



---

**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 transport  
des marchandises dangereuses****Quarante et unième session**

Genève, 25 juin-4 juillet 2012

Point 2 c) de l'ordre du jour provisoire

**Explosifs et questions connexes:  
explosifs désensibilisés****Sous-Comité d'experts du Système général harmonisé  
de classification et d'étiquetage des produits chimiques****Vingt-troisième session**

Genève, 4-6 juillet 2012

Point 2 a) de l'ordre du jour provisoire

**Mise à jour du Système général harmonisé  
de classification et d'étiquetage des produits  
chimiques (SGH): dangers physiques****Classement des explosifs désensibilisés aux fins de la  
distribution et de l'utilisation: Résultats d'épreuves  
effectuées sur la nitrocellulose industrielle****Communication du Conseil international des associations chimiques  
(ICCA)<sup>1</sup>****Introduction**

1. Au cours des dernières réunions du Sous-Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses et du Sous-Comité d'experts du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques, les deux Sous-Comités ont appuyé la poursuite des travaux relatifs à la définition de critères de classification des explosifs désensibilisés en vue de leur distribution et de leur utilisation (rapports ST/SG/AC.10/C.3/80 et ST/SG/AC.10/C.4/44). Les experts ont été priés de fournir au Groupe de travail des explosifs des résultats d'épreuves concernant des explosifs désensibilisés types.

2. Le Groupe de travail des explosifs flegmatisés a examiné la liste des explosifs désensibilisés actuellement affectés à la classe 3 et à la division 4.1 et les a classés provisoirement en fonction du risque principal (ST/SG/AC.10/C.3/2099/11). Les experts ont constaté que le danger présenté par les explosifs désensibilisés variait considérablement.

---

<sup>1</sup> Conformément au programme de travail du Sous-Comité pour 2011-2012, adopté par le Comité à sa cinquième session (voir ST/SG/AC.10/C.3/76, par. 116, et ST/SG/AC.10/38, par. 16).

3. En Allemagne, les matières ayant des propriétés explosives sont classées selon leur niveau de risque dans la Directive SprengLR011 relative à l'affectation des matières présentant des propriétés explosives à des classes de stockage. Cette directive couvre principalement les matières considérées comme des explosifs occasionnels, c'est-à-dire qui n'ont pas été fabriquées dans le but de produire un effet explosif ou pyrotechnique.

4. L'ICCA, au nom de la WONIPA, l'Association mondiale des fabricants de nitrocellulose, qui représente les fabricants de nitrocellulose industrielle et fournit 80 % de la production mondiale (environ 200 000 tpa), présente ici les résultats d'épreuves et la méthode employée en Allemagne par l'autorité compétente (Institut fédéral de recherche et d'essais sur les matières (BAM)). À condition qu'il n'y ait pas explosion en masse ou risque de projections dangereuses, des matières qui peuvent présenter des propriétés explosives (par exemple les explosifs désensibilisés comme la nitrocellulose industrielle) sont classées en quatre types («groupes de stockage») selon leur vitesse de combustion lors d'une épreuve du brasier. Afin de faciliter les comparaisons, la vitesse de combustion est mesurée pour une quantité de 10 000 kg.

## I. Rappel des faits

5. Les membres de la WONIPA livrent depuis plus de trente ans des produits à base de nitrocellulose industrielle au marché allemand (actuellement environ 10 000 tpa, au titre des Nos ONU 2555, 2556 et 2557<sup>2</sup>) et possèdent de ce fait une longue expérience de la méthode d'essai allemande et de l'affectation aux groupes de stockage.

6. Les épreuves allemandes déterminent de manière appropriée la vitesse de combustion et les risques de rayonnement calorifique pour les différentes qualités de nitrocellulose. Les essais de produits fabriqués par les membres de la WONIPA ont été exécutés par le BAM sur de la nitrocellulose industrielle emballée dans des caisses en carton (4G) ou des fûts en carton (1G) approuvés par l'ONU, conformément à l'instruction d'emballage P406.

7. Pour tous les produits à base de nitrocellulose industrielle soumis aux essais par le BAM ces trente dernières années, la température d'inflammation était supérieure à 180 °C pour les Nos ONU 2555 et 2556 et supérieure à 170 °C pour le No ONU 2557. La détermination de la température d'inflammation a été réalisée conformément aux dispositions de la section 2.3.2 de l'ADR<sup>3</sup>.

8. L'annexe 1 présente les résultats obtenus pour plus de 200 préparations de nitrocellulose industrielle classées par le BAM. La composition des produits, les viscosités par rapport à la norme et la teneur en azote sont représentatives de presque toutes les qualités de produits à base de nitrocellulose industrielle qui sont fabriqués dans le monde.

9. Sans aucune exception, tous les produits de nitrocellulose industrielle soumis aux épreuves depuis trente ans ont été classés par le BAM comme des matières solides inflammables, explosifs désensibilisés de la division 4.1 (voir l'annexe 1), aucun n'a été classé comme explosif. Pour chacun d'eux, le BAM a délivré un certificat indiquant le groupe de stockage et la vitesse de combustion.

---

<sup>2</sup> No ONU 2555 NITROCELLULOSE AVEC au moins 25 % (masse) d'EAU  
No ONU 2556 NITROCELLULOSE AVEC au moins 25 % (masse) d'ALCOOL et une teneur en azote ne dépassant pas 12,6 % (rapportée à la masse sèche)  
No ONU 2557 NITROCELLULOSE EN MÉLANGE d'une teneur en azote ne dépassant pas 12,6 % (rapportée à la masse sèche) AVEC ou SANS PLASTIFIANT, AVEC ou SANS PIGMENT)

<sup>3</sup> Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route.

10. Les utilisateurs de nitrocellulose industrielle en Allemagne connaissent le groupe de stockage et le risque d'incendie de chaque produit qui leur est livré car le groupe de stockage est indiqué sur l'étiquette de chaque colis.

11. L'annexe 2 décrit la méthode qui permet de déterminer la vitesse de combustion pour une quantité de 10 000 kg et d'affecter les matières ayant des propriétés explosives aux groupes de stockage.

## **II. Proposition**

12. La WONIPA propose d'universaliser le système de classification employé en Allemagne pour déterminer les groupes de stockage des produits à base de nitrocellulose industrielle, en ajoutant une épreuve de mesure de la vitesse de combustion pour les explosifs désensibilisés dans le *Manuel d'épreuves et de critères* de l'ONU, peut-être en tant qu'épreuve 6 e), et en introduisant une disposition spéciale pour la nitrocellulose industrielle dans le nouveau chapitre qui doit être créé dans le SGH.

13. L'information relative au groupe de stockage pourrait figurer sur les fiches de données de sécurité. Des méthodes d'essai comparables sont utilisées aussi dans d'autres pays, par exemple aux Pays-Bas et au Royaume-Uni.

## **III. Justification**

14. Le système allemand s'est avéré capable d'assurer un degré de sécurité élevé.

15. Étant donné que toute la gamme des produits à base de nitrocellulose industrielle fabriqués dans le monde a déjà été testée par le BAM au cours des trente dernières années, il n'est pas nécessaire de procéder à des essais supplémentaires, et cela permettra à ce secteur de faire des économies

## Annexe 1

### Résultats des essais

1. Tous les produits à base de nitrocellulose industrielle fabriqués dans le monde peuvent être comparés sur la base de leur teneur en azote et de leur viscosité par rapport à la norme (DIN EN ISO 14446). La WONIPA a donc procédé ainsi pour présenter les résultats des essais exécutés par le BAM dans le tableau ci-après. Il convient de noter que le BAM utilise aussi les viscosités en fonction de la norme lorsqu'il publie la classification par groupe de stockage, qui concerne le stockage de la nitrocellulose industrielle dans les entrepôts.

2. Trois types de produits à base de nitrocellulose industrielle ont été définis d'après leur teneur en azote:

- a) Qualité E, produits solubles dans des esters, d'une teneur en azote comprise entre 11,8 et 12,3 %;
- b) Qualité M, produits moyennement solubles dans l'alcool, d'une teneur en azote comprise entre 11,3 et 11,8 %; et
- c) Qualité A, produits solubles dans l'alcool, d'une teneur en azote comprise entre 10,7 et 11,3 %.

Les résultats des essais ont donc été regroupés en trois tableaux distincts.

3. La première colonne de ces tableaux indique le type de nitrocellulose industrielle, identifié conformément à la norme ISO 14446 par un ensemble de deux éléments:

- a) Un numéro à un ou deux chiffres qui indique la concentration de la solution de nitrocellulose requise pour obtenir une viscosité de  $400 \pm 25$  mPa.s; et
- b) Une lettre qui identifie le solvant dans lequel ce produit est soluble:
  - **E**: soluble dans les esters;
  - **M**: moyennement soluble dans l'alcool;
  - **A**: soluble dans l'alcool.

Par exemple, pour le type 4E dans le premier tableau, on obtient une viscosité de  $400 \pm 25$  mPa.s avec une concentration de 4 %.

Les viscosités sont mesurées dans un mélange contenant 95 % d'acétone et 5 % d'eau au moyen d'un viscosimètre Höppler. Historiquement, les divers types de nitrocellulose industrielle ont été mis au point seulement pour quelques-unes des viscosités prévues dans la norme. Étant donné qu'il est techniquement possible de fabriquer des produits présentant toutes les viscosités indiquées dans la norme, celles-ci ont été incluses en totalité dans les tableaux mais certaines cases demeurent vides.

4. Les résultats de ces essais sont présentés en fonction de la teneur en flegmatisant.

**Classifications par groupe de stockage pour les qualités de nitrocellulose définies par la norme conformément à la Directive SprengLR011, effectuées par le BAM pendant la période 1981-2011**

a) Qualité E soluble dans les esters avec une teneur en azote comprise entre 11,8 et 12,3 %

Type de nitrocellulose	IPA 35 %	IPA 30 %	ETH 35 %	ETH 30 %	BUT 35 %	BUT 30 %	Eau 35 %	Plaquettes de nitrocellulose contenant 20 % de plastifiant
3E								
4E	Ia (330)	Ia (760 )	II	II	Ia (530)	Ia (540)		Ia (1115)
5E								
6E	Ib		II		Ia (390)			Ia (1115)
7E	Ib	Ia (430 )	II	II	Ia (320)	Ia (420)		Ia (1115)
8E	Ib		II		Ib	Ia (420)		Ia (1115)
9E	Ib	Ia (330)	II	II	Ib	Ia (420)		Ia (1115)
10E	Ib		II		Ib			Ia (1115)
11E								
12E	II	Ib	III	II	Ib	Ia (330)	III	Ia (1115)
13E	II		III		Ib			Ia (1115)
14E								
15E	II	Ib	III	II	Ib	Ib		Ia (1115)
16E								
17E								
18E	II		III		II			Ia (1115)
19E								
20E	II	II	III	II	II			Ia (1115)
21E					II	II		Ia (1115)
22E	II	II	III	II	II	II	III	Ia (1115)
23E	II	II	III		II		III	Ia (1115)
24E	II	II	III	II	II	II		Ia (1115)
25E	II	II	III	II	II	II	III	Ia (1115)
26E								
27E	II	II	III	II	II	II		Ia (1115)
28E	II	II	III		II			
29E								
30E					II	II		
31E	II		III					Ia (1115)
32E	II	II	III	II	II	II		Ia (1115)
33E								
34E	III	II	III	II	II			Ia (1115)
35E								
36E								
37E								
38E								

**Classifications par groupe de stockage pour les qualités de nitrocellulose définies par la norme conformément à la Directive SprengLR011, effectuées par le BAM pendant la période 1981-2011**

- b) Qualité M moyennement soluble dans l'éthanol avec une teneur en azote comprise entre 11,3 et 11,8 %

Type de nitrocellulose	IPA 35 %	IPA 30 %	ETH 35 %	ETH 30 %	BUT 35 %	BUT 30 %	Eau 35 %	Plaquettes de nitrocellulose contenant 20 % de plastifiant
12M					II			
13M								
14M	II	II	III	II				Ia (1115)
15M					II	Ib		
16M								
17M	II	II	III	II	II			Ia (1115)
18M	II	II	III	II	II			Ia (1115)
19M								
20M								
21M	II	II	III	III	II			Ia (1115)
22M								
23M								
24M					II	II		
25M					II	II		
26M								
27M	III	II	III	III	II	II	III	Ia (1115)
28M								
29M								
30M					II	II		
31M								
32M					II	II		
33M								
34M	III	II	III	III	III			Ia (1115)

**Classifications par groupe de stockage pour les qualités de nitrocellulose définies par la norme conformément à la Directive SprengLR011, effectuées par le BAM pendant la période 1981-2011**

c) Qualité A soluble dans l'alcool avec une teneur en azote comprise entre 10,7 et 11,3 %

Type de nitrocellulose	IPA 35 %	IPA 30 %	ETH 35 %	ETH 30 %	BUT 35 %	BUT 30 %	Eau 35 %	Plaquettes de nitrocellulose contenant 20 % de plastifiant
7A								
8A								
9A	III	II	III	II	II			Ia (1115)
10A								
11A								
12A								
13A								
14A								
15A	III	II	III	II	III	Ib		Ia (1115)
16A								
17A								
18A								
19A								
20A								
21A								
22A								
23A	III	II	III	III	III			Ia (1115)
24A					III	II		
25A					III	II		
26A								
27A	III	II	III	III	III	II		Ia (1115)
28A								
29A								
30A	III	II	III	III	III	II	III	Ia (1115)
31A	III	II	III	III				Ia (1115)
32A	III	II	III	III	III	II		
33A		II	III					Ia (1115)
34A								
35A								

## Annexe 2

### Détermination de la vitesse de combustion pour 10 000 kg

#### 1. Introduction

1.1 La série d'épreuves visant à déterminer la vitesse de combustion pour 10 000 kg permet de connaître le comportement d'un explosif désensibilisé dans un colis lorsqu'il est exposé à un feu d'origine externe ou interne. La vitesse de combustion pour 10 000 kg peut être utilisée pour le classement en différents types.

1.2 Les épreuves des types 6 a) et 6 b) sont exécutées dans l'ordre alphabétique sur les explosifs désensibilisés placés dans un colis, avant les épreuves visant à déterminer la vitesse de combustion par une épreuve à grande échelle.

1.3 Toutefois, il n'est pas toujours nécessaire de les exécuter toutes. L'épreuve du type 6 b) n'est pas obligatoire si, à chacun des essais de l'épreuve 6 a):

- a) L'enveloppe extérieure de l'emballage n'est pas endommagée par une détonation ou une inflammation interne;
- b) Le contenu du colis n'explose pas, ou explose si faiblement qu'une propagation de l'effet explosif d'un colis à un autre lors de l'épreuve du type 6 b) est exclue.

1.4 L'épreuve visant à déterminer la vitesse de combustion par un effet à grande échelle n'est pas obligatoire, si lors de l'épreuve du type 6 b), il se produit une explosion instantanée de la quasi-totalité du contenu de la pile. Dans ce cas, le produit est classé dans la division 1.1.

1.5 Si une matière donne un résultat «-» (pas de propagation de la détonation) dans le type d'épreuve a) de la série 1, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve 6 a) avec un détonateur. Si une matière donne un résultat «-» (déflagration nulle ou lente) dans une épreuve du type c) de la série 2, il n'est pas obligatoire d'exécuter l'épreuve 6 a) avec un inflammateur.

La vitesse de combustion est définie comme la vitesse de combustion d'une masse de 10 000 kg. En pratique, la combustion est provoquée au moyen d'une pile de colis dont la masse totale est approximativement de 500 kg.

Les épreuves sont exécutées sur les matières placées dans des colis tels qu'ils sont préparés pour le stockage.

Tous les types de colis sont soumis aux épreuves sauf si:

- a) L'explosif désensibilisé, y compris le colis quel qu'il soit, peut être affecté sans ambiguïté à une vitesse de combustion et à un type par une autorité compétente en fonction des résultats d'autres épreuves ou d'informations dont on dispose; ou
- b) L'explosif désensibilisé, quel que soit son emballage, est affecté à la division 1.1.



## 2. Appareillage et matériels

2.1 L'épreuve est exécutée de manière à obtenir les résultats les plus défavorables.

2.2 Les matériels suivants sont nécessaires:

Les épreuves sont exécutées une seule fois (c'est-à-dire non répétées) avec:

- a) 1, 6 et 10 colis, jusqu'à atteindre un poids total maximal de 500 kg avec des colis pesant jusqu'à 25 kg;
- b) 1, 3 et 6 colis, jusqu'à atteindre un poids maximal de 500 kg avec des colis pesant entre 25 et 50 kg;
- c) 1 colis ou plus, jusqu'à atteindre un poids total maximal de 500 kg avec des colis pesant plus de 50 kg;
- d) Bacs de collecte appropriés;
- e) Palettes en bois (DIN 15146), copeaux de bois et combustible;
- f) Moyens d'allumage appropriés pour mettre le feu aux palettes en bois ou aux copeaux de bois;
- g) Caméras ou caméras vidéo, colonnes thermiques ou détecteurs à infrarouge.

On augmente le nombre d'essais et/ou la masse totale (si nécessaire) lorsque les résultats et les risques correspondants ne peuvent être évalués correctement.

## 3. Procédure

3.1 Les colis sont posés sur des palettes en bois stabilisées. Les palettes sont placées dans un bac (ou deux si nécessaire). Un bac doit contenir au moins une palette complète avec un espace de 10 centimètres tout autour de la palette. Le matériau inflammable est placé sous les colis et autour de ceux-ci de manière à garantir un allumage optimal de l'explosif désensibilisé.

*Note: Une quantité de 10 kg environ de copeaux de bois est en général suffisante. Les palettes de bois et les copeaux de bois sec doivent être trempés dans un mélange liquide de combustible (90 % de fuel domestique et 10 % de pétrole léger).*

3.2 Le rayonnement calorifique est mesuré pendant l'épreuve au moyen d'un équipement approprié situé à trois emplacements au moins, et à trois distances différentes du feu.

Ces distances sont:

- a) Suffisamment grandes, d'une part;
- b) Telles qu'elles permettent de déceler des signaux de niveaux suffisants compte tenu des possibilités du matériel, d'autre part.

3.3 Pour mesurer par exemple le rayonnement calorifique, on utilise des colonnes thermiques ou des détecteurs à infrarouge.

3.4 Les signaux sont enregistrés en continu. Le point de départ du feu est défini comme le moment à partir duquel une réaction de la matière soumise à l'épreuve est décelée. Le point final est déterminé d'après les courbes de rayonnement enregistrées.

## 4. Méthode d'évaluation des résultats

### 4.1 Évaluation de l'essai et calcul de la vitesse de combustion de 10 000 kg d'explosifs désensibilisés

S'il se produit une explosion en masse ou des explosions séparées ou des projections métalliques (de fragments), l'explosif désensibilisé est affecté à la classe 1.

- a) La fin de la combustion est caractérisée par une diminution de la chaleur de rayonnement  $I$ , résultant de la flamme, jusqu'à moins de 5 % du niveau maximal  $I_{max}$ ;
- b) Il convient de tenir compte dans l'évaluation de l'effet des résidus ou matériaux de combustion éventuellement présents;
- c) La durée de combustion  $t$  est la période qui s'écoule entre le début et la fin du feu;
- d) La vitesse de combustion  $A$  [kg/min] peut être calculée pour chaque quantité testée  $m$  [kg] et sa durée de combustion correspondante  $t$  [min] au moyen de l'équation:

$$A = \frac{m}{t}$$

- e) Le rendement calorifique moyen en pourcentage  $\eta$ , à une distance donnée du feu est déterminé à partir des niveaux de rayonnement mesurés et de l'énergie théorique maximale;
- f) L'énergie théorique maximale est égale à la masse de chaque matière testée [en kg] multipliée par la chaleur de combustion [kJ/kg]. La quantité d'énergie qui, en pratique, est transférée par rayonnement est déterminée par intégration de l'aire sous la courbe de rayonnement mesurée;
- g) Pour cela, on établit un graphique indiquant le rayonnement calorifique  $I$  [kW/m<sup>2</sup>] en fonction du temps. La chaleur rayonnée totale est calculée par intégration de la courbe lissée et corrigée jusqu'à 1 à 5 % de  $I_{max}$ ;
- h) La valeur pertinente de  $I$  est déterminée à partir du sommet de la courbe du rayonnement calorifique calculé en tant que valeur moyenne du rayonnement en transformant l'aire intégrée en un rectangle de dimensions égales pour la même période;
- i) Le coefficient de forme  $f$  qui doit être pris en considération pendant l'intensité de combustion maximale, peut être déterminé au moyen de la formule:

$$f = \frac{I_{\text{pertinent}}}{I_{\text{calculé}}}$$

Le critère de classification est la vitesse de combustion  $A_C$  pour 10 000 kg d'explosif désensibilisé.

La vitesse de combustion  $A_C$  est déterminée comme suit:

- a) Log  $A$  est rapporté à log  $m$ , où  $A$  est la vitesse de combustion mesurée et  $m$  la masse d'explosif désensibilisé utilisée pour l'épreuve. Les résultats observés sont extrapolés au moyen de ce graphique jusqu'à obtenir une vitesse de combustion brute  $A$  pour une masse de 10 000 kg au moyen de la formule:

$$A \sim m^{\frac{2}{3}}$$

- b) En règle générale, le meilleur moyen d'effectuer cette extrapolation est de prendre comme base les quantités les plus importantes. La valeur  $A_{10t}$  doit être corrigée pour obtenir la véritable vitesse de combustion pour une masse de 10 000 kg d'explosif désensibilisé,  $A_C$ , par application de la formule:

$$A_C = A_{10t} \cdot \frac{H_v}{33\,500} \cdot \frac{\eta}{0,25} \cdot \frac{f}{2,78}$$

Où  $H_v$  est la chaleur de combustion de la matière [kJ/kg] (c'est-à-dire l'enthalpie de réaction de la combustion),  $A_C$  est la vitesse de combustion corrigée [kg/min] pour une quantité de 10 000 kg.

Détermination des types (de stockage):

Type Ia:  $A_C$  est égal ou supérieur à 300 kg/min;

Type Ib:  $A_C$  est égal ou supérieur à 140 kg/min mais inférieur à 300 kg/min;

Type II:  $A_C$  est égal ou supérieur à 60 kg/min mais inférieur à 140 kg/min;

Type III:  $A_C$  est inférieur à 60 kg/min.

## 5. Exemples de résultats fournis par des explosifs désensibilisés types

Les préparations de nitrocellulose sont emballées dans des fûts en carton (1G) pesant au maximum 100 kg et dans des caisses en carton (4G) pesant au maximum 25 kg.

5.1 Préparations de nitrocellulose qualité E, solubles dans les esters avec un flegmatisant différent et une teneur en azote comprise entre 11,8 et 12,3 %.

Type de nitrocellulose	IPA 35 %	IPA 30 %	ETH 35 %	ETH 30 %	BUT 35 %	BUT 30 %	Eau	Plaquettes <sup>a</sup>
12E	II	Ib	III	II	Ib	Ia (330 kg/min)	III	Ia (1 115 kg/min)
22E	II	II	III	II	II	II	III	Ia (1 115 kg/min)
25E	II	II	III	II	II	II	II	Ia (1 115 kg/min)

IPA (Isopropanol), ETH (Éthanol), BUT (Butanol).

<sup>a</sup> Plaquettes de nitrocellulose contenant 20 % de plastifiant.

5.2 Préparations de nitrocellulose, qualité M moyennement solubles dans l'alcool avec flegmatisant différent et une teneur en azote comprise entre 11,3 et 11,8 %.

Type de nitrocellulose	IPA 35 %	IPA 30 %	ETH 35 %	ETH 30 %	BUT 35 %	BUT 30 %	Eau	Plaquettes <sup>a</sup>
15M					II	Ib		
27M	II	II	III	III	II	II	III	Ia (1 115 kg/min)
34M	II	II	III	III	III			Ia (1 115 kg/min)

IPA (Isopropanol), ETH (Éthanol), BUT (Butanol).

<sup>a</sup> Plaquettes de nitrocellulose contenant 20 % de plastifiant.

5.3 Préparations de nitrocellulose, qualité A solubles dans l'alcool avec un flegmatisant différent et une teneur en azote comprise entre 10,7 et 11,3 %.

Type de nitrocellulose	IPA 35 %	IPA 30 %	ETH 35 %	ETH 30 %	BUT 35 %	BUT 30 %	Eau	Plaquettes <sup>a</sup>
15A	III	II	III	II	II	Ib		Ia (1 115 kg/min)
30A	III	II	III	III	II	II	III	Ia (1 115 kg/min)
32A	III	II	III	III	III	II		

IPA (Isopropanol), ETH (Éthanol), BUT (Butanol).

<sup>a</sup> Plaquettes de nitrocellulose contenant 20 % de plastifiant.

*Références bibliographiques*

- [1] German “Guideline for the assignment of substances which may show explosive properties to Storage Groups (SprengLR011)”.
  - [2] *Thermal radiation hazards from organic peroxides*, Roberts, T.A. and Merrifield, R., *J. Loss. Prev. Process Ind.* 1990, 3, 244.
  - [3] *Thermal radiation hazard and separation distances for industrial cellulose nitrate*, Roberts, T.A. and Merrifield, R., *J. Loss. Prev. Process Ind.* 1992, 5,311.
  - [4] *Storage of Organic Peroxides*, *Publication Series on Dangerous Substances 8 (PGS 8)*, Ministries of Social Affairs and of the Interior, The State Secretary of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM), Pays-Bas 2006.
  - [5] *The storage and handling of organic peroxides*, *Guidance Note CS21*, Health and Safety Executive, 1998, Royaume-Uni.
-