et ED 945 (respectivement guides méthodologiques d'évaluation du risque d'incendie et du risque d'explosion).

Toutefois, nous attirons l'attention sur le fait que si les risques d'incendie et d'explosion sont abordés dans ce document, l'évaluation des risques de l'entreprise doit être globale et ne doit surtout pas se limiter aux sujets traités ici.

Enfin, si cette brochure se cantonne uniquement à la mise en œuvre de l'aluminium, elle peut servir de base de travail pour établir les mesures préventives à adopter vis-à-vis d'autres métaux facilement oxydables, en particulier le magnésium.

1 Exemples d'accident

De nombreux accidents se produisent lors de l'utilisation d'installations de meulage ou de polissage de l'aluminium, le plus souvent par suite d'une explosion de poussières mais aussi parfois d'une explosion d'hydrogène.

Les exemples suivants mettent en évidence des facteurs de risque fréquemment rencontrés dans la pratique.

- Un feu se déclare sur de la poudre d'aluminium dans un commerce de gros de minéraux et de métaux. Les fumées intoxiquent six pompiers durant leur intervention.
- Un feu prend dans une benne contenant vingt tonnes de copeaux d'aluminium au sein d'un établissement spécialisé dans la récupération et le tri des métaux. Lors de l'extinction par les pompiers, une explosion violente se produit ; huit pompiers sont légèrement blessés, toitures et vitres sont endommagées à plusieurs dizaines de mètres aux alentours et les projections de métal en fusion allument plusieurs incendies.
- Une violente explosion, due vraisemblablement à une accumulation d'hydrogène, se produit à la mise en route d'une machine à polir l'aluminium équipée d'un dispositif de captage par voie humide.
- En utilisant une meuleuse de pièces d'aluminium, l'opérateur provoque l'inflammation d'un dépôt de poussières. Cette inflammation ne se propageant pas dans le système de captage, elle n'est pas suivie d'une explosion.

2 Domaine et champ d'application

Cette brochure s'applique spécifiquement aux travaux mécaniques de l'aluminium ou de ses alliages, notamment :

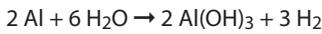
- aux installations pour le travail par meulage, polissage, tournage, fraisage, sciage, tronçonnage ou toute autre opération susceptible d'émettre des poussières ou des copeaux ;
- aux installations de captage, de transport et de filtration de poussières ou des copeaux ;
- aux locaux dans lesquels ces installations sont exploitées.

On retrouve dans certains procédés (grenaillage, travail de PVC/aluminium, découpe de profilés...) des poussières spécifiques avec des proportions plus ou moins importantes d'aluminium. Il est, dans ce cas, nécessaire de connaître les caractéristiques d'inflammabilité des poussières générées afin de procéder à l'analyse des risques et d'orienter les mesures de prévention à prendre. Les éléments mentionnés dans cette brochure pourront servir si leurs caractéristiques se rapprochent grandement de celles du métal ou de ses alliages.

L'aluminium massif est peu inflammable mais il peut s'enflammer facilement sous forme de copeaux, poudre ou de poussières, voire conduire à une explosion.

L'expérience montre que la formation de copeaux est généralement à l'origine des incendies alors que les explosions sont le plus souvent à craindre lors de la production de particules plus fines (poussières d'un diamètre inférieur à 500 µm).

Par ailleurs, les poussières et les copeaux d'aluminium peuvent réagir avec l'eau pour former de l'hydrogène selon la réaction :



De tels copeaux et poussières sont en outre susceptibles de réagir avec certains métaux par aluminothermie et peuvent former des feux couvants qui se propagent en dégageant une chaleur d'autant plus considérable que le dépôt de poussière est important (*voir encadré*).

Aluminothermie

L'aluminothermie est la production de hautes températures (plus de 2 000 °C) par réaction d'oxydo-réduction exothermique d'aluminium en poudre avec divers oxydes métalliques.

L'une des utilisations la plus courante est le soudage des rails de chemin de fer à partir d'un mélange de poudre d'oxyde de fer et d'aluminium :



3 | Incendie

3.1. Généralités

L'incendie est une combustion qui se développe d'une manière incontrôlée dans le temps et dans l'espace. Elle engendre de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants et dangereux. L'énergie émise entretient le développement de l'incendie.

Les dépôts de poussières peuvent s'enflammer à partir de leur température d'auto-inflammation (TAI) en couche (*voir 4.2*).

3.2. Réglementation

En matière d'incendie, le **code du travail** (articles R. 4216-1 à R. 4216-30 et R. 4227-1 à R. 4227-41) vise essentiellement à assurer la protection des personnes.

Les trois grands principes réglementaires pour la prévention du risque d'incendie sont :

- **faciliter l'évacuation** des personnes présentes hors des bâtiments, ou la mise en sécurité dans des zones résistant au feu de celles qui ne peuvent pas être évacuées ;
- **limiter la propagation** de l'incendie non seulement à l'intérieur mais aussi à l'extérieur des bâtiments ;
- **favoriser l'accès et l'intervention** des services de secours et de lutte contre l'incendie.

Par ailleurs, d'autres réglementations peuvent s'ajouter, notamment les textes concernant les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Pour plus d'informations, consulter la brochure INRS ED 5005.

3.3. Extinction

Les difficultés d'extinction d'un début d'incendie de poussières métalliques (feu de classe D, *voir encadré*) et les risques de propagation sont réels. Aussi le système d'extinction doit-il être spécifique. En particulier, **l'emploi de l'eau** (par exemple, via du sprinklage) comme agent d'extinction **doit être proscrit** car elle est susceptible de générer, dans certaines conditions, de l'hydrogène qui formerait avec l'air un mélange explosif.

Les 5 classes de feu

Classe A → Feux de solides

Classe B → Feux de liquides ou de solides liquéfiables

Classe C → Feux de gaz

Classe D → Feux de métaux

Classe F → Feux liés aux auxiliaires de cuisson

Pour plus d'informations, consulter la brochure ED 6054.

Les agents extincteurs pour les feux de métaux sont, pour la plupart, des poudres spéciales anhydres qui agissent en isolant le métal incandescent de l'air. En plus de cet effet d'isolement, les poudres agissent par inhibition (*voir figure 1*).

Pour comprendre l'action extinctrice de certaines substances, il faut retenir, à la place du triangle du feu classique, la représentation du tétraèdre du feu. La réaction chimique de combustion entraîne la formation de radicaux libres et elle se poursuit tant que la réaction en chaîne mettant en œuvre ces radicaux libres n'est pas ralentie ou interrompue. Les principaux agents extincteurs des feux de classe D vont agir sur les radicaux par interruption de la réaction en chaîne mais aussi par absorption de chaleur.

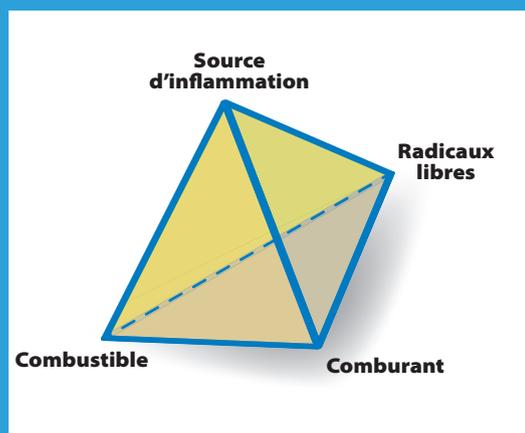


Figure 1. Tétraèdre du feu

Les produits ci-dessous sont impérativement à exclure :

- eau et mousse car il y a risque de formation d'hydrogène ;
- poudres comme les bicarbonates et les carbonates, car il y a risque de décomposition en oxygène et en monoxyde de carbone ;
- produits halogénés car il y a risque de décomposition en produits corrosifs (acide chlorhydrique...).

D'autres produits sont proposés sans être à proprement parler des agents extincteurs ; on peut les utiliser pour recouvrir le métal incandescent. En revanche, il faut être conscient que la braise de métal continue à se consumer sous la couche de recouvrement. On peut citer le talc, le sable, le chlorure de sodium, le chlorure de lithium, la dolomite, etc. Tous ces produits doivent être utilisés à l'état **parfaitement sec**.

Toutes les poudres d'extinction doivent être appliquées sans précipitation à l'aide d'un embout spécifique, type dégueuloir, directement sur la surface des braises du métal et ceci en couches assez épaisses tout en évitant de mettre en suspension la poussière incandescente. Ces poudres peuvent éventuellement être appliquées au moyen de pelles ou versées directement des containers ou des sacs sur le métal incandescent.

En complément des extincteurs de classe D situés dans les endroits comportant des risques localisés d'incendie, un système d'extinction automatique (utilisation d'un agent d'extinction de classe D compatible avec les poussières métalliques) peut être installé dans un bâtiment où des procédés de finition sont utilisés.

Enfin, les feux de classe D étant difficiles à circonscrire, le système de « transfert de classe de feu » est parfois envisageable : on noie le métal en feu dans un liquide inflammable ; cette immersion totale l'isole de l'oxygène de l'air puis stoppe sa combustion, ensuite on procède à l'extinction, beaucoup plus aisée, d'un feu de classe B (données issues du CNPP). Cette technique reste cependant réservée aux personnes spécifiquement formées.

4 | Explosion

4.1. Généralités

Les métaux pulvérulents sont à l'origine d'explosions de poussières, particulièrement destructrices du fait de l'onde de pression et du flux de chaleur qu'elles génèrent.

Six conditions doivent être réunies simultanément pour qu'une explosion soit possible (voir figure 2) :

- la présence d'un combustible sous forme de poussière (ou de gaz/vapeurs) ;
- le combustible en suspension ;
- une concentration de combustible située dans son domaine d'explosivité ;
- la présence d'un comburant (l'oxygène de l'air) ;

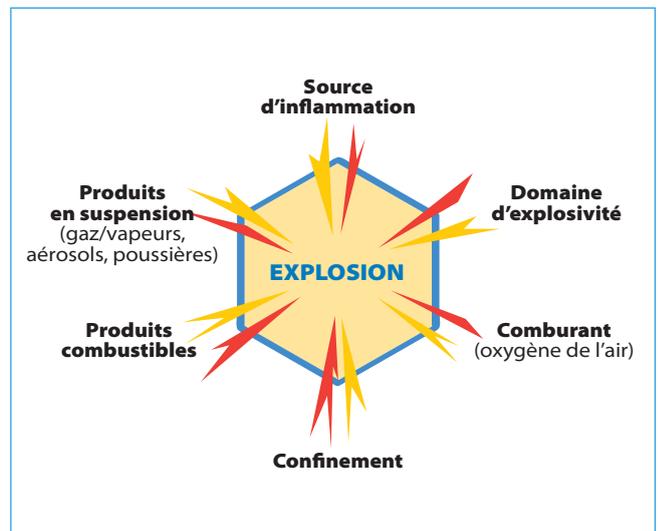


Figure 2. Hexagone de l'explosion

- la présence d'une source d'inflammation ;
- un confinement (facteur aggravant).

Dans la pratique industrielle, les principales sources d'inflammation sont (voir ED 6183 et norme NF EN 1127-1) :

- les surfaces chaudes ;
- les flammes et gaz chauds ;
- les étincelles d'origine mécanique ;
- les étincelles d'origine électrique ;
- les courants électriques vagabonds ;
- les décharges d'électricité statique ;
- la foudre ;
- les réactions exothermiques ou d'auto-inflammation.

4.2. Caractéristiques d'explosivité et d'inflammabilité

Les gaz, vapeurs, brouillards ou poussières combustibles en mélange avec l'air ne sont explosibles que dans un domaine de concentrations déterminé. Ce domaine d'explosivité est compris entre les limites inférieure et supérieure d'explosivité (LIE et LSE). En-dessous de la **limite inférieure d'explosivité** (ou, pour les poussières, **concentration minimale d'explosion, soit CME**), le mélange est trop pauvre en combustible et au-delà de la **limite supérieure d'explosivité**, le mélange est trop riche en combustible.

La CME des poussières d'aluminium est de l'ordre de 30 g.m^{-3} , sensiblement identique à celle des autres métaux non ferreux.

Quant à l'hydrogène, son domaine d'explosivité est compris entre 4 et 75 % dans un mélange avec l'air.

La **température minimale d'inflammation** (ou d'**auto-inflammation**) est la température minimale à laquelle un mélange en proportions convenables s'enflamme spontanément.

La température minimale d'inflammation d'une poussière en couche est, en général, inférieure à celle du nuage de cette poussière.

La température d'auto-inflammation en nuage de l'aluminium est comprise entre 500 et 850 °C et celle en couche est de l'ordre de 400 à 450 °C.

La température d'auto-inflammation de l'hydrogène est de l'ordre de 500 à 570 °C.

La pression développée par l'explosion d'un mélange combustible/air dans une enceinte fermée croît très rapidement en fonction du temps jusqu'à une valeur maximale P_{max} liée à la nature et à la concentration du produit, appelée **pression maximale d'explosion**.

Le temps mis pour atteindre la pression maximale lors d'une explosion est variable selon chaque produit combustible et selon le volume et la forme de l'enceinte où se déroule l'explosion. La **vitesse de montée en pression (VMP) dP/dt** atteint une valeur maximale $(dP/dt)_{max}$ au cours de l'explosion (voir figure 3). Cette vitesse maximale de montée en pression de l'explosion permet d'évaluer la violence d'une explosion et ainsi de classer les produits combustibles pour dimensionner la surface des dispositifs de protection (évent d'explosion...). Cette vitesse dépend du volume de l'enceinte (V), selon l'expression dite « loi cubique » :

$$(dP/dt)_{max} = \text{Constante} \cdot V^{-1/3}$$

Cette constante, K_g (pour les gaz) ou K_{st} (pour les poussières), est une caractéristique spécifique du produit et de la forme de l'enceinte qui s'exprime en $\text{bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Les poussières produites par le meulage et le polissage de pièces en aluminium possèdent des caractéristiques d'explosivité qui les classent parmi celles qui, en mélange avec l'air, donnent des explosions très violentes caractérisées par une grande vitesse de montée en pression.

Le tableau 1 précise le classement des poussières d'après leurs caractéristiques (voir ED 944).

Classe	K_{st} en $\text{bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
St 0	0
St 1	$1 < K_{st} \leq 200$
St 2	$200 < K_{st} \leq 300$
St 3	$300 < K_{st}$

Tableau 1. Classification des poussières en fonction de la violence d'explosion

Exemples de poussières d'aluminium	Granulométrie médiane (valeur moyenne du diamètre des particules) (μm)	CME ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)	P_{max} (bar)	K_{st} ($\text{bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Classe de poussières
Exemple 1	70	60	11,5	292	St 2
Exemple 2	22	30	11,5	1 100	St 3

Tableau 2. Exemple de caractéristiques d'explosivité de deux poussières d'aluminium

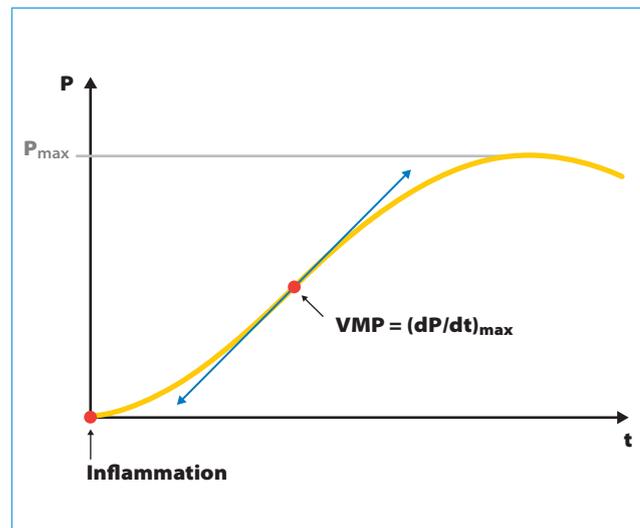


Figure 3. Courbe de montée en pression d'une explosion

Basé sur des résultats d'une étude allemande, le tableau 2 donne les caractéristiques et les classements de deux poussières d'aluminium de différentes granulométries.

Les caractéristiques d'explosivité des poussières varient fortement selon leur origine (qui conditionne un état de surface plus ou moins oxydé) et selon leur répartition granulométrique. Les explosions les plus violentes sont obtenues avec les poussières les plus fines et les moins oxydées.

4.3. Réglementation

L'union européenne a adopté deux directives relatives aux atmosphères explosives (dites « directives ATEX ») :

- la **directive 1999/92/CE**, transposée en droit français aux articles R. 4216-31 et R. 4227-42 à R. 4227-54 du **code du travail**, 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 ;
- la **directive 94/9/CE**, transposée essentiellement en droit français par le **décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996**, concerne les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive. Cette directive sera remplacée, à compter du 20 avril 2016, par la **directive 2014/34/UE**, transposée en droit français aux **articles R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du code de l'environnement**.

Pour plus d'informations, consulter la brochure ED 5001.

4.4. Délimitation des zones à risque d'explosion (zones ATEX)

Pour la définition des zones ATEX, voir en annexe.

Les zones à risques d'explosion sont délimitées en fonction de la nature, de la fréquence et de la durée de l'apparition d'atmosphères explosives.

L'employeur s'assure que, conformément à la réglementation, le matériel, électrique et non électrique, est adapté aux zones à risque d'explosion définies (voir 5).

Les emplacements où des atmosphères explosives sont susceptibles de se présenter sont signalés par ce panneau d'avertissement :



Les couches, dépôts et amas de poussières combustibles doivent être pris en compte comme toutes les autres causes susceptibles de conduire à la formation d'une atmosphère explosive.

5 | Prévention et élimination des sources d'inflammation

Les installations et matériels, électriques et non électriques, placés dans les zones à risque d'explosion doivent être conformes à la réglementation (voir ED 945). En particulier, pour les zones « poussières », les enveloppes des matériels présentent, en termes d'étanchéité, un **indice de protection IP 6X** vis-à-vis de la pénétration des poussières.

Adéquation du matériel aux zones à risque d'explosion

Le tableau suivant donne la catégorie de matériel nécessaire en fonction de la zone ATEX dans laquelle il se situe. Le groupe d'industrie II représente les industries établies en surface (par opposition au groupe I qui correspond aux mines). Les lettres D et G sont respectivement pour les appareils se situant en zones poussiéreuses et en zones gazeuses.

Zone ATEX	Groupe d'industrie	Catégorie de matériel
20	II	1D
0	II	1G
21	II	2D (ou 1D)
1	II	2G (ou 1G)
22	II	3D (ou 2D ou 1D)
2	II	3G (ou 2G ou 1G)

Les températures des surfaces situées dans les zones à risque d'incendie ou d'explosion liées à des poussières combustibles sont maintenues inférieures à la valeur la plus faible des deux grandeurs suivantes :

- les 2/3 de la température d'auto-inflammation en nuage des poussières ;

- la température d'auto-inflammation en couche des poussières diminuée de 75 degrés ;

soit, pour l'aluminium, une température de surface inférieure à environ 350 °C.

En ce qui concerne les gaz/vapeurs, les températures des surfaces sont maintenues inférieures à 80 % de la température d'auto-inflammation, **soit, pour l'hydrogène, une température de surface inférieure à environ 450 °C.**

En outre, les dépôts de poussières d'aluminium doivent être limités à des épaisseurs inférieures à 1 mm par un nettoyage approprié ne produisant pas de nuage de poussières, effectué à l'aide d'un dispositif adapté à l'aspiration de poussières métalliques. Par exemple, on utilisera une buse d'aspiration raccordée au réseau d'aspiration des poussières ou un aspirateur industriel adapté au captage des poussières d'aluminium.

Toutes les parties de l'installation susceptibles d'accumuler des charges d'électricité statique, telles que les dispositifs et conduits d'aspiration, doivent être interconnectées (tresses de masse...) et mises à la terre. De la même manière, tous les composants métalliques de ces systèmes de collecte doivent être mis à la terre et reliés par continuité des masses.

L'installation de systèmes de chauffage direct tels que fours ou panneaux radiants est à proscrire (à moins que ces derniers ne possèdent des températures maximales de surface compatibles, voir plus haut).

Les carters des machines ainsi que les outils de nettoyage sont réalisés en matériaux anti-étincelants ou revêtus de tels matériaux, de façon à éviter les étincelles résultant des chocs mécaniques ou du meulage. L'usage de métaux ferreux (acier notamment) est à exclure.

Les machines de meulage et de polissage utilisées pour l'usinage de l'aluminium et de ses alliages ne doivent pas servir à l'usinage de matériaux produisant des étincelles (métaux ferreux par exemple) : les réactions d'aluminothermie pouvant engendrer des explosions sont ainsi évitées.

Si les pièces comportent des parties contenant du fer, les copeaux et poussières doivent être traités par voie humide (voir 6.2.1). Si cela n'est pas réalisable, les parties contenant du fer doivent être recouvertes de façon à empêcher toute projection d'étincelles ou traitées à part et assemblées après traitement.

6 | Traitement des poussières

6.1. Généralités sur les installations de traitement des poussières

Afin de réduire efficacement l'émission des fines particules métalliques, les machines qui les produisent par meulage, polissage, sciage, etc., doivent être pourvues de dispositifs de captage à la source et les poussières émises dirigées vers un système de récupération.

Les installations de captage, transport et filtration des poussières d'aluminium ne doivent pas être utilisées pour des poussières provenant d'autres matériaux produisant des étincelles par frottement ou susceptibles de réagir chimiquement avec l'aluminium par aluminothermie.

De la même manière, des installations prévues pour d'autres matériaux (bois, PVC...) ne peuvent être utilisées pour de l'aluminium, à moins que celles-ci aient fait l'objet d'une analyse spécifique.

La fonction du réseau est de transporter les déchets (boues, copeaux et poussières) des dispositifs de captage aux équipements de filtration ou de stockage.

Le réseau doit être réalisé en respectant les règles de l'art de manière notamment à :

- limiter les pertes de charges ;
- éviter les dépôts de matière ;
- équilibrer les différentes branches ;
- en faciliter le nettoyage et l'entretien.

6.2. Principes d'élimination des poussières

Les poussières d'aluminium qui se dégagent au cours de travaux mécaniques peuvent être éliminées à l'aide de l'une des quatre techniques mentionnées ci-dessous par ordre de préférence :

- travail par voie humide ;
- travail à sec avec humidification immédiate des poussières émises ;
- travail à sec avec humidification des poussières dans le séparateur ;
- travail à sec avec séparation des poussières par voie sèche.

6.2.1. Travail par voie humide

Le travail s'effectue sous aspersion d'eau ou d'un fluide de refroidissement approprié qui peut avoir une action lubrifiante, dans des conditions telles qu'il y a production de boues et non pas de poussières. Pour éviter l'échauffement résultant de l'oxydation de la poussière métallique et du frottement mécanique, il est nécessaire que le débit d'eau (ou de fluide de refroidissement) soit réglé afin que la boue formée soit suffisamment fluide pour s'écouler convenablement et évacuer la chaleur générée par l'usinage.

Les fluides de refroidissement sont par exemple des pâtes ou des huiles de meulage (dont le point d'éclair est supérieur à 100 °C).

6.2.2. Travail à sec avec humidification immédiate des poussières émises

Le travail s'effectue à sec (pièce, bande abrasive, outil ou meule sont secs) et le panache de poussières sèches est complètement humidifié immédiatement en aval du point d'émission dans le carter de la machine. Cette

humidification se fait à l'aide d'eau éventuellement additionnée d'agents tensio-actifs de telle sorte qu'il n'y ait pas d'émission de poussières sèches dans l'atmosphère mais uniquement formation de boues.

La pulvérisation doit être réalisée en très fines gouttelettes de manière à assurer un bon contact entre le liquide et les poussières. Elle est dirigée, voire canalisée, vers la source d'émission, l'idéal étant d'opérer sous un encoffrement.

6.2.3. Travail à sec avec humidification des poussières dans le séparateur

Le travail s'effectue à sec (pièce, bande abrasive, outil ou meule sont secs). Le panache de poussières sèches est aspiré le plus complètement possible au plus près

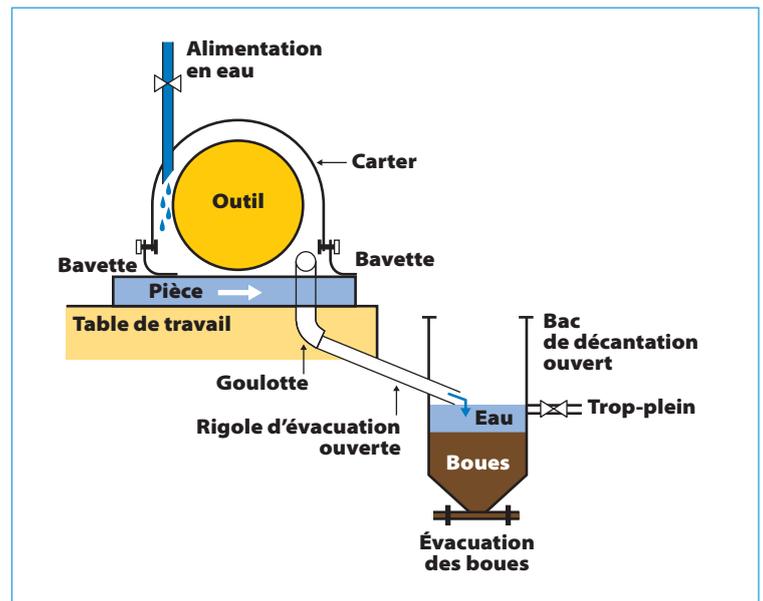


Figure 4. Schéma de principe du système d'élimination des poussières lors d'un travail par voie humide

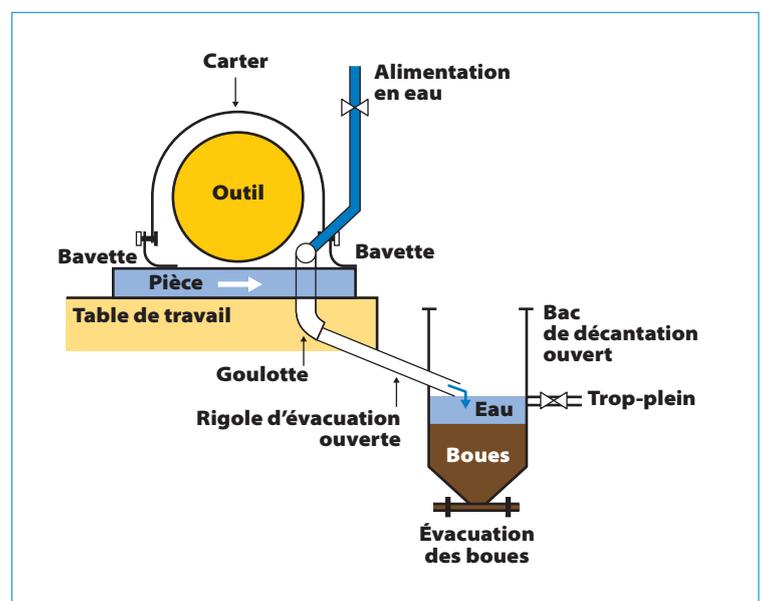


Figure 5. Schéma de principe du système d'élimination des poussières lors d'un travail à sec avec humidification immédiate des poussières émises

du point d'émission et acheminé vers un séparateur par voie humide.

Le séparateur par voie humide doit être adapté aux poussières d'aluminium et est conçu de telle sorte que :

- le panache de poussière et l'eau soient vigoureusement brassés ;
- les poussières soient entraînées par l'eau jusqu'au bassin de décantation ;
- l'accumulation de mélange hydrogène-air et de dépôts de poussières soit impossible.

6.2.4. Travail à sec avec séparation des poussières par voie sèche

Le travail s'effectue à sec (pièce, bande abrasive, outil ou meule sont secs). Le panache de poussières sèches est aspiré le plus complètement possible au plus près du point d'émission. Elles sont acheminées vers un séparateur à sec placé de préférence à l'extérieur des locaux de travail.

Figure 6. Schéma de principe du système d'élimination des poussières lors d'un travail à sec avec humidification des poussières dans le séparateur

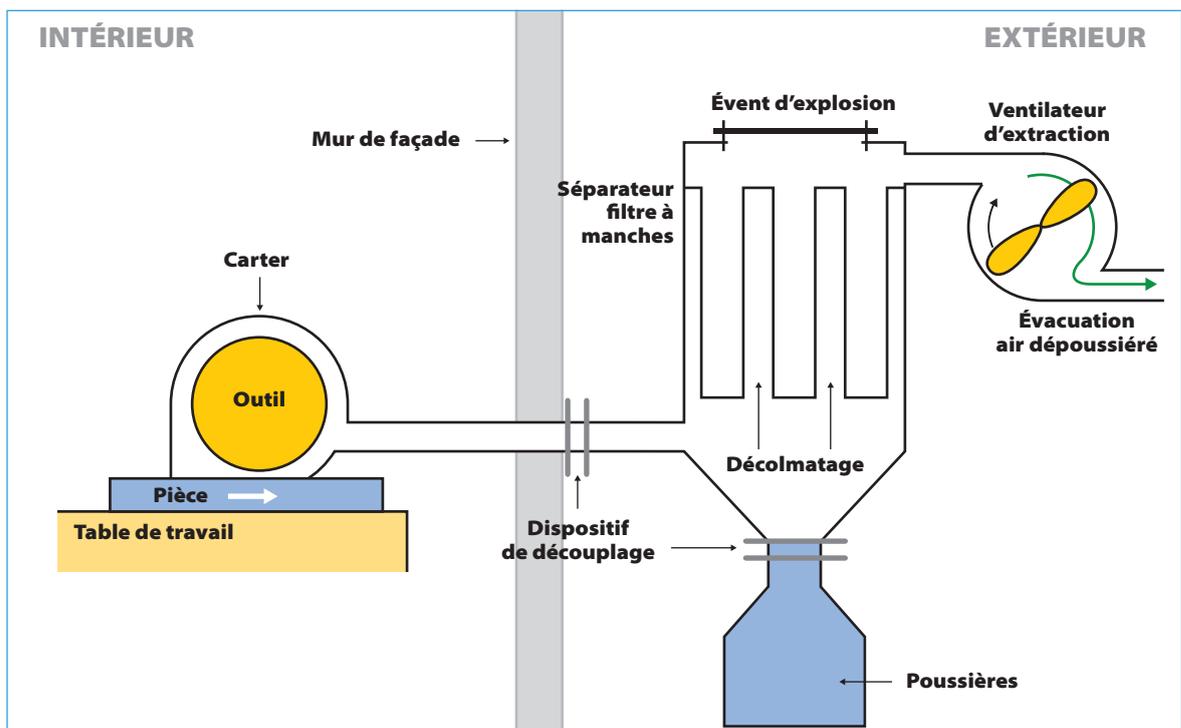
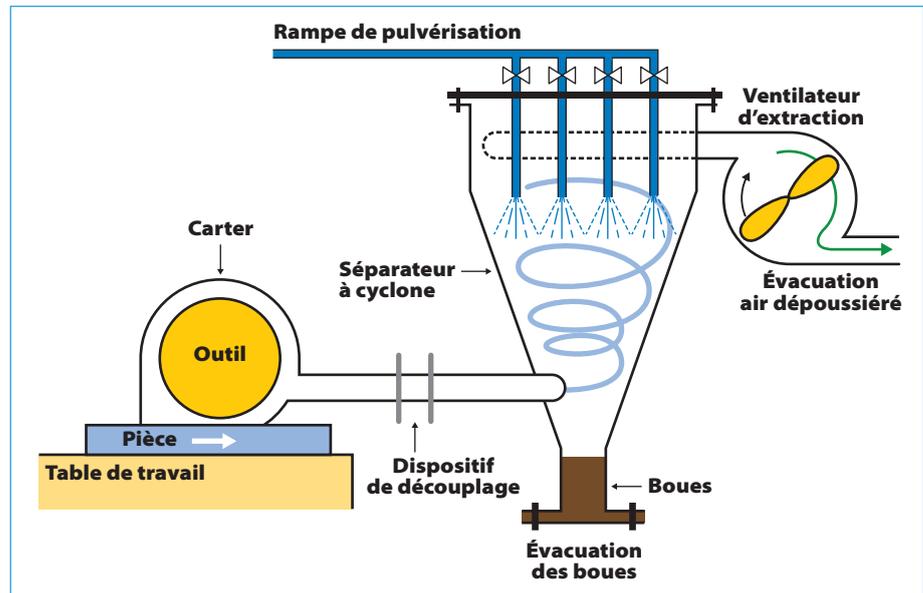


Figure 7. Schéma de principe du système d'élimination des poussières lors d'un travail à sec avec séparation des poussières par voie sèche

6.3. Mesures pour prévenir les risques liés aux poussières humides et aux boues

Les dispositifs destinés à capter les poussières fixées par voie humide doivent être réalisés de telle sorte que les boues formées glissent dans une rigole collectrice et que le dépôt des boues sur les surfaces soit réduit au minimum.

L'installation par voie humide est munie d'une goulotte facile à nettoyer (avec un jet d'eau par exemple), conçue de telle sorte que toutes les projections de boue soient captées et évacuées en continu vers un bac de récupération ouvert. Les boues sédimentées dans le bassin de récupération peuvent être mélangées à des matériaux inertes dans une proportion de 5 parties de matériau inerte pour 1 partie de boue de poussières métalliques à la fin de chaque poste de travail et entreposées à l'extérieur dans des endroits ventilés.

Du fait de la production d'hydrogène, même après l'arrêt de l'installation, le bac de récupération est situé préférentiellement en extérieur. Sinon, un dispositif de ventilation doit être installé, il doit être conçu de telle sorte que les boues et les fluides ne puissent être entraînés.

On veillera à ce que les machines d'usinage ne puissent être mises en marche que lorsque le dispositif de pulvérisation ou de séparation par voie humide et le dispositif de ventilation fonctionnent correctement. Ces mêmes machines sont pourvues d'un dispositif d'arrêt automatique en cas de panne ou d'une insuffisance de l'alimentation en eau ou en fluide de refroidissement.

Dans le cas d'une installation utilisant un séparateur par voie humide (voir 6.2.3), ce dernier est de préférence installé à l'extérieur, sinon dans un local équipé d'une ventilation spécifique vis-à-vis du risque d'explosion (lié à la présence d'hydrogène).

6.4. Mesures pour prévenir les risques liés aux poussières sèches

Le réseau de canalisations assurant le transport des poussières émises doit être construit en matériaux non combustibles et conducteurs afin de faciliter l'écoulement des charges électrostatiques générées. Le frottement des particules et de l'air sur les canalisations engendre en effet de l'électricité statique qui, en s'accumulant, peut se décharger sous la forme d'étincelles susceptibles d'induire une explosion ou un incendie. Pour limiter ces phénomènes, une liaison équipotentielle est réalisée tout le long du réseau et l'installation doit être mise à la terre.

De la même manière, les médias filtrants utilisés dans les dépoussiéreurs sont constitués de matériau antistatique.

Les canalisations d'aspiration sont les plus courtes possible, rectilignes et présentent des embranchements et des coudes conçus de façon à minimiser les pertes de charge et à réduire les turbulences à un niveau minimum. La vitesse de transport doit être en tout point du réseau de l'ordre de 20 à 25 m.s⁻¹ pour empêcher le dépôt de poussière.

Les parois internes du réseau doivent être les plus lisses possible et ne pas présenter d'aspérités au niveau des raccordements.

Une temporisation suffisante doit maintenir les ventilateurs en service après l'arrêt des machines de telle sorte qu'il n'y ait pas accumulation de poussières ou d'hydrogène dans les canalisations.

Le ventilateur est préférentiellement placé après le séparateur de manière à fonctionner en air épuré.

Le dépoussiéreur doit être protégé par des dispositifs de décharge de la pression d'explosion (événements d'explosion) ou par un système de suppression d'explosion. Les événements sont dirigés vers une zone dégagée sans passage de personnel ou de véhicule.

Afin d'éviter la transmission d'une explosion du séparateur vers les machines, le réseau est équipé d'un dispositif de découplage approprié, clapet antiretour ou barrière d'agent extincteur par exemple (voir ED 945). Les conduits ne doivent pas traverser d'autres locaux et ils doivent être dirigés directement vers l'extérieur dans une zone dédiée sans présence de personnel jusqu'au séparateur, situé à une distance recommandée de 10 m des installations.

Afin d'éviter que le souffle de l'explosion ou des étincelles soient dirigés vers les réservoirs de collecte de poussières, des vannes appelées « écluses rotatives » sont installées au niveau de la partie basse des dépoussiéreurs. Ces vannes, comme tout système de protection contre les explosions, doivent faire l'objet d'une procédure d'évaluation de la conformité telle que définie réglementairement. Elles sont prévues pour résister à la surpression d'explosion et faire barrage à la flamme. Leur arrêt est asservi à la détection d'ouverture d'événements.

Les installations ne sont mises en service que si le dispositif de séparation et le dispositif d'aspiration fonctionnent correctement.

La vidange des bacs de récupération de poussières doit se faire sans les remettre en suspension, notamment en utilisant des sacs antistatiques directement installés dans le bac de récupération et dont la fermeture facile s'effectue directement au niveau du bac.

6.5. Mesures pour prévenir les risques liés au stockage

Le stockage des déchets d'aluminium doit être spécifique (matérialisation et signalisation), réalisé à l'abri des intempéries (pluie, vents, soleil...) et éloigné d'au moins 10 m des installations (distance réduite dans le cas de la mise en place d'ouvrages coupe-feu) afin de limiter le risque de propagation d'un incendie.

Les conteneurs destinés au stockage des boues doivent être conçus de façon à permettre l'évacuation de la chaleur et de l'hydrogène qui pourraient s'y former. Il est possible de stocker ces boues en mélange avec des matériaux inertes (voir 6.3).

Pour les poussières sèches, un intérêt particulier doit être porté aux conditions de stockage afin de les maintenir à l'abri de l'humidité. Elles sont entreposées dans des conteneurs fermés spécialement définis et identifiés.

Les métaux pulvérulents peuvent dans certaines conditions de stockage s'échauffer spontanément jusqu'à l'auto-inflammation. Le risque existe chaque fois qu'une masse importante de métal pulvérulent est en contact avec l'air. À température ambiante, la plupart des métaux réagissent en effet avec l'oxygène pour former des oxydes métalliques en dégageant de la chaleur. Si cette chaleur n'est pas dissipée, l'autoéchauffement dégénère en incendie. Pour limiter la réaction d'autoéchauffement, il importerait de fixer des quantités et des hauteurs maximales de stockage.

Stockage en silo

Cette solution est à éviter du fait des risques importants présentés par ce type de stockage. Si toutefois le processus ou les volumes concernés le rendent nécessaire, une étude par un spécialiste est indispensable.

7 | Mesures constructives

Dans les locaux de travail de l'aluminium et de stockage de ses déchets, les murs et les sols sont conçus de telle sorte que le risque de dépôt de poussières soit aussi réduit que possible. Ils doivent aussi être faciles à nettoyer.

Les locaux de travail possèdent au moins deux issues. De plus, ces issues sont disposées de telle sorte qu'il y ait moins de 10 m à parcourir pour sortir du local et sont signalées conformément à la réglementation en vigueur.

Les éléments de construction de l'atelier présentent les caractéristiques de réaction et de résistance au feu suivantes (voir ED 990) :

- matériaux de classe A1 ou A2 s1 d1 (incombustibles) ;
- murs REI 90 (coupe-feu 1 h 30) ;
- plancher bas et plancher haut REI 90 (coupe-feu 1 h 30) ;
- toiture et couverture Broof (t3) ;
- portes donnant vers l'extérieur E 30 (pare-flamme ½ heure) ;
- autres portes EI 30 (coupe-feu ½ heure).

Le sol de l'atelier présente une pente convenable évitant toute stagnation d'eau au voisinage des machines.

Les équipements de travail doivent disposer d'organes de coupure d'urgence permettant la mise en sécurité rapide de toute l'installation. Autant que faire se peut, ces dispositifs sont placés à l'extérieur des locaux à risque. Un marquage clair définit la position « fonctionnement normal » et « mise en sécurité ».

L'accès à ces locaux n'est possible qu'aux personnes ayant reçu une formation spécifique sur les risques liés à ces activités et à la marche à suivre en cas d'incident.

8 | Mesures organisationnelles

8.1. Lutte contre l'empoussièrement – Nettoyage et propreté des locaux

L'enlèvement des dépôts de poussières constitue une des mesures essentielles dans la prévention des incendies et des explosions. Ce retrait doit être réalisé rapidement après la formation des dépôts. Le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire car ils remettent les poussières en suspension.

Le nettoyage des locaux doit être fréquent et systématique (sol, parois, chemins de câbles, conduits, appareils, équipements...). Un programme de nettoyage et d'entretien, spécifiant les périodicités et les acteurs impliqués, est établi à cette fin. On tiendra compte des consignes d'exploitation du fabricant de l'installation et les opérations effectuées seront tracées.

Une vigilance particulière doit être portée sur le nettoyage de l'ensemble des installations électriques.

Le programme de nettoyage comporte notamment un nettoyage des emplacements de travail à la fin de chaque poste et, selon les besoins, avec au moins une fois par semaine, un nettoyage des dispositifs de captage, de transport et de filtration ainsi que des bacs de récupération des boues et des poussières.

8.2. Procédures et consignes de travail

Les procédures et consignes de travail doivent faire l'objet de documents élaborés en prenant en compte l'évaluation des risques. Elles concernent notamment :

- les consignes incendie et les plans d'évacuation (voir ED 6230) ;
- la procédure d'admission du personnel dans ces locaux, notamment l'accès aux zones à risque d'explosion ;
- la procédure à suivre en cas de dysfonctionnement et d'incident ;
- les instructions destinées au personnel de maintenance (entretien ou dépannage) qui devra faire l'objet d'une autorisation de travail ;
- les plans de prévention pour les entreprises extérieures (voir ED 941) ;
- la procédure de permis de feu systématique pour les travaux par points chauds (voir ED 6030) ;
- les programmes de nettoyage des différents locaux et le plan de nettoyage pour que toutes les surfaces empoussièrees soient effectivement nettoyées ;
- la mise en place de « zones fumeurs » ;
- les consignes de sécurité et les procédures d'exploitation tenues à jour et affichées.

Un programme d'entretien devrait comporter les points suivants :

- contrôle quotidien du niveau de l'eau dans le dispositif de dépoussiérage par voie humide ;

- selon les besoins, mais au moins une fois par mois, contrôle destiné à vérifier l'absence de fuite au niveau des canalisations, à vérifier le bon fonctionnement sans frottement des parties mobiles à l'intérieur des carters de protection, dans les canalisations et dans le séparateur de poussières (paliers, ventilateurs...);
- contrôle en continu de l'encrassement des filtres par mesurage des caractéristiques aérauliques de l'installation;
- selon les besoins, mais au moins une fois par mois, contrôle visuel et contrôle de fonctionnement portant sur les dispositifs de protection et sur l'installation de dépoussiérage (pressostats, dispositifs de décharge de pression, vannes à fermeture rapide...).

Enfin, l'employeur doit mettre à la disposition des salariés des vêtements et des équipements de protection appropriés et gérer leur nettoyage.

8.3. Formation du personnel

Les salariés sont formés à intervalles réguliers aux risques associés au travail de l'aluminium et de ses alliages ou de métaux facilement oxydables (notamment l'explosivité des poussières et de l'hydrogène), leur prévention ainsi qu'à la conduite à tenir en cas d'incident, d'incendie ou d'explosion.

De la même manière, les salariés des entreprises extérieures doivent être avertis des risques et de la conduite à tenir en cas d'incident ou d'accident.

Les informations portent principalement sur les points suivants :

- les risques liés à la manipulation des produits dangereux ;
- les mesures préventives vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion ;
- l'élimination des déchets dangereux et la gestion des boues ;
- les consignes en cas d'accident, d'incendie... ;
- les moyens de surveillance, de détection et d'alarme ;
- les moyens d'extinction et de lutte contre l'incendie.

Le marquage et l'affichage sur les lieux de travail complètent ces informations (*voir 8.2*).

La formation doit être complétée par des exercices pratiques semestriels, notamment :

- la mise en œuvre des extincteurs ;
- l'utilisation des autres moyens de lutte ;
- les exercices combinés avec les sapeurs-pompiers ;
- la participation aux exercices d'évacuation.

Lorsqu'il existe des installations d'extinction fixes, le personnel doit être informé de leur fonctionnement.

Le matériel d'extinction doit être entretenu et vérifié par un spécialiste à intervalles réguliers, notamment les extincteurs (*voir ED 6054*).

Les salariés sont formés au port et à l'utilisation des équipements de protection que l'employeur lui met à disposition.

Par ailleurs, dans le cadre de la formation à la sécurité, chaque membre du personnel est incité à signaler les anomalies qu'il rencontre (par exemple, un dysfonctionnement lié à une machine ou installation ou l'absence d'un extincteur).

8.4. Mesures spécifiques

L'accès au site pour les services d'incendie et de secours doit être constamment préservé pour une intervention rapide. Il est par ailleurs conseillé de prendre contact avec le service départemental d'incendie et de secours (SDIS) pour avis et mise en place d'une coordination.

Des moyens permettant d'éteindre les feux de vêtements sont disposés à proximité des installations de travail (couvertures antifeu par exemple).

Des douches autonomes portables sont disposées à proximité des postes à risque pour les premiers secours aux brûlés, tout en les éloignant des zones sensibles à l'eau (stockage d'aluminium...).

Alliage d'aluminium : Au sens de ce document, il s'agira d'un alliage contenant au moins 70 % d'aluminium en poids.

Clapet antiretour : Dispositif mécanique installé dans une canalisation empêchant l'inversion du flux, pouvant être causé par une explosion qui se produit en aval.

Construction résistant aux effets de la pression : Installation capable de résister, éventuellement avec déformation, à la pression maximale d'explosion attendue.

Dispositif de découplage (ou d'isolement) : Équipement stoppant la propagation d'une explosion et limitant ses conséquences en empêchant la transmission du front de flamme ou de la surpression (écluse rotative, clapet antiretour...).

Écluse rotative : Dispositif mécanique installé entre deux équipements (le plus souvent entre un séparateur et un équipement de collecte de poussières) afin de bloquer le passage d'un flux enflammé de l'un à l'autre.

Évent d'explosion (dispositif de décharge de la pression d'explosion) : Élément fragilisé d'une enceinte, dimensionné pour décharger la pression qui se crée au moment d'une explosion.

Séparateur : Partie de l'installation de captage où l'atmosphère est purifiée des poussières qu'elle contient. Dans les séparateurs avec humidification, les poussières se rassemblent dans les parties basses de l'installation sous forme de boues et la pulvérisation d'eau à contre-courant améliore l'épuration de l'air extrait. Dans les séparateurs à filtre, les poussières restent sèches et il faut prévoir des systèmes de décolmatage automatique.

Vitesse de transport : Vitesse d'air minimale nécessaire dans un conduit pour maintenir le matériau transporté en suspension.

Zones présentant un risque d'explosion (zones ATEX) :

Dans les locaux de travail, la définition des zones est, selon la réglementation :

- **Pour les 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.

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

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

- **Pour les 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.

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

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

Documents INRS

- *Explosion et lieu de travail*, coll. « Le point des connaissances sur... », ED 5001.
- *Incendie et lieu de travail*, coll. « Le point des connaissances sur... », ED 5005.
- *Les mélanges explosifs. 1. Gaz/vapeurs*, ED 911.
- *Les mélanges explosifs. 2. Poussières combustibles*, ED 944.
- *Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives. Guide méthodologique*, ED 945.
- *Évaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique*, ED 970.
- *Incendie et lieu de travail. Prévention et lutte contre le feu*, ED 990.
- *Intervention d'entreprises extérieures. Aide-mémoire pour la prévention des risques*, ED 941.
- *Consignes de sécurité incendie. Conception et plans associés (évacuation et intervention)*, ED 6230.
- *Le permis de feu*, ED 6030.
- *Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes*, ED 6054.

Autres documents

- *Captage et traitement des poussières métalliques facilement oxydables. Guide de prévention à l'intention du secteur de la fabrication des produits en métal*, CSST, Québec, 2008.
- *Incendies et explosions de métaux en poudre. Rapport scientifique et technique 01*, R. Lodel, INERIS, Verneuil-en-Halatte, 1992.
- « Feu d'aluminium », *Le Sapeur-pompier*, n° 1014, 2009.
- *NFPA 484. Standard for combustible metals*, NFPA, Quincy, 2009.
- *Meulage et polissage de l'aluminium et de ses alliages. Guide de prévention des risques d'incendie et d'explosion*, CSST, Québec, 1997.
- *Safety in works. Fire and explosion hazards in the grinding and polishing of aluminium and its alloys*, Aluminium Federation, 1972.
- « Fires and explosions associated with aluminium dust from finishing operations », D.C. May and D.L. Berard, *Journal of Hazardous Materials*, 17, p. 81-88, 1987.
- Norme NF EN 1127-1 : « Atmosphères explosives. Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion. Partie 1 : notions fondamentales et méthodologie », AFNOR, Paris, 2011.

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

Services Prévention des Carsat et des Cram

Carsat ALSACE-MOSELLE

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

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 69 45 10 12
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE

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

Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal,
43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
Espace Entreprises
Clermont République
63036 Clermont-Ferrand cedex 9
tél. 04 73 42 70 76
offreodoc@carsat-auvergne.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,
39 Jura, 58 Nièvre,
70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 70 51 32
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE

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

Carsat CENTRE

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

Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
37 avenue du président René-Coty
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

Cram ÎLE-DE-FRANCE

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

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

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

Carsat MIDI-PYRÉNÉES

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

Carsat NORD-EST

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

Carsat NORD-PICARDIE

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

Carsat NORMANDIE

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

Carsat PAYS DE LA LOIRE

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

Carsat RHÔNE-ALPES

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

Carsat SUD-EST

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

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

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

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, Route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01
prevention-rp@cgss-guyane.fr

CGSS LA RÉUNION

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

CGSS MARTINIQUE

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

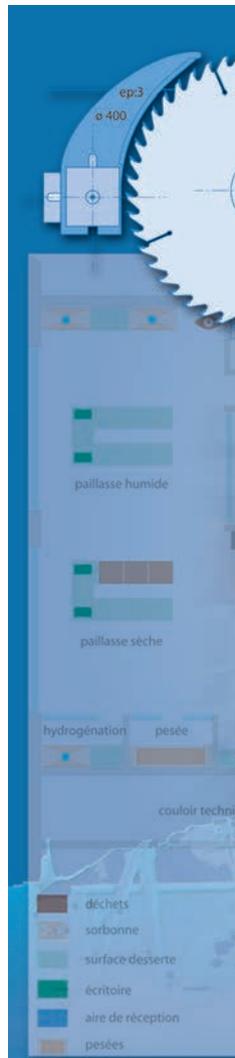
COLLECTION DES AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUES

Cette brochure s'adresse aux entreprises mettant en œuvre des procédés d'usinage de l'aluminium ou de ses alliages, ainsi qu'aux préventeurs souhaitant préconiser des mesures de prévention et de protection pour réduire les risques incendie/explosion liés à ces activités.

En effet, le travail mécanique de l'aluminium est un processus au cours duquel les risques d'incendie et d'explosion liés aux poussières générées ou à l'hydrogène éventuellement émis par réaction de ce métal avec l'eau sont élevés.

La mise en place des moyens de prévention et des mesures de protection est complexe et requiert une étude approfondie qui, outre l'évacuation des poussières et gaz, devra prévoir la réduction des sources d'inflammation.

Ces mesures techniques devront être complétées par des mesures organisationnelles et par une formation continue du personnel.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
www.inrs.fr • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6123

1^{re} édition • novembre 2015 • 3 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1975-5