



---

**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****Trente-septième session**

Genève, 21-30 juin 2010

Point 2 de l'ordre du jour provisoire

**Explosifs et questions connexes****Proposition de nouvelle épreuve de passage de la déflagration  
à la détonation et de critères pour les compositions éclair****Communication de l'expert des États-Unis d'Amérique<sup>1</sup>****I. Rappel des faits**

1. À sa trente-quatrième session, le Sous-Comité a examiné plusieurs documents concernant l'épreuve des compositions éclair du Health and Safety Laboratory (HSL), qui lui avaient été communiqués par l'expert du Royaume-Uni (voir le document ST/SG/AC.10/C.3/2008/105 et les documents informels INF.34 et INF.34/Add.1). La nouvelle épreuve proposée a été adoptée pour insertion dans le Manuel d'épreuves et de critères, ainsi que des modifications à apporter au Nota 2 du 2.1.3.5.5 du Règlement type. L'épreuve HSL des compositions éclair est essentiellement une version simplifiée de l'épreuve C.1: Épreuve pression/temps, à la sous-section 23.4.1 du Manuel d'épreuves et de critères, dans laquelle un échantillon de 0,5 g de matière est éprouvé dans un autoclave à pression, équipé d'un disque de rupture taré pour 2 070 psi ainsi que d'un manomètre à réponse rapide, qui permet de mesurer le temps de montée en pression à l'aide d'un enregistreur de signaux transitoires.

2. Il avait semblé, au moment de l'adoption de l'épreuve HSL actuelle des compositions éclair, qu'il n'existait pas d'autre méthode, susceptible d'être adoptée facilement, qui permette d'évaluer les diverses compositions pyrotechniques en termes de leur risque d'explosion. Plusieurs experts ont toutefois observé que l'épreuve elle-même avait un écart-type assez important et nécessitait un investissement en matériel, en

---

<sup>1</sup> Conformément au programme de travail du Sous-Comité pour 2009-2010, adopté par le Comité à sa quatrième session (voir ST/SG/AC.10/C.3/68, par. 118 b) et ST/SG/AC.10/36, par. 14).

équipement électronique et en formation qui pourrait dépasser les capacités de certaines autorités en charge de la réglementation dans les pays en développement. Elle ne permettait pas non plus de distinguer comme il convenait les compositions telles que la poudre noire impalpable, qui n'était pas considérée comme une composition éclair type par l'industrie pyrotechnique.

## II. Que sont les compositions éclair?

3. L'expert des États-Unis considère que les compositions éclair forment une classe unique de compositions pyrotechniques caractérisées comme suit:

a) Ce sont des poudres homogènes passant à travers un tamis à mailles n° 40 contenant plus de 40 % en poids de sels comburants impalpables et plus de 15 % en poids de particules métalliques, qui toutes ont une taille inférieure à 53  $\mu$  (microns);

b) Elles s'enflamment vite et passent rapidement par la phase de transition pour atteindre une phase où la vitesse de détonation est comprise entre 1 et 3 km/s, selon le diamètre;

c) Elles présentent un risque d'explosion relevant de la division 1.1, en termes de leur explosion en masse et de leur propagation, soit isolément, soit incorporées dans des objets.

4. On ne comprend toujours pas bien pourquoi certains mélanges pyrotechniques relèvent de la catégorie des compositions éclair, c'est-à-dire ont des comportements explosifs relevant de la division 1.1, tandis que d'autres mélanges, dont les compositions chimiques sont semblables, peuvent avoir des comportements explosifs qui relèvent de la division 1.3. Le bilan chimique du comburant et du combustible joue un rôle important, tout comme l'intimité du mélange de ces deux composants. Mais la petite taille des particules des combustibles métalliques semble avoir sur la capacité du mélange à se comporter comme une matière de la division 1.1 un plus grand effet que la petite taille des particules des sels comburants.

## III. Proposition

5. La méthode actuelle de classement des compositions éclair en catégories selon leur temps de montée en pression au tout début de leurs réactions présente une lacune essentielle. Leurs vitesses finales de réaction peuvent être supérieures à celles d'autres mélanges pyrotechniques, qui ont des temps de montée en pression semblables au début mais qui finalement n'atteignent pas les vitesses supersoniques des vraies compositions éclair. Après beaucoup d'essais et d'évaluations, l'expert des États-Unis estime maintenant qu'une épreuve modifiée de passage de la déflagration à la détonation pourrait permettre de mieux définir ce qui en définitive constitue une composition éclair. La méthode d'essai se fonde pour l'essentiel sur les mêmes critères d'acceptation que ceux de l'épreuve 5 a), Épreuve de sensibilité à l'amorce, mais la méthode d'amorçage et l'appareillage en acier de l'épreuve de confinement sont modifiés de façon à transformer celle-ci en épreuve de passage de la déflagration à la détonation.

## A. Modification de l'épreuve 5 a) en vue d'évaluer les matières capables de passer de la déflagration à la détonation

6. Il a été apporté les modifications suivantes sur le plan expérimental à l'épreuve 5 a), Épreuve de sensibilité à l'amorce, pour l'adapter à l'évaluation des mélanges de compositions éclair:

a) L'amorce du détonateur électrique normalisé a été remplacée par un allumeur électrique introduit de 12 mm environ au centre de la partie supérieure du mélange pyrotechnique à évaluer, contenu dans le tube porte-échantillon en carton;

b) Plutôt que d'employer un tube porte-échantillon de 80 mm de diamètre et de 160 mm de hauteur, un tube porte-échantillon en carton de diamètre et de hauteur beaucoup plus petits a été employé, notamment un tube de 25 mm de diamètre et de 150 mm de hauteur seulement, rempli jusqu'au tiers voire jusqu'à la moitié environ de la hauteur avec seulement 25 g de matière;

c) Il a été employé la même plaque témoin, de 1 mm d'épaisseur et de forme carrée de 160 mm de côté, posée sur les mêmes entretoise annulaire et socle que ceux qui sont illustrés dans la figure 15.4.1.1 du Manuel d'épreuves et de critères;

d) Il a été ajouté un couvercle ou bouchon (manchon) de confinement en acier doux de 38 mm d'épaisseur pesant environ 2,87 kg, dont le volume intérieur a une hauteur approximativement égale à celle du tube porte-échantillon en carton et un diamètre permettant d'entourer celui-ci de près, afin d'obtenir un confinement semblable à celui des épreuves 5 b) de passage de la déflagration à la détonation de la France ou des États-Unis.

7. L'appareillage destiné à l'«Épreuve des compositions éclair» de remplacement proposée est illustré dans la figure 1. La méthode est directe et peu coûteuse à appliquer et se fonde sur des critères d'acceptation simples qui se sont avérés donner des résultats reproductibles au cours des épreuves préliminaires. La quantité d'échantillon requise par épreuve n'est que de 25 g. Bien qu'elle soit cinquante fois plus grande que celle de l'échantillon de l'épreuve HSL des compositions éclair, cette quantité est bien inférieure aux limites imposées, pour ce qui est des effets de souffle, dans la plupart des installations d'épreuve des explosifs à l'air libre. Étant donné que les poudres éclair sont des mélanges secs de composants de différentes densités, il est avantageux de disposer d'un échantillon suffisamment grand de manière à minimiser les erreurs dues à la stratification ou à la fuite de ces types de compositions pulvérulentes.

## B. Résultats expérimentaux

8. Après avoir procédé empiriquement avec des bouchons de confinement en acier de divers diamètres et épaisseurs, il a été déterminé que les poids d'essai des poudres pourraient en toute sécurité être réduits à 25 g par l'emploi d'un conteneur d'échantillon d'un diamètre de 25 mm, réalisé par enroulements superposés de carton épais, entouré d'un bouchon cylindrique en acier doux de la même hauteur et d'un diamètre intérieur et d'une épaisseur au sommet de 38 mm, d'un diamètre extérieur de 102 mm, d'une profondeur intérieure de 152 mm et d'une hauteur extérieure hors-tout d'environ 190 mm. L'appareillage de confinement est robuste, il ne peut se fragmenter, il n'est pas projeté loin lorsqu'il est propulsé vers le haut par la force des ondes de choc et il résiste aux multiples cycles d'épreuves sans être endommagé. Le montage du dispositif d'épreuve est illustré dans la figure 1. Les nouvelles prescriptions proposées pour l'épreuve de passage de la déflagration à la détonation sont données à l'annexe I. Une liste d'exemples de résultats pour les matières allant de la poudre noire aux compositions de perchlorates métalliques les plus puissantes est donnée à l'annexe II.

#### **IV. Travaux futurs**

9. L'expert des États-Unis invite les autres membres du Groupe de travail des explosifs du Sous-Comité à formuler des observations sur cette proposition et à procéder eux-mêmes à des évaluations afin de vérifier si la méthode d'essai remplace avantageusement l'actuelle épreuve de passage de la déflagration à la détonation des compositions éclair. Si les résultats peuvent être reproduits dans d'autres pays et par d'autres experts, un nouveau document officiel peut être présenté pour examen.

## Annexe I

### Prescriptions relatives à l'épreuve modifiée de passage de la déflagration à la détonation des compositions éclair

#### Introduction

L'épreuve modifiée de passage de la déflagration à la détonation peut être employée pour déterminer la sensibilité à la détonation après inflammation sous confinement d'une matière solide, contenant un mélange homogène de sels comburants impalpables et de combustibles organiques ou inorganiques. Dans le cas de résultats positifs, cette matière pourra être considérée comme une «composition éclair».

#### Appareillage et matériels

Le dispositif d'essai pour l'épreuve modifiée de passage de la déflagration à la détonation est constitué d'un tube porte-échantillon qui est réalisé par enroulements superposés de carton épais, d'un diamètre intérieur de 25,4 mm et d'une hauteur de 152 mm, l'épaisseur maximale de la paroi étant de 3,8 mm, et est fermé à la base par une feuille de papier ou de carton fin, suffisant à contenir l'échantillon. L'allumage se fait par l'introduction d'un allumeur électrique au centre de la partie supérieure de l'échantillon explosif dans le tube, à une profondeur environ égale à sa longueur. On a placé autour du tube porte-échantillon un couvercle ou bouchon robuste de confinement en acier doux, qui repose aussi sur la plaque témoin et dont la paroi intérieure et la section au sommet ont une épaisseur d'environ 32 mm, le diamètre intérieur étant de 38 mm, le diamètre extérieur de 102 mm, la hauteur de 152 mm et le poids d'environ 2,8 kg. Sous le tube porte-échantillon et le bouchon de confinement en acier qui l'entoure est placée une plaque témoin en acier de forme carrée, de 1,0 mm d'épaisseur et de 152 mm de côté. Cette plaque témoin en acier est ensuite posée sur une entretoise annulaire en acier d'une hauteur d'environ 51 mm et d'un diamètre intérieur de 90 mm, l'épaisseur de la paroi étant de 3,5 mm. Puis l'ensemble du dispositif est placé sur une plaque d'embase en acier de forme carrée de 152 mm de côté et de 13 mm d'épaisseur (voir les figures 1 et 2).

#### Mode opératoire

Les compositions échantillons sont mélangées de manière à être homogènes, puis sont passées deux fois à travers un tamis à mailles n° 40, juste avant l'épreuve afin que l'homogénéité soit maximale et la séparation minimale. Vingt-cinq (25) grammes de la matière soumise à l'épreuve sont pesés, puis introduits dans le tube porte-échantillon en carton. Le tube devrait ainsi être rempli jusqu'au tiers voire jusqu'aux deux tiers de sa hauteur, selon la densité. Pour les matières granulaires fluides, on tasse l'échantillon en faisant tomber le tube verticalement d'une hauteur de 51 mm. Dans tous les cas, la densité finale de l'explosif dans le tube devrait être aussi proche que possible de celle dans un artifice de divertissement. Les explosifs dont la sensibilité pourrait dépendre de l'humidité devraient être entreposés avant l'épreuve pendant au moins vingt-quatre heures dans un produit déshydratant à une température de 28 à 30 °C. Le tube porte-échantillon est placé au centre du manchon de confinement en acier massif, indiqué dans le schéma de la figure 1, qui repose sur la plaque témoin, l'entretoise annulaire et la plaque d'embase en acier. L'allumeur électrique est introduit au centre de la partie supérieure de la préparation

explosive. Il est ensuite amorcé à partir d'un emplacement sûr. Après l'amorçage et un temps d'attente permettant aux débris éventuels de retomber, la plaque témoin est récupérée et examinée. L'épreuve est exécutée trois fois ou jusqu'à ce qu'une détonation de la matière se produise et qu'un résultat positif soit obtenu.

### **Critères d'épreuve et méthode d'évaluation des résultats**

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière a «détoné» si, lors d'un essai au moins, la plaque témoin est arrachée, percée ou perforée d'une autre manière (si l'on voit le jour à travers la plaque). Nota: Des renflements ou des plis dans la plaque témoin ne sont pas considérés comme étant la preuve d'une «détonation». Autrement, on considère que le résultat est négatif (-).

## Annexe II

## Exemples de résultats

1	Poudre noire Goex -- 5Fa «non vitreuse»	( - )
2	35 % nitrate de potassium (100 % < 37 µ)/ 31 % perchlorate de potassium (100 % < 37 µ) /13.5 % benzoate de potassium (fine poudre)/ 10 % soufre (en fine poudre)/10.5 % noir de fumée (nanomatériau).	( - )
3	<b>70 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 37 µ) / 30 % poudre de magnésium «à grains semi-grossiers»-- (297µ&lt;25 %&gt;149µ; 148µ&lt;58 %&gt;53µ; 52µ&lt; 5 %&gt;44µ; 12 %&lt;43µ)</b>	( + )
4	<b>65 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 44µ)/ 35 % magnésium (105µ 5 %&gt;74µ; 73µ &lt;39 %&gt;44µ; 46 %&lt;43µ)</b>	( + )
5	<b>65 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 44µ)/ 35 % magnésium «moulu» (100 % &lt;43µ)</b>	( + )
6	<b>70 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 37 µ)/ 30 % poudre d'aluminium «atomisé» (74µ&lt;2.4 %&gt;53µ; 52µ&lt;2.9 %&gt;44µ; 4.7 %&lt;44µ)</b>	( + )
7	<b>65 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 44µ)/ 35 % aluminium «A» «en paillettes» (105µ &lt;72 %&gt;53µ; 52µ &lt;17 %&gt;44µ; 11.5 %&lt;43µ)</b>	( + )
8	<b>65 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 44µ)/35 % aluminium «B» «en paillettes» (74µ&lt;39 % &gt;53µ; 52µ&lt;22 %&gt;44µ; 40 %&lt;43µ)</b>	( + )
9	<b>70 % perchlorate de potassium (100 % &lt; 37 µ)/ 30 % poudre de magnalium «moulu» --(74µ&lt;37 %&gt;53µ; 52µ&lt;11 %&gt;44µ; 52 %&lt;44µ)</b>	( + )
10	68 % nitrate de baryum (105µ < 10 % > 74 µ; 73 µ<12 %>44 µ; 43 µ< 24 %>37 µ; 53 %<37 µ)/23 % aluminium «en paillettes foncées» (100%< 73 µ)/9 % soufre (en fine poudre)	( - )

**Photographies des plaques témoins à l'issue des épreuves avec les échantillons de l'annexe II**



**Échantillon n° 1**



**Échantillon n° 2**



**Échantillon n° 3**



**Échantillon n° 4**



**Échantillon n° 5**



**Échantillon n° 6**



**Échantillon n° 7**



**Échantillon n° 8**



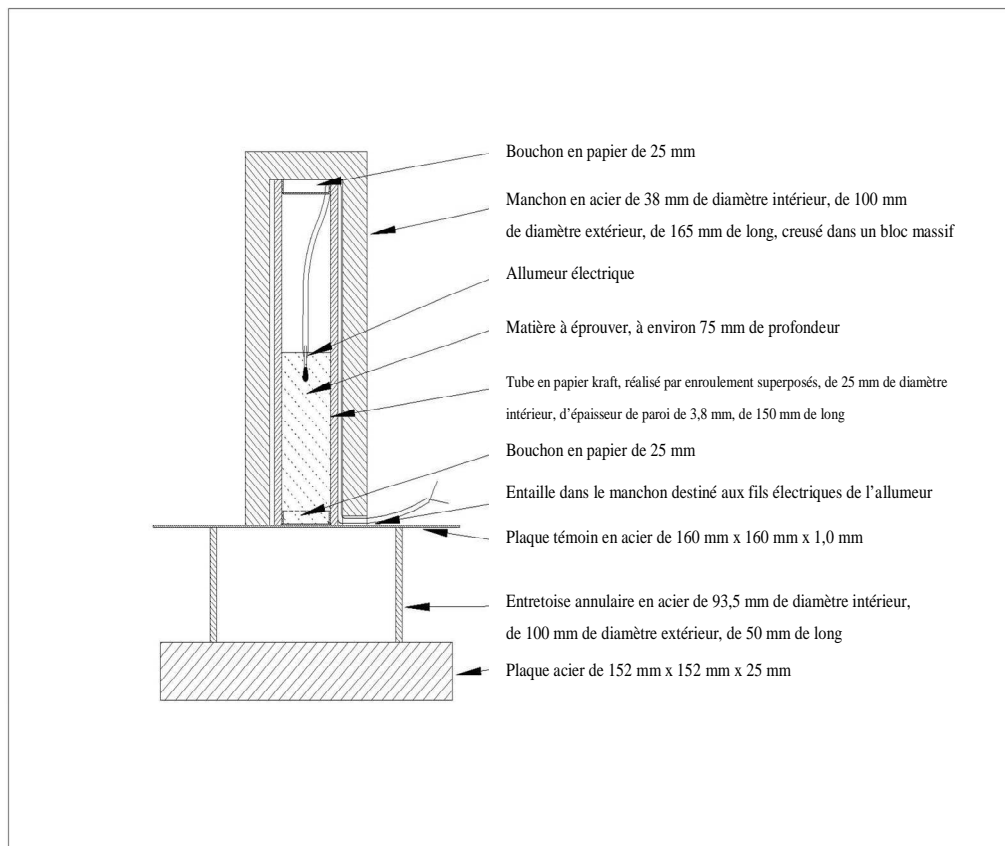
**Échantillon n° 9**



**Échantillon n° 10**



Figure 1  
Appareillage modifié de l'épreuve de passage de la déflagration à la détonation des compositions éclair



DESSIN: SSC.9/18/09 ÉCHELLE: ½ REF: MPA: DESIGN/FLASHTEST-H.CAD

Figure 2  
Photographies de l'appareillage de l'épreuve de passage de la déflagration à la détonation des compositions éclair

