



**Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses
et du Système général harmonisé de classification
et d'étiquetage des produits chimiques****Sous-Comité d'experts du Système général harmonisé
de classification et d'étiquetage des produits chimiques****Trente-troisième session**

Genève, 10-12 juillet 2017

Point 2 c) de l'ordre du jour provisoire

Critères de classification et communication des dangers y relatifs :**Danger d'explosion de poussières****Proposition d'annexe concernant les dangers d'explosion
de poussières****Communication de l'expert des États-Unis d'Amérique
au nom du groupe de travail par correspondance*****Introduction**

1. À la trente-deuxième session du Sous-Comité, le groupe de travail par correspondance a soumis pour examen un document informel présentant un projet d'annexe concernant les dangers d'explosion de poussières. Le Sous-Comité a pris note du travail accompli par le groupe et a demandé qu'un document de travail lui soit soumis à sa prochaine session. Le présent document de travail contient une annexe révisée, qui est le fruit des travaux réalisés par le groupe de travail par correspondance depuis la trente-deuxième session. On y trouvera en outre un résumé des travaux accomplis par le groupe de travail par correspondance concernant les dangers d'explosion de poussières dans le cadre du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH).

* Conformément au programme de travail du Sous-Comité pour la période 2017-2018 tel qu'approuvé par le Comité à sa huitième session (voir ST/SG/AC.10/C.3/100, par. 98, et ST/SG/AC.10/44, par. 14).



Historique de la question

2. À la dix-septième session du Sous-Comité, l'expert des États-Unis a présenté un document proposant que les dangers liés aux explosions de poussières soient insérés dans le SGH (ST/SG/AC.10/C.4/2009/6). Le Sous-Comité est convenu de lancer les travaux à ce sujet, et notamment de procéder à une analyse des pratiques et règlements existants en matière de danger d'explosion de poussières (ST/SG/AC.10/C.4/34, par. 9 à 13). Au cours de l'exercice biennal suivant, le groupe de travail par correspondance a élaboré et diffusé une enquête destinée aux experts représentant les pays membres et les organisations non gouvernementales.

3. À l'issue de cette enquête, le groupe de travail par correspondance a défini trois filières de travail pour la prise en considération des dangers d'explosion de poussières dans le SGH (voir document informel INF.21, trente-troisième session). Ces filières sont décrites ci-après :

- Filière 1 : examiner les consensus et les réglementations nationales de référence adoptés par les autorités compétentes, recenser les éléments communs d'information utilisés pour la communication des dangers, et déterminer s'il faut donner suite à ces informations et, le cas échéant, quelles sont les modalités à suivre pour ce faire ;
- Filière 2 : veiller à ce que toute information qu'il est proposé d'inclure dans la section 9 de la fiche de données de sécurité (FDS) soit communiquée au groupe de travail informel chargé de la section 9 de l'annexe 4 ;
- Filière 3 : ouvrir le débat et établir un canevas ou un plan de travail en vue de l'élaboration d'un chapitre distinct dans le SGH contenant des informations plus détaillées sur les conditions dans lesquelles un danger d'explosion de poussières pourrait se présenter.

4. Au cours de plusieurs sessions suivantes, le groupe de travail par correspondance a travaillé sur des questions relevant des filières 1 et 2. À sa vingt-quatrième session, le Sous-Comité a adopté les propositions prévoyant de fournir, dans l'annexe 4 du SGH, des orientations sur la communication des dangers relatifs aux explosions de poussières dans la FDS (voir ST/SG/AC.10/C.4/48, par. 32).

5. Au cours de plusieurs sessions suivantes, le groupe de travail par correspondance a continué à travailler sur la filière 3. À sa trentième session, le Sous-Comité a noté que le groupe de travail par correspondance avait décidé que les prochains travaux dans le cadre de la filière 3 devraient consister à fournir des orientations sous la forme d'une annexe au SGH en s'appuyant sur un document de réflexion communiqué par l'expert de l'Allemagne. On y trouverait, outre des définitions et des critères d'identification des dangers, des solutions en matière de gestion des risques ainsi que des lignes directrices pour l'harmonisation de la communication des dangers à l'intention des autorités compétentes qui en auraient besoin (voir ST/SG/AC.10/C.4/60, par. 13 à 19).

6. L'élaboration de cette annexe a progressé rapidement et a permis d'établir un document informel présentant un projet d'annexe pour examen par le Sous-Comité à sa trente-deuxième session (voir document informel INF.23, trente-deuxième session). À cette même session, le Sous-Comité a pris note des travaux menés par le groupe de travail par correspondance et de son intention de soumettre une proposition officielle à sa trente-troisième session (voir ST/SG/AC.10/C.4/64, par. 26 et 27).

Aperçu de l'annexe concernant les dangers d'explosion de poussières

7. En raison de la complexité et de la gravité des dangers associés aux explosions de poussières, le contenu et l'objectif de l'annexe sont légèrement différents de ceux de nombreux chapitres du SGH. Cette annexe fournit des orientations sur les facteurs qui contribuent aux dangers d'explosion de poussières ainsi que sur le recensement des dangers et la nécessité de mener des activités d'évaluation, de prévention, d'atténuation et de communication des risques. Les dangers liés aux poussières peuvent se présenter de deux façons : comme un danger associé au produit sous la forme dans laquelle il est fourni ou comme un danger résultant d'un traitement du produit en aval.

8. L'annexe est organisée comme suit :

- Section 2.2 « Définitions » : comme d'autres parties du SGH, l'annexe contient une section consacrée aux définitions. Le groupe de travail par correspondance a utilisé les définitions provenant de sources internationales et nationales reconnues.
- Section 2.3 « Détermination de la présence de poussières combustibles » : un diagramme de décision figure dans cette section afin de permettre aux utilisateurs de mieux comprendre les facteurs à prendre en compte pour déterminer si une matière, un mélange ou des matériaux solides doivent être recensés comme des poussières combustibles. Chacune des cases correspondant aux décisions est expliquée de manière plus détaillée en dessous du diagramme.
- Section 2.4 « Facteurs contribuant aux explosions de poussières » : divers facteurs contribuant aux explosions de poussières sont abordés dans cette section.
- Section 2.5 « Autres facteurs ayant une incidence sur la gravité d'une explosion de poussières » : les principaux facteurs ayant une incidence sur la gravité d'une explosion sont examinés dans cette section.
- Section 2.6 « Prévention des dangers, évaluation et atténuation des risques » : cette section contient deux tableaux destinés à expliciter les types de questions à examiner. Le premier tableau présente les principes de la protection contre les explosions, qui comprennent des mesures de prévention et d'atténuation, ainsi que les caractéristiques de sécurité qui sont les plus pertinentes pour les différentes mesures proposées. On trouve dans le deuxième tableau différents exemples de sources d'inflammation pour expliquer le type d'évaluation à effectuer lorsqu'on réfléchit aux mesures de protection contre les explosions de poussières qui pourraient être prises au cours des opérations.
- Section 2.7 « Informations supplémentaires sur la communication des dangers et des risques » : pour les pays concernés qui souhaiteraient adopter un mode de communication commun, cette section renvoie à l'annexe 4, qui contient des propositions de déclaration type pour différentes sections de la FDS. Cette section fournit en outre des propositions de phrases types supplémentaires pour signaler des dangers et des risques.
- Section 2.8 « Références » : cette dernière section de l'annexe contient une liste de références sur les méthodes d'épreuve et mentionne plus particulièrement un certain nombre de réglementations et documents d'orientation existants.

Proposition

9. Le Groupe de travail par correspondance invite le Sous-Comité à examiner la proposition d'annexe au SGH ainsi que les amendements qui en découlent, qui figurent respectivement aux annexes 1 et 2 du présent document.

Annexe 1

« Annexe 11

DOCUMENT GUIDE SUR D'AUTRES DANGERS QUI NE DONNENT PAS LIEU À UNE CLASSIFICATION

A11.1 Introduction

La présente annexe vise à fournir des informations permettant de recenser les dangers qui ne donnent pas lieu à une classification mais qui doivent être évalués et signalés.

A11.2 Explosions de poussières

La présente section fournit des orientations sur les facteurs qui contribuent aux dangers d'explosion de poussières ainsi que sur le recensement des dangers et la nécessité de mener des activités d'évaluation, de prévention, d'atténuation et de communication des risques.

A11.2.1 *Champ d'application et applicabilité*

A11.2.1.1 Les mélanges ou les matières solides, s'ils sont combustibles, peuvent présenter un risque d'explosion de poussières lorsqu'ils revêtent la forme de particules fines dans une atmosphère comburante telle que l'air. Une évaluation des risques peut être nécessaire pour nombre de matières, de mélanges ou de matériaux solides, et pas seulement pour ceux qui sont classés parmi les matériaux solides inflammables en application du chapitre 2.7. En outre, des poussières peuvent être produites (volontairement ou involontairement) pendant le transfert ou le déplacement, ou dans une installation lors de manipulations ou de traitements mécaniques (par exemple, le fraisage, le broyage) de matières/mélanges/matériaux solides (par exemple, de produits agricoles, produits du bois, produits pharmaceutiques, colorants, charbon, métaux, matières plastiques). Il convient donc aussi d'évaluer la possibilité de formation de petites particules et de leur éventuelle accumulation. Lorsqu'un risque d'explosion de poussières est mis en évidence, des mesures de prévention et de protection efficaces devraient être mises en œuvre en application de la législation, des réglementations et des normes nationales.

A11.2.1.2 Le présent document guide recense les situations dans lesquelles des poussières combustibles peuvent être présentes et où le risque d'explosion de poussières devrait donc être envisagé. Ce document :

- a) Contient un diagramme de décision indiquant les principales étapes à suivre pour établir le risque d'explosion de poussières ;
- b) Recense les facteurs contribuant aux explosions de poussières ;
- c) Énonce les principes de gestion des dangers et des risques ; et
- d) Indique les situations dans lesquelles des connaissances d'expert sont nécessaires.

A11.2.2 *Définitions*

Les termes ci-après, spécifiques aux dangers et aux risques d'explosion de poussières, sont utilisés dans la présente annexe :

Poussières combustibles : Particules solides très fines d'une matière ou d'un mélange qui sont susceptibles de s'enflammer ou d'exploser en cas d'inflammation lorsqu'elles sont dispersées dans l'air ou d'autres milieux comburants ;

Combustion : Réaction d'oxydation libérant de l'énergie (exothermique) produite par des matières/mélanges/matériaux solides combustibles (ou en présence de ces éléments) ;

Dispersion : Répartition de fines particules de poussière sous la forme d'un nuage ;

Indice de déflagration des poussières (K_{st}) : Caractéristique de sécurité liée à la gravité d'une explosion de poussières. Plus la valeur est élevée, plus l'explosion est forte. L'indice K_{st} est spécifique aux poussières et indépendant du volume, et son calcul obéit à la loi cubique :

$$\left(d_p / d_t\right)_{\max} \cdot V \frac{1}{3} = \text{const.} = K_{st}$$

où :

$(dp/dt)_{\max}$ = taux maximal d'augmentation de la pression

V = volume de la chambre d'épreuve

Des classes d'explosion sont définies en fonction de la valeur de leur indice K_{st} :

St 1 : $0 < K_{st} \leq 200 \text{ bar m s}^{-1}$

St 2 : $200 < K_{st} \leq 300 \text{ bar m s}^{-1}$

St 3 : $K_{st} > 300 \text{ bar m s}^{-1}$

Les valeurs de l'indice K_{st} et de la pression maximale engendrée par l'explosion sont utilisées pour concevoir des mesures de sécurité appropriées (par exemple, un évent de décompression).

Atmosphère de poussières explosible : Dispersion de poussières combustibles dans l'air qui, après inflammation, entraîne une propagation spontanée des flammes ;

Explosion : Brusque réaction d'oxydation ou de décomposition produisant une augmentation de la température, de la pression ou des deux simultanément[†] ;

Concentration limite en oxygène (CLO) : Niveau maximal de concentration de l'oxygène dans un mélange de poussières combustibles, d'air et de gaz inerte auquel une explosion ne se produit pas, déterminé dans des conditions d'épreuve spécifiques ;

Pression maximale engendrée par l'explosion : Niveau de pression le plus élevé enregistré dans une enceinte fermée lors d'une explosion de poussières à un niveau de concentration optimal ;

Concentration minimale d'explosivité (CME)/Limite inférieure d'explosivité (LIE) : Concentration minimale de poussières combustibles dispersées dans l'air, mesurée en unité de masse par volume, permettant de produire une explosion ;

Énergie minimale d'inflammation (EMI) : Énergie électrique la plus faible stockée dans un condensateur, qui, au moment de sa décharge, est suffisante pour enflammer le mélange poussières/air le plus sensible dans des conditions d'épreuve spécifiques ;

Température minimale d'inflammation (TMI) d'un nuage de poussières : Température la plus basse d'une surface chaude sur laquelle le mélange de poussières et d'air le plus inflammable s'enflamme dans des conditions d'épreuve spécifiques ;

Taille des particules : La plus petite maille de tamis par laquelle passe une particule lorsqu'elle se présente selon l'orientation la plus favorable[‡] ;

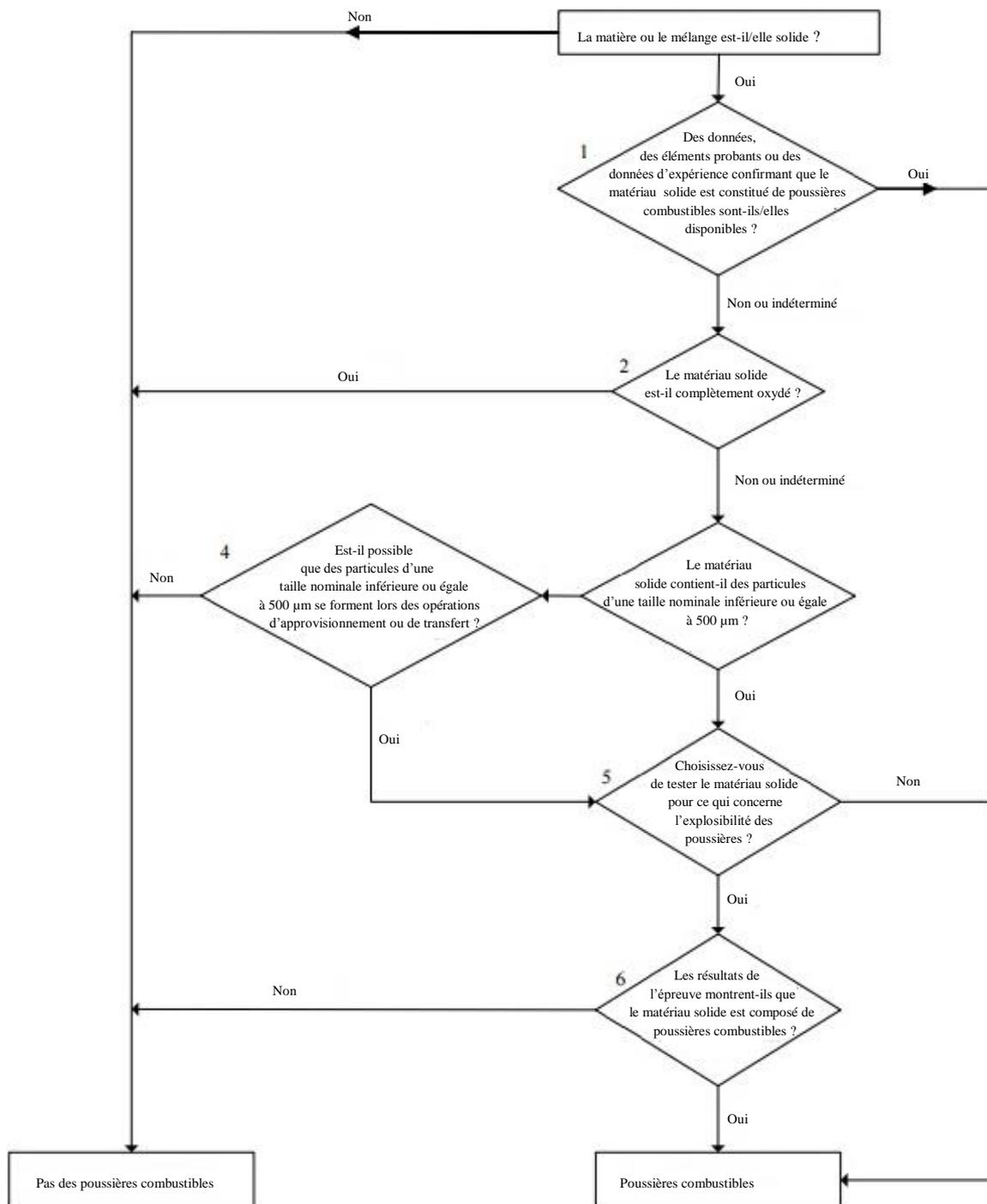
[†] Les explosions sont appelées déflagrations ou détonations selon qu'elles se propagent à la vitesse subsonique (déflagration) ou supersonique (détonations). La réaction des poussières combustibles dispersées dans l'air et qui s'enflamment normalement se propage à la vitesse subsonique, c'est-à-dire comme une déflagration. Alors que les substances explosives (« explosifs » ; voir le chapitre 2.1) ont un potentiel intrinsèque de décomposition hautement énergétique et réagissent en phase condensée, les poussières combustibles doivent être dispersées en présence d'une atmosphère comburante (généralement l'oxygène) pour générer une atmosphère de poussières explosible.

[‡] Pour de plus amples informations sur la taille des particules, voir A11.2.41.

A11.2.3 Détermination de la présence de poussières combustibles

A11.2.3.1 La présente section porte sur les moyens de déterminer la présence de poussières combustibles. On trouvera à la figure A11.2.1 un diagramme décisionnel permettant de déterminer si une matière ou un mélange est constitué de poussières combustibles et donc si le risque d'une explosion de poussières doit être évalué. La section A11.2.3.2 contient des éclaircissements et des indications détaillées sur l'interprétation de chaque case du diagramme.

Figure A11.2.1
diagramme décisionnel sur les poussières combustibles



A11.2.3.2 *Éclaircissements concernant la figure A11.2.1*

A11.2.3.2.1 Des précautions doivent être prises lors de l'utilisation des données disponibles, car le comportement des poussières combustibles est très sensible à des conditions telles que la taille des particules, l'humidité, etc. Si les conditions dans lesquelles les données disponibles ont été produites ne sont pas connues, ou ne sont pas applicables à la matière, au mélange ou au matériau solide étudié, les données risquent de ne pas être pertinentes et il est recommandé d'utiliser le diagramme avec prudence.

Case 1 : Des données, des éléments probants ou des données d'expérience confirmant que le matériau solide est constitué de poussières combustibles sont-ils/elles disponibles ?

A11.2.3.2.2 Des éléments démontrant clairement la présence de poussières combustibles peuvent être obtenus à partir de rapports d'incidents accessibles au public concernant la matière, le mélange ou le matériau solide en question. De même, si des données d'expérience ont montré que la matière, le mélange ou le matériau solide est combustible sous la forme de poudre, un risque d'explosion de poussières peut être envisagé. Même si une matière, un mélange ou un matériau solide n'est pas classé comme composant inflammable, il est possible qu'il puisse former un mélange explosible d'air et de poussières. Plus précisément, tout matériau organique ou métallique conditionné sous forme de poudre ou à partir duquel une poudre peut se former lors d'un traitement devrait être considéré comme de la poussière combustible sauf s'il existe une preuve explicite du contraire.

A11.2.3.2.3 On trouvera ci-après des exemples de données indiquant la présence de poussières combustibles :

- a) Classification de la matière ou de l'un des composants du mélange comme un matériau solide pyrophorique ou inflammable ;
- b) Disponibilité d'informations pertinentes telles que l'EMI, les valeurs de K_{st} , les limites d'inflammabilité, les températures d'inflammation ;
- c) Résultats d'essais préalables (tels que l'indice d'inflammabilité déterminé au moyen de la spécification VDI 2263 ou le tube de Hartmann selon la norme ISO/CEI 80079-20-2).

A11.2.3.2.4 En l'absence de données, la pratique courante consiste à supposer la présence de poussières combustibles et à appliquer les mesures appropriées de gestion des risques (voir A11.2.6).

Case 2 : Le matériau solide est-il complètement oxydé ?

A11.2.3.2.5 Lorsqu'une matière ou un mélange solide est complètement oxydé, par exemple le dioxyde de silicium, aucune combustion ne peut se produire. En conséquence, le matériau ou le mélange solide ne s'enflammera pas, même s'il est exposé à une source d'inflammation. Toutefois, si une matière ou un mélange solide n'est pas entièrement oxydé, la combustion de la matière ou du mélange solide est possible s'il/elle est exposé(e) à une source d'inflammation.

Case 3 : Le matériau solide contient-il des particules d'une taille nominale inférieure ou égale à 500 µm ?

A11.2.3.2.6 Pour répondre à la question figurant dans la case 3, les utilisateurs doivent se demander si ce matériau contient des particules fines qui pourraient être libérées dans des conditions d'utilisation normales ou prévisibles.

A11.2.3.2.7 Lorsqu'on évalue la taille des particules en rapport avec le risque d'explosion de poussières, seules les particules fines d'une taille inférieure ou égale à 500 µm sont pertinentes[§], même si la valeur médiane de la taille des particules de l'échantillon est

[§] L'utilisation du critère « inférieur ou égal (\leq) » est conforme à la norme 652 de la National Fire Protection Association (NFPA) sur les éléments fondamentaux relatifs aux poussières combustibles.

supérieure à 500 µm. En conséquence, seule la fraction de poussières elle-même, et non le mélange de particules fines et de particules plus grosses, doit être examinée pour évaluer le risque de formation d'une atmosphère de poussières explosible. Toutefois, comme il n'est pas possible de définir une limite inférieure de concentration des particules de poussière dans un matériau solide (par exemple, un pourcentage du poids) à laquelle ce risque est écarté, il faut donc aussi prendre en considération même de petites proportions de particules fines. Pour de plus amples explications, voir A11.2.4.1.

Case 4 : Est-il possible que des particules d'une taille nominale inférieure ou égale à 500 µm se forment lors des opérations d'approvisionnement ou de transfert ?

A11.2.3.2.8 À ce stade des choix opérés dans le diagramme, le matériau solide, tel qu'il est présenté, ne comporte pas de particules de taille inférieure à 500 µm. Sous cette forme, il ne s'agit pas de poussières combustibles. Toutefois, il n'est pas complètement oxydé et des particules fines pourraient se former lors des opérations d'approvisionnement ou de transfert. Par conséquent, cette possibilité doit faire l'objet d'un examen critique détaillé, surtout pour ce qui concerne les effets prévisibles susceptibles de conduire à la formation de particules fines, par exemple, une sollicitation mécanique telle que l'abrasion pendant les opérations de transport ou de transfert, ou la dessiccation de matériaux humides. Si de tels effets ne peuvent être exclus, il est nécessaire de recueillir l'avis d'un expert. Les questions liées à la production de particules fines pendant les opérations et le traitement sont abordées à la section A11.2.6.2.1.

Case 5 : Choisissez-vous de tester le matériau solide pour ce qui concerne l'explosibilité des poussières ?

A11.2.3.2.9 Si une épreuve concernant l'explosibilité des poussières est effectuée, elle doit être réalisée en conformité avec des normes d'épreuve reconnues et validées, telles que celles énoncées au point A11.2.8.1. Lorsqu'un matériau solide est testé et que celui-ci n'est pas composé de particules de taille inférieure ou égale à 500 µm, il faut le broyer avant de procéder à l'épreuve.

Case 6 : Les résultats de l'épreuve montrent-ils que le matériau solide est composé de poussières combustibles ?

A11.2.3.2.10 Des propriétés telles que la taille des particules, les propriétés chimiques du matériau, sa teneur en eau, sa forme et la modification de sa surface (par exemple, oxydation, revêtement, activation, passivation) peuvent influencer sur le déroulement de l'explosion. Des épreuves normalisées permettent de déterminer si des poussières sont effectivement susceptibles de constituer des mélanges explosibles avec l'air.

A11.2.4 Facteurs contribuant aux explosions de poussières

Une explosion de poussières peut se produire en présence de poussières combustibles, d'air ou d'une autre atmosphère comburante, d'une source d'inflammation, et lorsque la concentration de poussières combustibles dispersées dans l'air ou une autre atmosphère comburante est supérieure à la concentration minimale d'explosivité. Le rapport entre ces deux facteurs est complexe. Les sections ci-après apportent des précisions concernant les facteurs particuliers qui contribuent à un danger d'explosion de poussières. Dans certains cas, un avis d'expert peut être nécessaire.

A11.2.4.1 Caractéristiques des particules (dimensions et forme)

A11.2.4.1.1 Le critère de la taille de 500 µm repose sur le fait que les particules de plus grande taille ont généralement un rapport surface/volume trop petit pour présenter un danger de déflagration. Ce critère devrait cependant être utilisé avec prudence. Les particules plates ayant la forme d'une plaquette, les flocons ou les fibres dont la longueur est généralement relativement importante par rapport à leur diamètre ne passent pas à travers les orifices d'un tamis de 500 µm, mais ces éléments présentent quand même un danger de déflagration. En outre, lors de leur traitement, de nombreuses particules

Toutefois, le critère « inférieur ou égal » implique un degré de précision dont on ne dispose pas dans la pratique pour ce paramètre.

accumulent une charge électrostatique, s'attirent entre elles et forment des agglomérats. Les agglomérats se comportent souvent comme des particules de plus grande taille mais ils peuvent présenter un danger important lorsqu'ils sont dispersés. Dans ce cas, il est recommandé d'adopter une approche prudente et de traiter le matériau concerné comme des poussières combustibles.

A11.2.4.1.2 La taille des particules influe sur la gravité de l'explosion ainsi que sur l'inflammabilité. En général, plus les particules sont petites, plus les valeurs de l'EMI et de la TMI d'un nuage de poussières sont faibles et plus les valeurs de la pression maximale engendrée par l'explosion et de l'indice K_{st} sont élevées.

A11.2.4.1.3 Il n'est pas possible de fixer une limite de concentration pour la fraction de petites particules de poussières dans une matière ou un mélange solide combustible (par exemple, en pourcentage du poids) garantissant qu'il n'y aura pas de danger lié aux poussières combustibles, et ce pour les raisons suivantes :

- a) De petites quantités de poussières suffisent pour former un mélange d'air et de poussières explosible. En supposant que la LIE de certaines poussières combustibles soit de 30 g/m³, une quantité de 0,3 g dispersée dans 10 litres d'air suffirait pour former une atmosphère de poussières explosible dangereuse. Par conséquent, un nuage de poussières (combustibles) d'un volume de 10 litres doit être considéré comme dangereux même lorsqu'il n'est pas confiné ;
- b) Les poussières peuvent ne pas être réparties de manière égale dans une matière ou un mélange et peuvent s'accumuler et/ou se dissiper.

A11.2.4.2 *Concentration des poussières combustibles*

A11.2.4.2.1 Une explosion de poussières peut se produire si la concentration de poussières combustibles dispersée dans l'air atteint une valeur minimale (la LIE/CME)**. Cette valeur varie selon le type de poussières.

A11.2.4.2.2 La LIE/CME de nombreux matériaux a été mesurée et varie de 10 à 500 g/m³. On peut considérer que la LIE/CME de la plupart des poussières combustibles s'établit à 30 g/m³ (il convient de noter que 30 g dispersés dans 1 m³ d'air constituent un brouillard très dense).

A11.2.4.3 *Air ou autres formes d'atmosphère comburante*

L'air est généralement l'agent comburant lors des explosions de poussières, mais des explosions de poussières peuvent aussi se produire si les poussières combustibles sont traitées dans d'autres gaz ou mélanges de gaz comburants.

A11.2.4.4 *Sources d'inflammation*

A11.2.4.4.1 Les explosions de poussières se produisent lorsqu'une source d'inflammation efficace est présente dans un mélange d'air et de poussières explosible (atmosphère explosible). L'efficacité d'une source potentielle d'inflammation indique la capacité d'enflammer une atmosphère explosible. Cela dépend non seulement de l'énergie de la source d'inflammation mais aussi de son interaction avec l'atmosphère explosible.

A11.2.4.4.2 L'évaluation des sources d'inflammation est une procédure en deux étapes : premièrement, les sources d'inflammation possibles sont recensées. Ensuite, chaque source d'inflammation possible est évaluée sous l'angle de sa capacité à enflammer une atmosphère explosive. Les sources d'inflammation recensées comme efficaces lors de cette

** Bien qu'il existe une limite supérieure d'explosivité (LSE) pour les poussières dans l'air, elle est difficile à mesurer et imprécise. En outre, dans la pratique il n'est généralement pas possible de maintenir de manière continue une concentration de poussières dans l'air supérieure à la LSE ; les épreuves réalisées dans un mélangeur ont montré que les poussières étaient explosives même avec un taux de remplissage de 75 %. En conséquence, à la différence de ce que l'on observe avec les gaz et les vapeurs, l'approche consistant à garantir la sécurité en opérant avec des concentrations de poussières supérieures à la LSE n'est généralement pas viable

procédure doivent alors faire l'objet de mesures préventives appropriées dans le cadre conceptuel de la protection contre les explosions (voir A11.2.6.1).

A11.2.4.4.3 Les sources potentielles d'inflammation sont notamment les suivantes :

- a) Surfaces chaudes
- b) Flammes et gaz chauds
- c) Étincelles produites mécaniquement
- d) Appareils électriques
- e) Courants électriques vagabonds et protection cathodique anticorrosive
- f) Foudre
- g) Électricité statique
- h) Ondes électromagnétiques radio (10^4 Hz – 3×10^{12} Hz)
- i) Ondes électromagnétiques (3×10^{11} Hz – 3×10^{15} Hz)
- j) Rayonnements ionisants
- k) Ultrasons
- l) Compression adiabatique et ondes de choc
- m) Réactions exothermiques, notamment auto-inflammation de poussières, feu couvant/incandescent de particules ou de poussières et réactions aluminothermiques (par exemple, entre l'aluminium et l'acier rouillé).

A11.2.5 *Autres facteurs ayant une incidence sur la gravité d'une explosion de poussières*

Outre les facteurs décrits en A11.2.4, d'autres éléments influent également sur le degré de gravité d'une explosion de poussières. Les plus importants sont les facteurs environnementaux et le confinement, qui sont présentés ci-après. La liste des facteurs étudiés dans cette section n'étant pas complète, il convient de prendre l'avis d'un expert, selon que de besoin, lors de l'évaluation des risques dans une situation donnée.

A11.2.5.1 Influence de la température, de la pression, de la teneur en oxygène et de l'humidité

A11.2.5.1.1 Les données relatives à la sécurité sont fréquemment fournies sur la base du postulat tacite qu'elles concernent des conditions atmosphériques particulières. Elles s'appliquent généralement aux plages de valeurs suivantes (« conditions atmosphériques normales ») :

- a) Température comprise entre -20 °C et $+60$ °C ;
- b) Pression comprise entre 80 kPa (0,8 bar) et 110 kPa (1,1 bar) ;
- c) Teneur de l'air en oxygène normale (21 % v/v).

A11.2.5.1.2 Une augmentation de la température peut avoir plusieurs effets, tels qu'une baisse des valeurs de la CME et de l'EMI, ce qui augmente la probabilité d'une explosion de poussières.

A11.2.5.1.3 Une augmentation de la pression a généralement pour effet de réduire les valeurs de l'EMI et de la TMI d'un nuage de poussières et d'augmenter la valeur de la pression maximale engendrée par l'explosion. Cela produit une augmentation du niveau de sensibilité et accroît ainsi la probabilité et la gravité d'une explosion de poussières.

A11.2.5.1.4 Une augmentation de la teneur en oxygène peut accroître considérablement la sensibilité d'une atmosphère explosible et la gravité d'une explosion en raison de l'augmentation de la pression d'explosion. De la même façon, la baisse de la concentration d'oxygène peut réduire le risque d'explosion. Il est aussi possible que la LIE augmente.

Une telle situation peut se produire lorsqu'un processus se déroule dans une atmosphère inerte.

A11.2.5.1.5 La faible ou la forte humidité (de l'air, en phase gazeuse) peut influencer sur la fréquence des décharges électrostatiques.

A11.2.5.1.6 Par conséquent, le risque et la gravité des explosions de poussières dans des conditions atmosphériques inhabituelles devraient être évalués par des experts en prenant en considération les conditions réelles du processus.

A11.2.5.2 *Confinement*

Le confinement signifie que les poussières se trouvent dans un espace clos ou limité. Des poussières combustibles (telles que définies ci-dessus) peuvent réagir lorsqu'elles sont confinées ou non. Lorsqu'elles sont confinées, la pression d'explosion est susceptible d'être plus forte que lorsqu'elles ne le sont pas, car le confinement a pour effet d'augmenter la pression, ce qui augmente la gravité de l'explosion. L'utilisation d'un dispositif de décompression en cas d'explosion ayant la taille appropriée et placé de manière adéquate permet d'évacuer le nuage de poussière enflammé et les produits brûlants résultant d'une explosion de poussières vers un espace sécurisé hors de la zone de confinement, ce qui réduit le risque de montée en pression et limite ainsi la gravité potentielle de l'explosion. Les conseils d'un expert peuvent être nécessaires en ce qui concerne la conception et l'utilisation possibles d'un événement de décompression en cas d'explosion, compte tenu des propriétés physiques et chimiques et des dangers sanitaires/physiques potentiels de la matière, du mélange ou du matériau solide.

A11.2.6 *Prévention des dangers et évaluation et atténuation des risques*

A11.2.6.1 *Principes généraux de protection contre les explosions de poussières*

A11.2.6.1.1 Le diagramme A11.2.1 présente les principes de la protection contre les explosions. Il propose des mesures de prévention et d'atténuation et il indique quelles sont les caractéristiques de sécurité les plus pertinentes pour les mesures proposées. Pour des indications concernant les caractéristiques de sécurité, il convient de se reporter au tableau A4.3.9.3 de l'annexe 4.

A11.2.6.1.2 La première priorité devrait porter sur des mesures préventives telles que la substitution de produits et la mise en application de processus sans poussières afin d'éviter autant que possible la présence de poussières combustibles, comme il est indiqué dans la colonne du diagramme concernant la suppression des poussières combustibles.

A11.2.6.1.3 Lorsque la présence de poussières combustibles ne peut être évitée, des mesures telles qu'une ventilation par aspiration devraient être prises pour maintenir la concentration des poussières combustibles en dessous de la plage d'explosivité (voir dans la colonne du diagramme le point « Éviter d'atteindre la plage d'explosivité »). Il est important d'adopter de bonnes pratiques de gestion des locaux pour éviter la formation de nuages de poussières ou – si cela est impossible – la propagation d'ondes de pression et de boules de feu à partir d'une explosion initiale, par exemple à l'intérieur d'une installation ou d'une enceinte, qui auraient pour effet de disperser et d'enflammer des accumulations de poussières dans un espace de travail. De telles explosions secondaires peuvent souvent être plus destructrices que la première explosion. Il est fortement recommandé d'établir un plan écrit de gestion des locaux prévoyant des inspections régulières afin de détecter des niveaux de poussières excessifs et mettant notamment l'accent sur certaines zones prioritaires. Les tâches de gestion des locaux devraient être effectuées parallèlement aux opérations.

A11.2.6.1.4 Lorsque des mesures ne peuvent pas être prises pour empêcher ou limiter l'apparition d'atmosphères de poussières explosibles, les sources d'inflammation devraient alors être évaluées et écartées lorsque cela est possible (voir A11.2.4.4 et tableau A11.2.2). Parmi les sources d'inflammation, on peut notamment citer les flammes ou la chaleur résultant du frottement d'équipements mécaniques. La chaleur et l'amorçage d'arc causés par la défaillance d'un dispositif électrique ou l'utilisation d'un dispositif électrique inapproprié, tel qu'un système d'éclairage, un moteur ou un câblage, sont également des sources d'inflammation, comme peut l'être l'utilisation inappropriée d'appareils de soudure ou de coupe. Les inspections, lubrifications et réglages périodiques des équipements

peuvent contribuer de manière significative à prévenir les inflammations susceptibles de conduire à des explosions. D'autres exemples d'éléments à examiner lors de l'évaluation des sources d'inflammation figurent dans la colonne relative à la suppression des sources d'inflammation.

A11.2.6.1.5 Lorsque l'inflammation d'une atmosphère de poussières explosible ne peut être exclue, ses effets possibles devraient être atténués au moyen de mesures de protection. Lorsque le confinement est utilisé comme un moyen de réduire les risques ou lorsque les poussières sont confinées, il faut envisager d'adopter une conception résistante aux explosions ou de mettre en place un événement de décompression. Lorsqu'il est établi que des installations ou des bâtiments contiennent des poussières combustibles, ceux-ci devraient être équipés de dispositifs ou de systèmes conçus pour prévenir les explosions, limiter leur propagation ou limiter les dégâts qui peuvent en résulter. L'événement de décompression en cas d'explosion est l'une des méthodes les plus couramment utilisées pour réduire la pression d'explosion. Des exemples d'autres mesures d'atténuation figurent dans la colonne relative à la réduction des effets des explosions de poussières.

A11.2.6.1.6 La section A11.2.8.2 contient une liste de réglementations et de documents d'orientation relatifs à la prévention et à l'atténuation des explosions de poussières, portant notamment sur les systèmes de prévention d'explosion et l'utilisation d'événements en cas de déflagration.

A11.2.6.1.7 Toutes les installations dans lesquelles il existe un risque d'explosion de poussières devraient disposer d'un programme de sécurité et d'un plan d'action d'urgence bien défini. Il est nécessaire de mettre en place un système de communication permettant de prévenir toutes les personnes se trouvant dans une installation en cas d'urgence. Un système central d'alarme, un système d'alerte par radiomessagerie ou une alerte sonore peuvent être utilisés pour signaler l'obligation d'évacuation. Tous les travailleurs devraient recevoir une formation sur les dangers liés aux poussières combustibles, sur les risques d'explosion et sur les mesures préventives appropriées.

Tableau A11.2.1

Principes généraux de prévention et d'atténuation des explosions de poussières

Prévention		Atténuation
<p>Éliminer ou limiter les atmosphères de poussières explosibles</p> <p><i>Caractéristiques de sécurité pertinentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Explosibilité des poussières <p>Éliminer les poussières combustibles [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Substitution • Passivation • Application de processus sans poussières • ... 	<p>Éliminer les sources d'inflammation</p> <p>Recensement des sources d'inflammation pertinentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recensement des domaines et activités pertinents (zonage) • Recensement des sources d'inflammation potentielles • Définition des caractéristiques de sécurité pertinentes (voir ci-dessous) 	<p>Réduire les effets des explosions de poussières</p> <p><i>Caractéristiques de sécurité pertinentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pression maximale engendrée par l'explosion • Indice de déflagration (K_{st}) <p>Conception assurant la résistance à la pression engendrée par une explosion [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Événement (réduction de la pression engendrée par une explosion) • Résistance aux explosions • ...
<p><i>Caractéristiques de sécurité pertinentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite inférieure d'explosivité (LIE)/Concentration minimale d'explosivité (CME) <p>Éviter d'atteindre la plage d'explosivité [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bonne gestion des locaux • Ventilation par aspiration • Procédures avec réduction des poussières • ... 	<p><i>Caractéristiques de sécurité pertinentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Énergie minimale d'inflammation • Températures minimales d'inflammation (nuages et couches de poussières) • Comportement d'auto-inflammation <p>Prévention contre les sources d'inflammation efficaces [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prévenir l'apparition d'un feu ou de flammes • Interdiction de fumer • Limitation de la température de surface • Utilisation de dispositifs électriques et mécaniques approuvés (selon la zone concernée) • Prévention des décharges électrostatiques (par exemple, dérivation à la terre, matériaux absorbants) • Prévention de la production mécanique de chaleur ou d'étincelles (par exemple, contrôle de la température, du désalignement des éléments mobiles, ...) • Détection et extinction des étincelles • ... 	<p>Élimination des explosions [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Détection des explosions et dispersion d'agents extincteurs (poudre, eau, etc.) • ...
<p><i>Caractéristiques de sécurité pertinentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentration limite en oxygène (CLO) <p>Réduction de la concentration d'oxygène [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise sous atmosphère inerte (N_2, CO_2, argon, gaz de combustion, vapeur d'eau, ...) 		<p>Isolement de l'explosion [exemples ci-dessous]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de composants résistant à l'inflammation et aux flammes (soupapes rotatives, soupapes à double effet, soupapes à clapet rapide, ...) • Obstacles favorisant l'extinction • ...

A11.2.6.2 *Considérations relatives à la protection contre les explosions de poussières au cours des opérations et du traitement*

A11.2.6.2.1 Les opérations de traitement peuvent modifier la structure physique des matières, des mélanges et des matériaux solides et provoquer ainsi la formation de petites particules (par exemple, lors du tamisage, du fraisage ou du broyage). Lorsque des matières, des mélanges ou des matériaux solides qui ne sont pas complètement oxydés sont soumis à de telles opérations, cela peut provoquer la formation de poussières combustibles. En pareil cas, les principes énoncés dans le présent document guide s'appliquent de la même façon et les mesures de prévention des dangers et d'évaluation et d'atténuation des risques décrites au A11.2.6.1 devraient être envisagées. La partie responsable d'une installation effectuant des opérations de traitement (par exemple, le fabricant ou l'employeur) est la mieux placée pour savoir quelles opérations sont nécessaires pour bien évaluer les risques d'explosion de poussières et décider des mesures appropriées de prévention des dangers et d'atténuation des risques.

11.2.6.2.2 Le tableau A11.2.2 décrit les sources d'inflammation potentielles qui peuvent être présentes pendant les opérations et qui devraient être examinées. Les sources d'inflammation y sont citées à titre d'exemple aux fins de l'évaluation des mesures de protection contre les explosions de poussières pouvant être prises au cours des opérations. L'avis d'experts peut être nécessaire pour élaborer et appliquer des mesures d'atténuation et de prévention appropriées.

Tableau A11.2.2
Sources potentielles d'inflammation pendant les opérations

Type de source d'inflammation [voir A11.2.4.4.3]	Gestion des locaux	Stockage	Opérations de transfert			Préparation et emballage				Réaction et traitement en aval				
	Travaux de construction, de réparation, d'entretien		Transport (solides)	Pompage (liquides)	Autres opérations de transfert	Mélange (aucune réaction)	Tamassage/traisage/broyage	Opérations de préparation	Emballage	Réaction	Maintenance/épuration des effluents gazeux	Traitement final (démixtion ; cristallisation ; filtration, isolement)	Distillation	Séchage
Surfaces chaudes	Causé par le frottement des parties mobiles au niveau des roulements, des joints pour arbre tournants, etc.					Engin calorifique, tuyaux, échangeurs de chaleur								
Flammes et gaz chauds	Travaux à chaud : soudure, découpage, etc.	Généralement pas pertinent							Formation possible de gaz chauds	Généralement pas pertinent				
Étincelles produites mécaniquement	Étincelles produites par l'utilisation d'outils (par exemple, martellement, forage, broyage)		Étincelles produites en raison de broyages, de frictions ou de chocs (souvent dus à des défaillances mécaniques ou à l'entraînement d'éléments étrangers dans un appareil ou une machine en mouvement)								Généralement pas pertinent		Étincelles produites en raison de broyages, de frictions ou de chocs	
Matériel électrique	Machines, installations techniques de contrôle du processus, moteurs, interrupteurs, câbles, éclairage													
Courants électriques vagabonds et protection cathodique anticorrosive	Courants vagabonds, par exemple, provenant d'une soudure ou d'une pièce défectueuse	Pertinent dans certains cas, par exemple : courant de retour vers une centrale électrique, voies ferrées, proximité d'un système électrique de forte intensité												
Foudre	Pertinent dans certains cas, par exemple : orages, même lorsque la foudre est invisible, activités proches de systèmes de protection contre la foudre													
Électricité statique	Pertinent dans certains cas		Souvent générée par des flux ou des processus de séparation											
Ondes électromagnétiques radio	Généralement pas pertinent		Pertinent dans certains cas, par exemple : station de transmission radio, générateur à haute fréquence pour le chauffage, le séchage, la soudure, la coupe											
Ondes électromagnétiques			Pertinent dans certains cas, par exemple : insolation, source lumineuse puissante, rayonnement laser											
Rayonnements ionisants			Pertinent dans certains cas, par exemple : machine à rayons X, matières radioactives											

Type de source d'inflammation [voir A11.2.4.4.3]	Gestion des locaux	Stockage	Opérations de transfert			Préparation et emballage				Réaction et traitement en aval					
	Travaux de construction, de réparation, d'entretien		Transport (solides)	Pompage (liquides)	Autres opérations de transfert	Mélange (aucune réaction)	Tamissage/traisage/broyage	Opérations de préparation	Emballage	Réaction	Manutention/épuration des effluents gazeux	Filtration, isolement)	Traitement final (démixtion ; cristallisation ; filtration, isolement)	Distillation	Séchage
Ultrasons	Pertinent dans certains cas, par exemple : scanner à ultrasons, contrôle par ultrasons, appareil de forage sonique														
Compression adiabatique et ondes de choc	Généralement pas pertinent		Compression de gaz, soupapes à fermeture rapide lors du transport/pompage d'un matériau		Généralement pas pertinent				Pertinent dans certains cas, par exemple : relaxation des gaz sous haute pression dans des conduites, coup de marteau						
Réactions exothermiques	Généralement pas pertinent	Matières pyrophoriques et auto-échauffantes	Transfert de sources de feu couvant dans d'autres zones		Pyrophoriques et les matières auto-échauffantes				Réaction très exothermique	Auto-échauffement et inflammation d'absorbants de charbon de bois	Catalyseurs ou résidus activés	Décomposition de résidus possible	Auto-inflammation de couches de poussières (particulièrement lors de séchage par pulvérisation)		

A11.2.7 Informations supplémentaires sur la communication des dangers et des risques

A11.2.7.1 Comme il est expliqué au paragraphe 1.4.6.3 du chapitre 1.4, de nombreux éléments de communication n'ont pas été normalisés dans le système harmonisé. Certains de ces éléments doivent clairement être communiqués aux utilisateurs en aval. Les autorités compétentes peuvent exiger des informations supplémentaires ou les fournisseurs peuvent choisir de leur propre initiative d'ajouter des informations. Chaque partie produisant ou distribuant un produit défini comme dangereux, y compris s'il s'agit d'un produit pouvant devenir dangereux pendant son traitement en aval, devrait établir et fournir à ses utilisateurs en aval des informations appropriées, sous la forme d'une fiche de données de sécurité (FDS) ou dans un autre format selon que de besoin, afin de prévenir les utilisateurs des dangers et des risques.

A11.2.7.2 Pour les matières, les mélanges et les matériaux solides, les sections 2, 5, 7 et 9 de la FDS, au minimum, devraient contenir des informations sur les poussières combustibles. L'annexe 4 du SGH fournit des indications supplémentaires sur chaque section de la FDS. Par exemple, la section 2 (A4.3.2) traite de dangers qui ne donnent pas lieu à une classification ; la section 5 (A4.3.5) porte sur les mesures à prendre en cas d'incendie ; la section 7 (A4.3.7) donne des indications sur les pratiques de manutention sûres ; et la section 9 (A4.3.9) décrit les propriétés physiques et chimiques des matières, mélanges ou matériaux solides.

A11.2.7.3 Pour signaler de manière normalisée les dangers liés aux poussières combustibles et donc un risque potentiel d'explosions de poussières selon l'approche décrite dans la présente annexe, les autorités compétentes peuvent exiger l'utilisation des phrases proposées ci-après sur les étiquettes, les FDS et/ou les instructions d'utilisation, ou laisser au fabricant ou au fournisseur le choix de décider de ce qu'il convient de faire à ce sujet :

- a) Dans le cas où une matière ou un mélange est recensé comme composé de poussières combustibles selon la figure A11.2.1 : « Peut former un mélange explosible de poussières et d'air en cas de dispersion », ou
- b) Dans le cas où une matière, un mélange ou un matériau solide doit encore subir un traitement produisant des poussières combustibles selon le A11.2.6.2.1, en combinaison avec la figure A11.2.1 : « Peut former un mélange explosible de poussières et d'air si des petites particules sont produites pendant une manipulation ou un traitement ultérieur ou par d'autres moyens. »
- c) En outre, le terme « Attention » peut être utilisé en conjonction avec les éléments énoncés au point a) ou b).

A11.2.8 Références

A11.2.8.1 Méthodes d'épreuve

Des normes et les méthodes d'épreuve reconnues et scientifiquement validées, telles que celles qui sont énumérées ci-après, devraient être utilisées pour évaluer l'explosibilité des poussières.

Normes internationales

ISO/IEC 80079-20-2, « Atmosphères explosives – Partie 20-2 : Caractéristiques des produits – méthodes d'essai des poussières combustibles »

Normes nationales

ASTM E1226, « Standard Test Method for Explosibility of Dust Clouds »

VDI* 2263-1, « Incendies de poussières et explosions de poussières ; dangers – évaluations – mesures de protection ; méthodes d'épreuve pour la détermination des caractéristiques de sécurité des poussières »

A11.2.8.2 *Réglementations et documents d'orientation sur la prévention et l'atténuation*

Il existe un certain nombre de documents proposant des orientations sur les mesures de prévention et d'atténuation visant à limiter ou à éliminer les explosions de poussières. On trouvera ci-après une liste partielle de ces documents. L'utilisation des documents spécifiques au pays, notamment ceux qui traitent des dangers et des risques particuliers associés à des matériaux tels que le bois, le charbon, le soufre, les métaux combustibles et les produits agricoles et alimentaires, est encouragée lorsqu'ils sont disponibles.

- a) Directive 1999/92/CE du Parlement européen et du Conseil (ATEX), Annexe 1
- b) Directive de l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (États-Unis d'Amérique) sur les poussières combustibles (Combustible Dust National Emphasis Program)
- c) Direction de la santé et de la sécurité, Royaume-Uni, HSG 103, Safe Handling of Combustible Dusts : Precautions Against Explosions
- d) National Fire Protection Association (NFPA) (États-Unis d'Amérique)
NFPA 652 : norme sur les principes fondamentaux relatifs aux poussières combustibles
NFPA 654 : norme pour la prévention des incendies et des explosions de poussières provenant de la fabrication, du traitement et de la manutention des matériaux solides particuliers combustibles
NFPA 68 : norme sur la protection contre les explosions au moyen d'événements de décompression des déflagrations
NFPA 69 : norme sur les systèmes de prévention des explosions »

* VDI est le sigle correspondant à « Verein Deutscher Ingenieure ».

Annexe 2

Amendements corollaires à apporter à l'annexe 4 du SGH

Section A4.3.2.3

Remplacer la dernière phrase (« La mention “Peut former un mélange explosible d’air et de poussières en cas de dispersion” convient dans le cas d’un danger d’explosion de poussières. ») par la phrase ci-après:

« Pour signaler de manière normalisée les dangers liés aux poussières combustibles et donc un risque potentiel d’explosions de poussières selon l’approche décrite dans l’annexe 11, les autorités compétentes peuvent autoriser l’utilisation des phrases proposées au A11.2.7.3 sur les étiquettes, les FDS et/ou les instructions d’utilisation, ou laisser au fabricant ou au fournisseur le choix de décider de ce qu’il convient de faire à ce sujet. ».
