



**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-cinquième session**

Genève, 23 juin-2 juillet 2014

Point 2 e) de l'ordre du jour provisoire

Explosifs et questions connexes: divers**Détermination de la sensibilité à l'impact à l'aide du mouton
de choc modifié du Bureau of Mines****Communication de l'expert des États-Unis d'Amérique¹****Introduction**

1. Afin d'assurer la sécurité des personnes et la protection des biens au cours des opérations de transport, il est nécessaire de déterminer la sensibilité à l'impact des matières transportées.

2. Le mouton de choc modifié du Bureau of Mines (BOM) est un dispositif servant à déterminer la sensibilité à l'impact des matières solides, semi-solides, liquides ou pulvérulentes en utilisant un échantillon d'environ 30 mg. Cet appareil est une version de l'appareil d'essai d'origine qui a été modifié de façon à éliminer l'utilisation de coupelles, à réduire le poids de la masse de chute ainsi que la hauteur de chute maximale et à intégrer un cliquet destiné à éviter que l'échantillon reçoive un deuxième impact après rebond. second impact. Le mouton de choc modifié est constitué d'une enclume sur laquelle est placé l'échantillon, d'un marteau intermédiaire reposant sur le dessus de l'échantillon (et dont la zone de contact avec celui-ci est connue), et d'une masse de chute qui vient frapper le marteau intermédiaire. Cette masse constante tombant d'une hauteur variable communique son énergie au marteau intermédiaire. La quantité d'énergie communiquée à l'échantillon dépend donc de la hauteur de la chute. Une émission sonore ou la production de fumée ou

¹ Conformément au programme de travail du Sous-Comité pour 2013-2014, adopté par le Comité à sa sixième session (voir les documents ST/SG/AC.10/C.3/84, par. 86, et ST/SG/AC.10/40, par. 14).



de flammes, une carbonisation ou une émission lumineuse visible permettent de constater la mise à feu.

Analyse

3. Il serait avantageux d'intégrer dans le *Manuel d'épreuves et de critères* le mouton de choc modifié du BOM pour déterminer la sensibilité d'une substance de l'impact, pour les raisons suivantes:

- a) La conception du mouton de choc modifié, qui a été affinée et normalisée pendant plus de quarante ans, est étayée par de nombreux documents. Sa conception actuelle met en œuvre des fonctionnalités visant à améliorer la qualité et la reproductibilité des données sur la sensibilité;
- b) Le mouton de choc modifié a été largement utilisé par de nombreux laboratoires des États-Unis d'Amérique et d'autres pays pour déterminer la sensibilité à l'impact de diverses matières. Ces laboratoires sont les suivants:
 - i) Zone d'essais de Dugway;
 - ii) Naval Air Warfare Center de China Lake (marine des États-Unis d'Amérique);
 - iii) US Naval Research Laboratory;
 - iv) Laboratoire de recherche de l'armée de l'air – base aérienne de Tyndall (armée de l'air des États-Unis d'Amérique);
 - v) Laboratoire scientifique des Montagnes Rocheuses du Federal Bureau of Investigation;
 - vi) Usine de munitions de l'armée de terre de Radford (armée de terre des États-Unis d'Amérique);
 - vii) Usine de munitions de l'armée de terre de Lake City (armée de terre des États-Unis d'Amérique);
 - viii) Laboratoire de balistique d'Allegany du Naval Sea Systems Command (NAVSEA);
 - ix) Alliant Techsystems (ATK) – Bacchus, Promontory, Elkton;
 - x) Ministère australien de la défense – Groupe Thales;
- c) Le mouton de choc modifié peut produire des données à un rythme similaire à d'autres essais actuellement utilisés pour déterminer la sensibilité à l'impact. Six essais seulement sont nécessaires pour déterminer si une matière est trop dangereuse pour le transport (épreuve de présélection), ce qui est analogue aux autres méthodes d'épreuve de la série 3 a). La conception du mouton de choc peut également faciliter l'automatisation de son fonctionnement;
- d) Le mouton de choc modifié simule un véritable scénario d'impact sans confinement. Cette disposition élimine les variables thermiques susceptibles de jouer un rôle quand un échantillon est mis à l'épreuve sous confinement;
- e) La finition (ou la rugosité) de surface du percuteur du marteau intermédiaire et de l'enclume est normalisée. En outre, la zone de contact est de taille constante et doit être contrôlée avant les essais. Ces deux facteurs permettent de garantir l'uniformité des essais. Les surfaces de contact sont conçues pour être rénovées et

réutilisées selon un processus normalisé. Ces paramètres permettent de produire des impacts contrôlés et reproductibles;

f) Les aspects essentiels du mouton de choc modifié du BOM ont été normalisés grâce aux travaux de l'Explosives Testing Users' Group (ETUG), notamment son fonctionnement et son étalonnage ainsi que les méthodes de préparation des échantillons et la définition des types de réaction. L'ETUG est un groupe international d'experts en essais d'explosifs qui s'est doté d'une charte visant à réduire systématiquement la variabilité associée aux essais de matières énergétiques, en vue de produire des données d'essais cohérentes et reproductibles et de permettre des interprétations dépourvues d'ambiguïté des résultats de ces essais;

g) Le mouton de choc modifié du BOM permet d'élargir l'utilisation des données pour déterminer les mesures à prendre concernant la sécurité des personnes et la protection des biens au cours de toutes les étapes du transport, de la manutention et de l'utilisation des matières. Le mouton de choc modifié a été utilisé par nombre de sociétés d'ingénierie et laboratoires nationaux, qui ont mis au point des unités d'ingénierie étalonnées fondées sur des données empiriques (en joules par mètre carré pour les matières solides, en joules par seconde pour les liquides) pour exprimer les résultats d'épreuves d'impact de manière à tenir compte de la zone d'impact et de la déperdition d'énergie. Les données exprimées dans ces unités d'ingénierie étalonnées sont comparées aux valeurs correspondant à un processus donné afin de déterminer le risque.

Proposition

4. Il est proposé d'intégrer dans la série d'épreuves 3 a) une nouvelle épreuve de sensibilité à l'impact avec le mouton de choc modifié du BOM, sous le numéro 3 a) vii), comme suit:

«13.4.7 Épreuve 3 a) vii): Épreuve avec le mouton de choc modifié du Bureau of Mines

13.4.7.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité d'une matière à l'impact d'une masse de chute et à déterminer si cette matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée. La matière éprouvée est soumise à une force d'impact verticale au moyen d'un marteau intermédiaire frappé par une masse de chute. Cette épreuve est applicable à des matières solides, semi-solides, liquides et pulvérulentes.

13.4.7.2 *Appareillage et matériels*

13.4.7.2.1 La conception générale du mouton de choc modifié du BOM est illustrée par la figure 13.4.7.1. Les éléments suivants sont nécessaires:

Un mécanisme composé d'une masse de chute de 2,0 kg (4,4 lb), deux glissières guidant la masse de chute, un dispositif de relevage, de retenue et de largage de la masse de chute, et un marteau intermédiaire de 1,02 kg (2,25 lb) prolongé par un percuteur en acier de 1,27 cm (0,5 po) de diamètre dont la rugosité de surface est comprise entre 1,27 et 1,78 μm (de 50 à 70 μpo) et qui est posé en appui sur un échantillon placé sur une enclume en acier dont la surface d'impact, d'un diamètre de 3,81 cm (1,5 po), a une rugosité de surface comprise entre 1,27 et 1,78 μm (de 50 à 70 μpo). La zone cible est décrite en détail à la figure 13.4.7.2.

13.4.7.3 *Mode opératoire*

13.4.7.3.1 Disposition des échantillons de matière solide

Les matières sont normalement soumises à l'épreuve dans l'état où elles ont été reçues. Les matières mouillées doivent avoir la teneur minimale en agent mouillant prévue pour le transport. Selon leur état physique, les matières doivent être soumises à une des préparations suivantes:

- a) Les matières pulvérulentes doivent être soumises à l'épreuve sur l'enclume en une couche de l'épaisseur de la matière granulaire. Il convient de disposer suffisamment de granules sur l'enclume pour couvrir une aire dépassant la surface de $1,29 \text{ cm}^2$ ($0,2 \text{ po}^2$) du percuteur;
- b) Les propergols solides sont soumis à l'épreuve sous la forme de minces tranches uniformes. Les tranches ont généralement la forme d'un carré d'au moins $1,587 \text{ cm}$ ($0,625 \text{ po}$) de côté et d'une épaisseur de $0,084 \pm 0,01 \text{ cm}$ ($0,033 \pm 0,004 \text{ po}$). Cette épaisseur est facile à obtenir à l'aide d'un microtome.

Le marteau intermédiaire est relevé. La matière qui doit être soumise à l'épreuve est disposée au centre de l'enclume. Le marteau intermédiaire est ensuite abaissé précautionneusement sur la matière disposée sur l'enclume.

13.4.7.3.2 Disposition des échantillons liquides et semi-solides

Selon leur état physique, les matières doivent être soumises à une des préparations suivantes:

- a) Les liquides sont soumis à l'épreuve en couche d'épaisseur contrôlée et en conservant un intervalle de $0,05 \text{ cm}$ ($0,02 \text{ po}$) au-dessus de la surface du liquide à l'aide d'un ressort placé entre le collier du marteau et le collier de la glissière de guidage (tension réglable). L'épaisseur de l'échantillon liquide est contrôlée en plaçant sur l'enclume une plaque (compatible avec la substance) d'une épaisseur de $0,015 \text{ cm}$ ($0,006 \text{ po}$), percée d'un trou de $1,587 \text{ cm}$ ($0,625 \text{ po}$) de diamètre. Le marteau intermédiaire est relevé. Le trou de la plaque est positionné au centre de l'enclume de telle sorte que le percuteur du marteau intermédiaire ne touche pas la plaque lors de l'impact. Une jauge d'épaisseur de $0,05 \text{ cm}$ ($0,02 \text{ po}$) est utilisée pour déterminer l'intervalle approprié au-dessus du liquide. Le trou de la plaque est rempli avec la matière liquide et arasé à l'aide d'une règle en s'assurant que tout vide d'air est éliminé de l'échantillon. Le marteau intermédiaire est ensuite abaissé précautionneusement à $0,05 \text{ cm}$ ($0,02 \text{ po}$) au-dessus de la matière disposée sur l'enclume;
- b) Les matières semi-solides (boues, gels, etc.) sont préparées et soumises à l'épreuve de la même manière que les échantillons liquides. Toutefois, l'épaisseur de l'échantillon dépend de la taille maximale des particules. Si celle-ci est supérieure à $0,015 \text{ cm}$ ($0,006 \text{ po}$), on dispose sur l'enclume un échantillon de l'épaisseur de la matière granulaire. Si les propriétés cohésives de la matière semi-solide ne permettent pas de réaliser une couche de $0,015 \text{ cm}$ ($0,006 \text{ po}$) d'épaisseur, on dispose une couche de la plus faible épaisseur possible. Il convient de disposer suffisamment de granules sur l'enclume pour couvrir une aire dépassant la surface de $1,29 \text{ cm}^2$ ($0,2 \text{ po}^2$) du percuteur du marteau intermédiaire.

13.4.7.3.3 Fonctionnement de l'appareil

La masse de chute est levée à la hauteur voulue (17 cm (6,7 po) pour les matières solides et semi-solides, et 11 cm (4,3 po) pour les liquides), puis larguée sur le marteau intermédiaire. La production éventuelle d'une réaction (émission sonore, production de fumée ou de flammes, carbonisation ou émission lumineuse visible) est constatée directement par les observateurs humains. Le type de réaction produite est enregistré. Les surfaces sont nettoyées avec un chiffon ou un tampon légèrement abrasif, de manière à éliminer toute matière résiduelle de l'enclume ou du percuteur du marteau intermédiaire. L'enclume et le percuteur du marteau intermédiaire sont inspectés afin de détecter les rayures, incisions, saillies ou autres détériorations qui pourraient affecter la rugosité de surface. Si ces éléments sont endommagés, ils doivent être remplacés avant l'essai suivant. Six essais sont effectués pour chaque échantillon soumis à l'épreuve.

13.4.7.4 *Entretien et étalonnage*

Les pièces mobiles doivent être inspectées afin de s'assurer qu'elles jouent librement et que la friction entre elles est réduite au minimum. L'intervalle entre la masse de chute et le marteau intermédiaire posé en appui sur l'enclume doit être vérifié. La zone de contact entre l'enclume et le percuteur du marteau intermédiaire doit être uniforme. L'appareillage d'essai doit être périodiquement nettoyé et étalonné suivant un programme dépendant de son utilisation. Au minimum, la machine doit être étalonnée une fois par an.

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

13.4.7.5.1 Matières solides

Le résultat d'épreuve est considéré comme positif (+) si l'on observe une réaction (voir le par. 13.4.7.3.3) dans au moins 1 des 6 essais à une hauteur de chute de 17 cm; dans ce cas, la matière est considérée comme trop dangereuse pour être transportée sous la forme où elle a été éprouvée. Dans tous les autres cas, le résultat est considéré comme négatif (-). Pour trancher les cas limites, on utilisera la méthode Bruceton (voir l'appendice 2).

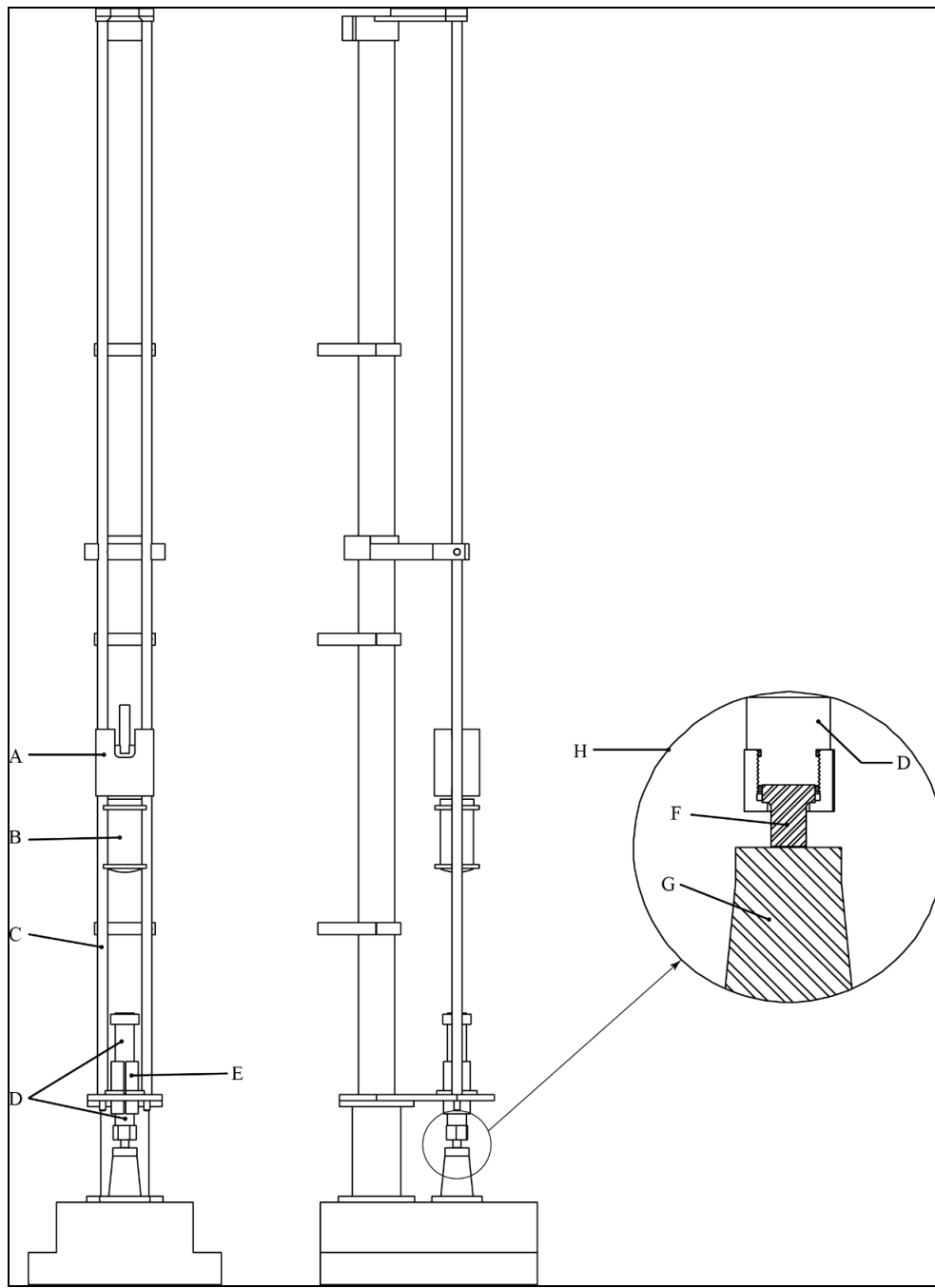
13.4.7.5.2 Liquides

Le résultat d'épreuve est considéré comme positif (+) si l'on observe une réaction (voir le par. 13.4.7.3.3) dans au moins 1 des 6 essais à une hauteur de chute de 11 cm; dans ce cas, la matière est considérée comme trop dangereuse pour être transportée sous la forme où elle a été éprouvée. Dans tous les autres cas, le résultat est considéré comme négatif (-). Pour trancher les cas limites, on utilisera la méthode Bruceton (voir l'appendice 2).

13.4.7.6 Exemples de résultats

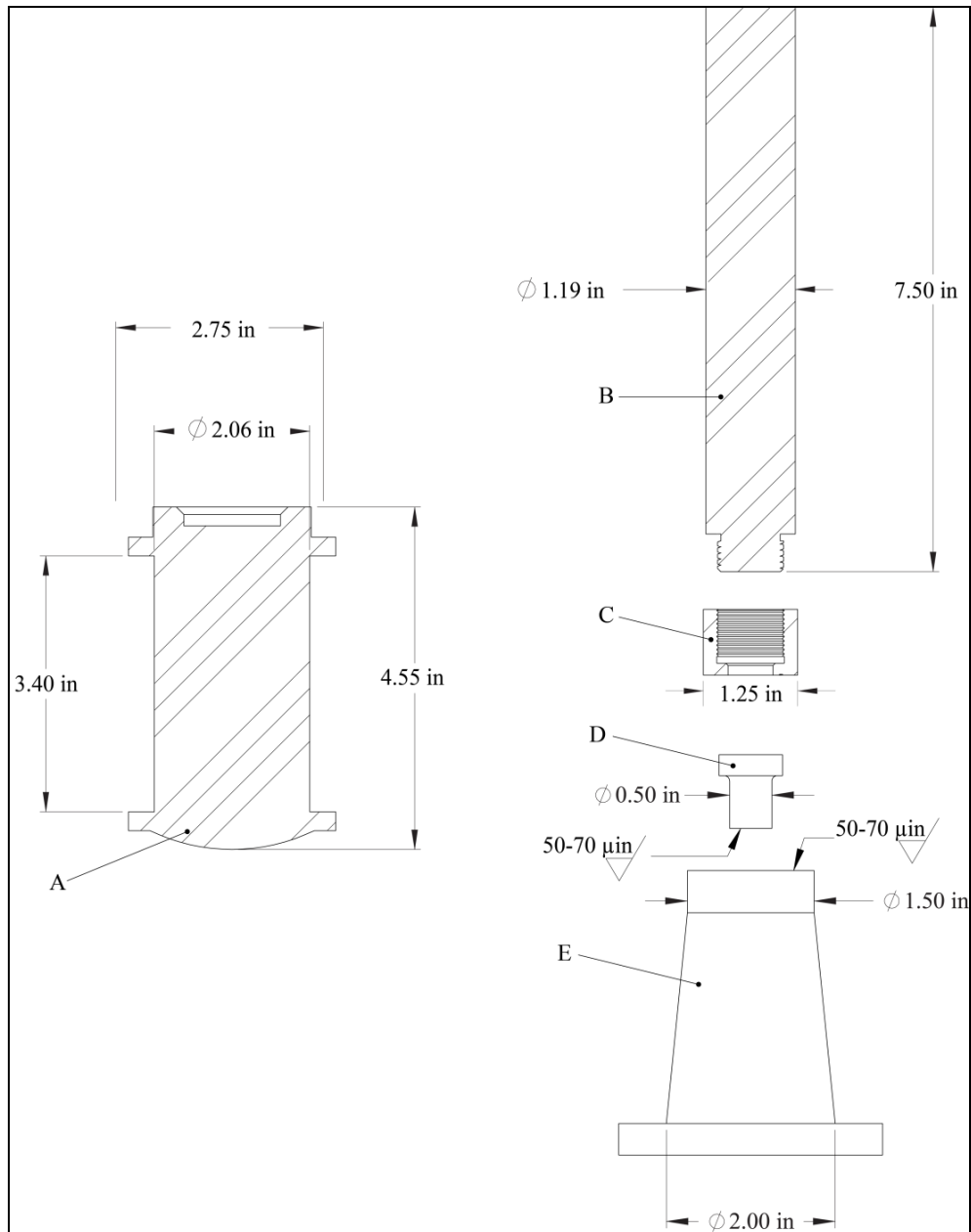
<i>Matière</i> ¹	<i>Résultat</i>
RDX (sec)	+
PBXN-8	-
Nitrocellulose/DNT (90/10)	-
PETN (sec)	+
Nitroglycérine	+

¹ Données acquises à une humidité relative de 10-30 % et une température de 60-75°F.



- | | |
|---|--|
| (A) Dispositif de relevage, de retenue et de largage de la masse de chute | (B) Masse de chute |
| (C) Glissières de guidage de la masse de chute | (D) Marteau intermédiaire |
| (E) Glissière de guidage du marteau intermédiaire | (F) Percuteur du marteau intermédiaire |
| (G) Enclume | (H) Vue agrandie de la zone cible |

Figure 13.4.7.1
Mouton de choc modifié du Bureau of Mines (BOM)



- (A) Masse de chute
 (B) Marteau intermédiaire
 (C) Écrou retenant le percuteur du marteau intermédiaire
 (D) Percuteur du marteau intermédiaire
 (E) Enclume

Figure 13.4.7.2
 Détail de la masse de chute et de la zone cible du mouton de choc modifié
 du Bureau of Mines (BOM)