

## **PREMIÈRE PARTIE**

# **PROCÉDURES DE CLASSEMENT, ÉPREUVES ET CRITÈRES RELATIFS AUX MATIÈRES ET OBJETS EXPLOSIBLES DE LA CLASSE 1**



## TABLE DES MATIÈRES DE LA PREMIÈRE PARTIE

**NOTA 1 :** Dans la liste qui suit, le pays ou l'organisme d'origine de chaque méthode d'épreuves est indiqué entre parenthèse après le nom de celle-ci.

**2 :** La méthode d'épreuves recommandée pour chaque type d'épreuve est indiquée par des caractères **gras** et par un astérisque dans la table des matières (voir à la sous-section 1.6 de l'Introduction générale).

| <u>Section</u>   | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| <b>10. INTRODUCTION À LA PREMIÈRE PARTIE</b> .....                           | 13          |
| 10.1 OBJET .....   | 13          |
| 10.2 DOMAINE D'APPLICATION .....   | 13          |
| 10.3 PROCÉDURE D'ACCEPTATION DANS LA CLASSE 1 .....                          | 14          |
| 10.3.1 Généralités .....   | 14          |
| 10.3.2 Types d'épreuve .....   | 14          |
| 10.3.3 Application des méthodes d'épreuves .....                             | 17          |
| 10.4 PROCÉDURE D'AFFECTATION À UNE DIVISION DE LA CLASSE 1 .....             | 18          |
| 10.4.1 Généralités .....   | 18          |
| 10.4.2 Types d'épreuve .....   | 18          |
| 10.4.3 Application des méthodes d'épreuves .....                             | 22          |
| 10.5 EXEMPLES DE RAPPORTS D'ÉPREUVE .....                                    | 23          |
| <br>   |             |
| <b>11. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 1</b> .....                                      | 31          |
| 11.1 INTRODUCTION .....  | 31          |
| 11.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE .....  | 31          |
| 11.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE .....  | 31          |
| 11.4 SÉRIE 1, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....                         | 32          |
| 11.4.1 <b>Épreuve 1 a) * Épreuve d'amorçage de la détonation (ONU)</b> ..... | 32          |
| 11.5 SÉRIE 1, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....                         | 35          |
| 11.5.1 <b>Épreuve 1 b) * Épreuve de Koenen (D)</b> .....                     | 35          |
| 11.6 SÉRIE 1, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....                         | 41          |
| 11.6.1 <b>Épreuve 1 c) i) * Épreuve pression/temps (GB)</b> .....            | 41          |
| 11.6.2 Épreuve 1 c) ii) Épreuve d'inflammation interne (USA) .....           | 48          |
| <br>   |             |
| <b>12. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 2</b> .....                                      | 51          |
| 12.1 INTRODUCTION .....  | 51          |
| 12.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE .....  | 51          |
| 12.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE .....  | 51          |
| 12.4 SÉRIE 2, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....                         | 52          |
| 12.4.1 <b>Épreuve 2 a) * Épreuve d'amorçage de la détonation (ONU)</b> ..... | 52          |
| 12.5 SÉRIE 2, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....                         | 55          |
| 12.5.1 <b>Épreuve 2 (b) * Épreuve de Koenen (D)</b> .....                    | 55          |
| 12.6 SÉRIE 2, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....                         | 61          |
| 12.6.1 <b>Épreuve 2 c) i) * Épreuve pression/temps (GB)</b> .....            | 61          |
| 12.6.2 Épreuve 2 c) ii) Épreuve d'inflammation interne (USA) .....           | 68          |

**TABLE DES MATIÈRES DE LA PREMIÈRE PARTIE**  
(suite)

| <u>Section</u>   | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| <b>13. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 3</b> .....  | 71          |
| 13.1 INTRODUCTION . . . . .  | 71          |
| 13.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE.....   | 71          |
| 13.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE.....   | 71          |
| 13.4 SÉRIE 3, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....   | 72          |
| 13.4.1 Épreuve 3 a) i) Épreuve au mouton de choc du "Bureau of Explosives" (USA).....  | 72          |
| 13.4.2 <b>Épreuve 3 a) ii) * Épreuve au mouton de choc BAM (D)</b> .....   | 77          |
| 13.4.3 Épreuve 3 a) iii) Épreuve d'impact Rotter (GB).....   | 85          |
| 13.4.4 Épreuve 3 a) iv) Épreuve au mouton de choc de 30 kg (F) .....   | 93          |
| 13.4.5 Épreuve 3 a) v) Épreuve d'impact à l'appareil type 12 modifié (C).....  | 97          |
| 13.4.6 Épreuve 3 a) vi) Épreuve de sensibilité à l'impact (RUS) .....  | 101         |
| 13.5 SÉRIE 3, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....   | 108         |
| 13.5.1 <b>Épreuve 3 b) i) * Épreuve de frottement BAM (D)</b> .....  | 108         |
| 13.5.2 Épreuve 3 b) ii) Épreuve sur machine à frottement rotatif (GB).....   | 113         |
| 13.5.3 Épreuve 3 b) iv) Épreuve de frottement avec impact (RUS) .....  | 116         |
| 13.6 SÉRIE 3, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....   | 121         |
| 13.6.1 <b>Épreuve 3 c) * Épreuve de stabilité thermique à 75 °C (F/USA)</b> .....  | 121         |
| 13.7 SÉRIE 3, TYPE d) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 124         |
| 13.7.1 <b>Épreuve 3 d) * Épreuve de combustion à petite échelle (F/USA)</b> .....  | 124         |
| <br><b>14. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 4</b> .....  | <br>127     |
| 14.1 INTRODUCTION . . . . .  | 127         |
| 14.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE.....   | 127         |
| 14.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE.....   | 127         |
| 14.4 SÉRIE 4, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE .....   | 127         |
| 14.4.1 <b>Épreuve 4 a) * Épreuve de stabilité à la chaleur pour les objets non emballés et les objets emballés (USA)</b> .....             | 127         |
| 14.5 SÉRIE 4, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 129         |
| 14.5.1 <b>Épreuve 4 b) i) * Épreuve de chute dans un tube en acier pour les liquides (F)</b> .....   | 129         |
| 14.5.2 <b>Épreuve 4 b) ii) * Épreuve de chute de 12 mètres pour les objets non emballés et les objets et matières emballés (USA)</b> ..... | 131         |

**TABLE DES MATIÈRES DE LA PREMIÈRE PARTIE**  
(suite)

| <u>Section</u>   | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| <b>15. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 5</b> .....  | 133         |
| 15.1 INTRODUCTION.....   | 133         |
| 15.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE.....   | 133         |
| 15.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE.....   | 133         |
| 15.4 SÉRIE 5, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 134         |
| 15.4.1 <b>Épreuve 5 a) * Épreuve de sensibilité à l'amorce (D/USA)</b> .....                                 | 134         |
| 15.5 SÉRIE 5, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 138         |
| 15.5.1 Épreuve 5 b) i) Épreuve de passage de la déflagration à la détonation (F).....                        | 138         |
| 15.5.2 <b>Épreuve 5 b) ii) * Épreuve de passage de la déflagration à la détonation (USA)</b> .....           | 141         |
| 15.5.3 Épreuve 5 b) iii) Épreuve de passage de la déflagration à la détonation (RUS).....                    | 144         |
| 15.6 SÉRIE 5, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 147         |
| 15.6.1 <b>Épreuve 5 c) * Épreuve du feu extérieur (brasier) pour matières de la division 1.5 (ONU)</b> ..... | 147         |
| <br>   |             |
| <b>16. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 6</b> .....  | 149         |
| 16.1 INTRODUCTION.....   | 149         |
| 16.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE.....   | 149         |
| 16.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE.....   | 150         |
| 16.4 SÉRIE 6, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 151         |
| 16.4.1 <b>Épreuve 6 a) * Épreuve sur un seul colis (ONU)</b> .....   | 151         |
| 16.5 SÉRIE 6, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 154         |
| 16.5.1 <b>Épreuve 6 b) * Épreuve sur une pile de colis (ou d'objets) (ONU)</b> .....                         | 154         |
| 16.6 SÉRIE 6, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 156         |
| 16.6.1 <b>Épreuve 6 c) * Épreuve du feu extérieur (brasier) (ONU)</b> .....                                  | 156         |
| 16.7 SÉRIE 6, TYPE d) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 162         |
| 16.7.1 <b>Épreuve 6 d) * Épreuve sur un colis sans confinement (ONU)</b> .....                               | 162         |

**TABLE DES MATIÈRES DE LA PREMIÈRE PARTIE**  
(suite)

| <u>Section</u>   | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| <b>17. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 7</b> .....  | 165         |
| 17.1 INTRODUCTION. . . . .   | 165         |
| 17.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE.....   | 165         |
| 17.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE.....   | 166         |
| 17.4 SÉRIE 7, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 167         |
| 17.4.1 <b>Épreuve 7 a) * Épreuve de sensibilité à l'amorce pour les MDEPS (D/USA)</b> .....                                      | 167         |
| 17.5 SÉRIE 7, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 168         |
| 17.5.1 <b>Épreuve 7 b) * Épreuve d'amorçage de la détonation pour les MDEPS (USA)</b> .....                                      | 168         |
| 17.6 SÉRIE 7, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 171         |
| 17.6.1 Épreuve 7 c) i) Épreuve d'impact "Susan" (USA).....   | 171         |
| 17.6.2 <b>Épreuve 7 c) ii) * Épreuve de friabilité (F)</b> .....   | 175         |
| 17.7 SÉRIE 7, TYPE d) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 176         |
| 17.7.1 <b>Épreuve 7 d) i) * Épreuve de l'impact de balle pour MDEPS (USA)</b> .....  | 176         |
| 17.7.2 Épreuve 7 d) ii) Épreuve de friabilité (F).....   | 177         |
| 17.8 SÉRIE 7, TYPE e) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 178         |
| 17.8.1 <b>Épreuve 7 e) * Épreuve du feu extérieur pour les MDEPS (ONU)</b> .....   | 178         |
| 17.9 SÉRIE 7, TYPE f) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 179         |
| 17.9.1 <b>Épreuve 7 f) * Épreuve de chauffage lent pour les MDEPS (USA)</b> .....  | 179         |
| 17.10 SÉRIE 7, TYPE g) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....   | 181         |
| 17.10.1 <b>Épreuve 7 g) * Épreuve du feu extérieur pour les objets de la division 1.6 (ONU)</b> .....                            | 181         |
| 17.11 SÉRIE 7, TYPE h) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....   | 182         |
| 17.11.1 <b>Épreuve 7 h) * Épreuve de chauffage lent pour les objets de la division 1.6 (USA)</b> .....                           | 182         |
| 17.12 SÉRIE 7, TYPE j) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....   | 183         |
| 17.12.1 <b>Épreuve 7 j) * Épreuve de l'impact de balle pour les objets de la division 1.6 (USA)</b> ...                          | 183         |
| 17.13 SÉRIE 7, TYPE k) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....   | 184         |
| 17.13.1 <b>Épreuve 7 k) * Épreuve sur une pile d'objets pour les objets de la division 1.6 (ONU)</b> .                           | 184         |
| <br><b>18. ÉPREUVES DE LA SÉRIE 8</b> .....  | <br>185     |
| 18.1 INTRODUCTION. . . . .   | 185         |
| 18.2 MÉTHODES D'ÉPREUVE.....   | 185         |
| 18.3 CONDITIONS D'ÉPREUVE.....   | 185         |
| 18.4 SÉRIE 8, TYPE a) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 185         |
| 18.4.1 <b>Épreuve 8 a) *Épreuve de stabilité à la chaleur pour le nitrat<br/>d'ammonium en émulsion, suspension ou gel</b> ..... | 185         |
| 18.5 SÉRIE 8, TYPE b) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 189         |
| 18.5.1 <b>Épreuve 8 b) * Épreuve d'amorçage de la détonation pour les ENA</b> .....  | 189         |
| 18.6 SÉRIE 8, TYPE c) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 195         |
| 18.6.1 <b>Épreuve 8 c) * Épreuve de Koenen</b> .....   | 195         |
| 18.7 SÉRIE 8, TYPE d) : DISPOSITIONS D'ÉPREUVE.....  | 201         |
| 18.7.1 <b>Épreuve 8 d) i) * Épreuve du tube avec événement</b> .....   | 201         |
| 18.7.2 <b>Épreuve 8 d) ii) * Épreuve modifiée du tube avec événement</b> .....   | 204         |

## SECTION 10

### INTRODUCTION À LA PREMIÈRE PARTIE

#### 10.1 Objet

10.1.1 La première partie du Manuel d'épreuves et de critères présente le système ONU de classement des matières et objets explosibles. Elle définit notamment les procédures et critères d'épreuve considérés comme les plus utiles aux autorités compétentes pour un classement correct des matières et objets explosibles aux fins du transport. Ce texte est à utiliser conjointement avec les diagrammes de décision décrivant les procédures de classement (figures 10.1, 10.2, 10.3 et 10.4), les conditions générales relatives aux épreuves énoncées dans la sous-section 1.5 et les méthodes d'épreuves décrites dans les sections 11 à 18 du présent Manuel d'épreuves et de critères.

10.1.2 Les marchandises de la classe 1 sont affectées à l'une des six divisions de risque correspondant à la nature du risque qu'elles présentent (voir le paragraphe 2.1.1.4 du Règlement type) et à l'un des 13 groupes de compatibilité auxquels sont affectés les matières et objets explosibles. La procédure générale de classement d'une matière ou d'un objet examiné en vue de son classement dans la classe 1 est représentée schématiquement à la figure 10.1. Cette procédure comprend deux étapes. Dans la première, on détermine qu'une matière ou qu'un objet peut effectivement exploser et que sa stabilité et sa sensibilité, tant chimiques que physiques, sont acceptables pour le transport. Pour garantir un classement uniforme entre autorités compétentes différentes, celles-ci devront, en se guidant sur le diagramme de décision de la figure 10.2, analyser systématiquement les résultats des épreuves en fonction des critères d'interprétation applicables. Si la matière ou l'objet est provisoirement accepté dans la classe 1, on doit alors passer à la seconde étape, qui consiste à l'affecter à la division appropriée en suivant la procédure représentée schématiquement à la figure 10.3. L'affectation à un groupe de compatibilité ne se fait pas sur la base de résultats d'épreuves, sauf pour les groupes N et S. Dans le cas de ce dernier, l'autorité compétente peut décider de renoncer aux épreuves, si un classement est possible par analogie sur la base des résultats d'épreuves obtenus pour un objet comparable.

10.1.3 Les méthodes d'épreuves permettent d'évaluer le risque des matières et objets explosibles, en fonction de quoi l'autorité compétente pourra leur attribuer le classement qui convient pour le transport.

#### 10.2 Domaine d'application

10.2.1 Les produits nouveaux qui sont présumés avoir des propriétés explosives ou qui sont conçus pour leur effet explosif doivent d'abord faire l'objet d'un examen en vue de leur classement dans la classe 1. Pour les matières telles que les matières autoréactives de la division 4.1 ou les peroxydes organiques de la division 5.2, on se référera à la deuxième partie du présent Manuel. Dans ce contexte, on entend par produit nouveau un produit qui, de l'avis de l'autorité compétente, répond à l'une des définitions suivantes :

- a) Une matière explosive nouvelle ou une combinaison ou un mélange nouveaux de matières explosibles, destinés à un usage explosif ou pyrotechnique, considérés comme sensiblement différents d'autres combinaisons ou mélanges déjà classés;
- b) Une matière ou un objet nouveaux, non destinés à un usage explosif, ayant, ou étant présumés avoir, des propriétés explosives (voir le paragraphe 2.1.1.5 du Règlement type);
- c) Un nouveau modèle d'objet contenant une matière explosive ou un objet contenant une nouvelle matière explosive ou une combinaison ou un mélange nouveaux de matières explosibles; ou

- d) Un nouveau modèle d'emballage pour une matière ou un objet explosibles, y compris un nouveau modèle d'emballage intérieur ou une nouvelle disposition des objets; une modification relativement mineure d'un emballage intérieur ou extérieur, en effet, peut avoir un effet critique et transformer un risque relativement faible en un risque d'explosion en masse.

La procédure de classement doit être appliquée avant que le produit nouveau ne soit présenté au transport.

10.2.2 Le producteur ou le demandeur, pour le classement d'un produit nouveau, doivent communiquer des renseignements suffisants concernant les noms et les caractéristiques de toutes les matières explosibles contenues dans le produit, ainsi que les résultats de toutes les épreuves pertinentes exécutées.

### **10.3 Procédure d'acceptation dans la classe 1**

#### **10.3.1 Généralités**

10.3.1.1 La procédure d'acceptation vise à déterminer si un produit tel qu'il est présenté au transport est susceptible d'appartenir à la classe 1. À cette fin, on contrôle qu'une matière provisoirement acceptée en classe 1 n'est pas trop insensible pour relever de la classe 1 ou trop dangereuse pour être transportée, ou encore qu'un objet ou qu'un objet emballé n'est pas trop dangereux pour le transport.

#### **10.3.2 Types d'épreuve**

10.3.2.1 Les épreuves utilisées pour déterminer si une matière doit être provisoirement acceptée dans la classe 1 sont groupées en quatre séries, numérotés de 1 à 4; les résultats à ces épreuves permettent de répondre aux questions de la figure 10.2.

10.3.2.2 La réponse à la question "S'agit-il d'une matière explosible ?" (case 4 de la figure 10.2) est fonction des définitions nationales et internationales d'une matière explosible et des résultats aux trois types d'épreuve de la série 1 permettant de déterminer les effets explosifs éventuels. Les trois types d'épreuve utilisés sont :

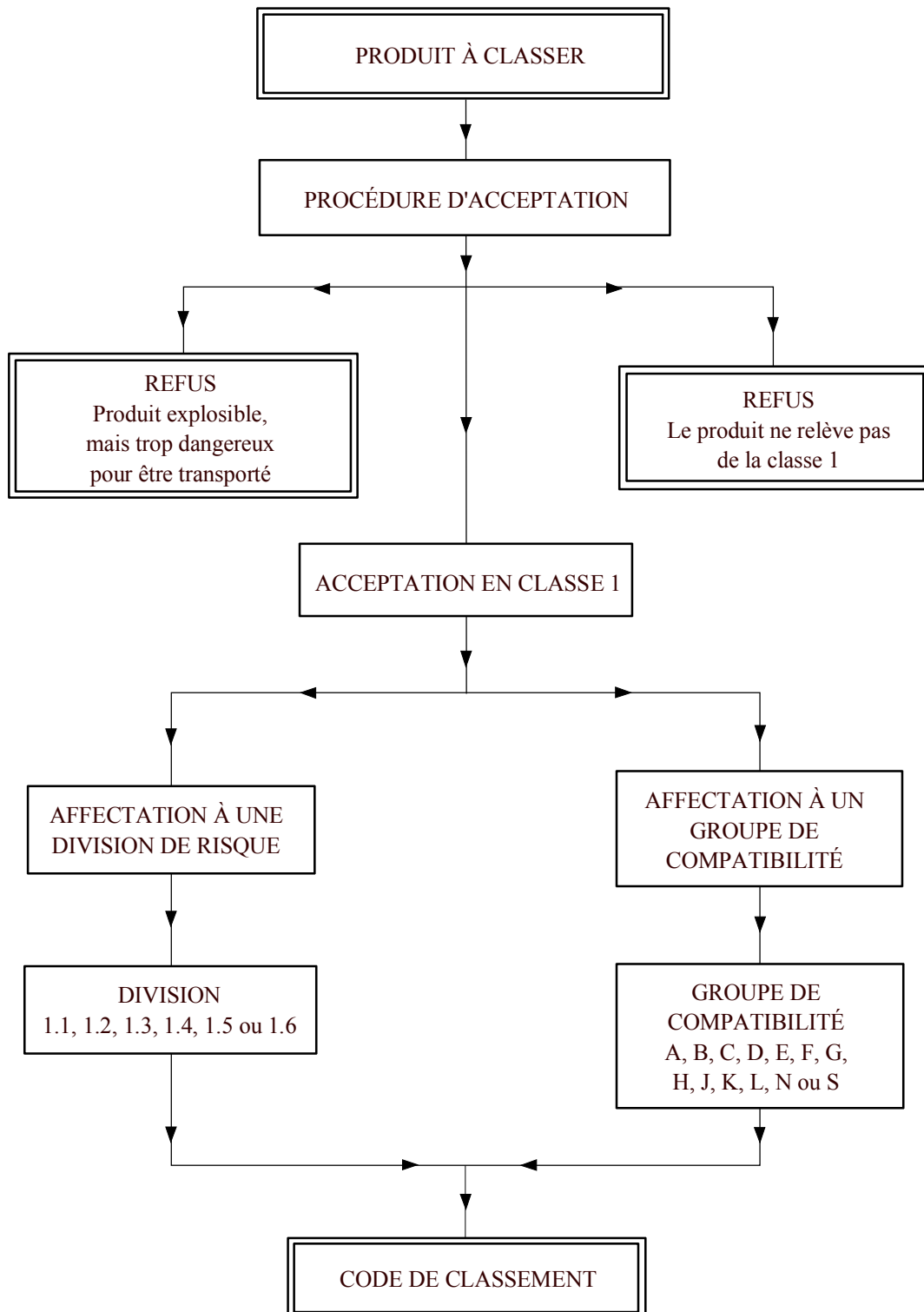
- Type 1 a) épreuve d'excitation avec relais détonant et confinement définis pour déterminer l'aptitude de la matière à propager une détonation;
- Type 1 b) épreuve pour déterminer l'effet du chauffage sous confinement;
- Type 1 c) épreuve pour déterminer l'effet de l'inflammation sous confinement.

10.3.2.3 Les épreuves de la série 2 sont utilisées pour répondre à la question "La matière est-elle trop insensible pour relever de la classe 1 ?" (case 6 de la figure 10.2). Le dispositif d'essai y est pratiquement le même que celui utilisé pour les épreuves de la série 1, mais avec des critères d'épreuve moins sévères. Pour les épreuves d'amorçage de la détonation dites "gap test", par exemple, l'amorçage se fait à travers une barrière d'épaisseur non nulle. Les trois types d'épreuve utilisés sont les suivants :

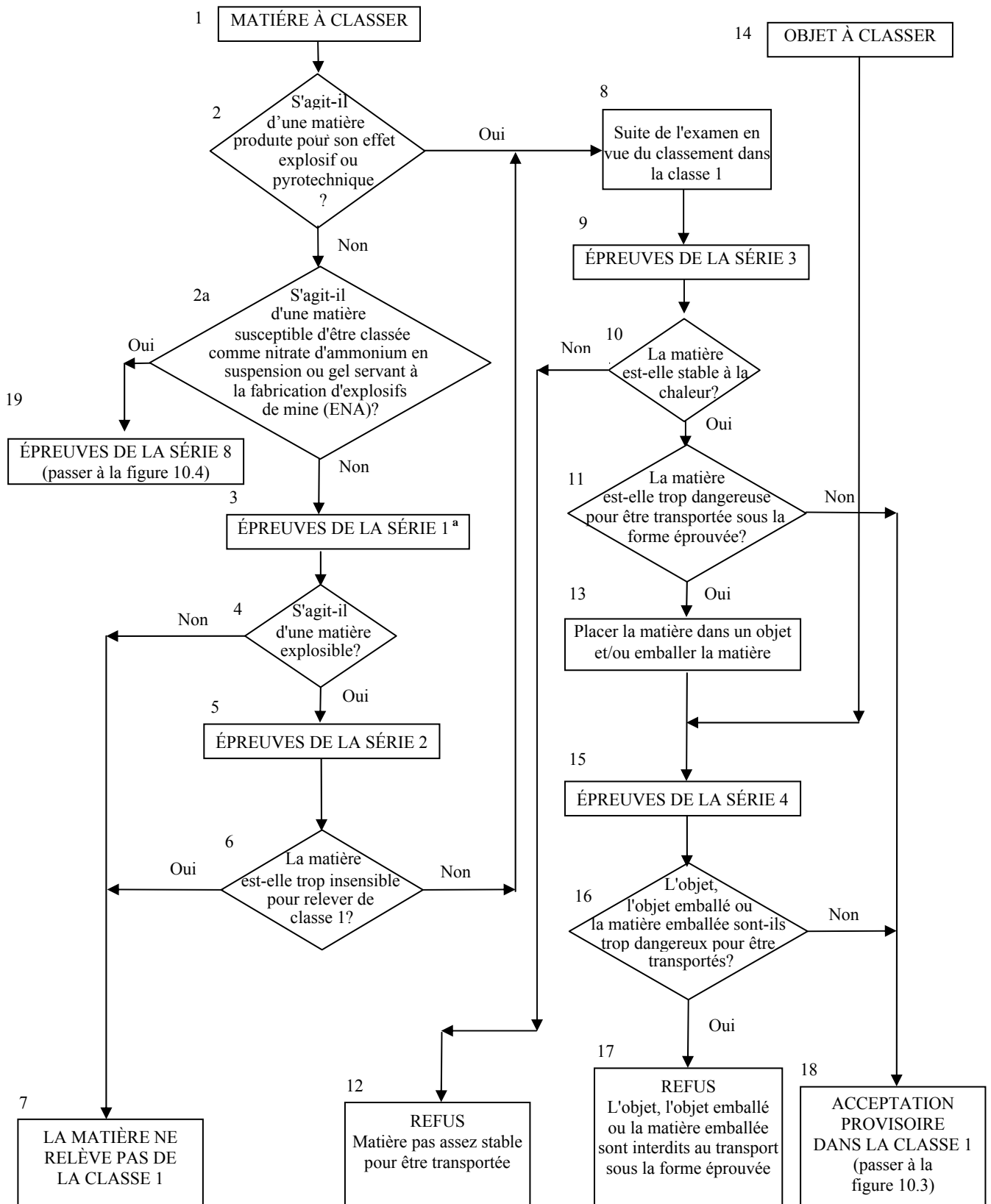
- Type 2 a) épreuve d'excitation avec relais détonant et confinement définis pour déterminer la sensibilité à une onde de choc;
- Type 2 b) épreuve pour déterminer l'effet du chauffage sous confinement;
- Type 2 c) épreuve pour déterminer l'effet de l'inflammation sous confinement.



**Figure 10.1 : PROCÉDURE GÉNÉRALE DE CLASSEMENT D'UNE MATIÈRE OU D'UN OBJET DANS LA CLASSE 1**



**Figure 10.2 : PROCÉDURE D'ACCEPTATION TEMPORAIRE D'UNE MATIÈRE OU D'UN OBJET DANS LA CLASSE 1**



<sup>a</sup> Aux fins de classement, commencer par les épreuves de la série 2.

10.3.2.4 Les épreuves de la série 3 sont utilisées pour déterminer la réponse aux questions "La matière est-elle stable à la chaleur ?" (case 10 de la figure 10.2) et "La matière est-elle trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée ?" (case 11 de la figure 10.2); il s'agit d'épreuves visant à déterminer la sensibilité de la matière aux sollicitations mécaniques (choc et frottement), ainsi qu'à la chaleur et à la flamme. Les quatre types d'épreuve utilisés sont :

- Type 3 a) épreuve au mouton de choc pour déterminer la sensibilité à l'impact;
- Type 3 b) épreuve de frottement ou de frottement avec choc pour déterminer la sensibilité au frottement;
- Type 3 c) épreuve de chauffage pour déterminer la stabilité à la chaleur;
- Type 3 d) épreuve d'inflammation pour déterminer la réaction d'une matière à l'inflammation.

10.3.2.5 Les épreuves de la série 4 sont utilisées pour répondre à la question "L'objet, l'objet emballé, ou la matière emballée sont-ils trop dangereux pour être transportés ?" (case 16 de la figure 10.2). Les conditions à prendre en compte à cet égard sont les températures extrêmes, les taux élevés d'humidité relative, les vibrations, les chocs et les chutes. Les deux types d'épreuve utilisés sont les suivants :

- Type 4 a) épreuve de stabilité thermique pour les objets;
- Type 4 b) épreuve destinée à déterminer les risques résultant d'une chute.

### 10.3.3 *Application des méthodes d'épreuves*

10.3.3.1 L'ordre de numérotation des séries d'épreuves 1 à 4 correspond à l'ordre dans lequel les résultats doivent être évalués, mais non à celui dans lequel les épreuves doivent être exécutées. ***Afin de réduire les risques pour le personnel d'épreuve, il est vivement recommandé d'exécuter certains essais préliminaires sur de petites quantités de matière avant d'aborder les essais avec de plus grandes quantités.*** Les résultats de ces essais préliminaires peuvent aussi être pris en compte dans la procédure de classement.

10.3.3.2 La procédure d'acceptation pour les matières conçues pour avoir un effet explosif commence par les épreuves des types 3 a), 3 b), 3 c) et 3 d), qui visent à déterminer si la matière est trop sensible pour le transport sous la forme éprouvée. Si cette matière a un comportement instable à la chaleur, c'est-à-dire qu'elle donne un résultat positif à l'épreuve du type 3 c), elle n'est pas admise au transport. Si elle donne un résultat positif aux épreuves des types 3 a), 3 b) ou 3 d), elle peut être soit placée dans un objet, soit flegmatisée, soit emballée pour réduire sa sensibilité aux sollicitations externes. On peut citer comme exemple à cet égard les explosifs primaires mouillés à l'eau et les explosifs primaires mis sous étui dans des détonateurs. Les objets nouveaux ainsi obtenus doivent être soumis à la série d'épreuves 4, et les liquides ou les matières solides emballées à une épreuve du type 4 b), pour déterminer s'ils présentent une sécurité suffisante pour le transport comme matières de la classe 1. Les matières flegmatisées doivent être à nouveau soumises à la série d'épreuves 3 aux mêmes fins. Si une matière conçue pour avoir un effet explosif donne un résultat négatif à toutes les épreuves de la série 3, ou si un objet conçu pour avoir un effet explosif donne un résultat négatif à toutes les épreuves de la série 4, on leur applique alors la procédure d'affectation à une division.

10.3.3.3 Bien qu'en principe les épreuves de la série 1 servent à déterminer si une matière non conçue pour avoir un effet explosif a en fait des propriétés explosives potentielles, il peut être indiqué, dans ce cas aussi, de commencer le programme d'épreuves par la série 3. Celle-ci est exécutée sur des échantillons relativement petits, qui réduisent les risques encourus par le personnel d'épreuve. Si les résultats de la série 3 indiquent que la matière est trop sensible pour le transport sous la forme éprouvée, les mesures en vue de réduire sa sensibilité aux sollicitations externes, mentionnées au paragraphe 10.3.3.2, devraient être appliquées. Si par contre ces résultats indiquent que la matière n'est pas trop sensible pour le transport, l'étape suivante consiste à exécuter les épreuves de la série 2, qui permettent de déterminer si la matière est trop insensible pour être classée dans la classe 1. L'exécution des épreuves de la série 1, à ce stade de la procédure d'acceptation, n'a plus de raison d'être car la série 2 répond à la question qui se pose quant au degré d'insensibilité de la matière. La série 1 permet de répondre aux questions ayant trait à la nature explosive de la matière. La procédure d'affectation à une division de la classe 1 doit être appliquée aux matières qui donnent un résultat positif aux épreuves de la série 2 mais un résultat négatif à celles de

la série 3. Il est important de noter qu'une matière qui a donné un résultat positif aux épreuves de la série 2 peut cependant, si elle est emballée de la manière appropriée, être classée comme n'appartenant pas à la classe 1, à deux conditions : elle ne doit pas être conçue pour avoir un effet explosif, et elle ne doit pas manifester de risque explosif lors des épreuves de la série 6 dans le cadre de la procédure d'affectation.

10.3.3.4 Tous les objets ou objets emballés contenant des matières qui ont donné un résultat positif à une épreuve du type 3 a), 3 b) ou 3 d) doivent être soumis aux épreuves de la série 4. Si l'objet ou les objets emballés donnent un résultat négatif à l'épreuve du type 4 a), ils sont alors soumis à l'épreuve du type 4 b). Les matières emballées ne sont soumises qu'à l'épreuve du type 4 b) seulement. Tout résultat positif à l'un des deux types d'épreuves 4 a) ou 4 b) entraîne le refus. Le produit, cependant, peut être modifié et soumis à nouveau aux épreuves. Si l'autorité compétente soupçonne que le produit peut être soumis en pratique à des sollicitations autres que celles utilisées dans les types d'épreuve 4 a) et 4 b) et qu'il risque d'en résulter des effets dangereux, des renseignements ou épreuves supplémentaires pourront être nécessaires (voir le nota dans le paragraphe 2.1.3.3.1 du Règlement type).

10.3.3.5 Si des objets contiennent des composants de régulation inertes, coûteux, ils peuvent être remplacés par des composants inertes de masse et de volume semblables.

## **10.4 Procédure d'affectation à une division de la classe 1**

### **10.4.1 Généralités**

10.4.1.1 Les marchandises de la classe 1 sont affectées à l'une des six divisions de risque, selon le type de risque qu'elles présentent (voir le paragraphe 2.1.1.4 du Règlement type). La procédure d'affectation (figure 10.3) s'applique à toutes les matières et tous les objets susceptibles d'appartenir à la classe 1, sauf ceux qui sont à classer d'office dans la division 1.1. Une matière ou un objet doivent être affectés à la division qui correspond aux résultats des épreuves auxquelles la matière ou l'objet, tels qu'ils sont présentés au transport, ont été soumis. D'autres résultats d'essais, ainsi que des informations provenant d'accidents réels, peuvent aussi être pris en considération. Comme l'indique la case 36 de la figure 10.3, l'autorité compétente peut juger qu'un objet est exclu de la classe 1 en se basant sur les résultats d'épreuve et sur la définition de la classe 1.

### **10.4.2 Types d'épreuve**

10.4.2.1 Les épreuves utilisées pour l'affectation à une division sont groupées en trois séries portant les numéros 5 à 7, dont les résultats doivent permettre de répondre aux questions de la figure 10.3. Une autorité nationale ne devrait pas modifier les conditions des épreuves des séries 5, 6 et 7 si elle n'est pas en mesure de justifier cette décision devant les autres pays.

10.4.2.2 Pour répondre à la question "S'agit-il d'une matière explosible très peu sensible présentant un risque d'explosion en masse ?" (case 21 de la figure 10.3), on se fonde sur les résultats de trois types d'épreuve de la série 5, à savoir :

- Type 5 a) épreuve d'excitation par onde de choc visant à déterminer la sensibilité à une sollicitation mécanique intense;
- Type 5 b) épreuve visant à déterminer la tendance au passage de la déflagration à la détonation;
- Type 5 c) épreuve visant à déterminer si une matière explose lorsqu'elle est soumise, en grande quantité, à un feu intense.

10.4.2.3 Les résultats de quatre types d'épreuve de la série 6 sont utilisés pour déterminer quelle division parmi les divisions 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4 correspond le mieux au comportement d'un produit lorsque le chargement est exposé à un feu d'origine interne ou externe, ou à une explosion d'origine interne (cases 26, 28, 30, 32 et 33 de la figure 10.3). On se base également sur les résultats de ces épreuves pour déterminer si un produit peut être affecté au groupe de compatibilité S (division 1.4) ou s'il devrait le cas échéant être exclu de la classe 1 (cases 35 et 36 de la figure 10.3). Ces quatre types d'épreuve sont :

- Type 6 a) épreuve sur un seul colis pour déterminer s'il y a explosion du contenu;
- Type 6 b) épreuve sur une pile de colis de matière explosible ou de colis d'objets explosibles, ou encore sur une pile d'objets explosibles non emballés, pour déterminer si une explosion se propage d'un colis ou d'un objet non emballé à l'autre;
- Type 6 c) épreuve sur une pile de colis de matière explosible ou colis d'objets explosibles, ou encore sur une pile d'objets explosibles non emballés pour déterminer s'il y a explosion en masse ou risque de projections dangereuses, de rayonnement calorifique intense ou de combustion violente ou encore tout autre effet dangereux en cas d'incendie; et
- Type 6 d) épreuve sur un colis, sans confinement, d'objets explosibles auxquels la disposition spéciale 347 du chapitre 3.3 du Règlement type s'applique, pour déterminer si une inflammation accidentelle ou un amorçage accidentel du contenu entraîne des effets dangereux à l'extérieur du colis.

10.4.2.4 La réponse à la question "S'agit-il d'un objet explosible extrêmement peu sensible ?" (case 40 de la figure 10.3) est donnée par les épreuves de la série 7; toute matière susceptible d'être classée dans la division 1.6 doit subir chacune des 10 épreuves de la série avec un résultat négatif. Les épreuves des six premiers types (7 a) à 7 f)) servent à déterminer s'il s'agit d'une matière détonante extrêmement peu sensible (MDEPS) et celles des quatre derniers types (7 g) à 7 k)) si un objet contenant une MDEPS peut être affecté à la division 1.6. Les dix types d'épreuves sont :

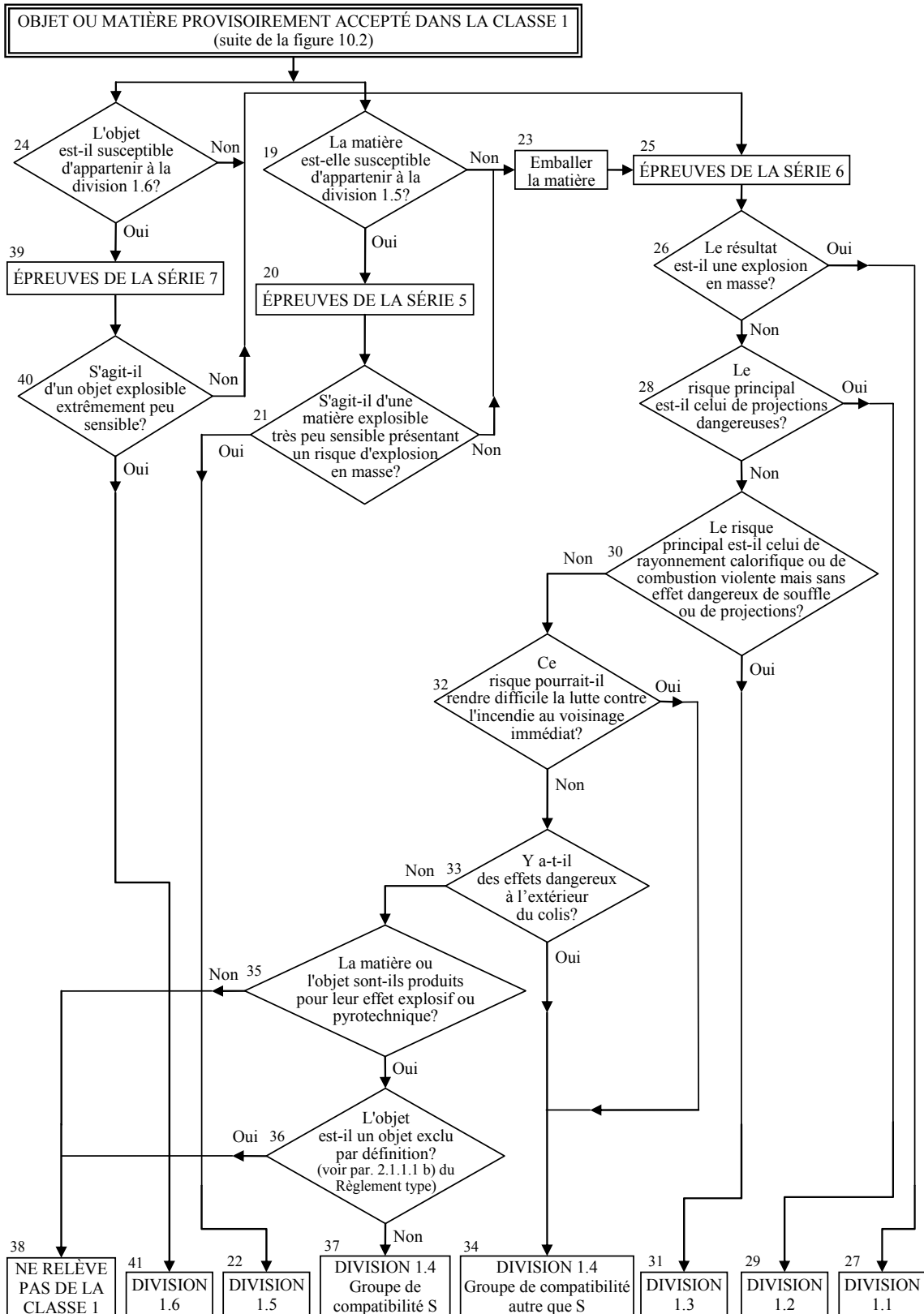
- Type 7 a) épreuve d'excitation par onde de choc pour déterminer la sensibilité à une sollicitation mécanique intense;
- Type 7 b) épreuve d'excitation avec relais détonant et confinement défini pour déterminer la sensibilité à une onde de choc;
- Type 7 c) épreuve visant à déterminer l'aptitude de la matière explosible à se dégrader dangereusement sous l'effet d'un impact;
- Type 7 d) épreuve visant à déterminer la réaction d'une matière explosible à l'impact et à la perforation par un projectile d'énergie donnée;
- Type 7 e) épreuve visant à déterminer la réaction à un feu extérieur d'une matière explosible confinée;
- Type 7 f) épreuve visant à déterminer la réaction d'une matière explosible soumise à une température externe qui augmente lentement jusqu'à 365 °C;
- Type 7 g) épreuve visant à déterminer la réaction à un feu extérieur d'un objet tel qu'il est présenté au transport;
- Type 7 h) épreuve visant à déterminer la réaction d'un objet soumis à une température externe qui augmente lentement jusqu'à 365 °C;
- Type 7 j) épreuve visant à déterminer la réaction d'un objet à l'impact et à la pénétration par un projectile d'énergie donnée;
- Type 7 k) épreuve visant à déterminer si la détonation d'un objet amorce une détonation dans un objet adjacent identique.

10.4.2.5 Il est répondu à la question "S'agit-il d'une matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine (ENA)?" (case 2 a) de la figure 10.2) au moyen des épreuves de la série 8, chaque matière susceptible de l'être devant être soumise aux trois épreuves de la série. Les trois types d'épreuves sont les suivants :

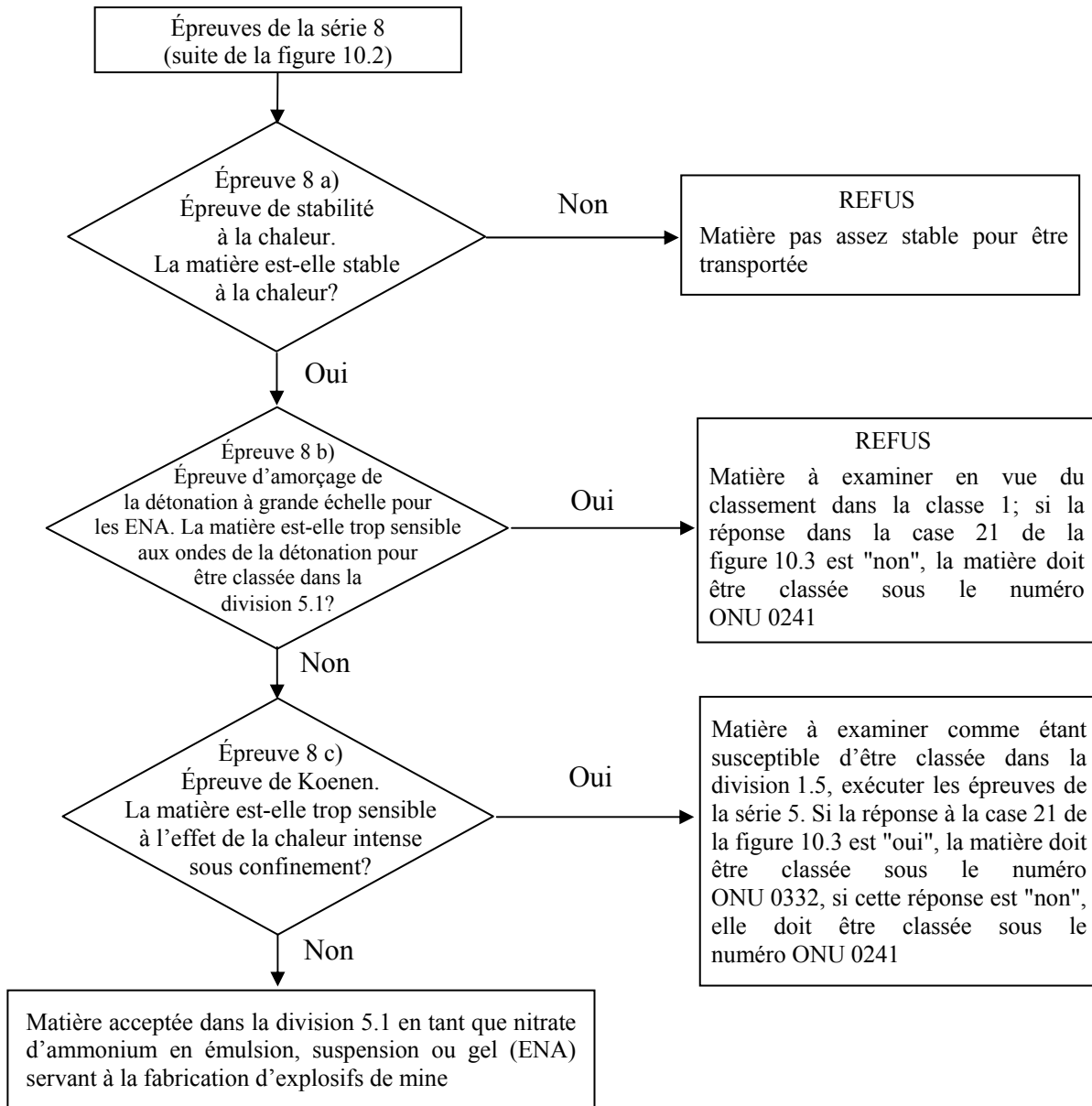
- Type 8 a) épreuve pour déterminer la stabilité de la chaleur;
- Type 8 b) épreuve d'excitation par onde de détonation pour déterminer la sensibilité à une onde de choc violent;
- Type 8 c) épreuve pour déterminer l'effet du chauffage sous confinement;

La série d'épreuves 8 d) figure dans la présente section en tant que méthode visant à déterminer si une matière peut être transportée en citerne.

**Figure 10.3 : PROCÉDURE D'AFFECTATION À UNE DIVISION DE LA CLASSE 1**



**Figure 10.4 : PROCÉDURE POUR LES NITRATES D'AMMONIUM EN ÉMULSION, SUSPENSION OU GEL (ENA) SERVANT À LA FABRICATION D'EXPLOSIFS DE MINE**



### 10.4.3 *Application des méthodes d'épreuves*

10.4.3.1 Des explications sur certains termes utilisés pour l'affectation à une division et à un groupe de compatibilité sont données dans le glossaire de l'appendice B du Règlement type (explosion en masse, matière pyrotechnique, totalité du chargement, totalité du contenu, explosion, explosion de la totalité du contenu).

10.4.3.2 Pour déterminer si une matière peut être affectée à la division 1.5, les épreuves à exécuter sont les épreuves de la série 5. Seules les matières qui donnent un résultat négatif aux trois épreuves peuvent être classées dans la division 1.5.

10.4.3.3 Les épreuves de la série 6 doivent être exécutées sur les colis de matières ou objets explosibles dans l'état et la forme dans lesquels ils sont présentés au transport. La disposition géométrique des produits doit être représentative de la méthode d'emballage et des conditions de transport réelles, et devrait correspondre au cas le plus défavorable. Pour les objets explosibles qu'il est prévu de transporter sans emballage, les épreuves doivent être exécutées sur les objets non emballés. Tous les types d'emballage contenant des matières ou objets doivent être soumis aux épreuves, excepté si :

- a) Le produit, y compris son emballage éventuel, peut être affecté sans incertitude à une division par l'autorité compétente sur la base de résultats d'autres épreuves ou de renseignements disponibles par ailleurs;
- b) Le produit, y compris son emballage éventuel, est affecté à la division 1.1.

10.4.3.4 Les épreuves des types 6 a), 6 b), 6 c) et 6 d) doivent obligatoirement être exécutées dans cet ordre. Par contre, elles ne sont pas toujours toutes nécessaires. On peut renoncer à l'épreuve du type 6 a) si les objets explosibles sont transportés sans emballage ou si l'emballage contient un seul objet. On peut également renoncer à l'épreuve du type 6 b) si, dans l'épreuve du type 6 a) :

- a) Aucun dommage extérieur n'est causé à l'emballage par la détonation et/ou l'inflammation interne;
- b) Le contenu du colis n'explose pas, ou explose si faiblement que l'on peut exclure la possibilité d'une propagation de l'effet explosif d'un colis à l'autre dans l'épreuve du type 6 b).

On peut renoncer à exécuter l'épreuve du type 6 c) si, lors de l'épreuve du type 6 b), il y a explosion pratiquement instantanée de la quasi-totalité du contenu de la pile. Dans un tel cas, le produit est affecté à la division 1.1.

L'épreuve de type 6 d) sert à déterminer si le classement dans la division 1.4, groupe de compatibilité S, est approprié, et n'est utilisée que si la disposition spécial 347 du chapitre 3.3 du Règlement type s'applique.

Les résultats des épreuves 6 c) et 6 d) indiquent si le classement du produit dans la division 1.4, groupe de compatibilité S, est approprié. Dans le cas contraire, le produit est classé dans la division 1.4, mais dans un groupe de compatibilité autre que le groupe S.

10.4.3.5 Si une matière donne un résultat négatif (-) (pas de propagation de la détonation) pour l'épreuve du type 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 négatif (-) (pas de déflagration ou déflagration lente), dans une épreuve du type c) de la série 2, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve 6 a) avec un inflammateur.

10.4.3.6 On utilisera les épreuves des types 7 a) à 7 f) pour déterminer si l'explosif est une matière détonante extrêmement peu sensible, puis les épreuves des types 7 g), 7 h), 7 j) et 7 k) pour déterminer si les objets contenant la MDEPS peuvent être affectés à la division 1.6.



10.4.3.7 Les types d'épreuves 8 a) à 8 c) doivent être utilisés en vue d'établir si une émulsion, une suspension ou un gel de nitrate d'ammonium servant à la fabrication d'explosifs de mine (ENA) peut être affecté à la division 5.1. Les matières qui ne satisfont pas à l'une des épreuves peuvent être considérées comme susceptibles d'appartenir à la classe 1 conformément à la figure 10.4.

10.4.3.8 Si des objets contiennent des composants de régulation inertes, coûteux, ils peuvent être remplacés par des composants inertes de masse et de volume similaires.

## **10.5 Exemples de rapports d'épreuve**

10.5.1 Des exemples de rapports d'épreuve, et de l'utilisation des diagrammes de décision des procédures d'acceptation dans la classe 1 et d'affectation à une division, dans le cas du tert-butyltrinitroxyène (No ONU 2956) sont présentés dans les figures 10.5 à 10.8.

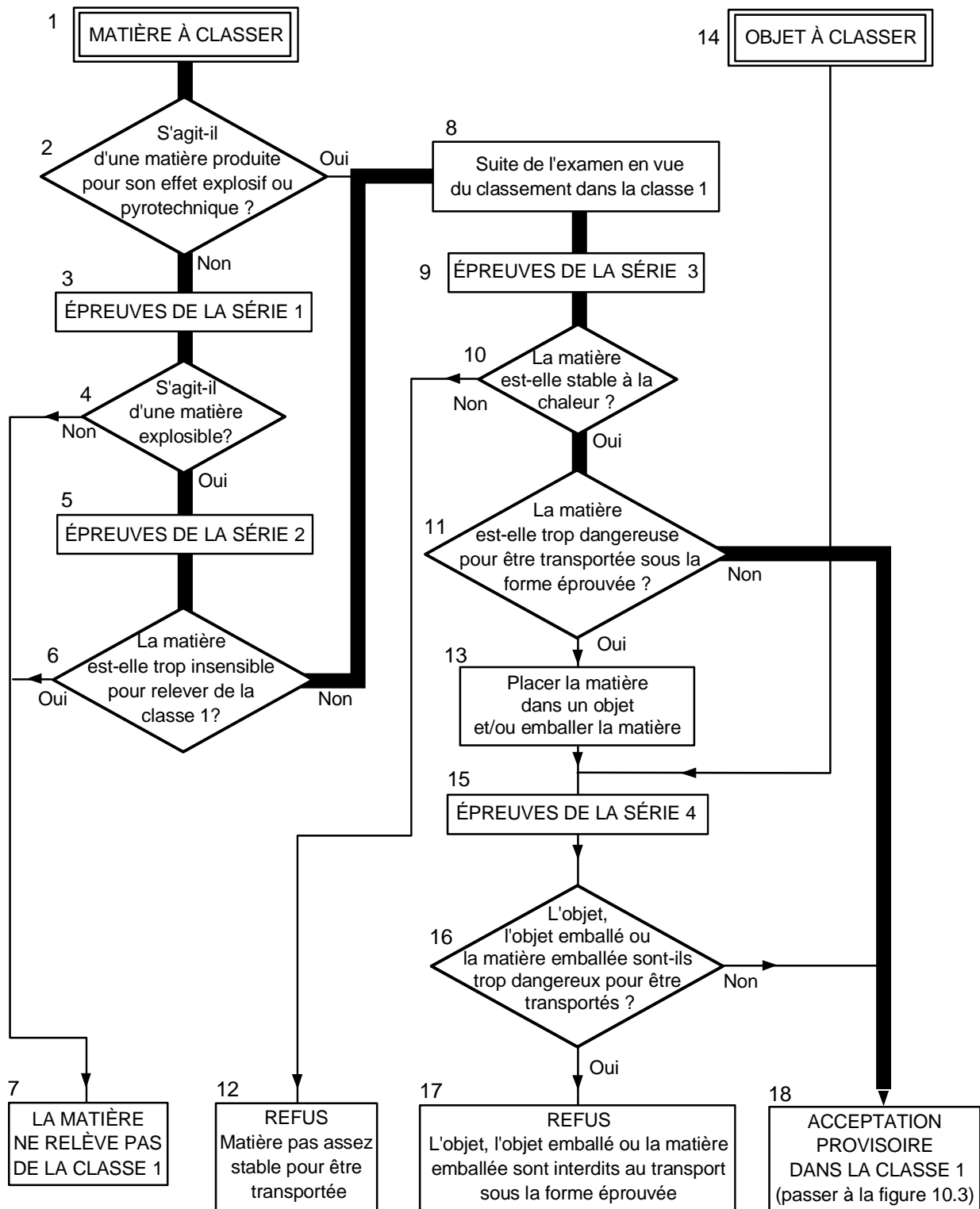
10.5.2 Un modèle de formule de rapport d'épreuve pour les objets est présenté dans la figure 10.9.

**Figure 10.5 : EXEMPLE DE RÉSULTATS DE L'APPLICATION DE LA PROCÉDURE D'ACCEPTATION DANS LA CLASSE 1**

|           |  |   |  |
|-----------|--|---|--|
| <b>1.</b> | <b>Nom de la matière</b>                   | : | tert-BUTYL-5 TRINITRO-2,4,6 m-XYLÈNE<br>(MUSC-XYLÈNE)  |
| <b>2.</b> | <b>Renseignements généraux</b>             |   |  |
| 2.1       | Composition                                | : | tert-Butyltrinitro-2,4,6 m-xylène à 99 %   |
| 2.2       | Formule chimique                           | : | C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> N <sub>3</sub> O <sub>6</sub>  |
| 2.3       | Forme physique                             | : | Fine poudre cristalline  |
| 2.4       | Couleur                                    | : | Jaune pâle   |
| 2.5       | Masse volumique apparente                  | : | 840 kg/m <sup>3</sup>  |
| 2.6       | Granulométrie                              | : | < 1,7 mm   |
| <b>3.</b> | <b>Case 2</b>                              | : | S'agit-il d'une matière produite pour son effet explosif ou pyrotechnique ?                              |
| 3.1       | Réponse                                    | : | Non  |
| 3.2       | Sortie                                     | : | Aller à la case 3  |
| <b>4.</b> | <b>Case 3</b>                              | : | Épreuves de la série 1   |
| 4.1       | Aptitude à la détonation                   | : | Épreuve d'amorçage de la détonation de l'ONU (épreuve 1 a))  |
| 4.2       | Conditions                                 | : | Température ambiante   |
| 4.3       | Observations                               | : | Longueur de fragmentation 40 cm  |
| 4.4       | Résultat                                   | : | "+", il y a détonation   |
| 4.5       | Effet du chauffage sous confinement        | : | Épreuve de Koenen (épreuve 1 b))   |
| 4.6       | Conditions                                 | : | Masse de l'échantillon 22,6 g  |
| 4.7       | Observations                               | : | Diamètre limite 5,0 mm<br>Type de fragmentation "F" (délai de réaction : 52 s; durée de réaction : 27 s) |
| 4.8       | Résultat                                   | : | "+", il y a certains effets explosifs lors d'un chauffage sous confinement                               |
| 4.9       | Effet de l'inflammation sous confinement   | : | Épreuve pression/temps (épreuve 1 c) i))   |
| 4.10      | Conditions                                 | : | Température ambiante   |
| 4.11      | Observations                               | : | Pas d'inflammation   |
| 4.12      | Résultat                                   | : | "-", il n'y a pas d'inflammation sous confinement  |
| 4.13      | Sortie                                     | : | Aller à la case 4  |
| <b>5.</b> | <b>Case 4</b>                              | : | S'agit-il d'une matière explosible ?   |
| 5.1       | Réponse d'après les épreuves de la série 1 | : | Oui  |
| 5.2       | Sortie                                     | : | Aller à la case 5  |
| <b>6.</b> | <b>Case 5</b>                              | : | Épreuves de la série 2   |
| 6.1       | Sensibilité à l'onde de choc               | : | Épreuve d'amorçage de la détonation de l'ONU (épreuve 2 a))  |
| 6.2       | Conditions                                 | : | Température ambiante   |
| 6.3       | Observations                               | : | Pas de détonation  |
| 6.4       | Résultat                                   | : | "-", la matière n'est pas sensible à l'onde de choc  |
| 6.5       | Effet du chauffage sous confinement        | : | Épreuve de Koenen (épreuve 2 b))   |
| 6.6       | Conditions                                 | : | Masse de l'échantillon 22,6 g  |

|            |   |   |  |
|------------|---|---|--|
| 6.7        | Observations  | : | Diamètre limite 5,0 mm<br>Type de fragmentation "F" (délai de réaction : 52 s;<br>durée de réaction: 27 s) |
| 6.8        | Résultat  | : | "+", effets violents lors du chauffage sous confinement  |
| 6.9        | Effet de l'inflammation<br>sous confinement               | : | Épreuve pression/temps (épreuve 2 c) i))   |
| 6.10       | Conditions  | : | Température ambiante   |
| 6.11       | Observations  | : | Pas d'inflammation   |
| 6.12       | Résultats   | : | "-", il n'y a pas de réaction lors d'une inflammation sous<br>confinement                                  |
| 6.13       | Sortie  | : | Aller à la case 6  |
| <b>7.</b>  | <b>Case 6</b>   | : | La matière est-elle trop insensible pour relever de la<br>classe 1 ?                                       |
| 7.1        | Réponse d'après les épreuves de<br>la série 2             | : | Non  |
| 7.2        | Conclusion  | : | Suite de l'examen en vue du classement dans la classe 1<br>(case 8)  |
| 7.3        | Sortie  | : | Aller à la case 9  |
| <b>8.</b>  | <b>Case 9</b>   | : | Épreuves de la série 3   |
| 8.1        | Stabilité à la chaleur                                    | : | Épreuve de 48 heures à 75 °C (épreuve 3 c))  |
| 8.2        | Conditions  | : | Masse de l'échantillon 100 g; 75 °C  |
| 8.3        | Observations  | : | Il n'y a pas d'inflammation, d'explosion, d'échauffement<br>spontané ni de décomposition visible           |
| 8.4        | Résultat  | : | "-", la matière est stable à la chaleur  |
| 8.5        | Sensibilité à l'impact                                    | : | Épreuve au mouton de choc BAM (épreuve 3 a) ii))   |
| 8.6        | Conditions  | : | Échantillon dans l'état de réception   |
| 8.7        | Observations  | : | Énergie limite d'impact : 25 J   |
| 8.8        | Résultats   | : | "-", la matière n'est pas trop dangereuse pour être<br>transportée sous la forme éprouvée                  |
| 8.9        | Sensibilité au frottement                                 | : | Épreuve de frottement BAM (test 3 b) i))   |
| 8.10       | Conditions  | : | Échantillon dans l'état de réception   |
| 8.11       | Observations  | : | Force limite > 360 N   |
| 8.12       | Résultat  | : | "-", la matière n'est pas trop dangereuse pour être<br>transportée sous la forme éprouvée                  |
| 8.13       | Aptitude au passage de la<br>déflagration à la détonation | : | Épreuve de combustion à petite échelle (épreuve 3 d))  |
| 8.14       | Conditions  | : | Température ambiante   |
| 8.15       | Observations  | : | S'enflamme et brûle lentement  |
| 8.16       | Résultat  | : | "-", la matière n'est pas trop dangereuse pour être<br>transportée sous la forme éprouvée                  |
| 8.17       | Sortie  | : | Aller à la case 10   |
| <b>9.</b>  | <b>Case 10</b>  | : | La matière est-elle stable à la chaleur ?  |
| 9.1        | Réponse d'après l'épreuve 3 c)                            | : | Oui  |
| 9.2        | Sortie  | : | Aller à la case 11   |
| <b>10.</b> | <b>Case 11</b>  | : | La matière est-elle trop dangereuse pour être transportée<br>sous la forme éprouvée ?                      |
| 10.1       | Réponse d'après les épreuves<br>de la série 3             | : | Non  |
| 10.2       | Sortie  | : | Aller à la case 18   |
| <b>11.</b> | <b>Conclusion</b>   | : | LA MATIÈRE EST PROVISOIREMENT ACCEPTÉE<br>DANS LA CLASSE 1   |
| 11.1       | Sortie  | : | La matière est soumise à la procédure d'affectation à une<br>division de la classe 1                       |

**Figure 10.6 : PROCÉDURE D'ACCEPTATION TEMPORAIRE  
DU TERT-BUTYLTRINITROXYLÈNE DANS LA CLASSE 1**

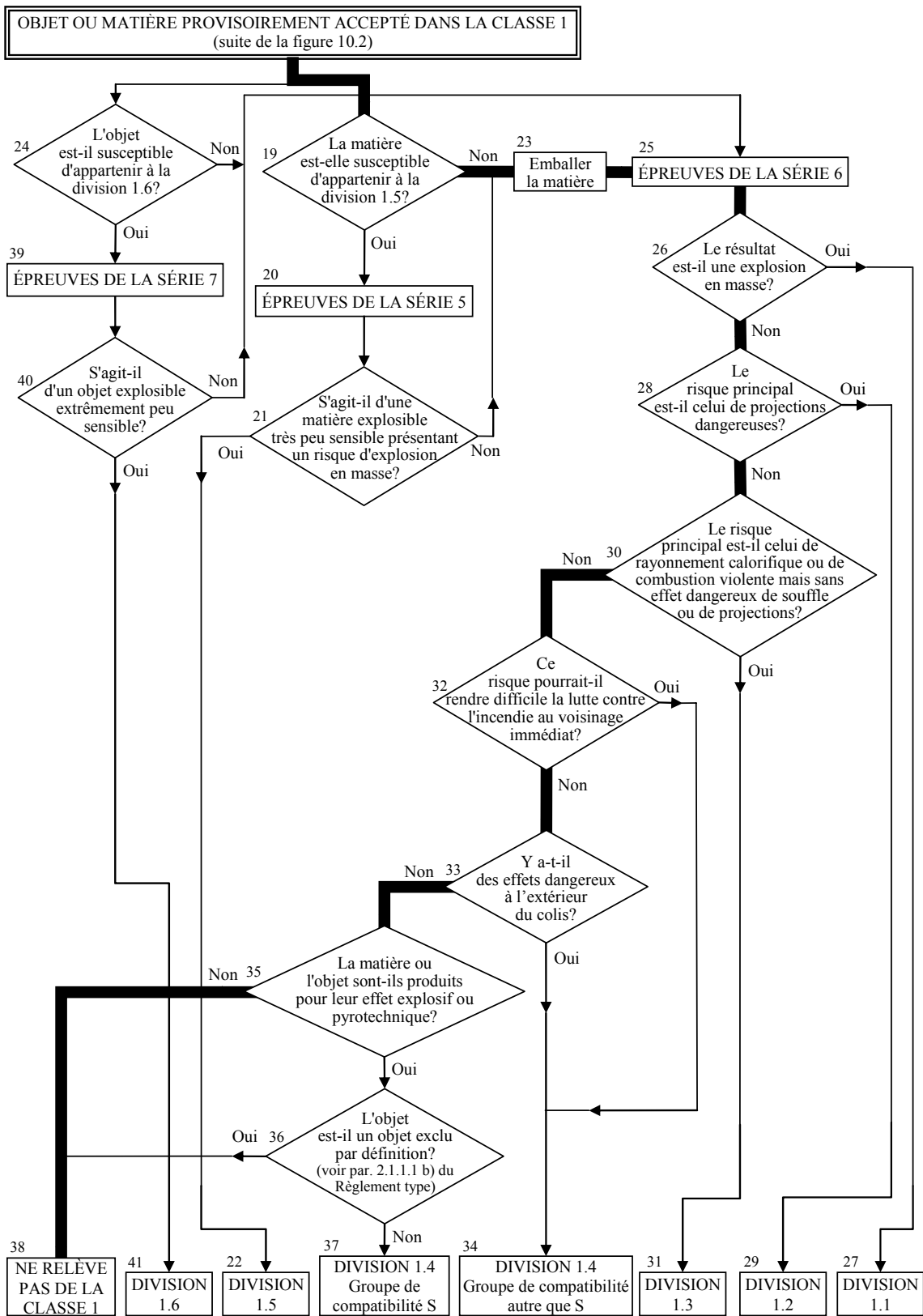


**Figure 10.7: EXEMPLE DE RÉSULTATS DE L'APPLICATION DE LA PROCÉDURE D'AFFECTATION À UNE DIVISION DE LA CLASSE 1**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <b>1. Case 19</b>                                  | : | La matière est-elle susceptible d'appartenir à la division 1.5 ?  |
| 1.1 Réponse  | : | Non   |
| 1.2 Résultat                                       | : | Emballer la matière (case 23)   |
| 1.3 Sortie   | : | Aller à la case 25  |
| <b>2. Case 25</b>                                  | : | Épreuves de la série 6  |
| 2.1 Effet de l'amorçage à l'intérieur du colis     | : | Épreuve 6 a) avec détonateur  |
| 2.2 Conditions                                     | : | Température ambiante; fût en carton de 50 kg  |
| 2.3 Observations                                   | : | Il y a seulement décomposition localisée autour du détonateur   |
| 2.4 Résultat                                       | : | Pas de réaction significative   |
| 2.5 Effet de l'inflammation à l'intérieur du colis | : | Épreuve 6 a) avec un inflammateur   |
| 2.6 Conditions                                     | : | Température ambiante; fût en carton de 50 kg  |
| 2.7 Observations                                   | : | Il y a seulement décomposition localisée autour de l'inflammateur   |
| 2.8 Résultat                                       | : | Pas de réaction significative   |
| 2.9 Effet de propagation entre colis               | : | L'épreuve du type 6 b) n'est pas nécessaire, car il n'y a pas d'effet extérieur au colis dans l'épreuve 6 a)  |
| 2.10 Effet d'un feu intense                        | : | Épreuve 6 c)  |
| 2.11 Conditions                                    | : | 3 fûts en carton de 50 kg, montés sur un bâti, au-dessus d'un brasier de lattes de bois entrecroisées   |
| 2.12 Observations                                  | : | Il y a seulement combustion lente avec dégagement de fumée noire  |
| 2.13 Résultat                                      | : | Pas d'effet pouvant gêner la lutte contre l'incendie  |
| 2.14 Sortie  | : | Aller à la case 26  |
| <b>3. Case 26</b>                                  | : | Le résultat est-il une explosion en masse ?   |
| 3.1 Réponse d'après les épreuves de la série 6     | : | Non   |
| 3.2 Sortie   | : | Aller à la case 28  |
| <b>4. Case 28</b>                                  | : | Le risque principal est-il celui de projections dangereuses ?   |
| 4.1 Réponse d'après les épreuves de la série 6     | : | Non   |
| 4.2 Sortie   | : | Aller à la case 30  |
| <b>5. Case 30</b>                                  | : | Le risque principal est-il celui de rayonnement calorifique intense ou de combustion violente, mais sans effet dangereux de souffle ou de projections ? |
| 5.1 Réponse d'après les épreuves de la série 6     | : | Non   |
| 5.2 Sortie   | : | Aller à la case 32  |
| <b>6. Case 32</b>                                  | : | Existe-t-il néanmoins un léger risque en cas d'inflammation ou d'amorçage ?   |
| 6.1 Réponse d'après les épreuves de la série 6     | : | Non   |
| 6.2 Sortie   | : | Aller à la case 35  |

- 7. Case 35** : La matière ou l'objet sont-ils produits pour leur effet explosif ou pyrotechnique ?
- 7.1 Réponse : Non
- 7.2 Sortie : Aller à la case 38
  
- 8. Conclusion** : LA MATIÈRE NE RELÈVE PAS DE LA CLASSE 1
- 8.1 Sortie : Un classement dans une autre classe et division est à examiner.

**Figure 10.8 : PROCÉDURE D'EXCLUSION DU TERT-BUTYLTRINITROXYLÈNE DE LA CLASSE 1**



**Figure 10.9 : MODÈLE DE FORMULE DE RAPPORT D'ÉPREUVE POUR LES OBJETS**

|                         |  |                 |  |                     |  |
|-------------------------|--|-----------------|--|---------------------|--|
| Méthode d'épreuve       |  | Date du rapport |  | Numéro de référence |  |
| Dénomination de l'objet |  | Numéro de lot   |  | Date de fabrication |  |

CARACTÉRISTIQUES DE CONSTRUCTION ET CONTENU (joindre schémas, etc...)

EMBALLAGE (s'il y a lieu)

PRÉTRAITEMENT OU CONDITIONNEMENT (s'il y a lieu)

CONFIGURATION D'ÉPREUVE (y compris toute variation par rapport aux procédures du Manuel)

CONDITIONS D'ESSAI

Température ambiante :                      °C    Humidité relative :                      %

OBSERVATIONS

RÉSULTAT D'ÉPREUVE

CONCLUSION



## SECTION 11

## ÉPREUVES DE LA SÉRIE 1

**11.1 Introduction**

11.1.1 À la question "S'agit-il d'une matière explosible ?" (case 4 de la figure 10.2), on répond d'après les définitions nationales et internationales d'une matière explosible et les résultats de trois types d'épreuves servant à déterminer les effets explosifs éventuels. La réponse à la question de la case 4 est "oui" si un résultat positif (+) est obtenu pour l'un quelconque des trois types d'épreuves.

**11.2 Méthodes d'épreuve**

La série d'épreuve 1 comprend trois types d'épreuves :

- Type 1 a) pour déterminer s'il y a aptitude à la détonation;
- Type 1 b) pour déterminer l'effet du chauffage sous confinement;
- Type 1 c) pour déterminer l'effet de l'inflammation sous confinement.

Les méthodes d'épreuve de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 11.1.

**Tableau 11.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVE DE LA SÉRIE 1**

| Code     | Nom de l'épreuve  | Section |
|----------|---|---------|
| 1 a)     | Épreuve d'amorçage de la détonation de l'ONU <sup>a</sup> | 11.4.1  |
| 1 b)     | Épreuve de Koenen <sup>a</sup>                            | 11.5.1  |
| 1 c) i)  | Épreuve pression/temps <sup>a</sup>                       | 11.6.1  |
| 1 c) ii) | Épreuve d'inflammation interne                            | 11.6.2  |

<sup>a</sup> *Épreuve recommandée.*

**11.3 Conditions d'épreuve**

11.3.1 Étant donné l'effet important de la masse volumique apparente de la matière sur les résultats de l'épreuve du type 1 a), elle devrait toujours être enregistrée. La masse volumique apparente des matières solides devrait être déterminée par mesure du volume du tube et de la masse de l'échantillon.

11.3.2 S'il s'agit d'un mélange dont les composants peuvent se séparer au cours du transport, on doit lors de l'épreuve placer l'amorce au contact du composant potentiellement le plus explosif.

11.3.3 Les épreuves doivent être exécutées à la température ambiante, sauf s'il est prévu de transporter la matière dans des conditions susceptibles de modifier son état physique ou sa densité.

11.3.4 Si le transport d'un liquide est envisagé dans des conteneurs-citernes ou des grands récipients pour vrac d'une capacité supérieure à 450 l, une variante avec cavitation de l'épreuve du type 1 a) doit être exécutée (voir la disposition spéciale 26 dans le chapitre 3.3 du Règlement type).

11.3.5 Pour les matières organiques et les mélanges de matières organiques dont l'énergie de décomposition est supérieure ou égale à 800 J/g, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve de la série 1, type a) si le résultat de l'épreuve de tir au mortier balistique Mk.III d (épreuve F.1), de l'épreuve du mortier

ballistique (épreuve F.2) ou à l'épreuve de Trauzl BAM (épreuve F.3) avec amorçage par un détonateur normalisé No 8 (voir appendice 1) est "Réaction nulle". Dans ce cas, le résultat de l'épreuve de la série 1, type a) est réputé être négatif (-). Si le résultat de l'épreuve F.1, F.2 ou F.3 est "Réaction significative", le résultat de l'épreuve de la série 1, type a), est réputé être positif (+). Dans ce cas, un résultat négatif (-) ne peut être obtenu qu'en exécutant l'épreuve de la série 1, type a).

#### **11.4 Série 1, type a) : Dispositions d'épreuve**

##### **11.4.1 Épreuve 1 a) : Épreuve d'amorçage de la détonation de l'ONU**

###### 11.4.1.1 *Introduction*

Cette épreuve est utilisée pour déterminer l'aptitude à la détonation d'une matière confinée dans un tube en acier, soumise à l'effet d'un relais détonant.

###### 11.4.1.2 *Appareillage et matériels*

###### 11.4.1.2.1 *Matières solides*

Le dispositif d'essai est représenté à la figure 11.4.1.1. L'échantillon est placé dans un tube en acier au carbone sans soudure étiré à froid de  $40 \pm 2$  mm de diamètre extérieur, d'une épaisseur de paroi de  $4,0 \pm 0,1$  mm et d'une longueur de  $400 \pm 5$  mm. Si la matière éprouvée risque de réagir avec l'acier, l'intérieur du tube doit être protégé par un revêtement de résine fluorocarbonée. Le fond du tube est fermé par deux couches de feuille de polyéthylène de 0,08 mm, tendues fermement (jusqu'à déformation plastique) sur le fond du tube et maintenue en place avec des anneaux de caoutchouc et de la bande autocollante. Pour les matières qui réagissent avec le polyéthylène, on peut utiliser de la feuille de PTFE. Le relais est une charge de 160 g d'hexocire (95/5) ou de pentolite (50/50), de  $50 \pm 1$  mm de diamètre et d'environ 50 mm de longueur, et ayant une masse volumique de  $1\,600 \pm 50$  kg/m<sup>3</sup>. La charge d'hexocire peut être constituée d'un ou plusieurs éléments comprimés, pour autant que la charge totale réponde aux conditions; la charge de pentolite est coulée. Une plaque témoin en acier doux de  $3,2 \pm 0,2$  mm d'épaisseur de  $150 \pm 10$  mm de côté est placée à l'extrémité supérieure du tube d'acier et séparée de celui-ci par des cales de  $1,6 \pm 0,2$  mm d'épaisseur.

###### 11.4.1.2.2 *Matières liquides*

Le dispositif d'essai pour les liquides est le même que pour les matières solides. Si une variante avec cavitation de l'épreuve est exécutée (voir le paragraphe 11.3.4), on peut utiliser une des méthodes de cavitation indiquées dans l'appendice 3.

###### 11.4.1.3 *Mode opératoire*

11.4.1.3.1 Le tube est rempli de matière jusqu'en haut. Pour les matières solides, on obtient la densité de chargement voulue en frappant à petits coups sur le tube jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de tassement visible. On détermine la masse de l'échantillon et, s'il s'agit d'une matière solide, on calcule la masse volumique apparente d'après le volume interne du tube mesuré. La densité de l'échantillon devrait être aussi proche que possible de celle la matière transportée.

11.4.1.3.2 Le tube est alors installé en position verticale et la charge relais est placée directement contre la feuille de plastique qui ferme le fond du tube. Le détonateur est placé contre la charge et mis à feu. Deux essais sont exécutés, à moins qu'une détonation ne soit observée au premier.

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

Les résultats de l'épreuve sont évalués en fonction du type de fragmentation du tube et de la perforation ou non de la plaque témoin. Pour le classement, on retient le résultat d'essai le plus défavorable.

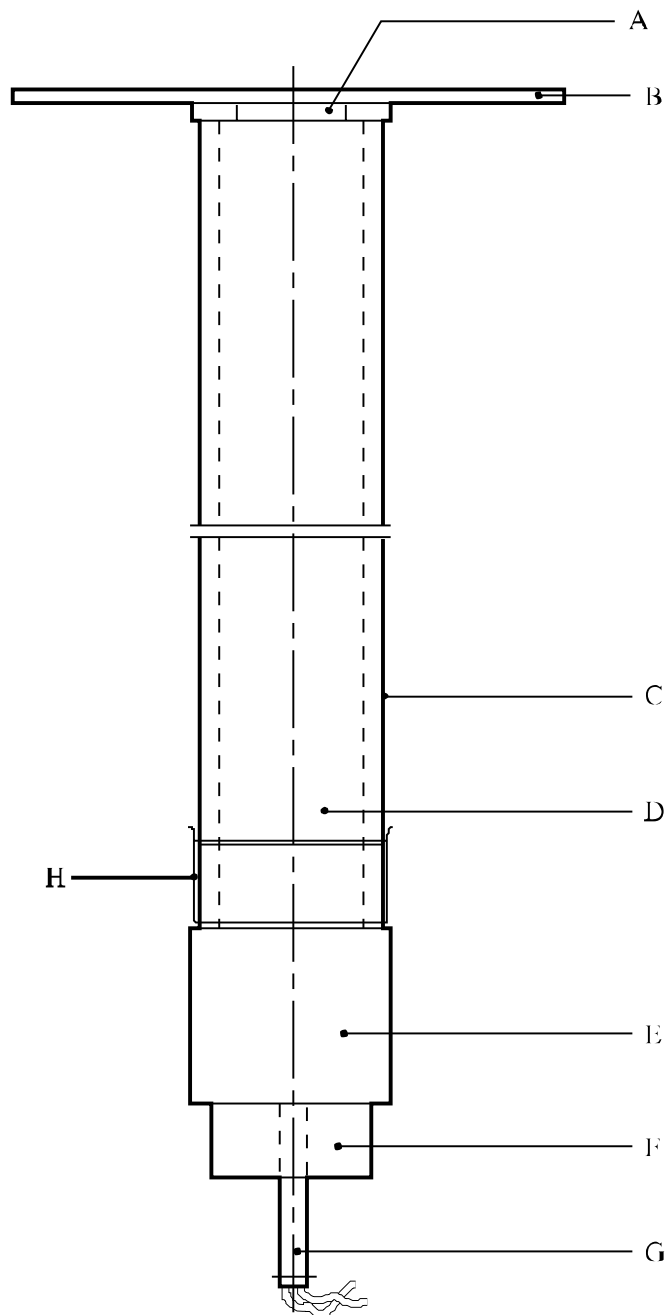
On considère que le résultat de l'essai est positif (+) et que la matière est apte à détoner, dans l'un ou l'autre des cas suivants :

- Le tube est entièrement fragmenté;
- Un trou est percée à travers la plaque témoin.

Tout autre résultat est considéré comme négatif (-) et la matière comme inapte à détoner.

#### 11.4.1.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>                 | <b>Masse volumique<br/>apparente<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Longueur<br/>fragmentée<br/>(cm)</b> | <b>Plaque<br/>témoin</b> | <b>Résultat</b> |
|--------------------------------|---|---|--------------------------|-----------------|
| Nitrate d'ammonium en granulés | 800   | 40                                      | bombée                   | +               |
| Nitrate d'ammonium 200 µm      | 540   | 40                                      | percée                   | +               |
| Nitrate-fioul 94/6             | 880   | 40                                      | percée                   | +               |
| Nitrométhane                   | 1 130   | 40                                      | percée                   | +               |
| Nitrométhane/méthanol, 55/45   | 970   | 20                                      | bombée                   | -               |
| Pentite/lactose, 20/80         | 880   | 40                                      | percée                   | +               |
| Pentite/lactose, 10/90         | 830   | 17                                      | intacte                  | -               |
| Perchlorate d'ammonium 200 µm  | 1 190   | 40                                      | percée                   | +               |
| Tolite coulée                  | 1 510   | 40                                      | percée                   | +               |
| Tolite en paillettes           | 710   | 40                                      | percée                   | +               |
| Eau                            | 1 000   | < 40                                    | bombée                   | -               |



---

|     |                     |     |                       |
|-----|---------------------|-----|-----------------------|
| (A) | Cales de séparation | (B) | Plaque témoin         |
| (C) | Tube d'acier        | (D) | Matière à éprouver    |
| (E) | Relais d'amorçage   | (F) | Support du détonateur |
| (G) | Détonateur          | (H) | Feuille de plastique  |

---

**Figure 11.4.1.1 ÉPREUVE D'AMORÇAGE DE LA DÉTONATION DE L'ONU**

## 11.5 Séries 1, type b) : Dispositions d'épreuve

### 11.5.1 Épreuve 1 b) : Épreuve de Koenen

#### 11.5.1.1 Introduction

Cette épreuve sert à déterminer la sensibilité des matières solides et des liquides à l'effet d'un chauffage intense sous fort confinement.

#### 11.5.1.2 Appareillage et matériels

11.5.1.2.1 Le dispositif d'essai est constitué par une douille en acier non réutilisable avec dispositif de fermeture réutilisable, installée dans une enceinte de chauffage et de protection. La douille est obtenue par emboutissage d'une tôle d'acier répondant à la norme DC04 (EN 10027-1), ou la norme équivalente A620 (AISI/SAE/ASTM) ou la norme équivalente SPCEN (JIS G 3141). Ses cotes sont indiquées à la figure 11.5.1.1. À son extrémité ouverte, la douille comporte un rebord. Le disque à lumière, à travers lequel s'échappent les gaz de décomposition de l'échantillon, est en acier au chrome résistant à la chaleur. Les diamètres de lumière disponibles sont les suivants : 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 et 20,0 mm. Les cotes de la bague filetée et de l'écrou (qui forment le dispositif de fermeture) sont indiquées à la figure 11.5.1.1.

Pour le contrôle qualité des douilles en acier, 1 % des douilles de chaque lot de production doit être soumis au contrôle qualité et les données suivantes doivent être vérifiées:

- a) La masse des douilles doit être de  $26,5 \pm 1,5$  g, les douilles utilisées à chaque séquence d'épreuve ne doivent pas présenter une différence de masse de plus de 1 g;
- b) La longueur des douilles doit être  $75 \pm 0,5$  mm;
- c) L'épaisseur de paroi des douilles mesurée à 20 mm du fond de la douille doit être  $0,5 \pm 0,05$  mm;
- d) La pression de rupture telle que déterminée par charge quasi-statique à travers un fluide incompressible doit être  $30 \pm 3$  MPa.

11.5.1.2.2 Pour le chauffage, on utilise quatre brûleurs alimentés en propane à partir d'une bouteille à gaz industriel par l'intermédiaire d'un détendeur, d'un compteur et de tuyaux de répartition. D'autres gaz combustibles peuvent être utilisés à condition que la vitesse de chauffe prescrite soit respectée. La pression du gaz est réglée pour maintenir une vitesse de chauffe de  $3,3 \pm 0,3$  K/s, cette valeur étant mesurée par une opération d'étalonnage. Celle-ci consiste à chauffer une douille (munie d'un disque à lumière de 1,5 mm), contenant 27 cm<sup>3</sup> de phtalate de dibutyle. On enregistre le temps nécessaire pour porter la température du liquide, mesurée avec un thermocouple de 1 mm de diamètre placé en position centrale à 43 mm au-dessous du bord de la douille, de 135 °C à 285 °C et on calcule la vitesse de chauffe correspondante.

11.5.1.2.3 Étant donné le risque d'éclatement de la douille lors de l'essai, le chauffage s'effectue dans une enceinte de protection en métal soudé, ayant la configuration et les dimensions indiquées à la figure 11.5.1.2. La douille est suspendue entre deux tiges passant par des trous percés dans les parois opposées de l'enceinte. La position des brûleurs est indiquée à la figure 11.5.1.2. Les brûleurs sont allumés simultanément au moyen d'une veilleuse ou d'un allumeur électrique. **Le dispositif d'essai est installé dans un local protégé.** Au cours de l'essai on doit prendre des mesures pour éviter que les flammes des brûleurs ne soient déviées par les courants d'air. Le local d'essai doit être muni d'un système d'extraction des gaz ou fumées provenant des essais.

### 11.5.1.3 *Mode opératoire*

11.5.1.3.1 La matière est normalement soumise à l'épreuve telle qu'elle a été reçue. Dans certains cas cependant il peut être nécessaire de la broyer auparavant. Pour les matières solides, la masse de matière à utiliser pour chaque essai est déterminée au moyen d'un essai à blanc en deux étapes. On remplit une douille préalablement tarée de 9 cm<sup>3</sup> de matière et on tasse<sup>1</sup> celle-ci avec une force de 80 N s'exerçant sur toute la section transversale de la douille. S'il s'agit d'une matière compressible, on complète le plein et on tasse jusqu'à ce que la douille soit remplie à 55 mm du bord. La masse totale de matière utilisée jusque-là est déterminée et deux portions supplémentaires, chacune tassée avec une force de 80 N, sont ajoutées. Ensuite, selon le cas, on enlève l'excédent, ou on rajoute, en tassant, ce qui manque, pour amener le niveau à 15 mm du bord.

On exécute un second essai à blanc, en commençant par charger une portion tassée égale au tiers de la masse totale mesurée lors du premier essai de chargement. On ajoute ensuite deux de ces portions supplémentaires en tassant avec une force de 80 N, et on ajuste le niveau de l'échantillon dans le tube à 15 mm du bord supérieur en ajoutant ou en enlevant de la matière selon le cas. La quantité de matière déterminée lors du second essai de chargement est utilisée pour chaque essai, le remplissage s'effectuant par trois portions égales, chacune comprimée à 9 cm<sup>3</sup>. (Cette opération peut être facilitée par l'utilisation de bagues d'espacement.) Avec les liquides et matières géli-formes on charge le tube sur 60 mm de haut, en veillant avec un soin particulier, dans le cas de ces dernières, à ce qu'il ne subsiste pas de vides. La bague filetée est enfilée sur la douille par en dessous, le disque à lumière approprié est mis en place et l'écrou est serré à la main après application d'un peu de graisse au bisulfure de molybdène sur le filet. Il est très important de s'assurer qu'il ne subsiste pas de matière prise entre le rebord de la douille et le disque, ou dans les filets.

11.5.1.3.2 Pour les disques avec lumières de 1,0 à 8,0 mm, on utilise des écrous de 10 mm d'ouverture; au-delà, on doit utiliser un écrou de 20 mm d'ouverture. Une douille n'est utilisée que pour un seul essai. Par contre, les disques à lumière, bagues filetées et écrous peuvent être réutilisés s'ils ne sont pas endommagés.

11.5.1.3.3 La douille est ensuite placée dans un étau solidement ancré et l'écrou est serré avec une clé. Elle est ensuite suspendue entre les deux tiges de l'enceinte de protection. La zone d'épreuve est évacuée, l'arrivée de gaz est ouverte et les brûleurs sont allumés. Le délai de réaction et la durée de la réaction peuvent être des informations supplémentaires utiles pour l'interprétation des résultats. S'il ne se produit pas d'éclatement, on doit prolonger le chauffage pendant cinq minutes au moins avant d'arrêter l'essai. Après chaque essai, s'il y a eu fragmentation, on rassemble et on pèse les fragments de la douille.

11.5.1.3.4 Du point de vue du type de fragmentation, on distingue les effets suivants :

- "O" : Douille intacte;
- "A" : Fond de la douille gonflé;
- "B" : Fond et paroi de la douille gonflés;
- "C" : Fond de la douille fendu;
- "D" : Paroi de la douille fendue;
- "E" : Douille fendue en deux<sup>2</sup> fragments;
- "F" : Douille fragmentée en trois<sup>2</sup> morceaux ou plus, assez gros pour la plupart, éventuellement restés attachés entre eux;
- "G" : Douille fragmentée en de nombreux morceaux petits pour la plupart; dispositif de fermeture intact;
- "H" : Douille fragmentée en de nombreux très petits morceaux; dispositif de fermeture déformé ou rompu.

---

<sup>1</sup> *Cette méthode peut être inapplicable pour des raisons de sécurité (matières sensibles au frottement). Si la forme physique de l'échantillon risque d'être modifiée par la compression, ou si l'utilisation d'un échantillon comprimé n'est pas représentative des conditions de transport (matériaux fibreux par exemple), on pourra utiliser d'autres méthodes de remplissage adaptées.*

<sup>2</sup> *Le haut de la douille, retenu dans le dispositif de fermeture, est compté comme un fragment.*

Des exemples des types de fragmentation "D", "E" et "F" sont montrés à la figure 11.5.1.3. Si un essai aboutit à une fragmentation du type "O" à "E", on considère que le résultat est "pas d'explosion". Si l'on obtient le type de fragmentation "F" à "H", on considère que le résultat est "explosion".

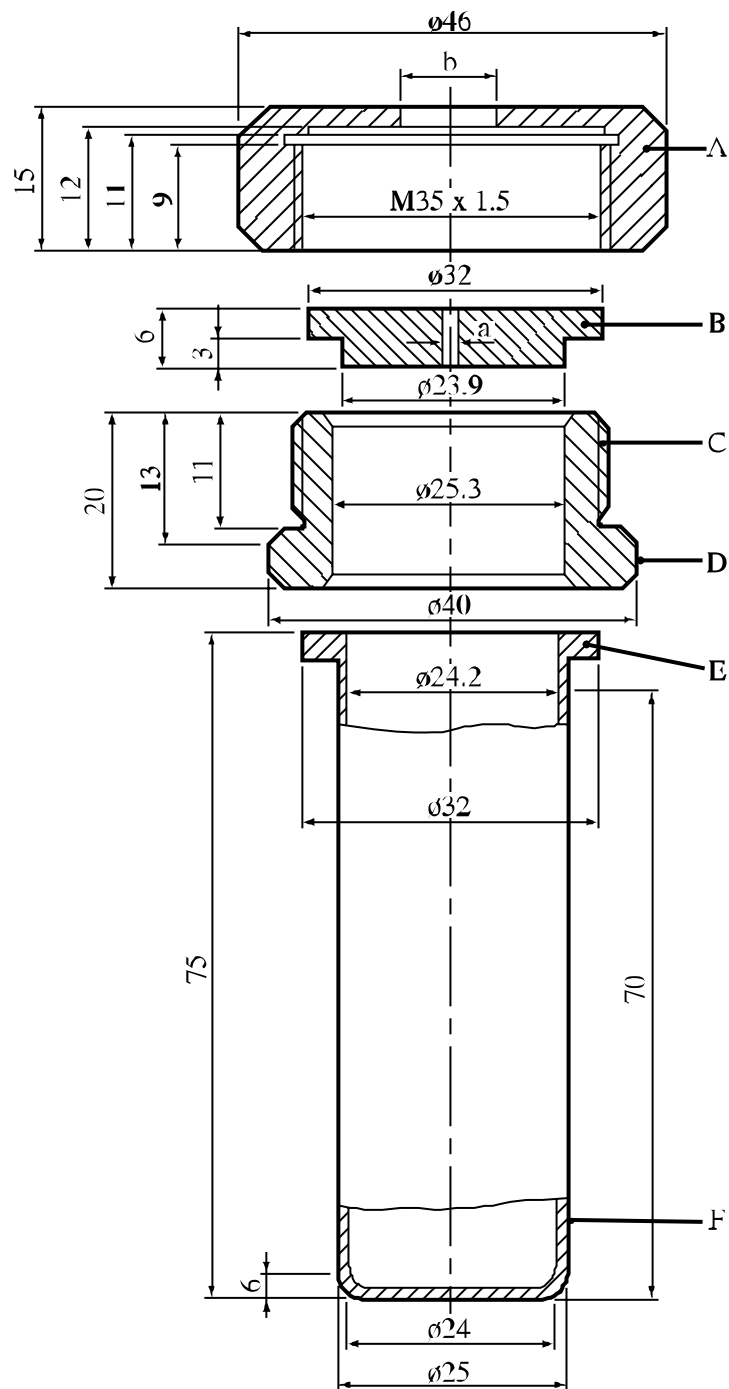
11.5.1.3.5 La série d'essais commence par un essai simple avec disque à lumière de 20 mm. Si lors de cet essai, il y a explosion, on poursuit la série avec des essais sur des douilles sans disque à lumière ni écrou mais seulement munies de la bague fileté (ouverture : 24 mm). Si par contre il n'y a pas d'explosion on poursuit la série avec un essai pour chacun des diamètres de lumière suivants : 12,0 - 8,0 - 5,0 - 3,0 - 2,0 - 1,5 - et finalement 1,0 mm, jusqu'à ce que l'on obtienne le résultat positif ("explosion"). On exécute alors des essais à des diamètres croissants selon l'ordre indiqué en 11.5.1.2.1 jusqu'à ce que l'on obtienne trois résultats négatifs ("pas d'explosion") lors de trois essais au même diamètre. Le diamètre limite pour une matière donnée est le plus grand diamètre pour lequel le résultat "explosion" ait été obtenu. S'il n'y a pas d'explosion même au diamètre de 1 mm, on note comme résultat pour le diamètre limite "moins de 1 mm".

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

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière réagit au chauffage sous confinement si le diamètre limite est égal ou supérieur à 1 mm. On considère que le résultat est négatif (-) et que la matière ne réagit pas au chauffage sous confinement s'il est inférieur à ce chiffre.

#### 11.5.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                            | <b>Diamètre limite<br/>(mm)</b> | <b>Résultat</b> |
|---|---------------------------------|-----------------|
| Nitrate d'ammonium (cristaux)             | 1,0                             | +               |
| Nitrate d'ammonium (perles haute densité) | 1,0                             | +               |
| Nitrate d'ammonium (perles basse densité) | 1,0                             | +               |
| Perchlorate d'ammonium                    | 3,0                             | +               |
| Dinitro-1,3 benzène (cristaux)            | < 1,0                           | -               |
| Dinitro-2,4 toluène (cristaux)            | < 1,0                           | -               |
| Nitrate de guanidine (cristaux)           | 1,5                             | +               |
| Nitroguanidine (cristaux)                 | 1,0                             | +               |
| Nitrométhane                              | < 1,0                           | -               |
| Nitrate d'urée (cristaux)                 | < 1,0                           | -               |



- 
- (A) Écrou ( $\varnothing b = 10$  ou  $20$  mm) de  $41$  mm entre plats
  - (B) Disque à lumière ( $\varnothing a = 1,0$  à  $20$  mm)
  - (C) Bague fileté
  - (D)  $36$  mm entre plats
  - (E) Rebord
  - (F) Douille
- 

**Figure 11.5.1.1 : DOUILLE ET ACCESSOIRES**



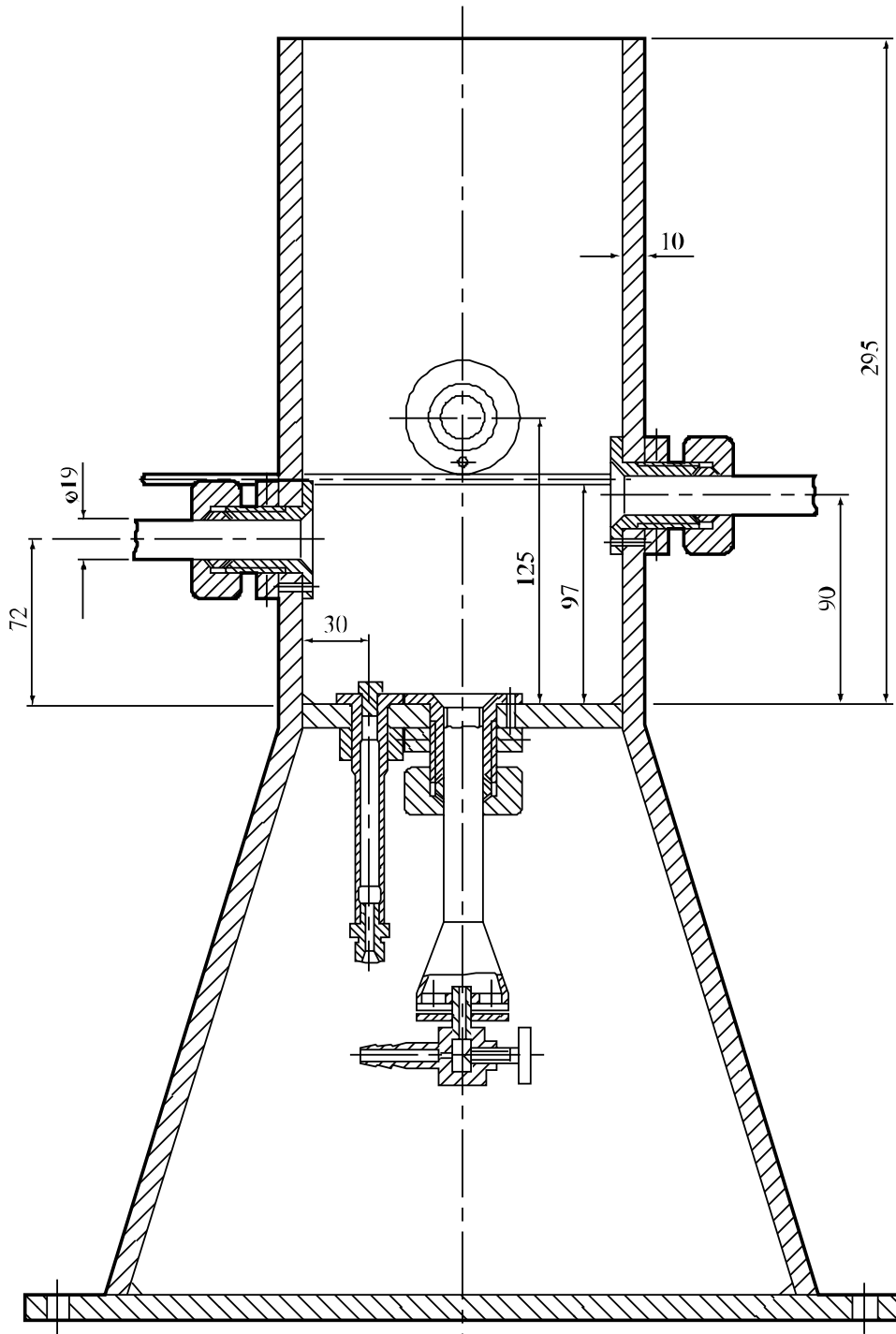


Figure 11.5.1.2 : ENCEINTE DE CHAUFFAGE ET DE PROTECTION

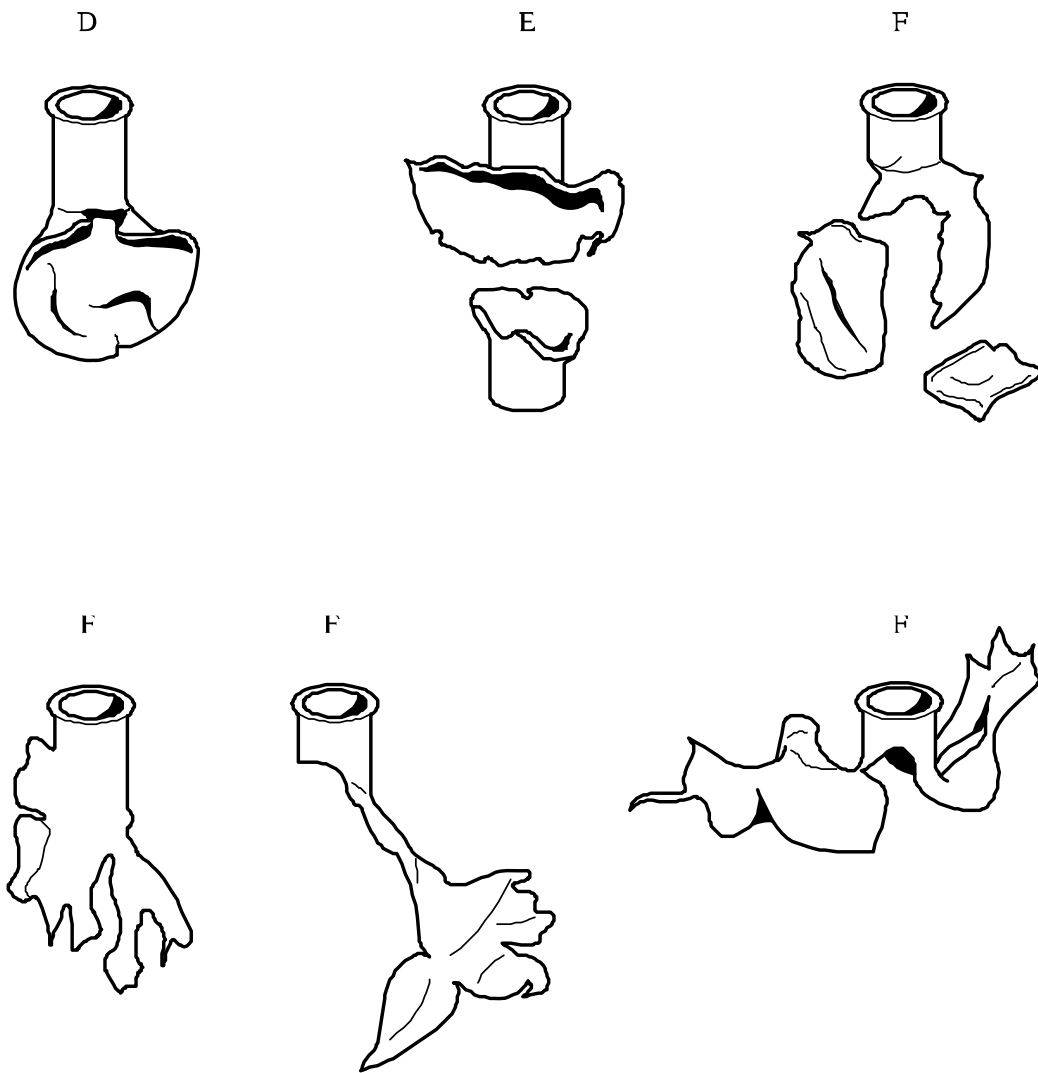


Figure 11.5.1.3 : EXEMPLES DES TYPES DE FRAGMENTATION D, E ET F

## **11.6 Série 1, type c) : Dispositions d'épreuve**

### **11.6.1 Épreuve 1 c) i) : Épreuve pression/temps**

#### 11.6.1.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer les effets d'une inflammation de la matière<sup>3</sup> sous confinement; il s'agit de savoir si une inflammation peut causer une déflagration explosive aux pressions qui peuvent être atteintes lorsque les matières sont transportées dans des emballages normaux du commerce.

#### 11.6.1.2 *Appareillage et matériels*

11.6.1.2.1 Le dispositif d'essai (représenté à la figure 11.6.1.1) est constitué par une bombe cylindrique en acier de 89 mm de long et 60 mm de diamètre extérieur. La bombe comporte deux plats usinés en des points diamétralement opposés (ce qui réduit sa largeur à cet endroit à 50 mm), ce qui permet de l'immobiliser pour le serrage du bouchon de mise à feu et du bouchon à évent. Elle est alésée intérieurement à 20 mm et comporte aux deux extrémités un chambrage de 19 mm de profondeur taraudé au pas de 1 in. British Standard Pipe. Une prise de pression est vissée latéralement dans le corps de la bombe à 35 mm d'une extrémité, et à un angle de 90° par rapport aux plats. Elle se visse dans un chambrage de 12 mm de profondeur taraudé au pas de 1/2 in. British Standard Pipe. Un joint en cuivre est utilisé pour assurer l'étanchéité aux gaz. La prise de pression fait saillie latéralement de 55 mm par rapport au corps de la bombe et est percée d'un trou axial de 6 mm. Elle comporte à son extrémité extérieure un chambrage taraudé pour recevoir un capteur de pression du type à diaphragme; on peut utiliser à cette fin tout dispositif de mesure de pression, à condition qu'il résiste aux gaz chauds et aux produits de décomposition et qu'il puisse répondre à des accroissements de pression de 690 à 2 070 kPa en moins de 5 ms.

11.6.1.2.2 L'extrémité de la bombe la plus éloignée du raccord est fermée par un bouchon de mise à feu qui porte deux électrodes, dont l'une est isolée du corps du bouchon et l'autre mise à la masse. L'autre extrémité est fermée par un disque de rupture en aluminium de 0,2 mm d'épaisseur (réglé pour une pression de rupture d'environ 2 200 kPa), maintenu en place par un bouchon portant un évent de 20 mm de diamètre. Un joint en plomb mou est utilisé avec chaque bouchon pour assurer une bonne étanchéité. Un porte-bombe spécial (figure 11.6.1.2) permet de maintenir la bombe dans la position voulue pendant les essais. Il est constitué par une plaque d'embase en acier doux de 235 mm × 184 mm × 6 mm, sur laquelle est soudé obliquement un tube de section carrée (70 mm × 70 mm × 4 mm) de 185 mm de long.

11.6.1.2.3 À une extrémité du tube carré, on a enlevé une certaine longueur de métal sur deux faces opposées, ce qui laisse une longueur de 86 mm de tube carré prolongée par deux côtés plats. Les extrémités de ces plats sont coupées à 60° par rapport à l'axe du tube et soudées à la plaque d'embase.

11.6.1.2.4 Une encoche de 22 mm de large et de 46 mm de profondeur est découpée sur un côté en haut du tube carré, de telle manière que lorsque la bombe est posée dans le support, bouchon de mise à feu vers le bas, le raccord de prise de pression vienne s'y loger. Une entretoise en acier de 30 mm de large et 6 mm d'épaisseur est soudée sur la paroi intérieure du tube du côté orienté vers le bas. Deux trous taraudés dans le côté opposé reçoivent des vis à molettes de 7 mm, qui servent à fixer la bombe. Deux rebords en acier de 12 mm de large et de 6 mm d'épaisseur soudés sur les flancs du support à la base de la section carrée soutiennent la bombe par le fond.

11.6.1.2.5 Le dispositif d'inflammation comprend une tête d'amorce électrique du type couramment utilisé dans les détonateurs à basse tension, sur laquelle est enfilé un morceau carré de 13 mm de côté de tissu enduit de composition d'amorçage. D'autres têtes d'amorce ayant des caractéristiques équivalentes

---

<sup>3</sup> Lors d'un essai exécuté sur des liquides énergétiques thermiquement stables tels que le nitrométhane (No ONU 1261), il arrive que les résultats ne soient pas reproductibles parce que la matière produit deux pointes de pression.

peuvent être utilisées. Le tissu imprégné est de la toile de lin enduite des deux côtés d'une composition pyrotechnique de nitrate de potassium/silicium/poudre noire sans soufre<sup>4</sup>.

11.6.1.2.6 Pour les essais sur les matières solides, les opérations de préparation du dispositif d'allumage consistent en premier à décoller de la carte isolante les fils conducteurs plats en cuivre d'une amorce électrique (voir figure 11.6.1.3). La partie découverte de la carte est alors coupée. La tête d'amorce est ensuite soudée aux bornes du bouchon d'allumage par les conducteurs plats, de telle manière que le sommet de l'amorce soit situé à 13 mm au-dessus de la face supérieure du bouchon. Un morceau carré de 13 mm de côté de tissu enduit de composition d'amorçage, percé d'un trou central, est placé sur la tête d'amorce, puis replié autour de celle-ci et attaché avec un fil de coton fin.

11.6.1.2.7 Pour les essais sur les liquides, des fils sont soudés aux conducteurs plats de la tête d'amorce. On fait alors passer les fils à l'intérieur d'une portion de 8 mm de long de tube en caoutchouc au silicone d'un diamètre extérieur de 5 mm et intérieur de 1 mm, puis l'on repousse cette portion de tube pour l'enfiler sur les conducteurs plats de la manière indiquée à la figure 11.6.1.4. Le morceau de tissu imprégné de composition d'amorçage est alors rabattu autour de l'amorce et une gaine en PVC mince d'un seul morceau, ou en un matériau équivalent, est enfilée sur le tissu imprégné et le tube en caoutchouc. La gaine est fermée de manière étanche autour du tube par un collier de sertissage en fil métallique mince la serrant autour du tube. Les fils du dispositif sont alors soudés aux bornes du bouchon de mise à feu de telle manière que le sommet de l'amorce soit situé à 13 mm au-dessus de la face supérieure du bouchon.

### 11.6.1.3 *Mode opératoire*

11.6.1.3.1 La bombe montée, avec son capteur de pression, mais non fermée sur son disque de rupture, est posée bouchon d'allumage vers le bas dans son support. On introduit alors 5 g<sup>5</sup> de matière dans la bombe, de telle manière que l'échantillon touche le dispositif d'allumage. Exceptionnellement, il pourra être nécessaire de tasser légèrement l'échantillon pour faire tenir cette quantité. Si un léger tassement ne le permet pas, le tir doit s'effectuer avec un récipient rempli complètement. On doit alors enregistrer le poids de la charge. On pose ensuite le joint de plomb et le disque de rupture en aluminium, puis on visse solidement le bouchon. La bombe chargée est alors introduite dans son support, disque de rupture vers le haut, et l'ensemble est placé dans une sorbonne blindée ou dans une chambre de tir. Un exploseur est raccordé aux bornes extérieures du bouchon et la charge est mise à feu. Le signal émis par le capteur de pression est enregistré avec un appareillage approprié, permettant à la fois d'effectuer une analyse des phénomènes rapides et d'obtenir un enregistrement permanent de la courbe pression/temps (enregistreur de signaux transitoires couplé avec un enregistreur à bande de papier).

11.6.1.3.2 On exécute trois essais. On note le temps nécessaire pour que la pression passe de 690 kPa à 2 070 kPa (pression manométrique). On retient le temps le plus court aux fins du classement.

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

Pour l'évaluation des résultats, on détermine si la pression de 2 070 kPa a été atteinte et, dans ce cas, le temps nécessaire pour l'accroissement de pression de 690 kPa à 2 070 kPa.

---

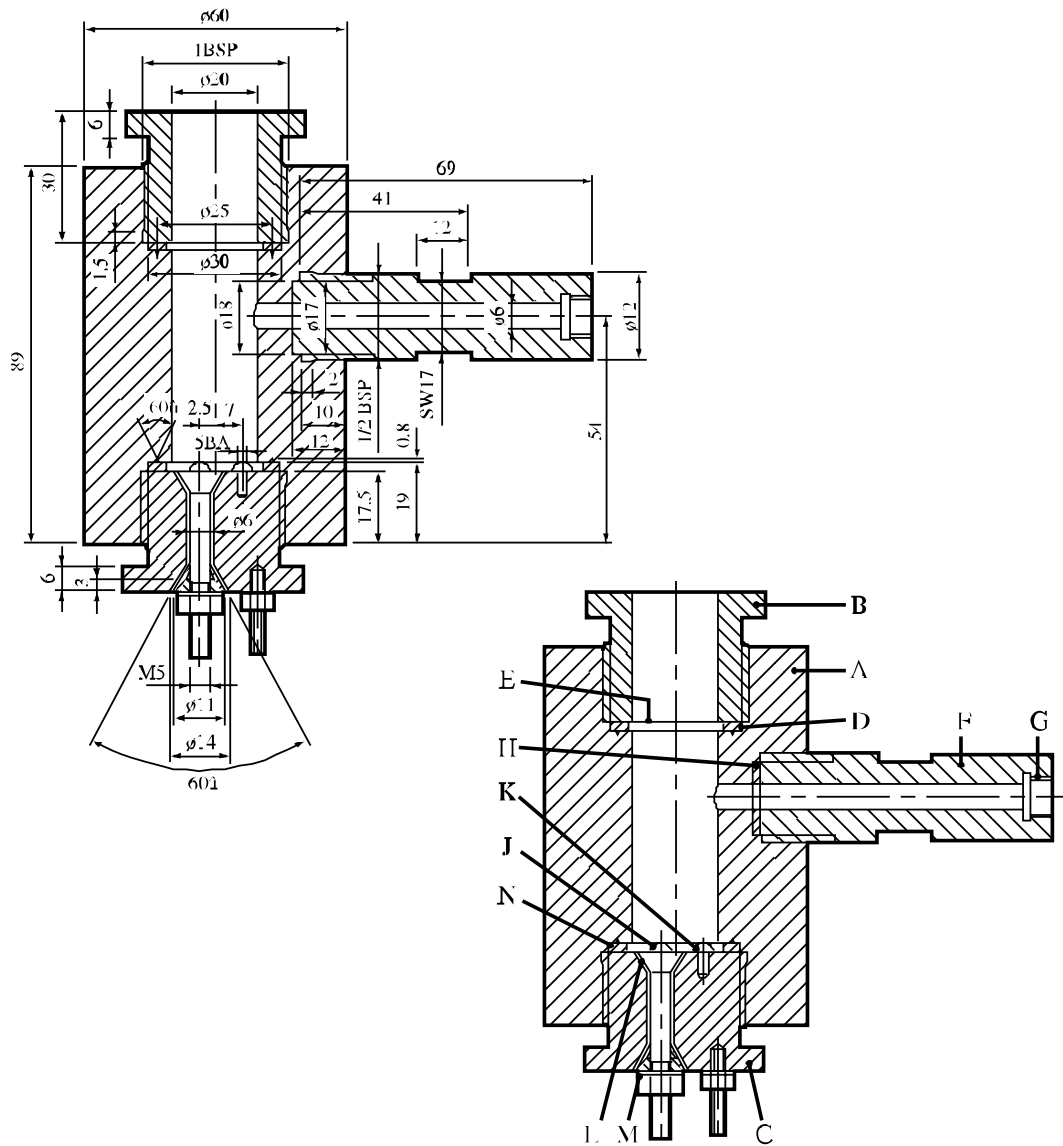
<sup>4</sup> Cette composition peut être obtenue auprès du correspondant national pour les conditions d'épreuve du Royaume-Uni (voir l'appendice 4).

<sup>5</sup> Au cas où des essais préalables effectués pour déterminer si une matière est dangereuse à manipuler (chauffage dans une flamme, par exemple) ou si elle est capable de passer de la déflagration à la détonation sans confinement (épreuve du type 3 d), par exemple indiquent que celle-ci est susceptible de réaction violente, on doit réduire la dimension de l'échantillon à 0,5 g jusqu'à ce que l'on connaisse avec précision l'intensité de la réaction. En partant de 0,5 g, on procédera en augmentant progressivement la taille de l'échantillon jusqu'à 5 g, à moins qu'un résultat positif (+) ne soit obtenu auparavant.

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière est apte à déflagrer si la pression maximale atteinte lors d'un essai est égale ou supérieure à 2 070 kPa (pression manométrique). On considère que le résultat est négatif (-) et que la matière n'a pas d'aptitude à la déflagration si la pression maximale atteinte lors des trois essais est inférieure à cette valeur. Le fait qu'il n'y ait pas eu d'inflammation n'indique pas nécessairement que la matière n'a pas de propriétés explosives.

#### 11.6.1.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>                              | <b>Pression maximale (kPa)</b> | <b>Temps d'accroissement de pression (ms)</b> | <b>Résultat</b> |
|---|--------------------------------|---|-----------------|
| Nitrate d'ammonium (granulés haute densité) | < 2 070                        | -   | -               |
| Nitrate d'ammonium (granulés basse densité) | < 2 070                        | -   | -               |
| Perchlorate d'ammonium (2 µm)               | > 2 070                        | 5   | +               |
| Perchlorate d'ammonium (30 µm)              | > 2 070                        | 15  | +               |
| Azoture de baryum                           | > 2 070                        | < 5   | +               |
| Nitrate de guanidine                        | > 2 070                        | 606   | +               |
| Nitrite d'isobutyle                         | > 2 070                        | 80  | +               |
| Nitrate d'isopropyle                        | > 2 070                        | 10  | +               |
| Nitroguanidine                              | > 2 070                        | 400   | +               |
| Acide picramique                            | > 2 070                        | 500   | +               |
| Picramate de sodium                         | > 2 070                        | 15  | +               |
| Nitrate d'urée                              | > 2 070                        | 400   | +               |



|     |                                       |     |                            |
|-----|---------------------------------------|-----|----------------------------|
| (A) | Corps de la pompe                     | (H) | Joint en cuivre            |
| (B) | Bouchon retenant le disque de rupture | (J) | Électrode isolée           |
| (C) | Bouchon de mise à feu                 | (K) | Électrode mise à la masse  |
| (D) | Joint en plomb mou                    | (L) | Isolation                  |
| (E) | Disque de rupture                     | (M) | Cône en acier              |
| (F) | Raccord de prise de pression          | (N) | Rainure de matage du joint |
| (G) | Taroudage pour capteur                |     |                            |

Figure 11.6.1.1 : BOMBE

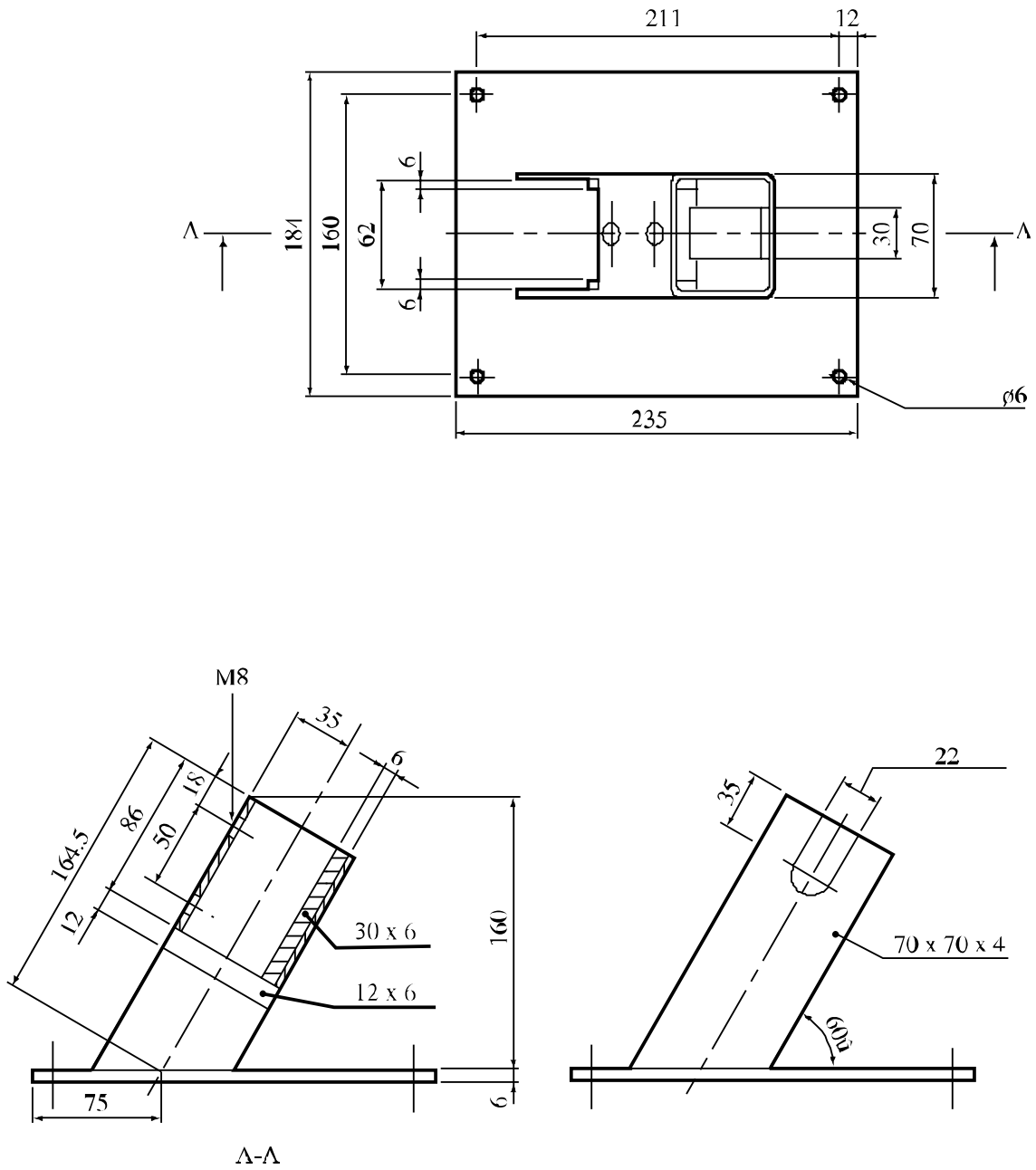
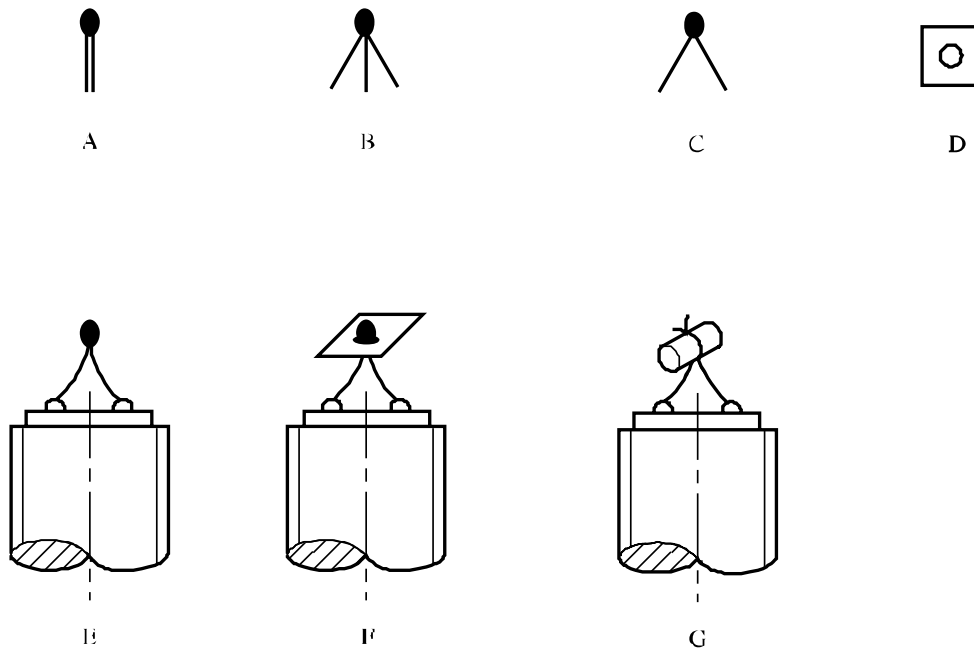


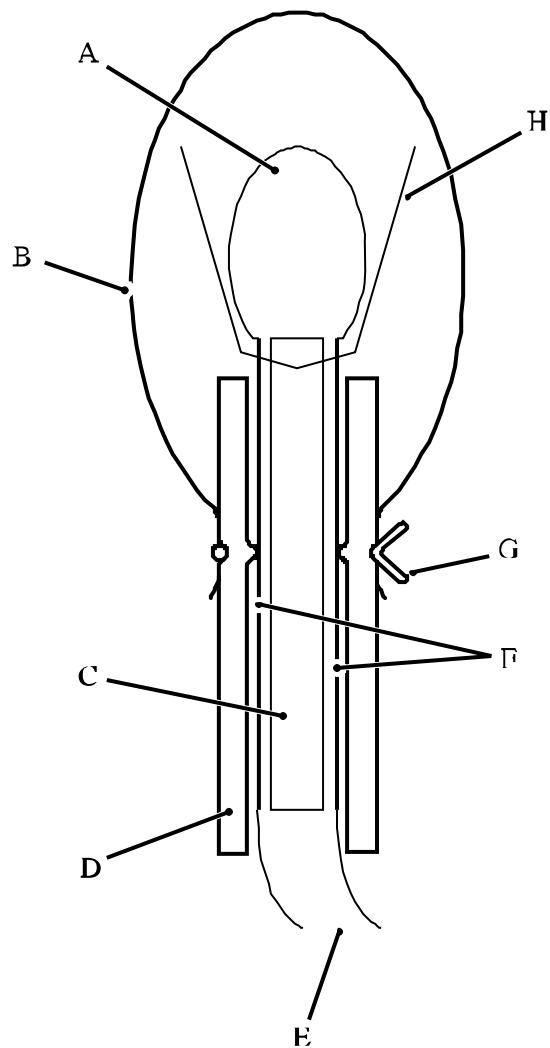
Figure 11.6.1.2 : PORTE-BOMBE



- 
- (A) Tête d'amorce électrique standard
  - (B) Conducteurs plats en cuivre décollés de la carte isolante
  - (C) Carte isolante découpée et enlevée
  - (D) Carré de 13 mm de tissu enduit de composition d'amorçage SR252, avec trou central
  - (E) Tête d'amorce soudée aux broches du bouchon de mise à feu
  - (F) Tissu placé sur la tête d'amorce
  - (G) Tissu replié autour de la tête d'amorce et attaché avec du fil de coton
- 

**Figure 11.6.1.3 : DISPOSITIF D'ALLUMAGE POUR L'ESSAI DES MATIÈRES SOLIDES**





- 
- |     |  |
|-----|--|
| (A) | Tête d'amorce                            |
| (B) | Gaine en PVC                             |
| (C) | Carte isolante                           |
| (D) | Tube en caoutchouc au silicone           |
| (E) | Fils de mise à feu                       |
| (F) | Conducteurs plats                        |
| (G) | Collier métallique de sertissage         |
| (H) | Tissu imprégné de composition d'amorçage |
- 

**Figure 11.6.1.4 : DISPOSITIF D'ALLUMAGE POUR L'ESSAI DES LIQUIDES**

**11.6.2** *Épreuve 1 c) ii) : Épreuve d'inflammation interne*11.6.2.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer l'aptitude d'une matière à passer de la déflagration à la détonation.

11.6.2.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est représenté à la figure 11.6.2.1. Un échantillon de la matière à éprouver est placé dans un tube d'acier au carbone (A53 qualité B) de 74 mm de diamètre intérieur et de 7,6 mm d'épaisseur de paroi ("3 inch schedule 80"), long de 45,7 cm, fermé aux deux extrémités par un bouchon de tuyauterie en acier forgé (type "3 000 lb"). Une capsule d'allumage contenant 20 g de poudre noire (traversant à 100 % la maille No 20 de 0,84 mm et retenu à 100 % par la maille No 50 de 0,297 mm) est placée au centre du tube. Elle est constituée d'un étui cylindrique de 21 mm de diamètre et de 64 mm de long fait d'une couche d'acétate de cellulose de 0,54 mm d'épaisseur maintenue extérieurement par deux couches d'acétate renforcée de filament nylon. La capsule contient une boucle d'allumage formée de 25 mm de fil résistant au nickel-chrome de 0,30 mm de diamètre, ayant une résistance électrique de 0,35 ohms. Cette boucle est reliée à deux fils de cuivre étamé isolés de 0,7 mm de diamètre (diamètre extérieur avec gaine 1,3 mm). Les fils passent par deux petits trous percés dans la paroi du tube, l'étanchéité étant assurée par de la résine époxyde.

11.6.2.3 *Mode opératoire*

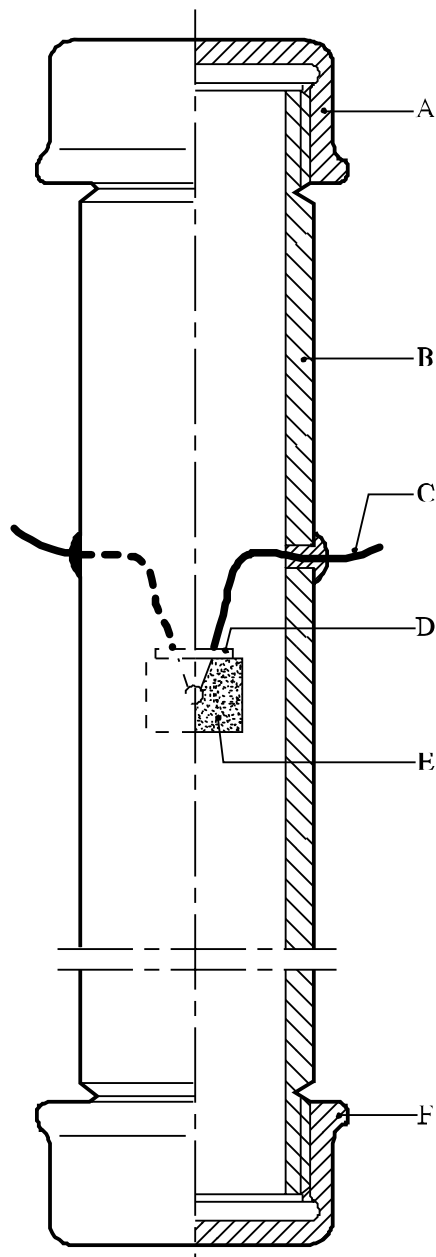
On charge la matière dans le tube à température ambiante, jusqu'à une hauteur de 23 cm : on introduit l'inflammeur au centre du tube (les fils doivent passer par les trous de la paroi) et on scelle les trous à la résine époxyde après avoir tendu les fils. On charge ensuite le reste de l'échantillon et on visse le bouchon du haut. Pour les matières gélatineuses, la densité de remplissage doit être aussi proche que possible de la densité normale de transport. Pour les matières sous forme granulaire, on tasse la matière à la densité voulue par petits chocs répétés contre une surface dure. Le tube est placé en position verticale et l'inflammeur mis à feu avec un courant de 15 A/20 V alternatif. Trois essais doivent être exécutés à moins qu'il n'y ait passage de la déflagration à la détonation dès le premier ou le deuxième.

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

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) si le tube ou l'un au moins des bouchons d'extrémité est fragmenté en au moins deux morceaux distincts. Si le tube est seulement fendu ou éventré, ou s'il y a seulement déformation du tube ou des bouchons au point que les bouchons sautent, on considère que le résultat est négatif (-).

11.6.2.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matériau</b>                                    | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Nitrate-fioul aluminisé                            | +               |
| Nitrate d'ammonium (granulés poreux basse densité) | -               |
| Perchlorate d'ammonium (45 µm)                     | +               |
| Nitrocarbonate                                     | -               |
| TNT (granulés)                                     | +               |
| Gel aqueux   | +               |



- 
- |     |                        |
|-----|------------------------|
| (A) | Bouchon en acier forgé |
| (B) | Tube en acier          |
| (C) | Fils de mise à feu     |
| (D) | Joint d'étanchéité     |
| (E) | Capsule d'allumage     |
| (F) | Bouchon en acier forgé |
- 

**Figure 11.6.2.1 : ÉPREUVE D'INFLAMMATION INTERNE**



## SECTION 12

## ÉPREUVES DE LA SÉRIE 2

**12.1 Introduction**

12.1.1 À la question "La matière est-elle trop insensible pour relever de la classe 1 ?" (case 6 de la figure 10.2), on répond selon les résultats de trois types d'épreuves visant à évaluer les effets explosifs éventuels. La réponse à cette question est non si un résultat positif (+) est obtenu pour l'un quelconque des trois types d'épreuves.

**12.2 Méthodes d'épreuves**

La série d'épreuves 2 comprend trois types d'épreuves :

- Type 2 a) pour déterminer la sensibilité à l'onde de choc;
- Type 2 b) pour déterminer l'effet du chauffage sous confinement;
- Type 2 c) pour déterminer l'effet de l'inflammation sous confinement.

Les méthodes d'épreuves de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 12.1.

**Tableau 12.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVES DE LA SÉRIE 2**

| Code     | Nom de l'épreuve  | Section |
|----------|---|---------|
| 2 a)     | Épreuve d'amorçage de la détonation de l'ONU <sup>a</sup> | 12.4.1  |
| 2 b)     | Épreuve de Koenen <sup>a</sup>                            | 12.5.1  |
| 2 c) i)  | Épreuve pression/temps <sup>a</sup>                       | 12.6.1  |
| 2 c) ii) | Épreuve d'inflammation interne                            | 12.6.2  |

<sup>a</sup> *Épreuve recommandée.*

**12.3 Conditions d'épreuve**

12.3.1 Étant donné l'effet important de la masse volumique apparente de la matière sur le résultat de l'épreuve du type 2 a), elle doit toujours être enregistrée. La masse volumique apparente des matières solides doit être déterminée à partir de la mesure du volume du tube et de la masse de l'échantillon.

12.3.2 S'il s'agit d'un mélange dont les composants peuvent se séparer au cours du transport, on doit exécuter l'épreuve de telle manière que l'amorce soit en contact avec le composant qui est potentiellement le plus explosif.

12.3.3 Les épreuves devraient être exécutées à la température ambiante sauf s'il est prévu de transporter la matière dans des conditions susceptibles de modifier son état physique ou sa densité.

12.3.4 Pour les matières organiques et les mélanges de matières organiques dont l'énergie de décomposition est supérieure ou égale à 800 J/g, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve de la série 2, type a) si le résultat de l'épreuve de tir au mortier balistique Mk.IIIId (épreuve F.1), de l'épreuve du mortier balistique (épreuve F.2) ou de l'épreuve de Trauzl BAM (épreuve F.3) avec amorçage par un détonateur normalisé No 8 (voir appendice 1) est "Réaction nulle". Dans ce cas, le résultat de l'épreuve de la série 2, type a) est réputé être négatif (-). Si le résultat de l'épreuve F.1, F.2 ou F.3 est "Réaction significative", le résultat de l'épreuve de la série 2, type a), est réputé être positif (+). Dans ce cas, un résultat négatif (-) ne peut être obtenu qu'en exécutant l'épreuve de la série 2, type a).

## 12.4 Série 2, type a) : Dispositions d'épreuve

### 12.4.1 Épreuve 2 a) : Épreuve d'amorçage de la détonation de l'ONU

#### 12.4.1.1 Introduction

Cette épreuve est utilisée pour déterminer la sensibilité à une onde de choc d'une matière confinée dans un tube d'acier.

#### 12.4.1.2 Appareillage et matériels

Le dispositif d'essai, identique pour les matières solides et les liquides, est représenté à la figure 12.4.1.1. L'échantillon est placé dans un tube en acier au carbone sans soudure étiré à froid de  $48 \pm 2$  mm de diamètre extérieur, d'une épaisseur de paroi de  $4,0 \pm 0,1$  mm et d'une longueur de  $400 \pm 5$  mm. Si la matière éprouvée risque de réagir avec l'acier, l'intérieur du tube doit être protégé par un revêtement de résine fluorocarbonée. Le fond du tube est fermé par deux couches de feuille de polyéthylène de 0,08 mm, tendues fermement (jusqu'à déformation plastique) sur le fond du tube et maintenues en place avec des anneaux de caoutchouc et de la bande autocollante. Pour les matières qui réagissent avec le polyéthylène, on peut utiliser de la feuille de PTFE. Le relais est une charge de 160 g d'hexocire (95/5) ou de pentolite (50/50), de  $50 \pm 1$  mm de diamètre et d'environ 50 mm de longueur, et ayant une masse volumique de  $1\,600 \pm 50$  kg/m<sup>3</sup>. La charge d'hexocire peut être constituée d'un ou plusieurs éléments comprimés, pour autant que la charge totale réponde aux spécifications; la charge de pentolite est moulée. Une "barrière" de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) d'un diamètre de  $50 \pm 1$  mm et d'une longueur de  $50 \pm 1$  mm est également utilisée. Une plaque témoin en acier doux de  $3,2 \pm 0,2$  mm d'épaisseur, de  $150 \pm 10$  mm de côté est placée à l'extrémité supérieure du tube d'acier et séparée de celui-ci par des cales de  $1,6 \pm 0,2$  mm d'épaisseur.

#### 12.4.1.3 Mode opératoire

12.4.1.3.1 Le tube est rempli de matière jusqu'en haut. Pour les matières solides, on obtient la densité de chargement voulue en frappant à petits coups sur le tube jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de tassement visible. On détermine la masse de l'échantillon et, s'il s'agit d'une matière solide, on calcule la masse volumique apparente d'après le volume interne du tube mesuré. La densité de l'échantillon devrait être aussi proche que possible de celle de la matière transportée.

12.4.1.3.2 Le tube est installé en position verticale et la "barrière" en polyméthacrylate de méthyle est placée directement contre la feuille de plastique qui ferme le fond du tube. Après avoir posé la charge relais contre le disque barrière, on fixe le détonateur au fond de la charge et on met à feu. Deux essais sont exécutés à moins que l'on n'observe une détonation au premier.

#### 12.4.1.4 Critères et méthode d'évaluation des résultats

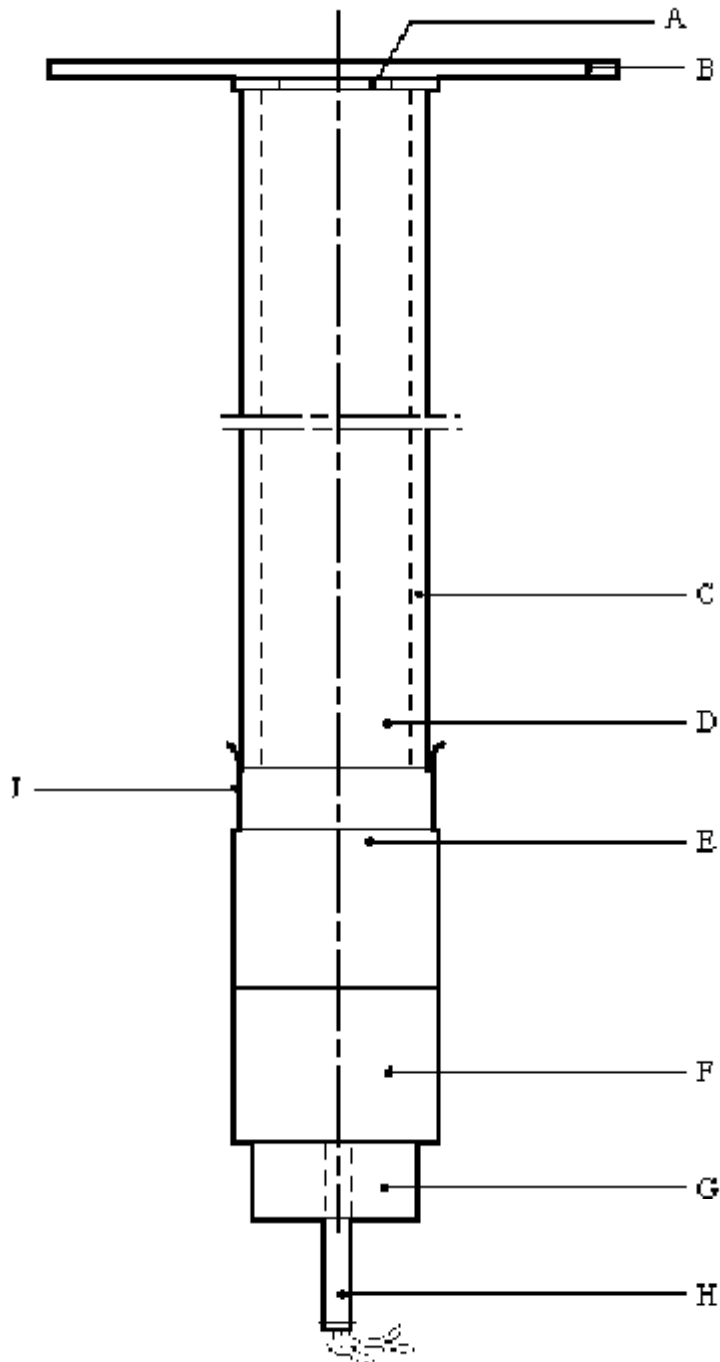
Les résultats de l'épreuve sont évalués en fonction du type de fragmentation du tube et de la perforation ou non de la plaque témoin. Pour le classement, on retient le résultat d'essai le plus défavorable. On considère que le résultat de l'essai est positif (+) et que la matière est sensible à l'onde de détonation, dans l'un ou l'autre des cas suivants :

- a) Le tube est entièrement fragmenté;
- b) La plaque témoin est percée d'un trou.

Tout autre résultat est considéré comme négatif (-) et la matière comme insensible à l'onde de choc intense.

12.4.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                  | <b>Masse volumique apparente (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Longueur fragmentée</b> | <b>Plaque témoin</b> | <b>Résultat</b> |
|---------------------------------|---|----------------------------|----------------------|-----------------|
| Nitrate d'ammonium, granulés    | 800   | 25                         | bombée               | -               |
| Nitrate d'ammonium, 200 µm      | 540   | 40                         | percée               | +               |
| Nitrate-fioul 94/6              | 880   | 40                         | percée               | +               |
| Perchlorate d'ammonium (200 µm) | 1 190   | 0                          | intacte              | -               |
| Nitrométhane                    | 1 130   | 0                          | intacte              | -               |
| Pentrite/lactose                | 880   | 40                         | percée               | +               |
| Tolite coulée                   | 1 510   | 20                         | intacte              | -               |
| Tolite en paillettes            | 710   | 40                         | percée               | +               |



---

|     |                       |     |                    |
|-----|-----------------------|-----|--------------------|
| (A) | Cales de séparation   | (B) | Plaque témoin      |
| (C) | Tube d'acier          | (D) | Matière à éprouver |
| (E) | Barrière en PMMA      | (F) | Relais d'amorçage  |
| (G) | Support du détonateur | (H) | Détonateur         |
| (J) | Feuille de plastique  |     |                    |

---

**Figure 12.4.1.1 : ÉPREUVE D'AMORÇAGE DE LA DÉTONATION DE L'ONU**



## 12.5 Série 2, type b) : Dispositions d'épreuve

### 12.5.1 Épreuve 2 b) : Épreuve de Koenen

#### 12.5.1.1 Introduction

Cette épreuve sert à déterminer la sensibilité des matières solides et des liquides à l'effet d'un chauffage intense sous confinement défini.

#### 12.5.1.2 Appareillage et matériels

12.5.1.2.1 Le dispositif d'essai est constitué par une douille en acier non réutilisable munie d'un dispositif de fermeture réutilisable, installée dans une enceinte de chauffage et de protection. La douille est obtenue par emboutissage d'une tôle d'acier répondant à la norme DC04 (EN 10027-1), ou la norme équivalente A620 (AISI/SAE/ASTM) ou la norme équivalente SPCEN (JIS G 3141). Ses cotes sont indiquées à la figure 12.5.1.1. À son extrémité ouverte, la douille comporte un rebord. Le disque à lumière, à travers lequel s'échappent les gaz de décomposition de l'échantillon, est en acier au chrome résistant à la chaleur. Les diamètres de lumière disponibles sont les suivants : 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 et 20,0 mm. Les cotes de la bague filetée et de l'écrou (qui forment le dispositif de fermeture) sont indiquées à la figure 12.5.1.1.

Pour le contrôle qualité des douilles en acier, 1 % des douilles de chaque lot de production doit être soumis au contrôle qualité et les données suivantes doivent être vérifiées:

- a) La masse des douilles doit être de  $26,5 \pm 1,5$  g, les douilles utilisées à chaque séquence d'épreuve ne doivent pas présenter une différence de masse de plus de 1 g;
- b) La longueur des douilles doit être  $75 \pm 0,5$  mm;
- c) L'épaisseur de paroi des douilles mesurée à 20 mm du fond de la douille doit être  $0,5 \pm 0,05$  mm;
- d) La pression de rupture telle que déterminée par charge quasi-statique à travers un fluide incompressible doit être  $30 \pm 3$  MPa.

12.5.1.2.2 Pour le chauffage, on utilise quatre brûleurs alimentés en propane à partir d'une bouteille à gaz industriel par l'intermédiaire d'un détendeur, d'un compteur et de tuyaux de répartition. D'autres gaz combustibles peuvent être utilisés à condition que la vitesse de chauffe prescrite soit respectée. La pression du gaz est réglée pour maintenir une vitesse de chauffe de  $3,3 \pm 0,3$  K/s, cette valeur étant mesurée par une opération d'étalonnage. Celle-ci consiste à chauffer une douille (munie d'un disque à lumière de 1,5 mm), contenant 27 cm<sup>3</sup> de phtalate de dibutyle. On enregistre le temps nécessaire pour porter la température du liquide, mesurée avec un thermocouple de 1 mm de diamètre placé en position centrale à 43 mm au-dessous du bord de la douille, de 135 °C à 285 °C et on calcule la vitesse de chauffe correspondante.

12.5.1.2.3 Étant donné le risque d'éclatement de la douille lors de l'essai, le chauffage s'effectue dans une enceinte de protection en métal soudé, ayant la configuration et les dimensions indiquées à la figure 12.5.1.2. La douille est suspendue entre deux tiges passant par des trous percés dans les parois opposées de l'enceinte. La position des brûleurs est indiquée à la figure 12.5.1.2. Les brûleurs sont allumés simultanément au moyen d'une veilleuse ou d'un allumeur électrique. **Le dispositif d'essai est installé dans un local protégé.** Au cours de l'essai on doit prendre des mesures pour éviter que les flammes des brûleurs ne soient déviées par les courants d'air. Le local d'essais est muni d'un système d'extraction des gaz ou fumées provenant des essais.

### 12.5.1.3 *Mode opératoire*

12.5.1.3.1 La matière est normalement soumise à l'épreuve telle qu'elle a été reçue. Dans certains cas cependant il peut être nécessaire de la broyer auparavant. Pour les matières solides, la masse de matière à utiliser pour chaque essai est déterminée au moyen d'un essai à blanc en deux étapes. On remplit une douille préalablement tarée de 9 cm<sup>3</sup> de matière et on tasse<sup>1</sup> celle-ci avec une force de 80 N s'exerçant sur toute la section transversale de la douille. S'il s'agit d'une matière compressible, on complète le plein et on tasse jusqu'à ce que la douille soit remplie à 55 mm du bord. La masse totale de matière utilisée jusque-là est déterminée et deux portions supplémentaires, chacune tassée avec une force de 80 N, sont ajoutées. Ensuite, selon le cas, on enlève l'excédent, ou on rajoute ce qui manque en tassant, pour amener le niveau à 15 mm du bord.

On exécute un second essai à blanc, en commençant par charger une portion tassée égale au tiers de la masse totale mesurée lors du premier essai de chargement. On ajoute ensuite deux de ces portions supplémentaires en tassant avec une force de 80 N, et on ajuste le niveau de l'échantillon dans le tube à 15 mm du bord supérieur en ajoutant ou en enlevant de la matière selon le cas. La quantité de matière déterminée lors du second essai de chargement est utilisée pour chaque essai, le remplissage s'effectuant par trois portions égales, chacune comprimée à 9 cm<sup>3</sup>. (Cette opération peut être facilitée par l'utilisation de bagues d'espacement.) Avec les liquides et matières géli-formes on charge le tube sur 60 mm de haut en veillant avec un soin particulier, dans le cas de ces dernières, à ce qu'il ne subsiste pas de vides. La bague filetée est enfilée sur la douille par en dessous, le disque à lumière approprié est mis en place et l'écrou est serré à la main après application d'un peu de graisse au bisulfure de molybdène sur le filet. Il est très important de s'assurer qu'il ne subsiste pas de matière prise entre le rebord de la douille et le disque, ou dans les filets.

12.5.1.3.2 Pour les disques d'un diamètre de lumière de 1,0 à 8,0 mm, on utilise des écrous de 10 mm d'ouverture; au-delà, on doit utiliser un écrou à ouverture de 20 mm. La douille ne sert que pour un seul essai. Par contre, les disques à lumière, bagues filetées et écrous peuvent être réutilisés s'ils ne sont pas endommagés.

12.5.1.3.3. La douille est ensuite placée dans un étau solidement ancré et l'écrou est serré avec une clé. Elle est ensuite suspendue entre les deux tiges de l'enceinte de protection. La zone d'épreuve est évacuée, l'arrivée du gaz est ouverte et les brûleurs sont allumés. Le délai de réaction et la durée de la réaction peuvent être des informations supplémentaires utiles pour l'interprétation des résultats. S'il ne se produit pas d'éclatement, on doit prolonger le chauffage pendant au moins cinq minutes avant d'arrêter l'essai. Après chaque essai, s'il y a eu fragmentation, on rassemble et on pèse les fragments de la douille.

12.5.1.3.4 Du point de vue du type de fragmentation, on distingue les effets suivants :

- "O" : Douille intacte;
- "A" : Fond de la douille gonflé;
- "B" : Fond et paroi de la douille gonflés;
- "C" : Fond de la douille fendu;
- "D" : Paroi de la douille fendue;
- "E" : Douille fendue en deux<sup>2</sup> fragments;
- "F" : Douille fragmentée en trois<sup>2</sup> morceaux ou plus, assez gros pour la plupart, éventuellement restés attachés entre eux;
- "G" : Douille fragmentée en de nombreux morceaux, petits pour la plupart; dispositif de fermeture intact;
- "H" : Douille fragmentée en de nombreux très petits morceaux; dispositif de fermeture déformé ou rompu.

---

<sup>1</sup> *Cette méthode peut être inapplicable pour des raisons de sécurité (matières sensibles aux frottements). Si la forme physique de l'échantillon risque d'être modifiée par la compression, ou si l'utilisation d'un échantillon comprimé n'est pas représentative des conditions de transport (matériaux fibreux par exemple), on pourra utiliser d'autres méthodes de remplissage mieux adaptées.*

<sup>2</sup> *Le haut de la douille, retenu dans le dispositif de fermeture, est compté comme un fragment.*

Des exemples des types de fragmentation "D", "E" et "F" sont montrés dans la figure 12.5.1.3. Si un essai aboutit à une fragmentation du type "O" à "E", on considère que le résultat est "pas d'explosion". Si l'on obtient le type de fragmentation "F" à "H", on considère que le résultat est "explosion".

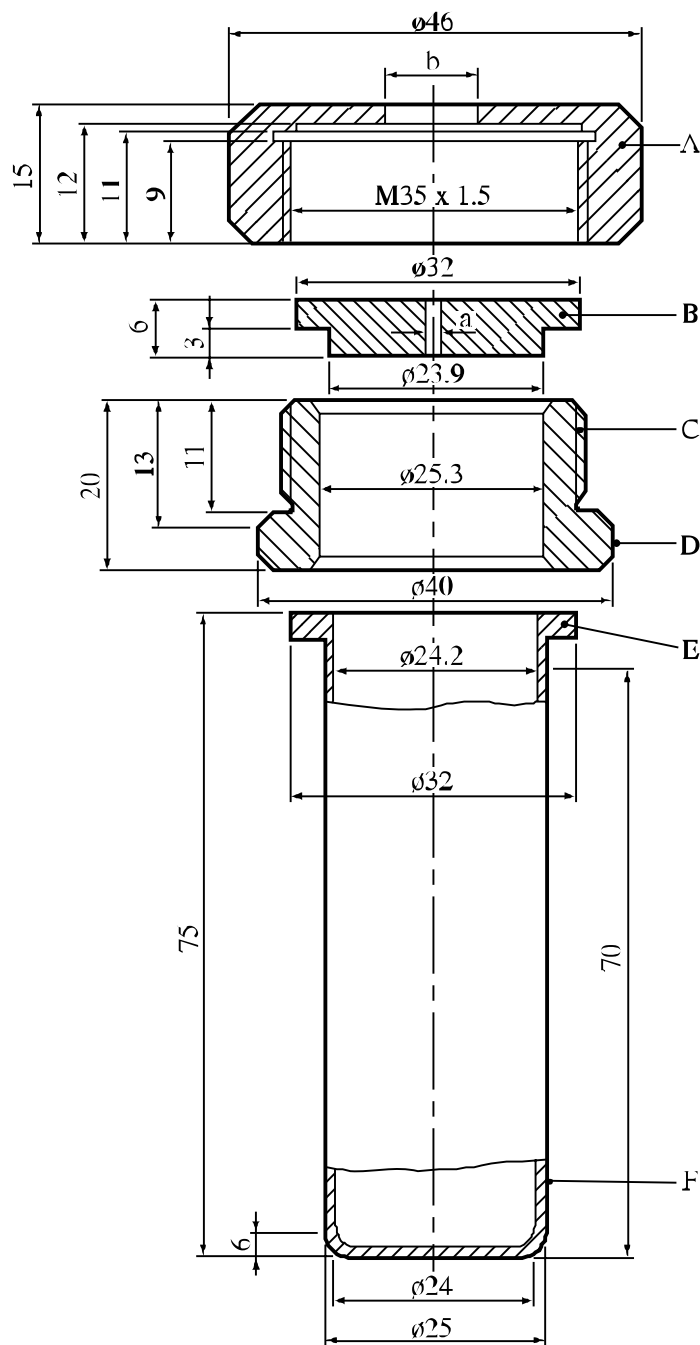
12.5.1.3.5 La série d'essais commence par un essai simple avec disque à lumière de 20 mm. Si lors de cet essai, il y a explosion, on poursuit la série avec des essais sur des douilles sans disque à lumière ni écrou mais seulement munies de la bague filetée (ouverture : 24 mm). Si par contre il n'y a pas d'explosion, on poursuit la série avec un essai pour chacun des diamètres de lumière suivants : 12,0 - 8,0 - 5,0 - 3,0 - 2,0 - 1,5 - et finalement 1,0 mm, jusqu'à ce que l'on obtienne un résultat positif ("explosion"). On exécute alors des essais à des diamètres croissants selon l'ordre indiqué en 12.5.1.2.1 jusqu'à ce que l'on obtienne trois résultats négatifs ("pas d'explosion") lors de trois essais au même diamètre. Le diamètre limite pour une matière donnée est le plus grand diamètre pour lequel le résultat "explosion" ait été obtenu. S'il n'y a pas d'explosion même au diamètre de 1 mm, on note comme résultat pour le diamètre limite "moins de 1 mm".

#### 12.5.1.4 Critère d'épreuve et méthode d'évaluation des résultats

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière réagit au chauffage sous confinement si le diamètre limite est égal ou supérieur à 2.0 mm. On considère que le résultat est négatif (-) et que la matière ne réagit pas au chauffage sous confinement s'il est inférieur à cette valeur.

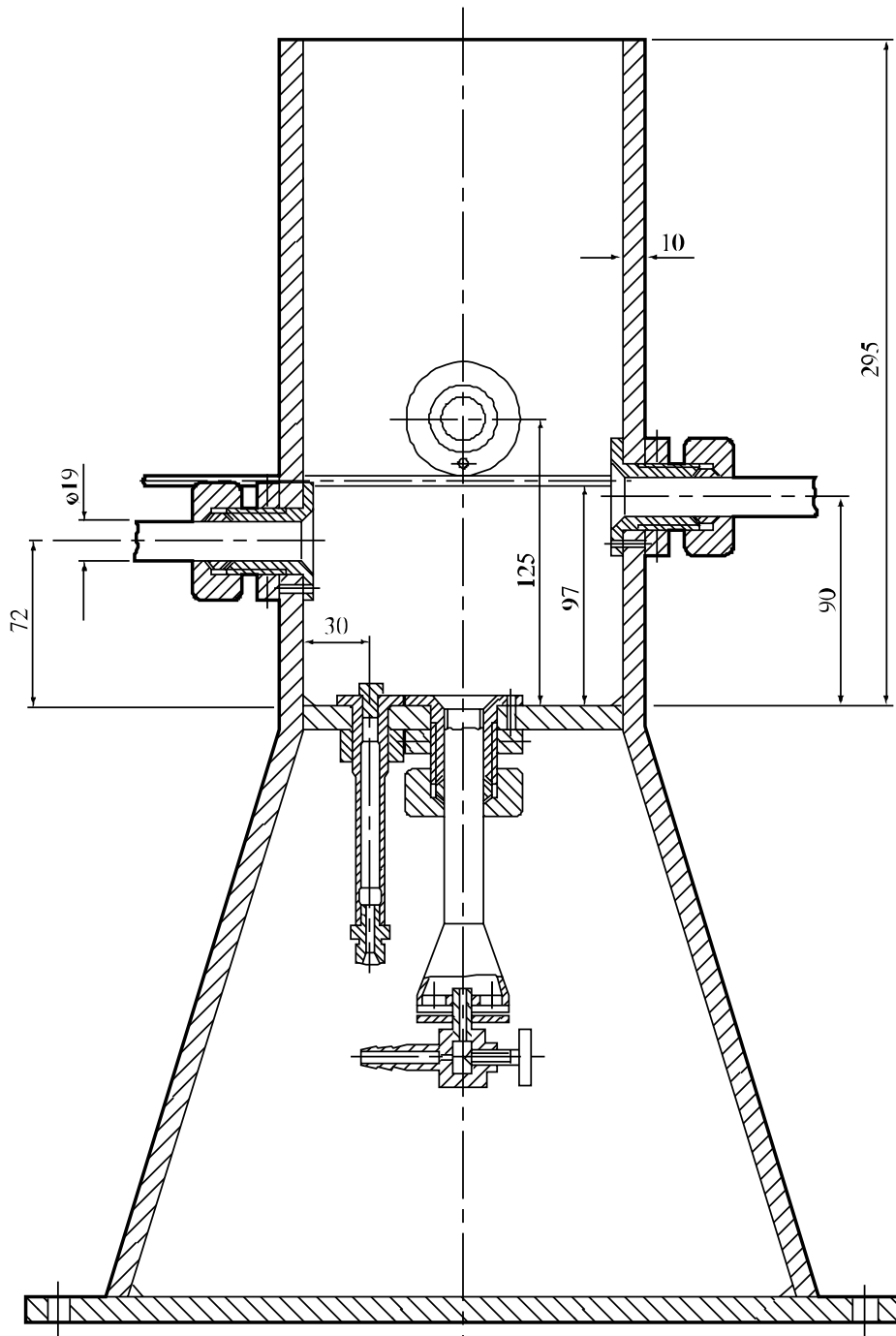
#### 12.5.1.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>                    | <b>Diamètre limite<br/>(mm)</b> | <b>Résultat</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Nitrate d'ammonium (cristaux)     | 1,0                             | -               |
| Perchlorate d'ammonium            | 3,0                             | +               |
| Picrate d'ammonium (cristaux)     | 2,5                             | +               |
| Dinitro-1,3 résorcinol (cristaux) | 2,5                             | +               |
| Nitrate de guanidine (cristaux)   | 1,5                             | -               |
| Acide picrique (cristaux)         | 4,0                             | +               |
| Pentocire (95/5)                  | 5,0                             | +               |



- |   |   |
|---|---|
| (A) Écrou ( $\varnothing b = 10$ ou $20$ mm) de 41 mm entre plats | (B) Disque à lumière ( $\varnothing a = 1,0$ à $20$ mm) |
| (C) Bague filetée   | (D) 36 mm entre plats                                   |
| (E) Rebord  | (F) Douille   |

Figure 12.5.1.1 : DOUILLE ET ACCESSOIRES



**Figure 12.5.1.2 : ENCEINTE DE CHAUFFAGE ET DE PROTECTION**

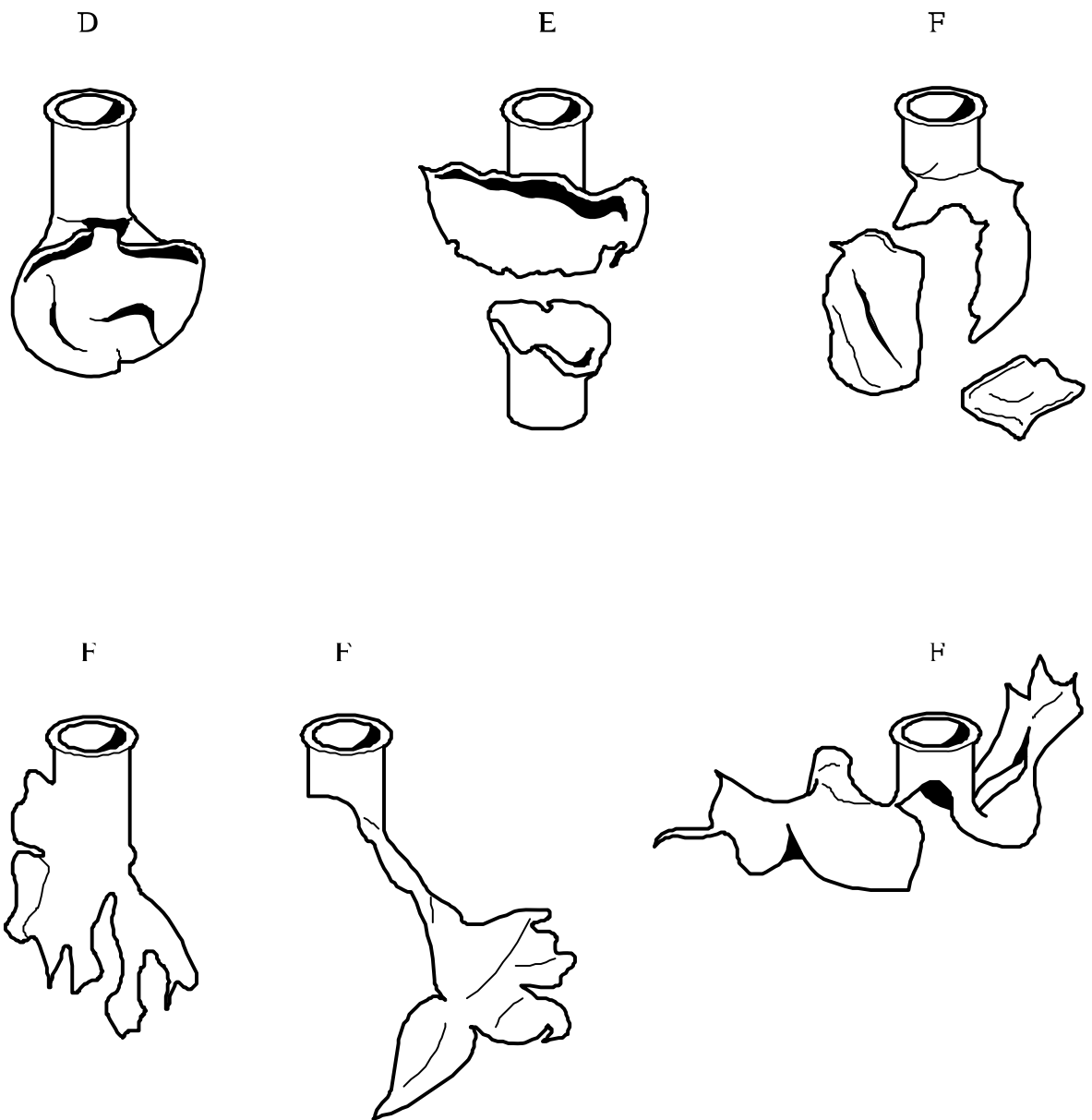


Figure 12.5.1.3 : EXEMPLES DES TYPES DE FRAGMENTATION D, E ET F

## 12.6 Série 2, type c) : Dispositions d'épreuve

### 12.6.1 Épreuve 2 c) i) : Épreuve pression/temps

#### 12.6.1.1 Introduction

Cette épreuve sert à déterminer les effets d'une inflammation de la matière<sup>3</sup> sous confinement; il s'agit de savoir si une inflammation peut causer une déflagration explosive aux pressions qui peuvent être atteintes lorsque les matières sont transportées dans des colis normaux du commerce.

#### 12.6.1.2 Appareillage et matériels

12.6.1.2.1 Le dispositif d'essai (représenté à la figure 12.6.1.1) est constitué par une bombe cylindrique en acier de 89 mm de long et 60 mm de diamètre extérieur. La bombe comporte deux plats usinés en des points diamétralement opposés (ce qui réduit sa largeur à cet endroit à 50 mm), ce qui permet de l'immobiliser pour le serrage du bouchon de mise à feu et du bouchon à évent. Elle est alésée intérieurement à 20 mm et comporte à ses deux extrémités un chambrage de 19 mm de profondeur taraudé au pas de 1 in. British Standard Pipe. Une prise de pression est vissée latéralement dans le corps de la bombe à 35 mm d'une extrémité, et à un angle de 90° par rapport aux plats. Elle se visse dans un chambrage de 12 mm de profondeur taraudé au pas de 1/2 in. British Standard Pipe. Un joint en cuivre est utilisé pour assurer l'étanchéité aux gaz. La prise de pression fait saillie latéralement de 55 mm par rapport au corps de la bombe et est percée d'un trou axial de 6 mm. Elle comporte à son extrémité extérieure un chambrage taraudé pour recevoir un capteur de pression du type à diaphragme; on peut utiliser à cette fin tout dispositif de mesure de pression, à condition qu'il résiste aux gaz chauds et produits de décomposition et qu'il puisse répondre à des accroissements de pression de 690 à 2 070 kPa en moins de 5 ms.

12.6.1.2.2 L'extrémité de la bombe la plus éloignée du raccord est fermée par un bouchon de mise à feu qui porte deux électrodes, dont l'une est isolée du corps du bouchon et l'autre mise à la masse. L'autre extrémité est fermée par un disque de rupture en aluminium de 0,2 mm d'épaisseur (réglé pour une pression de rupture d'environ 2 200 kPa), maintenu en place par un bouchon portant un évent de 20 mm de diamètre. Un joint en plomb mou est utilisé avec chaque bouchon pour assurer une bonne étanchéité. Un porte-bombe spécial (figure 12.6.1.2) permet de maintenir la bombe dans la position voulue pendant les essais. Il est constitué par une plaque d'embase en acier doux de 235 mm × 184 mm × 6 mm, sur laquelle est soudé obliquement un tube de section carrée (70 mm × 70 mm × 4 mm) de 185 mm de long.

12.6.1.2.3 À une extrémité du tube carré, on a enlevé une certaine longueur de métal sur deux faces opposées, ce qui laisse une longueur de 86 mm de tube carré prolongée par deux côtés plats. Les extrémités de ces plats sont coupées à 60° par rapport à l'axe du tube et soudées à la plaque d'embase.

12.6.1.2.4 Une encoche de 22 mm de large et de 46 mm de profondeur est découpée sur un côté en haut du tube carré, de telle manière que lorsque la bombe est posée dans le support, bouchon de mise à feu vers le bas, le raccord de prise de pression vienne s'y loger. Une entretoise en acier de 30 mm de large et 6 mm d'épaisseur est soudée sur la paroi intérieure du tube du côté orienté vers le bas. Deux trous taraudés dans le côté opposé reçoivent des vis à molettes de 7 mm, qui servent à fixer la bombe. Deux rebords en acier de 12 mm de large et de 6 mm d'épaisseur soudés sur les flancs du support à la base de la section carrée soutiennent la bombe par le fond.

---

<sup>3</sup> Lors d'un essai exécuté sur des liquides énergétiques thermiquement stables tels que le nitrométhane (No ONU 1261), il arrive que les résultats ne soient pas reproductibles parce que la matière produit deux pointes de pression.

12.6.1.2.5 Le dispositif d'inflammation comprend une tête d'amorce électrique du type couramment utilisé dans les détonateurs à basse tension, sur laquelle est enfilé un morceau carré de 13 mm de côté de tissu enduit de composition d'amorçage. D'autres têtes d'amorce ayant des caractéristiques équivalentes peuvent être utilisées. Le tissu imprégné est de la toile de lin enduite des deux côtés d'une composition pyrotechnique de nitrate de potassium/silicium/poudre noire sans soufre<sup>4</sup>.

12.6.1.2.6 Pour les essais sur les matières solides, les opérations de préparation du dispositif d'allumage consistent en premier à décoller de la carte isolante les fils conducteurs plats en cuivre d'une amorce électrique (voir figure 12.6.1.3). La partie découverte de la carte est alors coupée. La tête d'amorce est ensuite soudée aux bornes du bouchon d'allumage par les conducteurs plats, de telle manière que le sommet de l'amorce soit situé à 13 mm au-dessus de la face supérieure du bouchon. Un morceau carré de 13 mm de côté de tissu enduit de composition d'amorçage, percé d'un trou central, est placé sur la tête d'amorce, puis replié autour de celle-ci et attaché avec un fil de coton fin.

12.6.1.2.7 Pour les essais sur les liquides, des fils sont soudés aux conducteurs plats de la tête d'amorce. On fait alors passer les fils à l'intérieur d'une portion de 8 mm de long de tube en caoutchouc au silicone d'un diamètre extérieur de 5 mm et intérieur de 1 mm, puis l'on repousse cette portion de tube pour l'enfiler sur les conducteurs plats de la manière indiquée à la figure 12.6.1.4. Le morceau de tissu imprégné de composition d'amorçage est alors rabattu autour de l'amorce et une gaine en PVC mince d'un seul morceau, ou en matériau équivalent, est enfilée sur le tissu imprégné et le tube en caoutchouc. La gaine est fermée de manière étanche autour du tube par un collier de sertissage en fil métallique mince. Les fils du dispositif sont alors soudés aux bornes du bouchon de mise à feu de telle manière que le sommet de l'amorce soit situé à 13 mm au-dessus de la face supérieure du bouchon.

### 12.6.1.3 *Mode opératoire*

12.6.1.3.1 La bombe montée, avec transducteur de pression, mais non fermée par son disque de rupture, est posée bouchon d'allumage vers le bas dans son support. On introduit alors 5 g<sup>5</sup> de matière dans la bombe de telle manière que l'échantillon touche le dispositif d'allumage. Exceptionnellement il pourra être nécessaire de tasser légèrement l'échantillon pour faire tenir cette quantité. Si un léger tassement ne le permet pas, le tir doit s'effectuer avec un récipient rempli complètement. On doit alors enregistrer le poids de la charge. On pose ensuite le joint de plomb et le disque de rupture en aluminium, puis on visse solidement le bouchon. La bombe chargée est alors introduite dans son support, disque de rupture vers le haut, et l'ensemble est placé dans une sorbonne blindée ou dans une chambre de tir. Un exploseur est raccordé aux bornes extérieures du bouchon et la charge est mise à feu. Le signal émis par le transducteur de pression est enregistré avec un appareillage approprié, permettant à la fois d'effectuer une analyse des phénomènes rapides et d'obtenir un enregistrement permanent de la courbe pression/temps (enregistreur de signaux transitoires couplé avec un enregistreur à bande de papier).

12.6.1.3.2 On exécute trois essais. On note le temps nécessaire pour que la pression passe de 690 kPa à 2 070 kPa (pression manométrique). On retient le temps le plus court aux fins du classement.

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

Pour l'évaluation des résultats on détermine si la pression de 2 070 kPa a été atteinte, et, dans ce cas, le temps nécessaire pour l'accroissement de pression de 690 kPa à 2 070 kPa.

---

<sup>4</sup> Cette composition peut être obtenue auprès du correspondant national pour les conditions d'épreuve du Royaume-Uni (voir l'appendice 4).

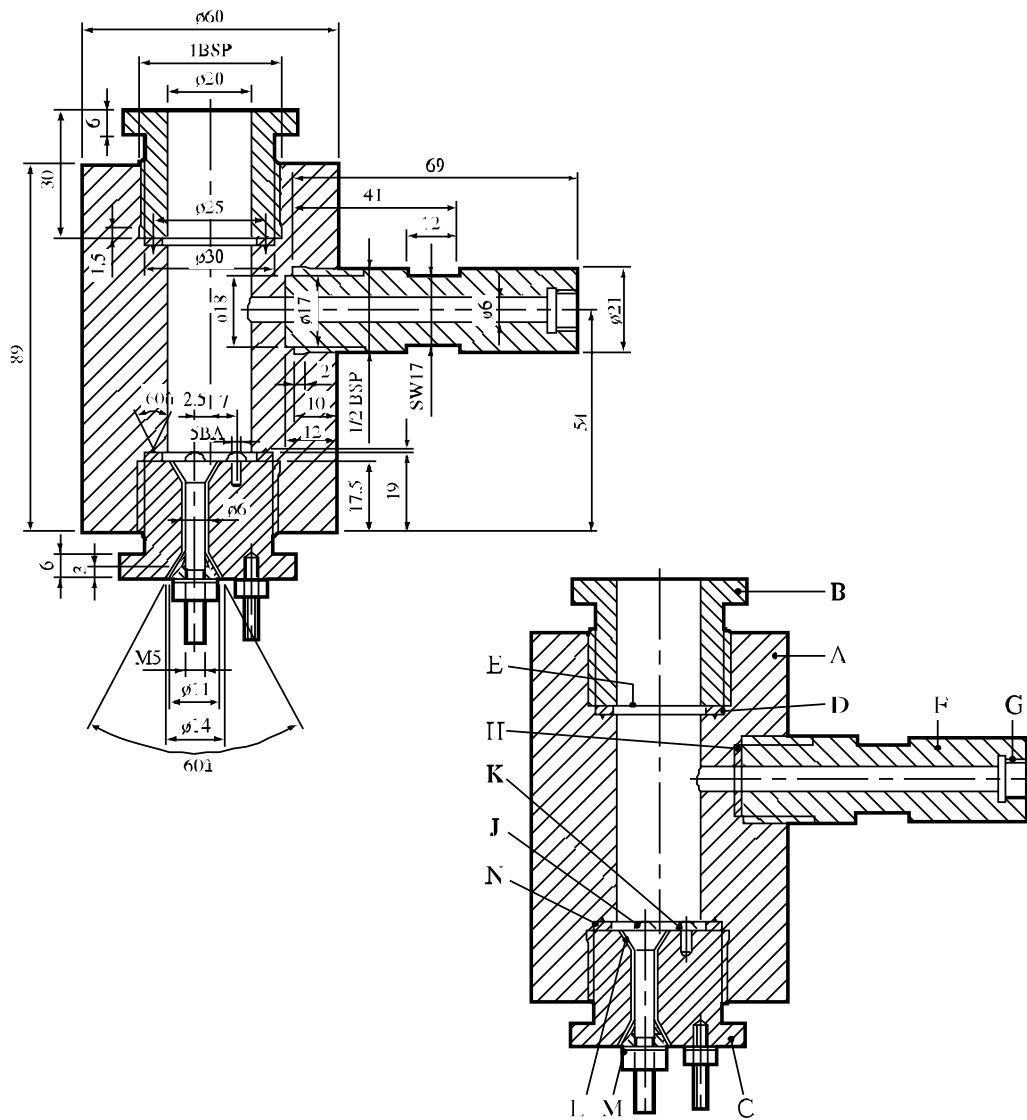
<sup>5</sup> Au cas où des essais préalables effectués pour déterminer si une matière est dangereuse à manipuler (chauffage dans une flamme, par exemple) ou si elle est capable de passer de la déflagration à la détonation sans confinement (épreuve du type 3 d), par exemple indiquent que celle-ci est susceptible de réaction violente, on doit réduire la dimension de l'échantillon à 0,5 g jusqu'à ce que l'on connaisse avec précision l'intensité de la réaction. En partant de 0,5 g, on procédera en augmentant progressivement la taille de l'échantillon jusqu'à 5 g, à moins qu'un résultat positif (+) ne soit obtenu auparavant.



Le résultat est considéré positif (+) et la matière apte à déflagrer rapidement si le temps de montée en pression de 690 kPa à 2 070 kPa est inférieur à 30 ms. Le résultat est considéré négatif (-) et la matière inapte ou peu apte à déflagrer si ce temps de montée en pression est supérieur ou égal à 30 ms, ou encore si la pression de 2 070 kPa n'a pas été atteinte. Le fait qu'il n'y ait pas inflammation n'indique pas nécessairement que la matière n'a pas de propriétés explosives.

#### 12.6.1.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>                              | <b>Pression maximale (kPa)</b> | <b>Temps de montée en pression de 690 à 2 070 kPa (ms)</b> | <b>Résultat</b> |
|---|--------------------------------|--|-----------------|
| Nitrate d'ammonium (granulés haute densité) | < 2 070                        | -  | -               |
| Nitrate d'ammonium (granulés basse densité) | < 2 070                        | -  | -               |
| Perchlorate d'ammonium (2 µm)               | > 2 070                        | 5  | +               |
| Perchlorate d'ammonium (30 µm)              | > 2 070                        | 15   | +               |
| Azoture de baryum                           | > 2 070                        | < 5  | +               |
| Nitrate de guanidine                        | > 2 070                        | 606  | -               |
| Nitrite d'isobutyle                         | > 2 070                        | 80   | -               |
| Nitrate d'isopropyle                        | > 2 070                        | 10   | +               |
| Nitroguanidine                              | > 2 070                        | 400  | -               |
| Acide picramique                            | > 2 070                        | 500  | -               |
| Picramate de sodium                         | > 2 070                        | 15   | +               |
| Nitrate d'urée                              | > 2 070                        | 400  | -               |



|     |                                       |     |                            |
|-----|---------------------------------------|-----|----------------------------|
| (A) | Corps de la pompe                     | (H) | Joint en cuivre            |
| (B) | Bouchon retenant le disque de rupture | (J) | Électrode isolée           |
| (C) | Bouchon de mise à feu                 | (K) | Électrode mise à la masse  |
| (D) | Joint en plomb mou                    | (L) | Isolation                  |
| (E) | Disque de rupture                     | (M) | Cône en acier              |
| (F) | Raccord de prise de pression          | (N) | Rainure de matage du joint |
| (G) | Tarudage pour capteur de pression     |     |                            |

Figure 12.6.1.1 : BOMBE

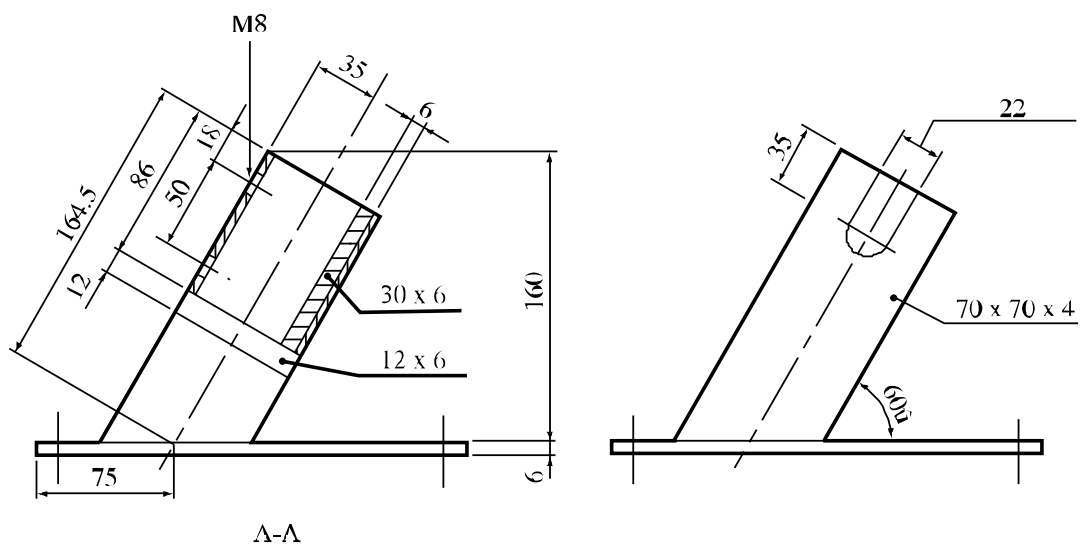
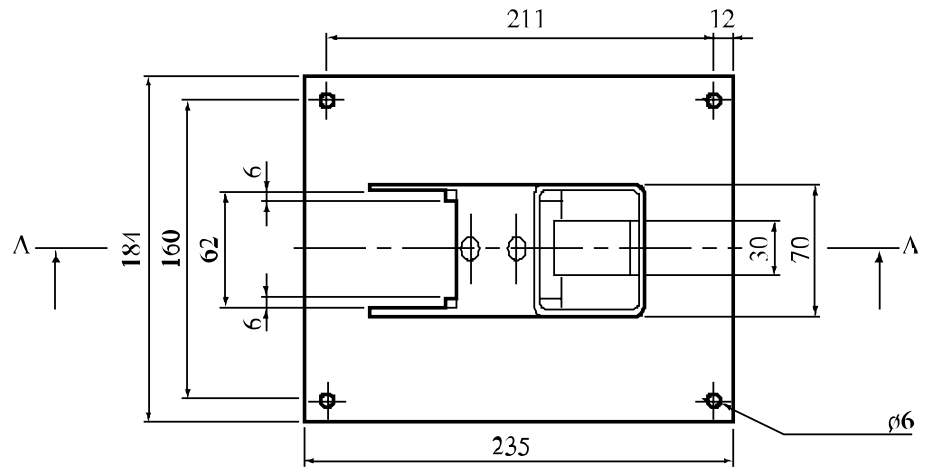
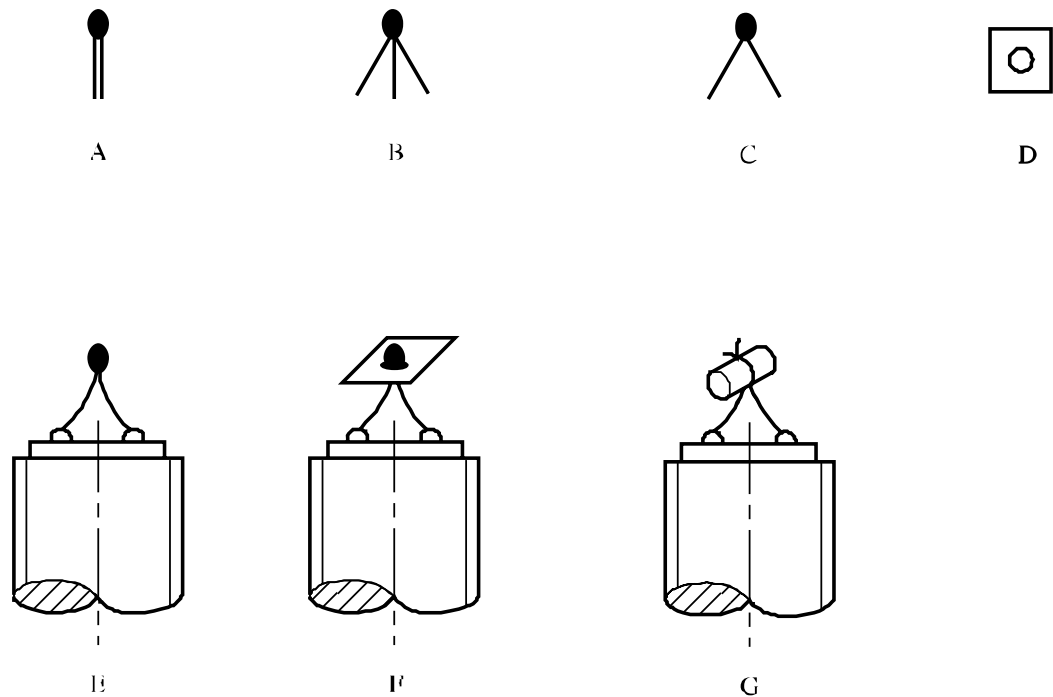
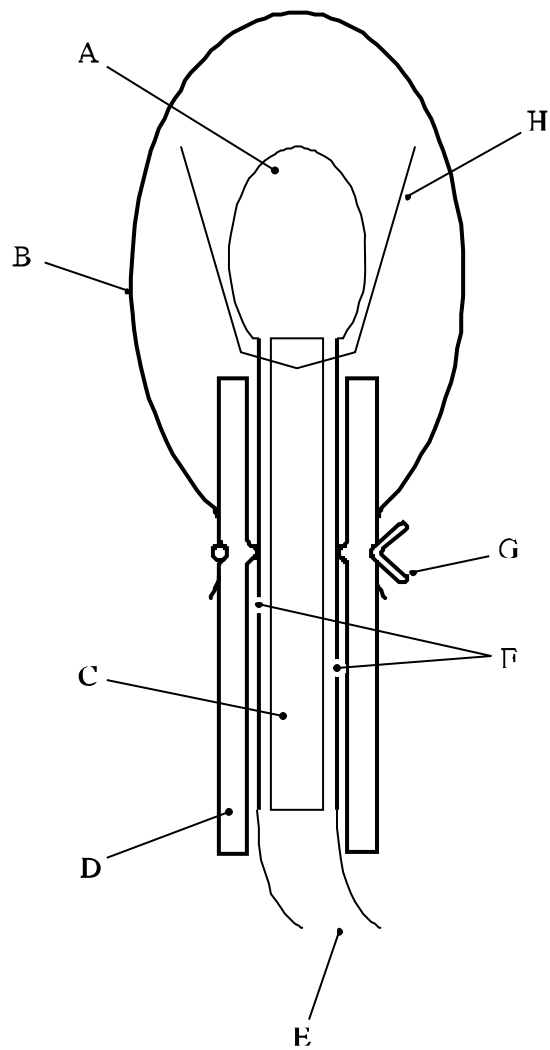


Figure 12.6.1.2 : PORTE-BOMBE



- 
- (A) Tête d'amorce électrique standard  
(B) Conducteurs plats en cuivre décollés de la carte isolante  
(C) Carte isolante découpée et enlevée  
(D) Carré de 13 mm de tissu enduit de composition d'amorçage SR252, avec trou central  
(E) Tête d'amorce soudée aux broches du bouchon de mise à feu  
(F) Tissu placé sur la tête d'amorce  
(G) Tissu replié autour de la tête d'amorce et attaché avec du fil de coton
- 

**Figure 12.6.1.3 : DISPOSITIF D'ALLUMAGE POUR L'ESSAI DES MATIÈRES SOLIDES**



- 
- |     |  |
|-----|--|
| (A) | Tête d'amorce                            |
| (B) | Gaine en PVC                             |
| (C) | Carte isolante                           |
| (D) | Tube en caoutchouc au silicone           |
| (E) | Fils de mise à feu                       |
| (F) | Conducteurs plats                        |
| (G) | Collier métallique de sertissage         |
| (H) | Tissu imprégné de composition d'amorçage |
- 

**Figure 12.6.1.4 : DISPOSITIF D'ALLUMAGE POUR L'ESSAI DES LIQUIDES**

**12.6.2 Épreuve 2 c) ii) : Épreuve d'inflammation interne****12.6.2.1 Introduction**

Cette épreuve sert à déterminer l'aptitude d'une matière à passer de la déflagration à la détonation.

**12.6.2.2 Appareillage et matériels**

Le dispositif d'essai est représenté à la figure 11.6.2.1. Un échantillon de la matière à éprouver est placé dans un tube d'acier au carbone (A53 qualité B) de 74 mm de diamètre intérieur et de 7,6 mm d'épaisseur de paroi ("3 inch schedule 80"), long de 45,7 cm, fermé aux deux extrémités par un bouchon en acier forgé (du type "3 000 lb"). Une capsule d'allumage contenant 10 g de poudre noire (traversant à 100 % la maille No 20 de 0,84 mm et retenu à 100 % par la maille No 50 de 0,297 mm) est placée au centre du tube. Elle est constituée d'un étui cylindrique de 21 mm de diamètre et de 32 mm de long fait d'une couche d'acétate de cellulose de 0,54 mm d'épaisseur maintenue extérieurement par deux couches de bande d'acétate de cellulose renforcée par des filaments de nylon. La capsule contient une boucle d'allumage formée de 25 mm de fil résistant au nickel-chrome de 0,30 mm de diamètre, ayant une résistance électrique de 0,35 ohm. Cette boucle est reliée à deux fils de cuivre étamé isolés de 0,7 mm de diamètre (diamètre avec gaine : 1,3 mm). Les fils passent par des trous de petit diamètre percés dans la paroi du tuyau, l'étanchéité étant assurée avec de la résine époxyde.

**12.6.2.3 Mode opératoire**

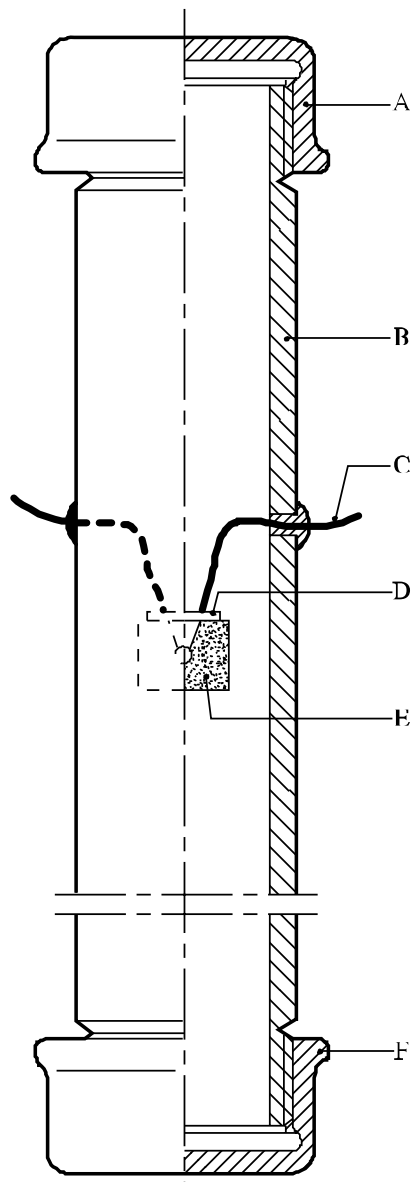
On charge la matière dans le tube, à température ambiante, jusqu'à une hauteur de 23 cm; on met en place l'inflammeur au centre du tube (les fils doivent passer par les trous de paroi) et l'on scelle les trous à la résine époxyde après avoir tendu les fils. On charge ensuite le reste de l'échantillon et on visse le bouchon supérieur. Pour les matières gélatineuses, la densité de remplissage doit être aussi proche que possible de la densité normale au cours de transport. Pour les échantillons sous forme granulaire, on tasse la matière à la densité voulue par petits chocs répétés contre une surface dure. Le tube est placé en position verticale et l'inflammeur mis à feu avec un courant de 15 A/20 V alternatif. Trois essais doivent être exécutés à moins qu'il n'y ait passage de la déflagration à la détonation au premier ou au deuxième.

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

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) si le tube ou l'un au moins des bouchons d'extrémité est fragmenté en au moins deux morceaux distincts. Si le tube est seulement fendu ou éventré, ou s'il y a seulement déformation du tube ou des bouchons au point que les bouchons sautent, on considère que le résultat est négatif (-).

**12.6.2.5 Exemples de résultats**

| <b>Matière</b>                                     | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Nitrate-fioul aluminisé                            | -               |
| Nitrate d'ammonium (granulés poreux basse densité) | -               |
| Perchlorate d'ammonium (45 µm)                     | +               |
| Dinitro-1,3 benzène (cristaux fins)                | -               |
| Nitrocarbonate                                     | -               |
| TNT (granulés)                                     | +               |
| Gel aqueux   | +               |



- 
- |     |                        |
|-----|------------------------|
| (A) | Bouchon en acier forgé |
| (B) | Tube en acier          |
| (C) | Fils de mise à feu     |
| (D) | Joint d'étanchéité     |
| (E) | Capsule d'allumage     |
| (F) | Bouchon en acier forgé |
- 

**Figure 12.6.2.1 : ÉPREUVE D'INFLAMMATION INTERNE**





## SECTION 13

## ÉPREUVES DE LA SÉRIE 3

## 13.1 Introduction

Aux questions "La matière est-elle stable à la chaleur ?" (case 10 de la figure 10.2) et "La matière est-elle trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée ?" (case 11 de la figure 10.2) on répond en déterminant la sensibilité de la matière aux sollicitations mécaniques (impact et frottement), à la chaleur et à la flamme. La réponse à la question de la case 10 est "non" si un résultat positif (+) est obtenu lors de l'épreuve du type 3 c) et que la matière est considérée comme trop instable pour être transportée. La réponse à la question de la case 11 est "oui" si un résultat positif (+) est obtenu pour l'un quelconque des types d'épreuve 3 a), 3 b) ou 3 d). Dans un tel cas, il sera éventuellement possible de placer la matière dans un objet, de la flegmatiser, ou encore de l'emballer pour réduire sa sensibilité aux sollicitations extérieures.

## 13.2 Méthodes d'épreuve

La série d'épreuves 3 comprend quatre types d'épreuve :

- Type 3 a) pour déterminer la sensibilité à l'impact;
- Type 3 b) pour déterminer la sensibilité au frottement (y compris le frottement avec choc);
- Type 3 c) pour déterminer la stabilité de la matière à la chaleur;
- Type 3 d) pour déterminer la réaction de la matière à l'inflammation.

Les méthodes d'épreuve de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 13.1.

Tableau 13.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVE DE LA SÉRIE 3

| Code      | Nom de l'épreuve                                    | Section |
|-----------|---|---------|
| 3 a) i)   | Épreuve au mouton de choc du "Bureau of Explosives" | 13.4.1  |
| 3 a) ii)  | Épreuve au mouton de choc BAM <sup>a</sup>          | 13.4.2  |
| 3 a) iii) | Épreuve d'impact Rotter                             | 13.4.3  |
| 3 a) iv)  | Épreuve au mouton de choc de 30 kg                  | 13.4.4  |
| 3 a) v)   | Épreuve d'impact à l'appareil type 12 modifié       | 13.4.5  |
| 3 a) vi)  | Épreuve de sensibilité à l'impact                   | 13.4.6  |
| 3 b) i)   | Épreuve de frottement BAM <sup>a</sup>              | 13.5.1  |
| 3 b) ii)  | Épreuve de frottement rotatif                       | 13.5.2  |
| 3 b) iv)  | Épreuve de frottement avec impact                   | 13.5.3  |
| 3 c)      | Épreuve de stabilité thermique à 75 °C <sup>a</sup> | 13.6.1  |
| 3 d)      | Épreuve de combustion à petite échelle <sup>a</sup> | 13.7.1  |

<sup>a</sup> Épreuve recommandée.

## 13.3 Conditions d'épreuve

13.3.1 *Des précautions devront être prises, si l'on doit broyer ou découper des échantillons explosifs avant leur utilisation. On devra utiliser un matériel de protection tel qu'écrans blindés, et travailler sur des quantités minimales.*

13.3.2 Pour les épreuves des types 3 a) et 3 b), les matières mouillées doivent être éprouvées avec la teneur minimale en agent mouillant prévue pour le transport.

13.3.3 Les épreuves des types 3 a) et 3 b) devraient être exécutées à température ambiante sauf autre disposition, ou sauf s'il est prévu de transporter la matière dans des conditions susceptibles de modifier son état physique.

13.3.4 Pour garantir l'obtention de résultats reproductibles, on doit lors des essais des types 3 a) et 3 b), contrôler soigneusement tous les paramètres et exécuter périodiquement un essai sur une matière étalon dont la sensibilité est connue.

13.3.5 Les bulles d'air emprisonnées dans un liquide rendent celui-ci beaucoup plus sensible à l'impact. Pour cette raison, les méthodes d'épreuve du type 3 a) pour les liquides prévoient l'utilisation de procédures ou d'outils spéciaux permettant une compression "adiabatique" de ces bulles dans le liquide.

13.3.6 Les épreuves du type 3 b) ne sont pas nécessaires dans le cas des liquides.

#### **13.4 Série 3, type a) : Dispositions d'épreuve**

##### **13.4.1 Épreuve 3 a) i) : Épreuve au mouton de choc du "Bureau of explosives"**

###### *13.4.1.1 Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité d'une matière à l'impact dû à la chute d'une masse et à déterminer si la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée. Elle peut être appliquée aux matières solides et aux liquides moyennant l'échange du porte-échantillon.

###### *13.4.1.2 Appareillage et matériels*

###### **13.4.1.2.1 Matières solides**

Le mouton d'épreuve pour les matières solides est représenté aux figures 13.4.1.1 et 13.4.1.2. Il utilise une masse de 3,63 kg, coulissant entre deux guides cylindriques parallèles et tombant en chute libre d'une hauteur pouvant aller jusqu'à 838 mm sur le dispositif de percussion comprenant un contre-percuteur et un percuteur. Le percuteur est en contact avec l'échantillon qui est placé sur un ensemble galet intermédiaire et enclume à l'intérieur d'un bouchon cylindrique dont le diamètre intérieur est juste suffisant pour permettre le libre coulissement du contre-percuteur et du percuteur. Ces deux derniers, ainsi que la chambre, le galet intermédiaire et l'enclume sont en acier rapide trempé d'une dureté Rockwell C de 50 à 55, et leurs faces de contact entre elles et avec l'échantillon sont finies à 0,8 microns. Le diamètre de la chambre à échantillon est de 5,1 mm.

###### **13.4.1.2.2 Liquides**

L'appareillage d'épreuve d'impact pour les liquides est semblable à celui utilisé pour les matières solides, sauf en ce qui concerne le dispositif de percussion, qui est représenté à la figure 13.4.1.3.

###### *13.4.1.3 Mode opératoire*

###### **13.4.1.3.1 Matières solides**

On dépose sur le galet intermédiaire (C) un échantillon de 10 mg de matière. On place l'enclume (E) et le galet intermédiaire dans le porte-échantillon (F) et on revisse le bouchon (D). Le percuteur (B) et le contre-percuteur (A) sont alors introduits par le haut. La masse de chute est levée jusqu'à une hauteur de 10,0 cm puis larguée. On observe s'il y eu "explosion" (flamme ou bruit d'explosion). On exécute 10 essais pour chaque matière.

## 13.4.1.3.2 Liquides

La bague antirebond (A), le contre-percuteur (B) et le percuteur (D) sont assemblés dans le bouchon (C). Une coupelle en cuivre (E) placée dans la bague de centrage (non représentée à la figure 13.4.1.3) et une goutte du liquide à éprouver est déposée dans la coupelle. Le bouchon et ses éléments (A), (B) et (D) sont posés sur la bague de centrage. L'extrémité du percuteur (D) pénètre partiellement dans la coupelle, mais est empêchée par la bague de venir en contact avec le liquide. Si l'on soulève le bouchon, la coupelle reste emboîtée à l'extrémité du percuteur par frottement. Le bouchon est alors vissé dans le porte-échantillon; les dimensions des différents éléments doivent être telles que le fond de la coupelle touche juste le galet intermédiaire lorsqu'il est vissé à la main. Le porte-échantillon complet est alors installé sur le mouton de choc du "Bureau of Explosives", également utilisé pour les essais d'impact sur matières solides. La masse de chute est levée jusqu'à une hauteur de 25,0 cm puis larguée. On observe s'il y a eu "explosion" (fumée, flamme ou bruit d'explosion). On exécute 10 essais pour chaque matière.

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

## 13.4.1.4.1 Matières solides

Le résultat d'épreuve est considéré comme positif (+) si l'on observe une flamme ou un bruit d'explosion pour au moins 5 de 10 essais exécutés d'une hauteur de 10 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 négatif (-). Pour trancher les cas limites, on devra utiliser la méthode Bruceton (voir l'appendice 2).

## 13.4.1.4.2 Liquides

Le résultat d'épreuve est considéré positif (+) si l'on observe une fumée, une flamme ou un bruit d'explosion pour au moins 1 des 10 essais exécutés d'une hauteur de 25 cm; la matière est alors 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 (-).

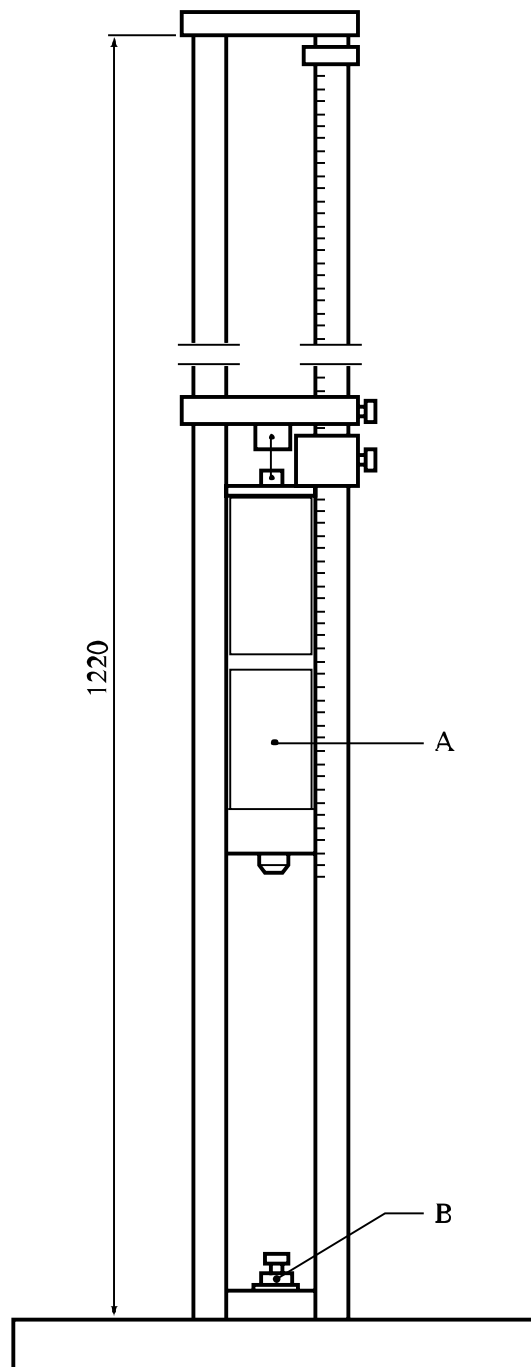
13.4.1.5 *Exemples de résultats*

## 13.4.1.5.1 Matières solides

| <b>Matière solide</b>  | <b>Résultat</b> |
|------------------------|-----------------|
| Perchlorate d'ammonium | -               |
| Octogène (sec)         | +               |
| Dynamite NG            | -               |
| Penthrite (sèche)      | +               |
| Penthrite/eau (75/25)  | -               |
| Hexogène (sec)         | +               |

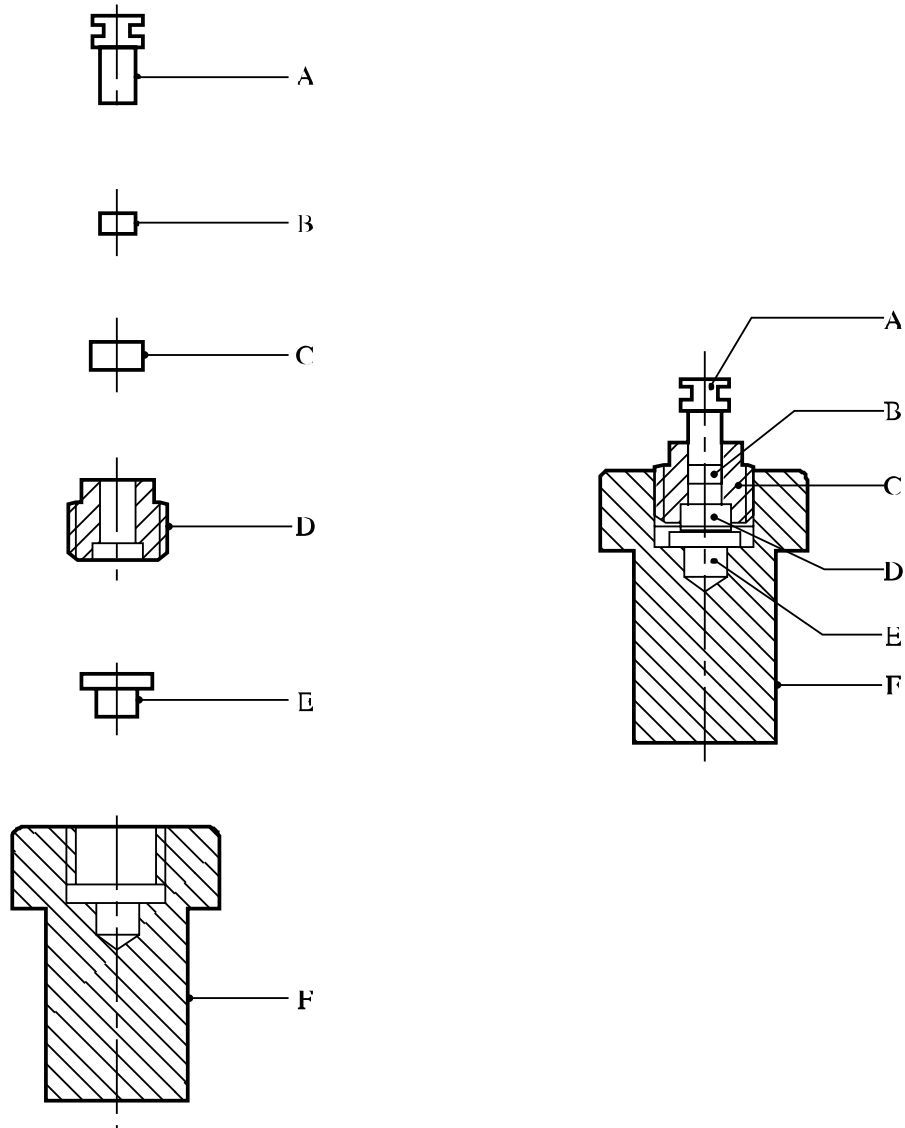
## 13.4.1.5.2 Liquides

| <b>Matière éprouvée</b> | <b>Résultat</b> |
|-------------------------|-----------------|
| Nitroglycérine          | +               |
| Nitrométhane            | -               |



- 
- (A) Masse de chute
  - (B) Éprouvette
- 

**Figure 13.4.1.1 : MOUTON DE CHOC DU "BUREAU OF EXPLOSIVES"**



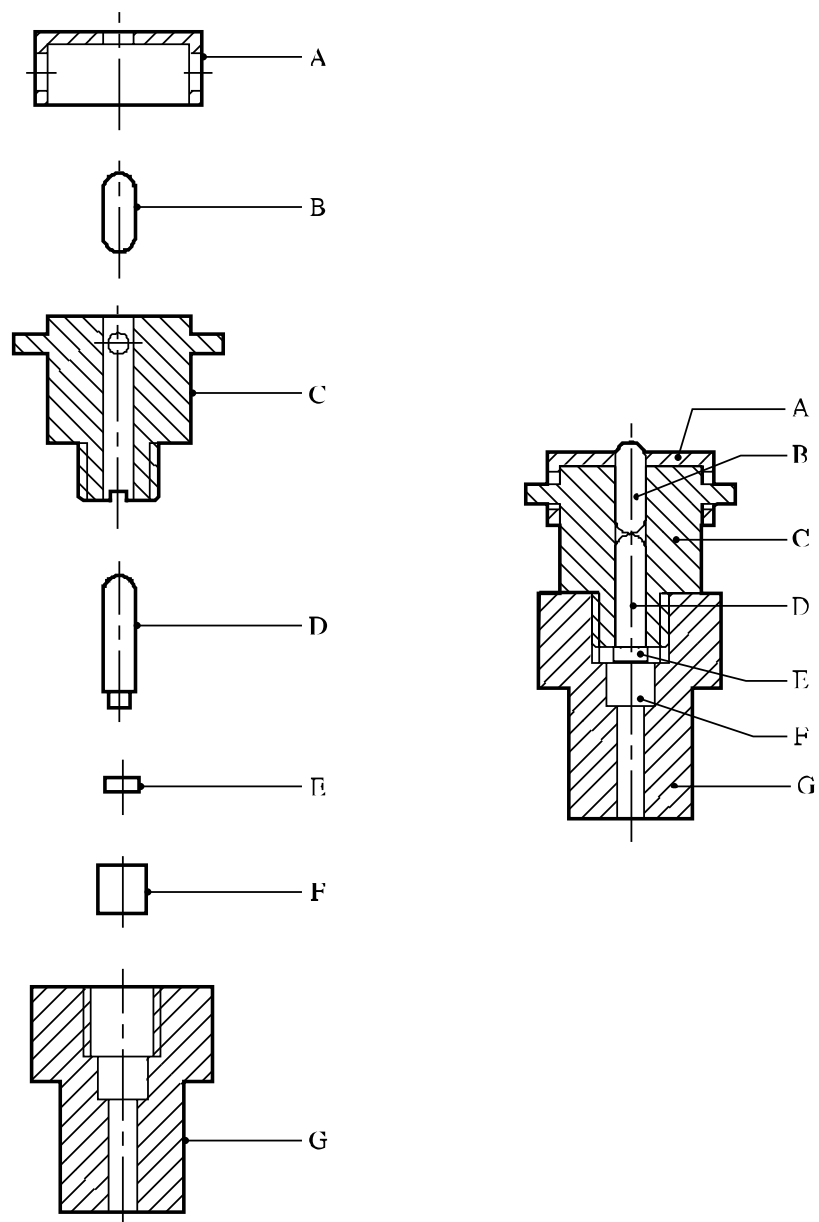
---

(A) Contre-percuteur  
(C) Galet intermédiaire  
(E) Enclume

(B) Percuteur  
(D) Bouchon  
(F) Porte-échantillon

---

**Figure 13.4.1.2 : DISPOSITIF DE PERCUSSION POUR MATIÈRES SOLIDES**



(A) Bague anti-rebond  
(C) Bouchon  
(E) Coupelle en cuivre  
(G) Porte-échantillon

(B) Contre-percuteur  
(D) Percuteur  
(F) Galet intermédiaire

Figure 13.4.1.3 : DISPOSITIF DE PERCUSSION POUR LIQUIDES

### 13.4.2 *Épreuve 3 a) ii) : Épreuve au mouton de choc BAM*

#### 13.4.2.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité des matières solides et des liquides à l'impact d'une masse de chute et à déterminer si la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée.

#### 13.4.2.2 *Appareillage et matériels*

13.4.2.2.1 Les éléments principaux du mouton de choc sont le bloc récepteur en acier coulé et son embase, l'enclume, la colonne, les guides, les masses de chute avec le dispositif de largage et le porte-échantillon. L'appareil comporte une enclume en acier vissée au bloc d'embase en acier coulé. À l'arrière du bloc d'acier est fixé le support de la colonne (formée d'un tube en acier étiré sans soudure). Les dimensions de l'enclume, du bloc en acier, de l'embase et de la colonne sont indiquées à la figure 13.4.2.1. Les deux guides, qui sont fixés à la colonne par trois traverses, sont munis d'une crémaillère pour retenir la masse de chute si elle rebondit et d'une échelle graduée mobile pour régler la hauteur de chute. Le mécanisme de largage est monté coulissant entre les guides et peut être bloqué sur ceux-ci au moyen d'un écrou à levier serrant deux mâchoires. L'appareil est ancré à un massif en béton de 600 × 600 mm, par quatre vis scellées dans le béton; l'embase doit être en contact avec le béton sur toute sa surface et les guides doivent être parfaitement verticaux. Une caisse pare-éclats en bois, doublée intérieurement, et s'ouvrant facilement, entoure l'appareil jusqu'à la hauteur de la première traverse. Un dispositif extracteur permet d'évacuer les gaz d'explosion et poussières qui ont été retenus par la caisse.

13.4.2.2.2 La masse de chute est représentée à la figure 13.4.2.2. Chaque masse de chute comporte deux mortaises de guidage, un pêne de retenue, un embout de choc amovible et un cliquet antirebond vissés sur la masse. L'embout de choc est en acier durci (dureté Rockwell C 60 à 63); son diamètre minimal est de 25 mm; il comporte un épaulement qui l'empêche de se tasser dans son logement sous l'effet du choc. Il existe trois masses de chute, pesant respectivement 1 kg, 5 kg et 10 kg. La masse de chute d'un kg a une âme massive en acier portant l'embout de choc. Les masses de chute de 5 kg et de 10 kg sont en acier massif et à haute densité (au minimum de la qualité St 31-1 selon la norme DIN 1700).

13.4.2.2.3 L'échantillon de matière à éprouver est déposé dans un dispositif de percussion constitué de deux galets en acier co-axiaux, posés l'un sur l'autre à l'intérieur d'un manchon cylindrique en acier. Les galets sont en acier de roulements à rouleaux de dureté Rockwell comprise entre 58 et 65; ils ont une surface polie et des arêtes arrondies. Les dimensions des galets et du manchon sont indiquées à la figure 13.4.2.3. Le dispositif de percussion est placé sur une enclume intermédiaire au moyen d'une bague de centrage pourvue d'une série d'évents disposés en couronne pour l'évacuation des gaz, dont les dimensions sont également indiquées à la figure 13.4.2.3. Celles de l'enclume intermédiaire sont données à la figure 13.4.2.4.

#### 13.4.2.3 *Mode opératoire*

13.4.2.3.1 Pour les matières solides autres que les matières pâteuses ou géliformes, il convient de tenir compte des points suivants :

- a) Les matières pulvérulentes doivent être tamisées (maille de 0,5 mm), toute la fraction passante est utilisée pour l'épreuve<sup>1</sup>;
- b) Les matières comprimées, coulées ou en général compactes sont réduites en petits fragments et tamisées; la fraction passant une maille de 1 mm et retenue par une maille de 0,5 mm est utilisée pour l'épreuve<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup> Pour les matières formées de plusieurs constituants, la fraction tamisée utilisée pour l'épreuve doit être représentative de la composition de l'échantillon initial.

- c) Les matières transportées seulement sous forme de charges sont soumises à l'épreuve sous forme de disques (pastilles) d'environ 4 mm de diamètre et 3 mm d'épaisseur (soit un volume de 40 mm<sup>3</sup>).

Les galets et le manchon de guidage doivent être dégraissés à l'acétone avant l'emploi. Ces pièces doivent seulement être utilisées une fois.

13.4.2.3.2 Pour les matières pulvérulentes, le prélèvement de l'échantillon se fait avec une mesure cylindrique de 40 mm<sup>3</sup> (3,7 mm de diamètre × 3,7 mm de profondeur). Pour les matières pâteuses ou géli-formes, on effectue le prélèvement en enfonçant un tube cylindrique de la même contenance dans la matière et en chassant le contenu, après arasement, au moyen d'un piston en bois. Pour les liquides, on se sert d'une pipette fine de 40 mm<sup>3</sup> de capacité. L'échantillon est déposé dans le dispositif de percussion ouvert, déjà posé, avec la bague de centrage, sur l'enclume intermédiaire. Dans le cas des matières pulvérulentes, pâteuses ou géli-formes, on appuie doucement sur le percuteur supérieur jusqu'à ce qu'il vienne toucher l'échantillon sans l'aplatir. Les liquides sont déposés dans le dispositif de percussion ouvert, de telle manière qu'ils remplissent la gorge entre le percuteur inférieur et le manchon de guidage. En mesurant avec une jauge de profondeur, on pose le percuteur supérieur, retenu par un joint torique en caoutchouc, et on le fait descendre jusqu'à 2 mm du percuteur inférieur (voir la figure 13.4.2.5). Dans certains cas, il peut arriver que le liquide remonte autour des galets jusqu'au sommet du manchon par effet capillaire. On doit alors nettoyer complètement le porte-échantillon et recommencer la procédure avec un nouvel échantillon. Le dispositif de percussion rempli est posé au centre de l'enclume, l'enceinte de protection en bois est refermée et la masse de chute appropriée, réglée à la hauteur prescrite, est larguée. Pour l'interprétation des résultats, on distingue les effets suivants : "pas de réaction", "décomposition" (sans flamme ni explosion) reconnaissable par un changement de couleur ou d'odeur de l'échantillon, et "explosion" (avec bruit d'explosion plus ou moins fort ou inflammation). Dans certains cas, il est utile d'exécuter des essais avec des matières de référence inertes pour pouvoir mieux évaluer les résultats.

13.4.2.3.3 L'énergie limite d'impact, qui caractérise la sensibilité au choc des matières, correspond à la valeur d'énergie la plus faible à laquelle on obtienne une "explosion" lors d'un essai au moins sur un minimum de six. Pour calculer l'énergie d'impact, on multiplie la masse de l'élément de chute par la hauteur de chute (exemple : 1 kg × 0,5 m ≈ 5 J). La masse de chute de 1 kg est utilisée à des hauteurs de chute de 10, 20, 30, 40 et 50 cm (énergie d'impact : 1 à 5 J). La masse de 5 kg à des hauteurs de 15, 20, 30, 40, 50 et 60 cm (énergie : 7,5 à 30 J); et celle de 10 kg à des hauteurs de 35, 40 et 50 cm (énergie : 35 à 50 J). La série d'essais commence par un essai simple à 10 J. Si l'on obtient alors le résultat "explosion", on poursuit la série en abaissant par degrés l'énergie jusqu'à ce que l'on obtienne l'effet "décomposition" ou "pas de réaction". En gardant cette valeur, on répète l'essai jusqu'à six fois au total s'il n'y a pas "explosion". Dans le cas contraire, on réduit l'énergie d'impact par degrés jusqu'à ce que on ait déterminé la valeur limite. Si à la valeur de 10 J, l'effet observé est "décomposition" ou "pas de réaction" (c'est-à-dire pas d'explosion) on poursuit la série d'essais en augmentant par degrés l'énergie jusqu'à obtenir le premier effet "explosion". On réduit alors à nouveau la valeur jusqu'à ce que l'on ait pu déterminer l'énergie limite d'impact.

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

Pour l'évaluation des résultats, on se fonde sur les critères suivants :

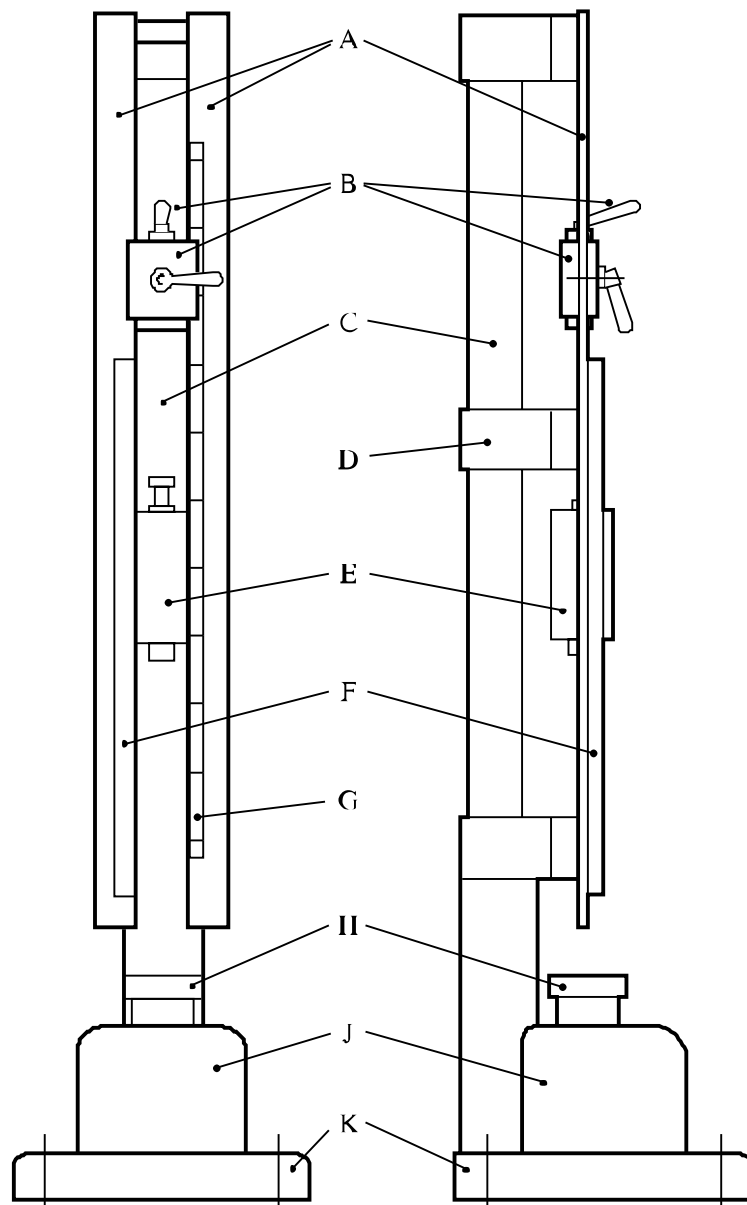
- a) L'observation d'une "explosion" sur l'un au moins de six essais exécutés à une valeur donnée d'énergie d'impact;
- b) La plus faible énergie d'impact pour laquelle il y ait au moins une "explosion" lors de six essais.

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la plus faible énergie d'impact à laquelle on ait obtenu au moins une "explosion" lors de six essais est égale ou inférieure à 2 J. On considère autrement que le résultat d'épreuve est négatif (-).



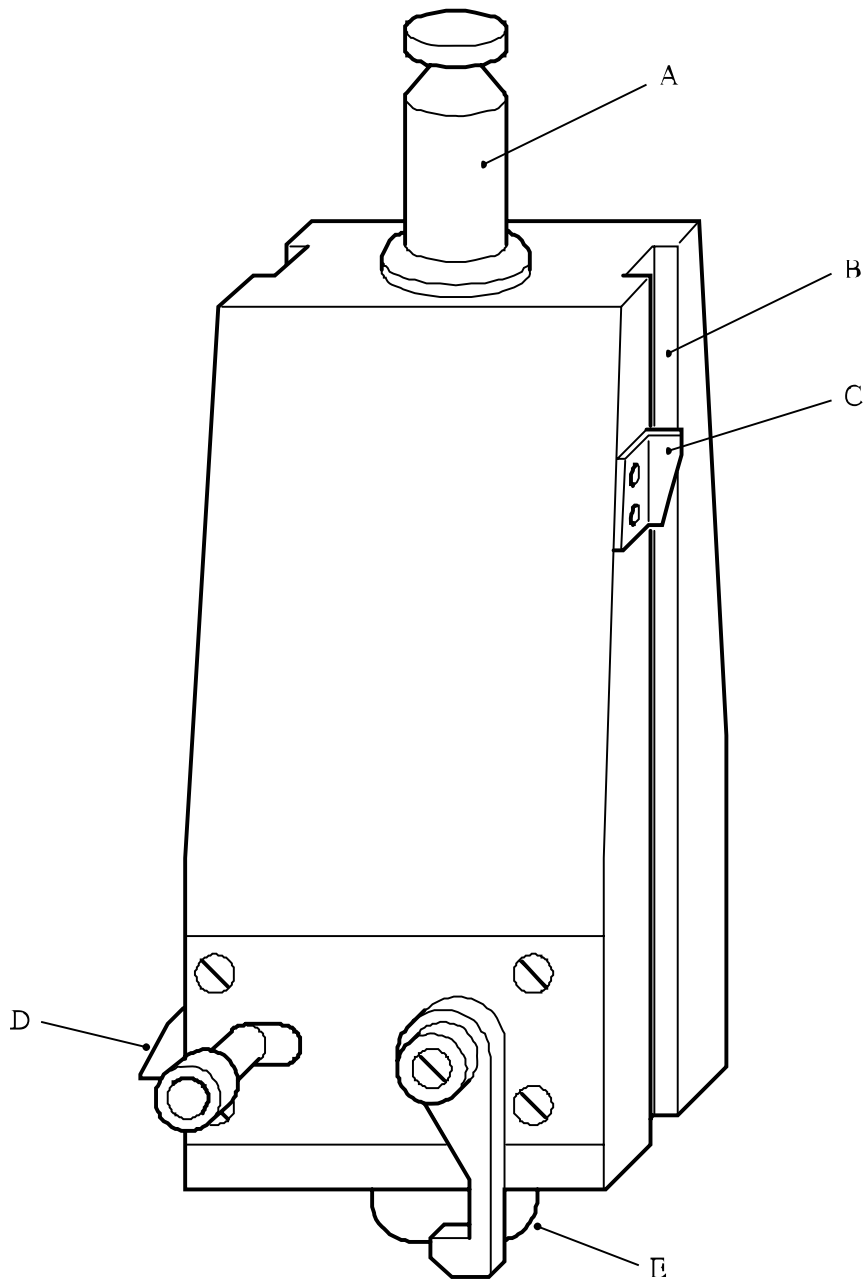
13.4.2.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                | <b>Énergie limite d'impact<br/>(J)</b> | <b>Résultat</b> |
|-------------------------------|--|-----------------|
| Nitrate d'éthyle (liquide)    | 1                                      | +               |
| Hexal (70/30)                 | 10                                     | -               |
| Perchlorate d'hydrazine (sec) | 2                                      | +               |
| Azoture de plomb (sec)        | 2,5                                    | -               |
| Styphnate de plomb            | 5                                      | -               |
| Hexanitate de mannitol (sec)  | 1                                      | +               |
| Fulminate de mercure (sec)    | 1                                      | +               |
| NG (liquide)                  | 1                                      | +               |
| Penthrite (sèche)             | 3                                      | -               |
| Pentocire (95/5)              | 3                                      | -               |
| Pentocire (93/7)              | 5                                      | -               |
| Pentocire (90/10)             | 4                                      | -               |
| Penthrite/eau (75/25)         | 5                                      | -               |
| Penthrite/lactose (85/15)     | 3                                      | -               |
| Hexogène/eau (74/26)          | 30                                     | -               |
| Hexogène (sec)                | 5                                      | -               |
| Tétryl (sec)                  | 4                                      | -               |



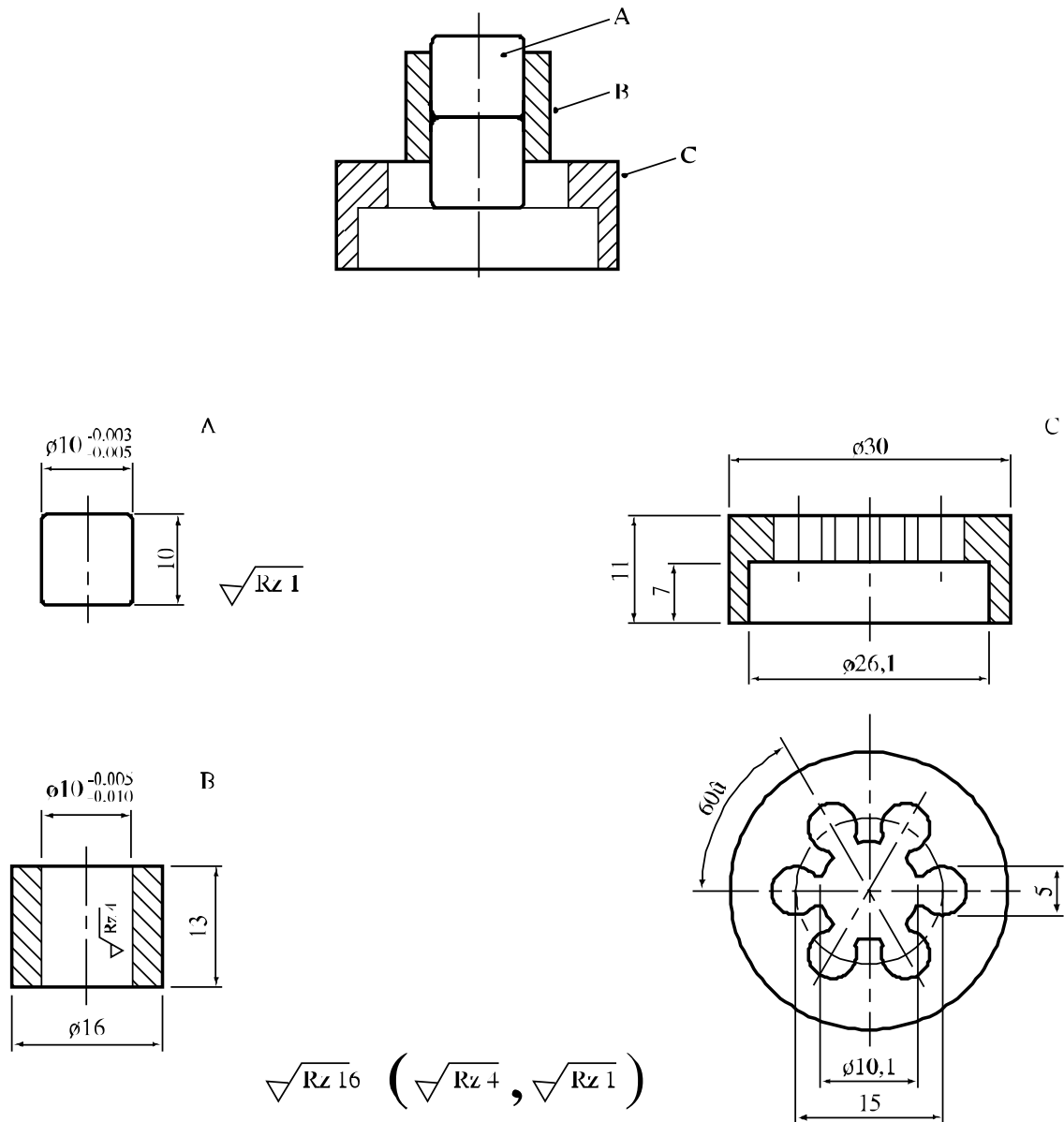
|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (A) | Guides (deux)                            | (B) | Dispositif de largage                                    |
| (C) | Colonne                                  | (D) | Traverse médiane   |
| (E) | Masse de chute                           | (F) | Crémaillère  |
| (G) | Échelle graduée                          | (H) | Enclume de   |
| (J) | Bloc en acier de<br>(230 × 250 × 200 mm) | (K) | (100 mm de diamètre × 70 mm)<br>Embase 450 × 450 × 60 mm |

**Figure 13.4.2.1 : MOUTON BAM - VUE EN ÉLÉVATION FRONTALE ET LATÉRALE**



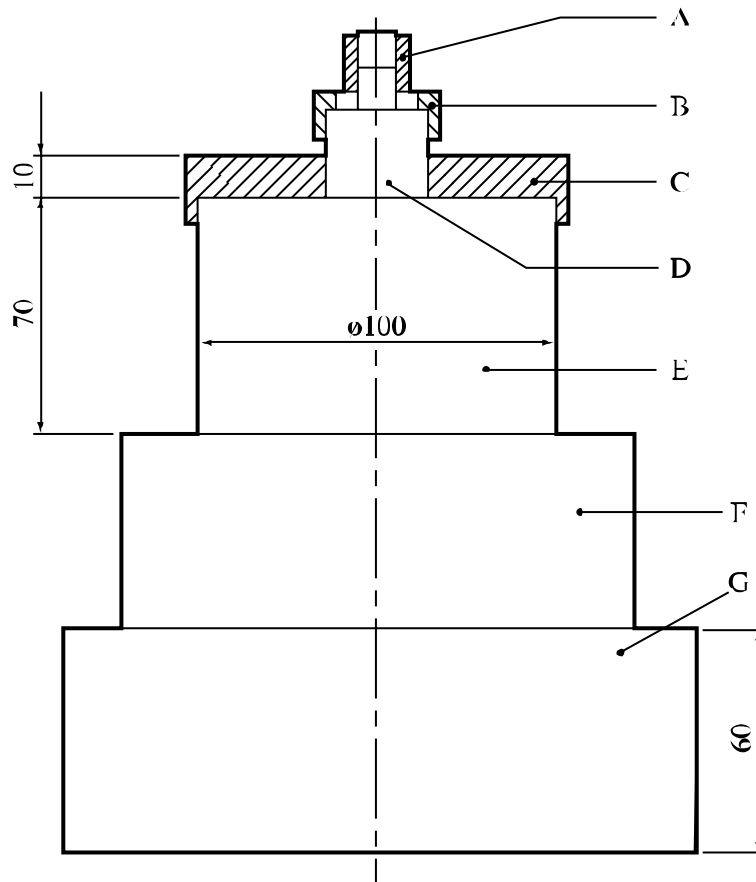
- 
- |     |                     |
|-----|---------------------|
| (A) | Pêne de retenue     |
| (B) | Mortaise de guidage |
| (C) | Repère de hauteur   |
| (D) | Cliquet anti-rebord |
| (E) | Embout de choc      |
- 

**Figure 13.4.2.2 : MASSE DE CHUTE**



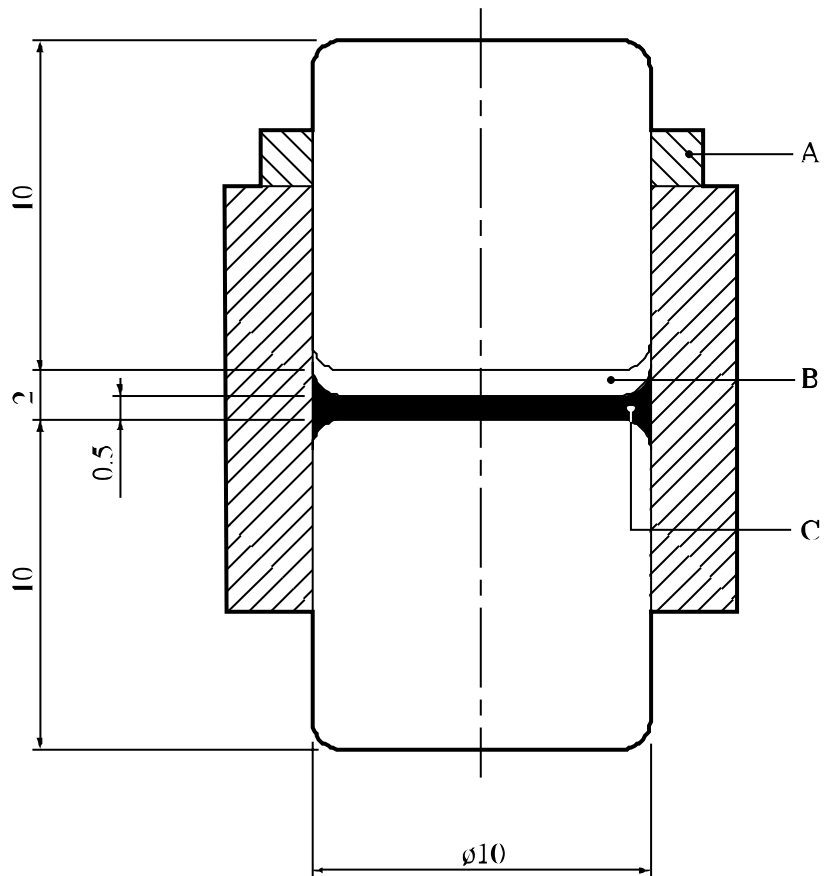
- 
- (A) Galets en acier
  - (B) Bague de guidage
  - (C) Bague de positionnement
- 

**Figure 13.4.2.3 : DISPOSITIF DE PERCUSSION POUR MATIÈRES PULVÉRULENTES, PÂTEUSES OU GÉLATINEUSES, ET BAGUE DE CENTRAGE**



|     |   |     |  |
|-----|---|-----|--|
| (A) | Dispositif de percussion                | (B) | Bague de centrage  |
| (C) | Plaque de centrage                      | (D) | Enclume intermédiaire (de 26 mm de diamètre × 26 mm de haut) |
| (E) | Enclume (de 100 mm de diamètre × 70 mm) | (F) | Bloc d'acier (de 230 × 250 × 200 mm)                         |
| (G) | Embase (de 450 × 450 × 60 mm)           |     |  |

**Figure 13.4.2.4 : PARTIE INFÉRIEURE DU DISPOSITIF DE PERCUSSION**



- 
- (A) Joint en caoutchouc (peut être parfois omis)
  - (B) Espace vide de liquide
  - (C) Liquide étalé à la périphérie du galet
- 

**Figure 13.4.2.5 : DISPOSITIF DE PERCUSSION POUR LIQUIDES**

### 13.4.3 *Épreuve 3 a) iii) : Épreuve d'impact Rotter*

#### 13.4.3.1 *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. Elle est applicable aux matières solides et aux liquides moyennant l'utilisation de deux porte-échantillons différents. La méthode peut inclure une comparaison directe avec un explosif témoin. Les hauteurs de chute médianes (correspondant à une probabilité d'inflammation de 50 %) sont déterminées par la méthode Bruceton ("Up-and-down").

#### 13.4.3.2 *Appareillage et matériels*

##### 13.4.3.2.1 *Matières solides*

Le mouton de choc Rotter (avec masse de chute de 5 kg) et les accessoires d'épreuve sont représentés à la figure 13.4.3.1; le porte-échantillon est représenté en vue agrandie à la figure 13.4.3.2. Les pièces de percussion en acier trempé, les capsules en laiton, le dispositif de mesure (d'une capacité de 0,03 cm<sup>3</sup>), le dispositif de tassement et le tube manométrique (d'une capacité de 50 cm<sup>3</sup>) sont fabriqués selon les plans normalisés. L'explosif témoin est l'hexogène, obtenu par recristallisation à partir de la cyclohexanone, et séché conformément à une procédure type.

##### 13.4.3.2.2 *Liquides*

Pour l'essai des liquides, on utilise le même mouton de choc, mais avec un type différent de dispositif de percussion (figure 13.4.3.3) et de contre-percuteur (figure 13.4.3.4) et sans tube manométrique. La masse de chute est de 2 kg. Les divers accessoires représentés sur les figures 13.4.3.2 à 13.4.3.4, ainsi que le disque en acier trempé utilisé pour l'étalonnage des ensembles coupelle/percuteur, sont fabriqués selon des plans normalisés.

#### 13.4.3.3 *Mode opératoire*

##### 13.4.3.3.1 *Matières solides*

Pour les matières solides autres que les pâtes ou gels, il convient de tenir compte des points suivants :

- Si nécessaire, les matières pulvérulentes grossières sont broyées de manière à passer à travers une maille de 850 µm;
- Les matières coulées sont soit broyées et tamisées à travers une maille de 850 µm, soit découpées en disques ayant nominalement 4 mm de diamètre et 2 mm d'épaisseur (0,03 cm<sup>3</sup> de volume).

13.4.3.3.2 Les matières pulvérulentes sont déposées dans la capsule au moyen du dispositif de mesure; celles à faible densité en vrac sont tassées avec le dispositif approprié. On fait pénétrer le bout de l'enclume dans la capsule remplie, en évitant de retourner la capsule avant que celui-ci ne touche l'échantillon. On imprime alors une rotation à la capsule, pour répartir également la matière; on ferme ensuite le porte-échantillon, on règle le percuteur pour qu'il vienne toucher la capsule et l'on pose le porte-échantillon dans le mouton d'essai. Les logarithmes des hauteurs de chute normalisées sont présentés selon une échelle linéaire. Les valeurs des hauteurs de départ des séries de Bruceton (voir l'appendice 2) pour l'échantillon et pour l'explosif témoin sont déterminées par interpolation entre les plus proches valeurs où il y a réaction positive (inflammation) et réaction négative (pas d'inflammation) jusqu'à ce que celles-ci se produisent à des valeurs contiguës. Dans un essai normal, on exécute des séries Bruceton de 50 tirs. Si l'on applique la procédure SCT (Sample Comparison Test) (Épreuve comparative entre échantillons - voir l'appendice 2), on exécute alternativement des tirs de capsules de l'explosif témoin et de l'échantillon en suivant une série de

Bruceton séparée pour chacun. On considère qu'il y a réaction positive si l'on enregistre au manomètre l'émission de 1 cm<sup>3</sup> ou plus de produits de décomposition, ou si l'on observe un mouvement transitoire anormal du liquide du manomètre, confirmé par la présence de fumée lors de l'ouverture du porte-échantillon. Pour certaines compositions pyrotechniques, un effet plus faible (changement de couleur de l'échantillon par exemple) est considéré également comme réaction positive. Après chaque essai individuel, on doit nettoyer entièrement et faire sécher l'enclume et la chambre à échantillon; l'enclume doit être examinée et remplacée si elle est visiblement endommagée. Une hauteur de chute supérieure à 200 cm peut en elle-même endommager directement l'enclume. Si l'on n'applique pas la méthode SCT, les résultats pour l'échantillon témoin doivent être obtenus par détermination de la moyenne mobile sur 50 tirs.

#### 13.4.3.3.3 Liquides

Les ensembles coupelles/percuteurs pour l'essai des liquides sont appariés avant le début des essais. Le disque d'étalonnage est placé dans chaque coupelle tour à tour, le percuteur est mis en place et l'ensemble est placé dans le dispositif d'impact. La bille d'acier est posée sur le percuteur, et le couvercle est vissé sur le fond du porte-échantillon et bloqué. Le bouchon est alors introduit et vissé jusqu'à ce que le siège de la bille touche celle-ci. La valeur de réglage initiale peut être lue sur une échelle circulaire graduée jusqu'à 100 apposée au sommet du couvercle. La valeur lue est propre à chaque combinaison coupelle/percuteur utilisée. Chaque division sur l'échelle circulaire correspond à un déplacement vertical de 0,02 mm. Pour exécuter l'essai proprement dit, on place un joint torique dans la coupelle. On dépose ensuite une quantité mesurée de 0,025 cm<sup>3</sup> du liquide à éprouver dans la cavité; on peut utiliser à cette fin, une seringue étanche aux gaz de 0,5 cm<sup>3</sup> avec une crémaillère et un bec en plastique à bout fin. On dépose alors un disque en acier inoxydable sur le joint torique, qui délimite un espace d'air fermé de 0,025 cm<sup>3</sup>. Le percuteur est alors posé sur le disque. L'ensemble est mis en place dans le dispositif de percussion, la bille étant posée sur le percuteur, et le couvercle du porte-échantillon est vissé et bloqué. Le bouchon est alors vissé à la main jusqu'à ce qu'il vienne toucher la bille (figure 13.4.3.3). On applique alors un préserrage standard en vissant le bouchon jusqu'à la position initiale d'étalonnage pour l'ensemble coupelle/percuteur utilisé, puis en serrant encore d'un nombre standard de graduations sur l'échelle circulaire. Le porte-échantillon est ensuite installé sous le mouton de choc, le contre-percuteur à bout concave (figure 13.4.3.4) reposant sur la bille. La méthode d'épreuve est la même que pour les matières solides, la même échelle de Bruceton étant utilisée. On juge qu'il y a eu réaction "positive" si le bruit produit lors du choc est plus fort que celui causé par une chute d'égale hauteur sur un liquide inerte ou si l'on observe une surpression résiduelle dans la chambre à échantillon, ou encore si au démontage on constate visuellement ou olfactivement la présence de produits de décomposition. Dans le cas d'un effet négatif, on trouve dans la chambre un liquide intact. Après l'essai, la coupelle et le percuteur sont soigneusement nettoyés, et si l'un ou l'autre présente des dégâts (piqûres le plus souvent) il est remplacé, auquel cas un réétalonnage avec le disque est nécessaire. Pour ce qui est du joint torique et du disque en acier inoxydable, ils sont remplacés systématiquement après chaque essai.

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

##### 13.4.3.4.1 Matières solides

Pour l'évaluation des résultats d'épreuve, on se fonde sur les critères suivants :

- a) L'observation d'une réaction "positive" lors d'un essai;
- b) La détermination de la hauteur de chute médiane pour l'explosif témoin (hexogène) et l'échantillon par la méthode de Bruceton (voir appendice 2);
- c) La comparaison de la hauteur de chute médiane en moyenne mobile de l'explosif témoin (H<sub>1</sub>) avec la hauteur de chute médiane de l'échantillon (H<sub>2</sub>) conformément à l'équation

$$\text{Indice d'insensibilité (I I)} = 80 \times H_2/H_1$$

(si H<sub>2</sub> ≥ 200 cm, I I est donné comme > 200)



On considère que le résultat est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si l'indice d'insensibilité est inférieur ou égal à 80. On considère que le résultat est négatif (-) s'il est supérieur à ce nombre. Lorsque l'indice obtenu pour la matière éprouvée est de moins de 80, on peut effectuer une comparaison directe avec l'explosif témoin (hexogène) en appliquant la procédure SCT (Sample Comparison Test) (Épreuve comparative entre échantillons - voir l'appendice 2) avec 100 tirs pour chaque matière. S'il existe une probabilité d'au moins 95 % pour que la matière éprouvée ne soit pas plus sensible que l'hexogène, elle est jugée comme n'étant pas trop dangereuse pour le transport sous la forme éprouvée.

#### 13.4.3.4.2 Liquides

Pour l'évaluation des résultats d'épreuve, on se fonde sur les critères suivants :

- L'observation d'une réaction positive lors d'un essai;
- La détermination de la hauteur de chute médiane pour l'échantillon par la méthode Bruceton.

La hauteur de chute médiane pour les liquides est calculée comme pour les matières solides, et le résultat est indiqué directement. Pour les échantillons qui ne donnent pas de réaction positive à des hauteurs de chute de 125 cm environ, la hauteur médiane est donnée comme "> 125 cm". On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que le liquide est trop dangereux pour être transporté sous la forme éprouvée s'il se révèle plus sensible lors de cette épreuve que le nitrate d'isopropyle. On se base normalement à cette fin sur le critère de la hauteur de chute médiane, mais si la valeur de hauteur obtenue pour la matière à éprouver est inférieure à celle indiquée pour le nitrate d'isopropyle, à savoir 14,0 cm, on peut effectuer une comparaison directe en appliquant la procédure SCT (Sample Comparison Test) (Épreuve comparative entre échantillons - voir l'appendice 2) en exécutant 100 tirs pour chaque matière. S'il y a une probabilité d'au moins 95 % pour que la matière éprouvée ne soit pas plus sensible que le nitrate d'isopropyle, elle est jugée comme n'étant pas trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée. On considère que le résultat est négatif (-) si la hauteur médiane est égale ou supérieure à celle obtenue pour le nitrate d'isopropyle.

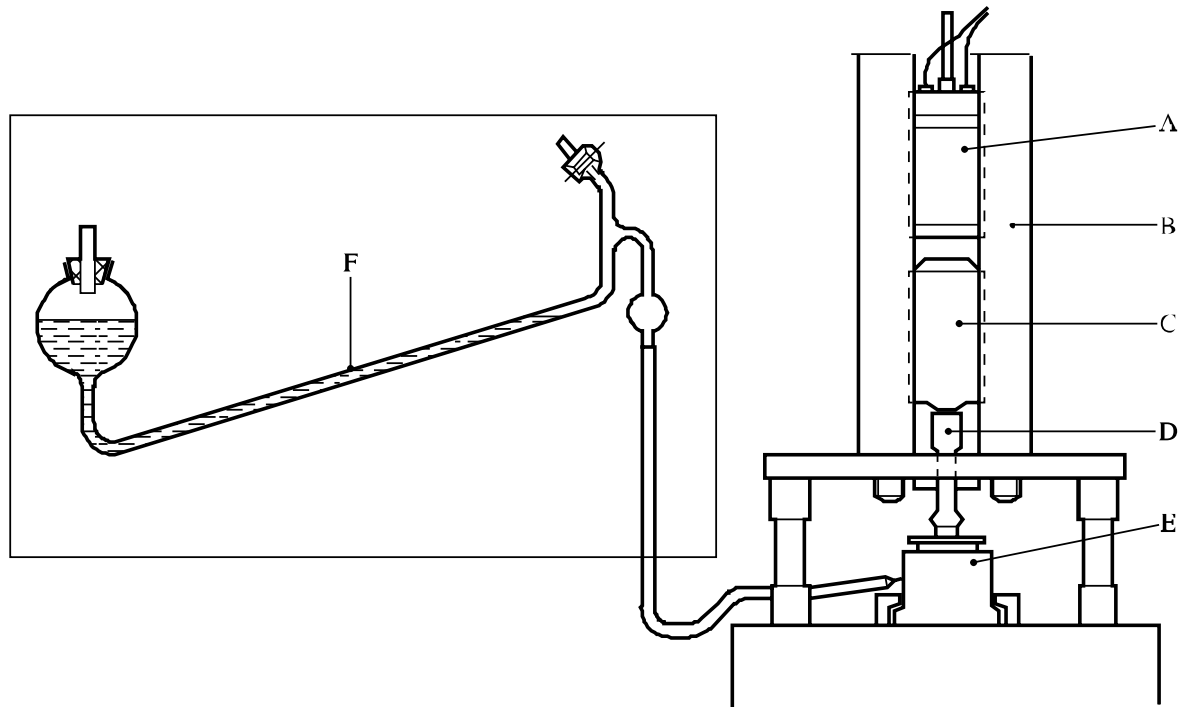
#### 13.4.3.5 Exemples de résultats

##### 13.4.3.5.1 Matières solides

| Matière                      | Indice<br>d'insensibilité | Résultat |
|------------------------------|---------------------------|----------|
| Dynamite gomme (géophex)     | 15                        | +        |
| Dynamite gomme (sous-marine) | 15                        | +        |
| Cordite                      | 20                        | +        |
| Dinitro-1,3 benzène          | > 200                     | -        |
| Nitrate de guanidine         | > 200                     | -        |
| Octogène                     | 60                        | +        |
| Azoture de plomb (militaire) | 30                        | +        |
| Penthrite                    | 50                        | +        |
| Pentocire (90/10)            | 90                        | -        |
| Hexogène                     | 80                        | +        |
| Tétryl                       | 90                        | -        |
| TNT                          | 140                       | -        |

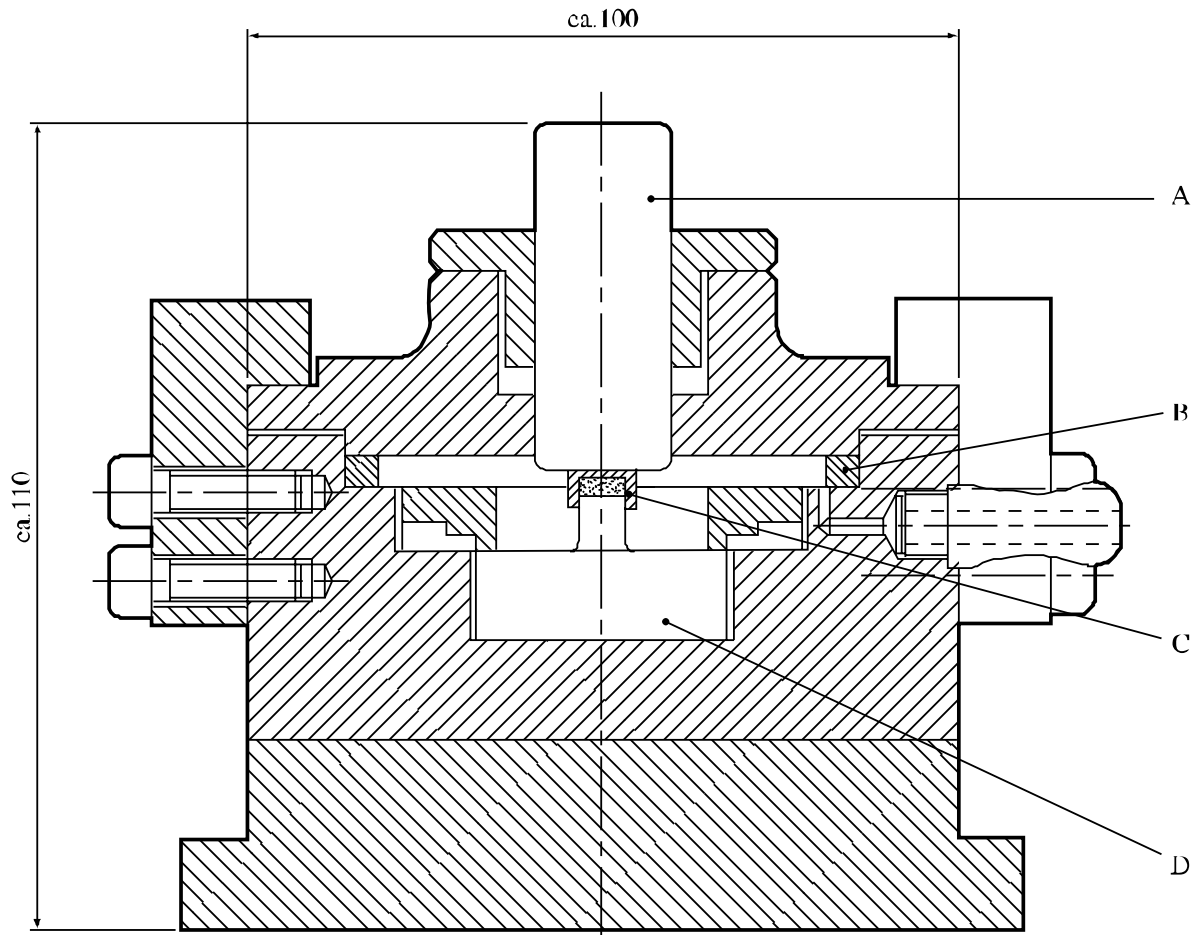
## 13.4.3.5.2 Liquides

| <b>Matière</b>                   | <b>Hauteur médiane<br/>(cm)</b> | <b>Résultat</b> |
|----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Dinitrate de diéthylèneglycol    | 12                              | +               |
| Mononitrate de diéthylèneglycol  | 46                              | -               |
| Dinitro-1,1 éthane               | 21                              | -               |
| Dinitroéthylbenzène              | 87                              | -               |
| Trinitrate de glycérol (NG)      | 5                               | +               |
| Nitrate d'isopropyle             | 14                              | +               |
| Nitrobenzène                     | > 125                           | -               |
| Nitrométhane                     | 62                              | -               |
| Dinitrate de triéthylèneglycol   | 10                              | +               |
| Mononitrate de triéthylèneglycol | 64                              | -               |



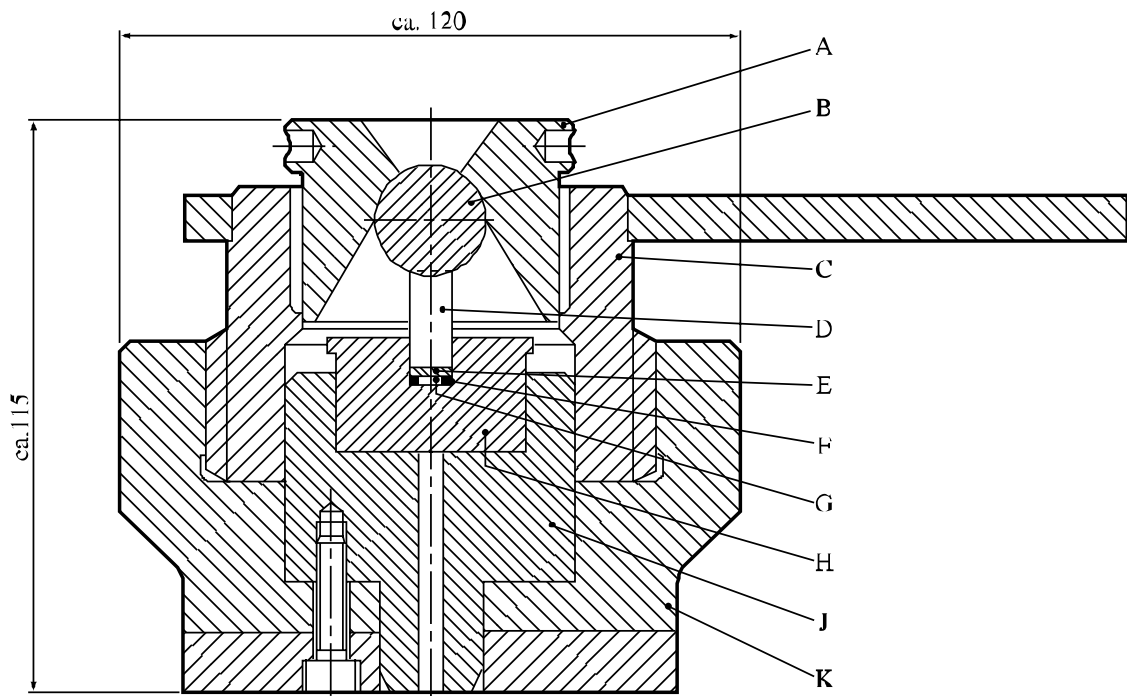
- 
- |     |   |
|-----|---|
| (A) | Électro-aimant  |
| (B) | Guides tubulaires   |
| (C) | Masse de chute  |
| (D) | Contre-percuteur  |
| (E) | Porte-échantillon   |
| (F) | Tube manométrique contenant de l'huile de paraffine colorée |
- 

**Figure 13.4.3.1 : ÉPREUVE D'IMPACT ROTTER**



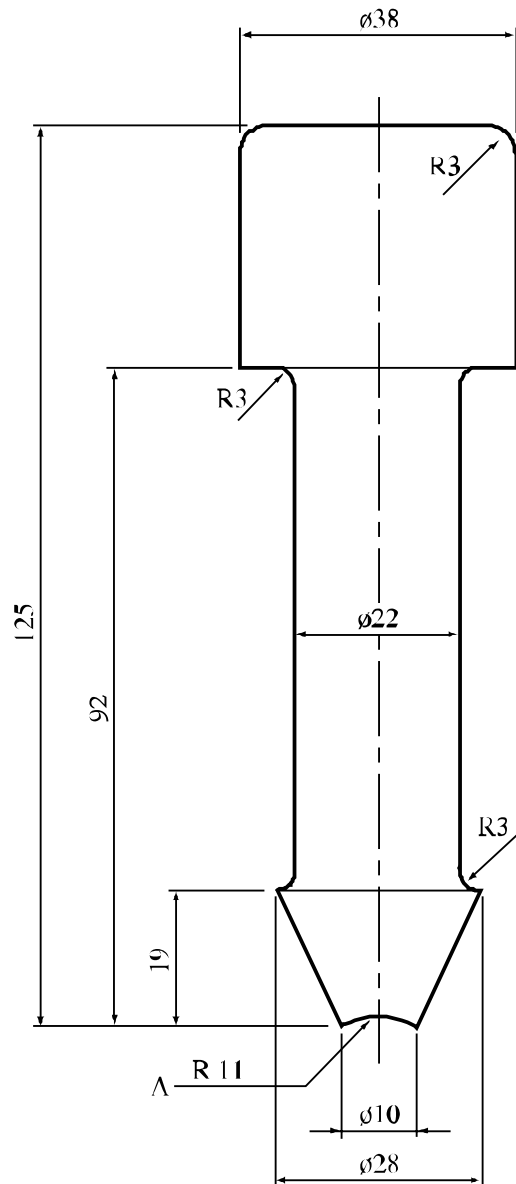
- 
- (A) Percuteur
  - (B) Joint d'étanchéité
  - (C) Capsule
  - (D) Enclume
- 

**Figure 13.4.3.2 : PORTE-ÉCHANTILLON POUR MATIÈRES SOLIDES**



|     |                                |     |  |
|-----|--------------------------------|-----|--|
| (A) | Bouchon                        | (B) | Bille en acier ( $\varnothing$ 22,2 mm = 7/8 in) |
| (C) | Couvercle du porte-échantillon | (D) | Percuteur en acier rapide trempé                 |
| (E) | Disque en acier inoxydable     | (F) | Joint torique en caoutchouc                      |
| (G) | Échantillon                    | (H) | Coupelle en acier rapide trempé                  |
| (J) | Porte-coupelle                 | (K) | Fond du porte-échantillon                        |

**Figure 13.4.3.3 : PORTE-ÉCHANTILLON POUR LIQUIDES**



---

(A) Face concave sphérique

---

**Figure 13.4.3.4 : CONTRE-PERCUTEUR**

### 13.4.4 *Épreuve 3 a) iv) : Épreuve au mouton de choc de 30 kg*

#### 13.4.4.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité d'une matière solide ou liquide à l'impact de la chute d'une masse et à déterminer si elle est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée.

#### 13.4.4.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est décrit sur les figures 13.4.4.1 et 13.4.4.2. Le bac porte-échantillon en tôle d'acier (de 0,4 mm d'épaisseur) a les dimensions suivantes: 8 mm de profondeur, 50 mm de largeur et 150 mm de longueur.

#### 13.4.4.3 *Mode opératoire*

Le bac porte-échantillon est rempli de la matière sur une épaisseur uniforme de 8 mm. Il est posé sur l'enclume de telle façon que la masse tombe sur un point situé sur l'axe médian du bac, à 25 mm d'une extrémité (voir la figure 13.4.4.2). Le mouton de choc est largué d'une hauteur variant de 4,00 m à 0,25 m par paliers de 0,25 m. On considère qu'il y a eu propagation si des effets explosifs, principalement indiqués par une déformation des parois de la cuvette, sont observés à au moins 100 mm du point d'impact. Trois essais sont exécutés à chaque hauteur. La hauteur de chute limite est la plus grande hauteur à laquelle il n'y ait pas propagation de la réaction lors de trois essais. S'il n'est pas constaté de propagation à la hauteur de 4,00 m, la hauteur limite est donnée comme " $\geq 4,00$  m."

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

Pour l'évaluation des résultats d'épreuve on se fonde sur les critères suivants :

- a) L'observation d'une propagation de la réaction;
- b) La hauteur de chute limite.

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la hauteur de chute limite est inférieure à 0,75 m. On considère qu'il est négatif (-) si la hauteur de chute limite est égale ou supérieure à 0,75 m.

## 13.4.4.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>   | <b>Hauteur limite (m)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|---------------------------|-----------------|
| Perchlorate d'ammonium                                     | ≥ 4,00                    | -               |
| Octogène (0 - 100 µm : min. 70 % ≤ 40 µm) <sup>a</sup>     | 0,50                      | +               |
| Octogène (80 - 800 µm : min. 50 % ≥ 315 µm) <sup>a,b</sup> | 1,75                      | -               |
| Nitrate d'hydrazine, fondu <sup>c</sup>                    | 0,25                      | +               |
| Explosif de mine <sup>d</sup>                              | ≥ 4,00                    | -               |
| Nitroglycérine   | 0,50                      | +               |
| Nitroguanidine   | ≥ 4,00                    | -               |
| Pentrite (fine) (min. 40 % ≤ 40 µm)                        | 0,50                      | +               |
| Hexogène (0 - 100 µm : min. 55 % ≤ 40 µm) <sup>a</sup>     | 1,00                      | -               |
| Hexogène granulométrie moyenne 125-200 µm                  | 2,00                      | -               |
| TNT (paillettes) <sup>e</sup>                              | ≥ 4,00                    | -               |
| TNT moulé  | ≥ 4,00                    | -               |

<sup>a</sup> Recristallisé à partir de la cyclohexanone.

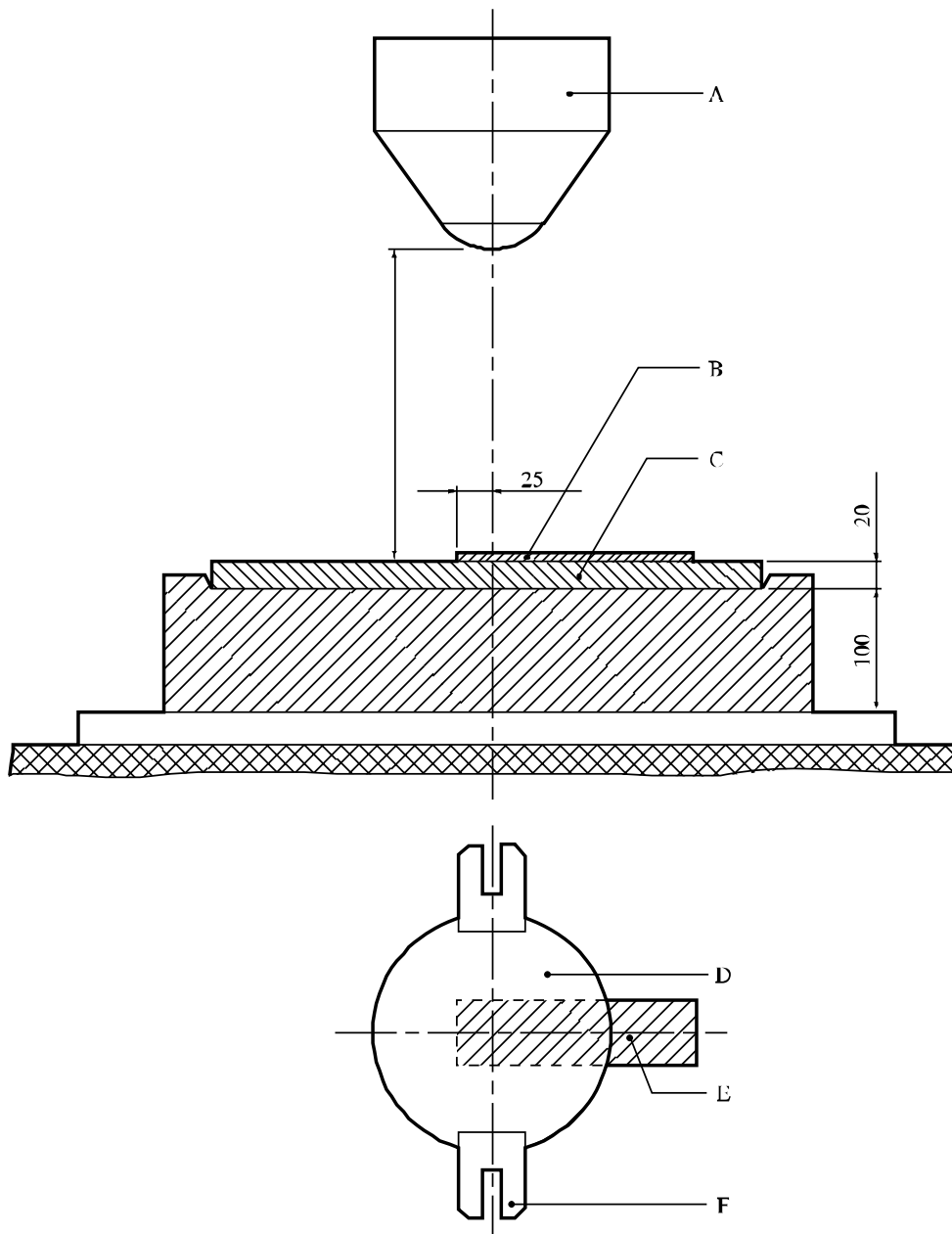
<sup>b</sup> Teneur en hexogène : max. 3 %.

<sup>c</sup> Température 60 - 80 °C.

<sup>d</sup> À base de nitrate d'ammonium, avec 1,5 % de pentolite et 8,5 % d'Al.

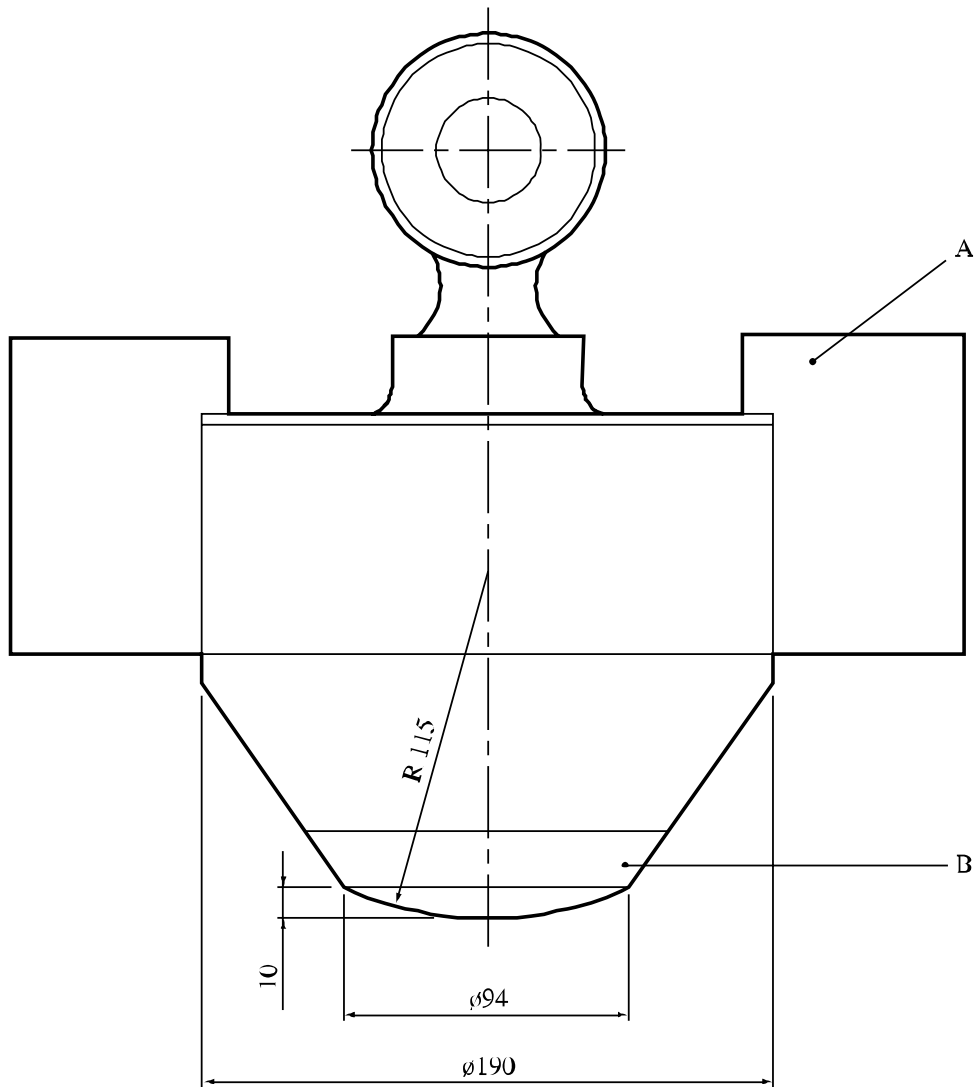
<sup>e</sup> Point de fusion. ≥ 80,1 °C.





- |     |                        |     |                     |
|-----|------------------------|-----|---------------------|
| (A) | Masse de chute (30 kg) | (B) | Échantillon         |
| (C) | Enclume amovible       | (D) | Masse de chute      |
| (E) | Échantillon            | (F) | Ailettes de guidage |

**Figure 13.4.4.1 : MOUTON DE CHOC DE 30 kg - MASSE DE CHUTE**



- 
- (A) Ailette de guidage
  - (B) Tête amovible
- 

**Figure 13.4.4.2 : VUE EN ÉLÉVATION ET EN PLAN DU DISPOSITIF D'ESSAI**

### 13.4.5 *Épreuve 3 a) v) : Épreuve d'impact à l'appareil type 12 modifié*

#### 13.4.5.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité des matières solides à l'impact d'une masse de chute et à déterminer si la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée. Elle est applicable aux matières solides et aux liquides moyennant le changement du porte-échantillon.

#### 13.4.5.2 *Appareillage et matériels*

On utilise l'appareillage suivant :

- a) Un mouton de choc à trois guides permettant de faire tomber une masse de 1,0 kg, 1,5 kg, 1,8 kg, 2,0 kg, 2,5 kg ou 5,0 kg d'une hauteur pouvant aller jusqu'à 3 m sur une masse-relais reposant sur l'échantillon, lui-même placé sur une enclume. On utilise les combinaisons suivantes de masses de chute et de masses-relais :

Masse-relais de 1,5 kg avec masses de chute de 1,0 kg, 1,5 kg, 1,8 kg ou 2,0 kg;

Masse-relais de 2,0 kg avec masses de chute de 1,0 kg ou 2,0 kg;

Masse-relais de 2,5 kg avec masses de chute de 2,5 kg ou 5,0 kg;

- b) Un dispositif de percussion (appareil type 12 modifié) comprenant une enclume (dont la surface d'impact a un diamètre de 32 mm) et un support-guide pour la masse-relais;
- c) Du papier abrasif de grenat coupé en carrés de  $25 \pm 2$  mm de côté;
- d) Une balance d'une précision de  $\pm 1$  mg;
- e) Des capsules de cuivre de 10,0 mm de diamètre, 4,8 mm de hauteur et 0,5 mm d'épaisseur de paroi;
- f) Des disques d'acier inoxydables de 8,4 mm de diamètre et 0,4 mm d'épaisseur;
- g) Des joints toriques de 8,4 mm de diamètre et de 1,3 mm d'épaisseur;
- h) Une seringue de 50  $\mu$ l;
- i) Une micro-spatule.

#### 13.4.5.3 *Mode opératoire*

##### 13.4.5.3.1 *Matières solides*

On soulève la masse-relais. On dépose en vrac  $30 \pm 5$  mg de matières à éprouver en tas au centre de l'enclume (pour les matières les moins sensibles, on dispose  $30 \pm 5$  mg de matières à éprouver sur un carré de papier abrasif de grenat lui-même posé sur l'enclume). On abaisse alors doucement la masse-relais pour qu'elle repose sur la matière. On lève la masse de chute jusqu'à 36,0 cm (hauteur située au milieu de la série logarithmique de hauteur de chute) et on la laisse tomber sur la masse-relais. On soulève ensuite la masse-relais. On considère que le résultat de l'essai est positif s'il y a réaction de l'échantillon caractérisé par un bruit d'explosion audible, l'émission de fumée ou d'odeur, ou des signes visibles d'inflammation. On enregistre le type de réaction observé. Les surfaces sont ensuite essuyées avec un chiffon. La hauteur de chute initiale pour l'application de la méthode Bruceton (voir l'appendice 2) est déterminée par interpolation entre les deux hauteurs de chute les plus proches donnant respectivement des résultats positifs et négatifs jusqu'à ce que ceux-ci se produisent à des niveaux contigus. On exécute alors 25 essais selon la méthode de Bruceton en choisissant un intervalle de 0,093 en logarithme à base 10, donnant les valeurs de hauteur de chute suivantes : 6,5 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, 15 cm, 19 cm, 24 cm, 29 cm, 36 cm, 45 cm, 55 cm, 69 cm,

85 cm, 105 cm, 131 cm, 162 cm et 200 cm. La hauteur médiane est calculée d'après les résultats obtenus selon la procédure décrite à l'appendice 2. La combinaison d'une masse de chute de 1,8 kg et d'une masse-relais de 1,5 kg, sans papier abrasif, a été jugée optimale s'agissant de déterminer si des matières sont plus ou moins sensibles que l'hexogène.

#### 13.4.5.3.2 Liquides

Un joint torique est introduit dans une capsule et chassé jusqu'au fond de celle-ci. On dépose ensuite 25  $\mu\text{l}$ <sup>2</sup> de la matière à éprouver dans la capsule à l'aide d'une seringue. On dépose sur le joint torique un disque en acier inoxydable. On abaisse la masse-relais et on pose la capsule chargée sur l'enclume. La masse-relais est abaissée doucement jusqu'à ce qu'elle s'ajuste dans la capsule et vienne s'appuyer sur le joint torique. La masse de chute élevée est larguée sur la masse-relais. On relève ensuite ces dernières. On considère que le résultat de l'essai est positif si l'échantillon réagit avec un bruit d'explosion audible ou une émission de fumée ou d'odeur, ou qu'il y a des signes visibles d'inflammation. On enregistre le type de réaction observé. La hauteur initiale de chute est choisie selon la procédure décrite en 13.4.5.3.1. On exécute 25 essais et on détermine la hauteur moyenne selon la procédure décrite à l'appendice 2. Il est apparu que la combinaison d'une masse de chute de 1,0 kg et d'une masse-relais de 1,5 kg (conçue pour les essais sur les liquides) était optimale s'agissant de déterminer si des matières sont plus ou moins sensibles que le nitrate d'isopropyle.

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

13.4.5.4.1 Pour l'évaluation des résultats d'épreuve, on se fonde sur les critères suivants :

- a) L'obtention d'une réaction positive lors d'un essai;
- b) La détermination de la hauteur de chute médiane ( $H_{50}$ ) pour l'échantillon par la méthode de Bruceton.

On trouvera des précisions sur la méthode statistique appliquée pour déterminer  $H_{50}$  et l'écart type dans l'appendice 2.

#### 13.4.5.4.2 Matières solides

On considère que le résultat d'essai est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la hauteur de chute médiane ( $H_{50}$ ) est inférieure ou égale à celle de l'hexogène sec. On considère que le résultat d'essai est négatif (-) si la hauteur de chute médiane ( $H_{50}$ ) est inférieure à celle de l'hexogène sec.

#### 13.4.5.4.3 Liquides

On considère que le résultat d'essai est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la hauteur de chute médiane ( $H_{50}$ ) est inférieure à celle du nitrate d'isopropyle. On considère que le résultat d'essai est négatif (-) si la hauteur de chute médiane  $H_{50}$  est égale ou supérieure à celle du nitrate d'isopropyle.

---

<sup>2</sup> La relation entre le volume de l'échantillon et la sensibilité du liquide est une fonction spécifique du liquide. La valeur de volume prescrite dans la présente méthode convient pour déterminer la sensibilité relative. Une détermination de la relation entre la sensibilité et le volume de l'échantillon devrait être exécutée si l'on a besoin d'informations plus précises sur la matière.

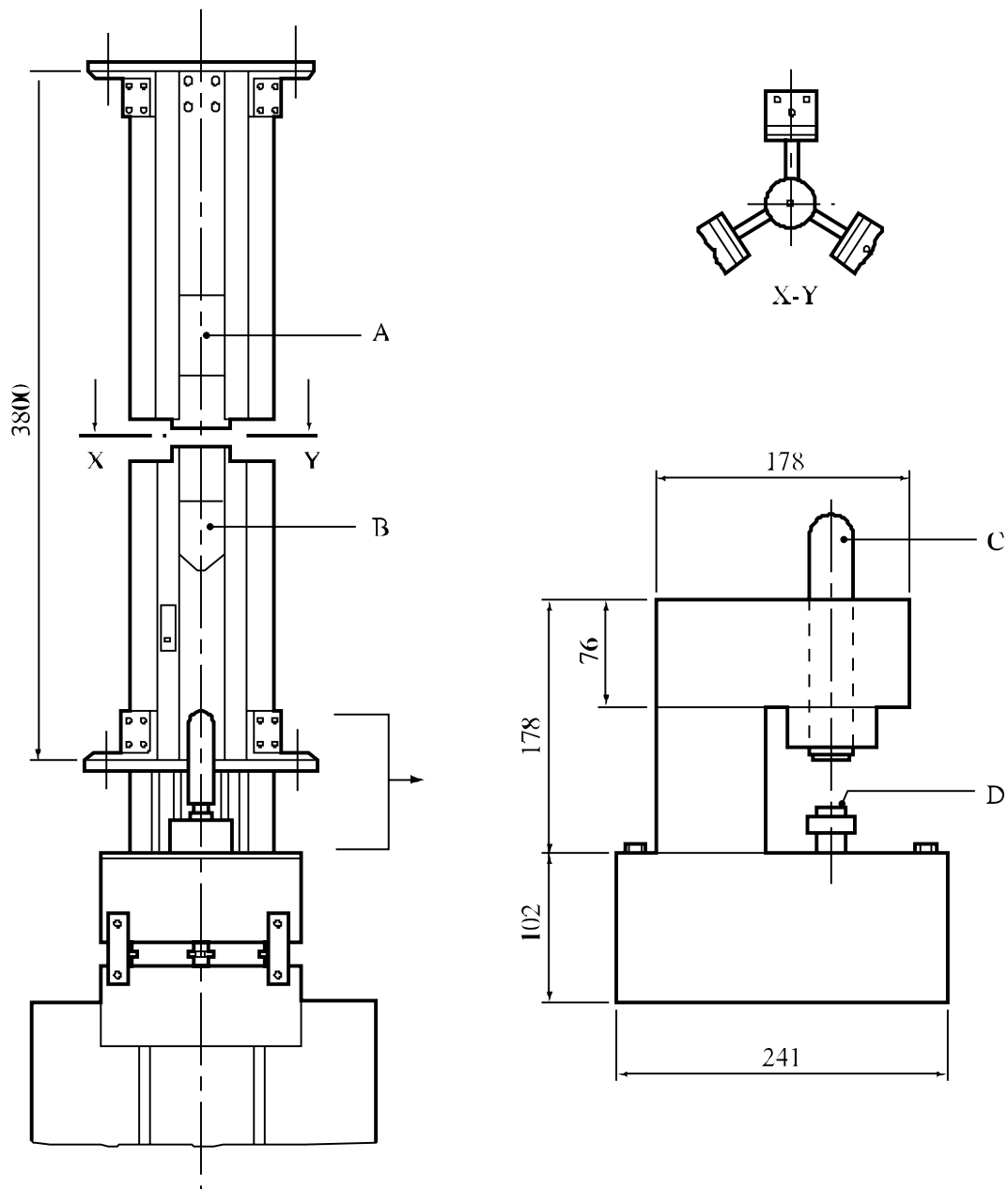
13.4.5.5 *Exemples de résultats*

## 13.4.5.5.1 Matières solides

| <b>Matière</b>   | <b>Hauteur médiane<br/>(cm)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|---------------------------------|-----------------|
| <b>Masse de chute de 1,8 kg, masse-relais de 1,5 kg,<br/>pas de papier abrasif</b> |                                 |                 |
| Penthrite (ultrafine)  | 15                              | +               |
| Hexogène (qualité 1)   | 38                              | +               |
| Hexogène/eau (75/25)   | > 200                           | -               |
| Tétryl   | > 200                           | -               |
| TNT (200 mesh)   | > 200                           | -               |
| <b>Masse de chute 2,5 kg, masse-relais de 2,5 kg,<br/>avec papier abrasif</b>      |                                 |                 |
| Penthrite (ultrafine)  | 5                               | +               |
| Hexogène (Cal. 767)  | 12                              | +               |
| Tétryl   | 13                              | -               |
| TNT (200 mesh)   | 25                              | -               |

## 13.4.5.5.2 Liquides

| <b>Matière</b>   | <b>Hauteur médiane<br/>(cm)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|---------------------------------|-----------------|
| <b>Masse de chute de 1,0 kg, masse-relais de 2,0 kg</b>    |                                 |                 |
| Nitrate d'isopropyle (99 %, point d'ébullition 101-102 °C) | 18                              | -               |
| Nitrométhane   | 26                              | -               |
| Dinitrate de triéthylèneglycol (TEGDN)                     | 14                              | +               |
| TMETN  | 10                              | +               |
| TEGDN/TMETN (50/50)  | 13                              | +               |



- 
- (A) Électro-aimant
  - (B) Masse de chute (de 2,5 kg, par exemple)
  - (C) Masse-relais (de 2,5 kg, par exemple; diamètre 32 mm)
  - (D) Enclume (surface d'impact: 32 mm de diamètre)
- 

**Figure 13.4.5.1 : APPAREIL TYPE 12 MODIFIÉ**  
(vue complète en élévation, vue en plan et vue latérale agrandie)

### 13.4.6 *Épreuve 3 a) vi) : Épreuve de sensibilité à l'impact*

#### 13.4.6.1 *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. On peut l'appliquer aux matières solides et aux liquides en utilisant deux porte-échantillon différents.

#### 13.4.6.2 *Appareillage et matériels*

13.4.6.2.1 La figure 13.4.6.1 décrit le mouton de choc, qui comprend les éléments suivants :

- a) Une enclume en acier massif;
- b) Deux glissières parallèles guidant la chute d'une masse;
- c) Une masse de chute en acier de 10 kg avec cliquet antirebond; l'embout de choc est en acier trempé (dureté Rockwell C : 60-63);
- d) Un dispositif de largage;
- e) Une crémaillère qui arrête la masse de chute en cas de rebond;
- f) Une règle graduée en millimètres.

13.4.6.2.2 L'échantillon à éprouver est placé dans le dispositif de percussion No 2 (matières solides) ou No 3 (liquides). Les cotes et caractéristiques de ces dispositifs sont indiquées dans les figures 13.4.6.2 et 13.4.6.3. On doit également disposer de matériel suivant :

- a) Une balance de laboratoire d'une précision de 0,005 g;
- b) Une presse hydraulique fournissant une pression de compression de 290 MPa; et
- c) Un explosif de référence : le tétryl en cristaux de 0,200 à 0,270 mm, obtenu par recristallisation de l'acétone.

#### 13.4.6.3 *Mode opératoire*

##### 13.4.6.3.1 *Matières solides*

13.4.6.3.1.1 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 la préparation suivante :

- a) Les matières granulées, en paillettes, comprimées, coulées ou compactes sont broyées et tamisées; les particules doivent passer à travers un tamis à maille de 0,9 à 1,0 mm;
- b) Les matières à consistance gommeuses sont hachées avec une lame tranchante sur un plateau de bois en fragments ne dépassant pas 1 mm; elles ne sont pas tamisées;
- c) Les échantillons d'explosifs plastiques et pulvérulents ne sont pas broyés ni tamisés.

On dégraisse les dispositifs de percussion à l'acétone ou à l'alcool éthylique. Dans les ensembles préparés pour l'épreuve, il ne devrait pas y avoir plus de 0,02 à 0,03 mm de jeu diamétral entre le manchon et les galets. Les éléments du dispositif peuvent être réutilisés s'ils restent conformes aux spécifications.

13.4.6.3.1.2 On dépose une portion de matière, d'une masse de  $100 \pm 5$  mg, à la surface supérieure du galet inférieur dans le dispositif de percussion No 2 ouvert. Le manchon doit alors être dans la position "gorge vers le bas". On pose le second galet sur la matière et on le fait tourner en exerçant simultanément une pression pour égaliser la matière. L'ensemble porte-échantillon est alors placé sur le plateau d'une presse hydraulique, où il est soumis à une pression de 290 MPa. Pour les explosifs sous forme plastique, de gomme et de pâte, la pression est fixée d'avance à une valeur telle que la matière ne puisse pas être refoulée et remonter entre la paroi des galets et le manchon. Les explosifs mouillés ne sont pas comprimés. Le manchon, avec les galets et l'échantillon, est alors retourné sur un porte-échantillon et on le fait glisser vers le bas sur les galets jusqu'à ce qu'il touche le porte-échantillon. Cette opération amène la matière explosible en contact avec la gorge du manchon. L'ensemble est alors placé sur l'enclume du mouton de choc. On laisse tomber la masse de chute (de 10 kg) qui vient percuter le porte-échantillon.

13.4.6.3.1.3 La limite inférieure de sensibilité à l'impact d'une matière explosible se définit comme étant la hauteur de chute maximale d'une masse de 10 kg ne causant pas de réaction positive sur 25 essais. La hauteur de chute est choisie parmi les valeurs suivantes : 50, 70, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400, 500 mm. On commence les essais d'une hauteur de chute de 150 mm. On interprète comme réaction positive un bruit de détonation, une flamme visible ou des traces de brûlure sur les galets et le manchon. Par contre un changement de couleur de la matière n'est pas considéré comme indiquant une explosion. Si une réaction positive est obtenue à cette hauteur, on répète l'essai à la hauteur immédiatement inférieure. Dans le cas contraire, on passe à la plus proche valeur supérieure. La hauteur de chute maximale pour une masse de 10 kg est obtenue lorsqu'aucune réaction positive n'est observée sur 25 essais. Si, à partir d'une hauteur de 50 mm, on obtient des réactions positives sur 25 essais, on note que la limite inférieure de sensibilité de la matière éprouvée dans le dispositif de percussion No 2 est " $< 50$  mm". Si aucune réaction positive n'est observée sur 25 essais pour une hauteur de chute de 500 mm, la limite inférieure de sensibilité à l'impact de la matière dans le dispositif de percussion No 2 est notée comme étant " $\geq 500$  mm".

#### 13.4.6.3.2 Liquides

13.4.6.3.2.1 Les dispositifs de percussion No 3 sont dégraissés à l'acétone ou à l'alcool éthylique. On prépare habituellement d'avance 35 à 40 dispositifs. Tous les dispositifs devraient avoir un jeu diamétral entre manchon et galets de 0,02-0,03 mm.

13.4.6.3.2.2 Pour déterminer la limite inférieure de sensibilité, on dépose le liquide dans la capsule avec un compte-gouttes ou une pipette. On pose la capsule, complètement remplie de liquide, au centre du galet inférieur. On pose délicatement le deuxième galet sur la capsule. Le dispositif de percussion est posé sur l'enclume, la masse de chute est larguée. On note la réaction obtenue.

13.4.6.3.2.3 La limite inférieure de sensibilité à l'impact d'une matière explosible se définit comme étant la hauteur de chute maximale d'une masse de 10 kg ne donnant aucune réaction positive sur 25 essais. La hauteur de chute est choisie dans la gamme suivante : 50, 70, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400 mm. On commence les essais en partant d'une hauteur de 150 mm. Si l'on obtient une réaction positive à cette hauteur, on répète l'essai à la valeur de hauteur inférieure la plus proche. Dans le cas contraire, on augmente la hauteur de chute jusqu'à la valeur immédiatement supérieure. On obtient la valeur de chute maximale pour une masse de 10 kg lorsqu'aucune réaction positive n'est observée sur 25 essais. Si pour une hauteur de chute de 50 mm, on obtient une ou plusieurs réactions positives sur 25 essais, on note que la limite inférieure de sensibilité de la matière soumise à l'épreuve dans le dispositif de percussion No 3 est " $< 50$  mm". Si aucune réaction positive n'est obtenue sur 25 essais d'une hauteur de 500 mm, la limite inférieure de sensibilité à l'impact pour la matière éprouvée dans le dispositif de percussion No 3 est donnée comme étant " $\geq 500$  mm".



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

13.4.6.4.1 Matières solides

Pour l'évaluation des résultats d'épreuve, on se fonde sur les critères suivants :

- a) Le fait qu'une ou plusieurs réactions positives aient été obtenues sur 25 essais à une hauteur donnée;
- b) La plus basse hauteur à laquelle une réaction positive ait été obtenue.

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la hauteur la plus basse à laquelle une réaction positive soit obtenue avec le dispositif de percussion No 2 est inférieure à 100 mm. On considère qu'il est négatif (-) si la plus basse hauteur ayant donné une réaction positive avec le dispositif à percussion No 2 est égale ou supérieure à cette valeur.

13.4.6.4.2 Liquides

Pour l'évaluation des résultats on se fonde sur les critères suivants :

- a) Le fait qu'une ou plusieurs réactions positives aient été obtenues sur 25 essais à une hauteur donnée;
- b) La plus basse hauteur à laquelle une réaction positive ait été obtenue.

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la plus basse hauteur à laquelle une réaction positive soit obtenue avec le dispositif de percussion No 3 est inférieure à 100 mm. On considère qu'il est négatif (-) si la plus basse hauteur ayant donné une réaction positive avec le dispositif à percussion No 3 est égale ou supérieure à cette valeur.

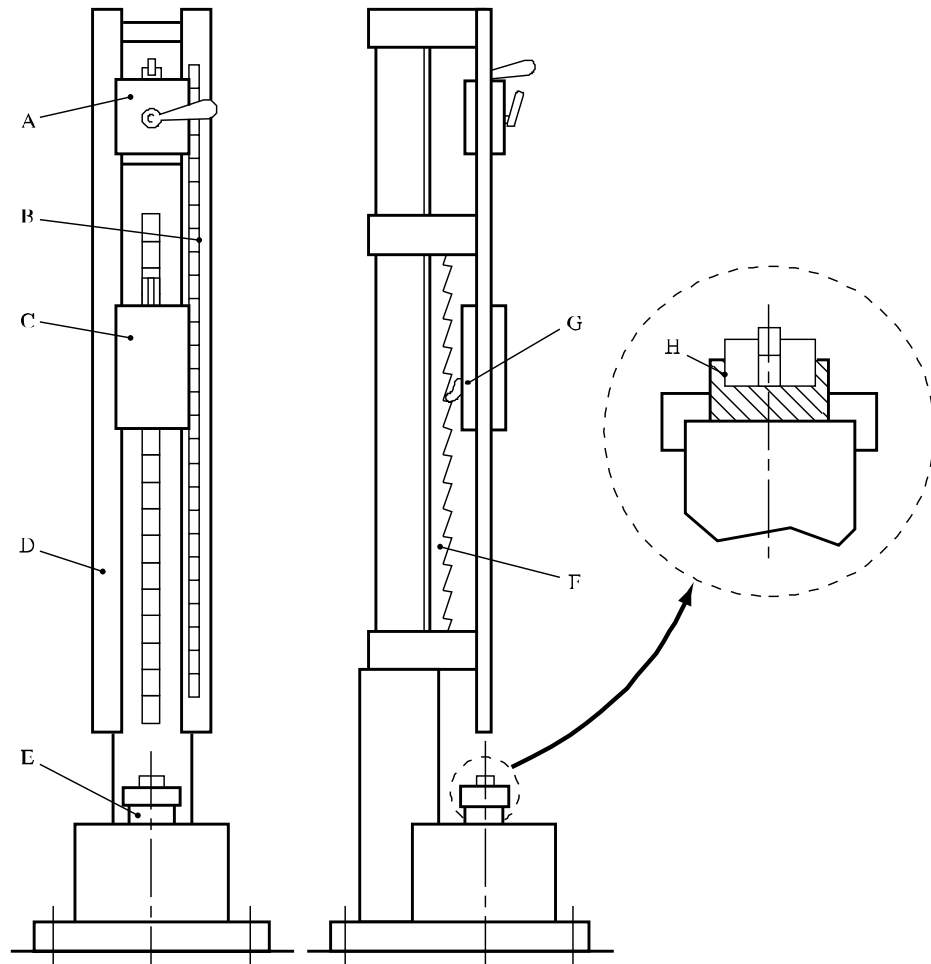
## 13.4.6.5 Exemples de résultats

## 13.4.6.5.1 Matières solides

| <b>Matière</b>  | <b>Limite inférieure<br/>dans le dispositif à<br/>percussion No 2 (mm)</b> | <b>Résultat</b> |
|---|--|-----------------|
| Ammonal (80,5 % de nitrate d'ammonium, 15 % de TNT, 4,5 % d'aluminium)              | 150  | -               |
| Ammonal détonant (66 % de nitrate d'ammonium, 24 % d'hexogène, 5 % d'aluminium)     | 120  | -               |
| Ammonite 6ZhV (79 % de nitrate d'ammonium, 21 % de TNT)                             | 200  | -               |
| Ammonite T-19 (61 % de nitrate d'ammonium, 19 % de TNT, 20 % de chlorure de sodium) | 300  | -               |
| Cyclotriméthylène-trinitramine (sèche)  | 70   | +               |
| Cyclotriméthylène-trinitramine/cire (95/5)  | 120  | -               |
| Cyclotriméthylène-trinitramine/eau (85/15)  | 150  | -               |
| Granulite AS-8 (91.8 % de nitrate d'ammonium, 4,2 % de fuel, 4 % d'aluminium)       | > 500  | -               |
| Penthrite (sèche)   | 50   | +               |
| Penthrite/paraffine (95/5)  | 70   | +               |
| Penthrite/paraffine (90/10)   | 100  | -               |
| Penthrite/eau (75/25)   | 100  | -               |
| Acide picrique  | > 500  | -               |
| Tétryl  | 100  | -               |
| Trinitrotoluène   | > 500  | -               |

## 13.4.6.5.2 Liquides

| <b>Matière</b>   | <b>Limite inférieure<br/>dans le dispositif à<br/>percussion No 3 (mm)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|--|-----------------|
| Bis (dinitro-2,2 fluoro-2 éthyle) formal/chlorure de méthylène 65/35 | 400  | -               |
| Nitrate d'isopropyle   | > 500  | -               |
| Nitroglycérine   | < 50   | +               |
| Nitrométhane   | > 500  | -               |

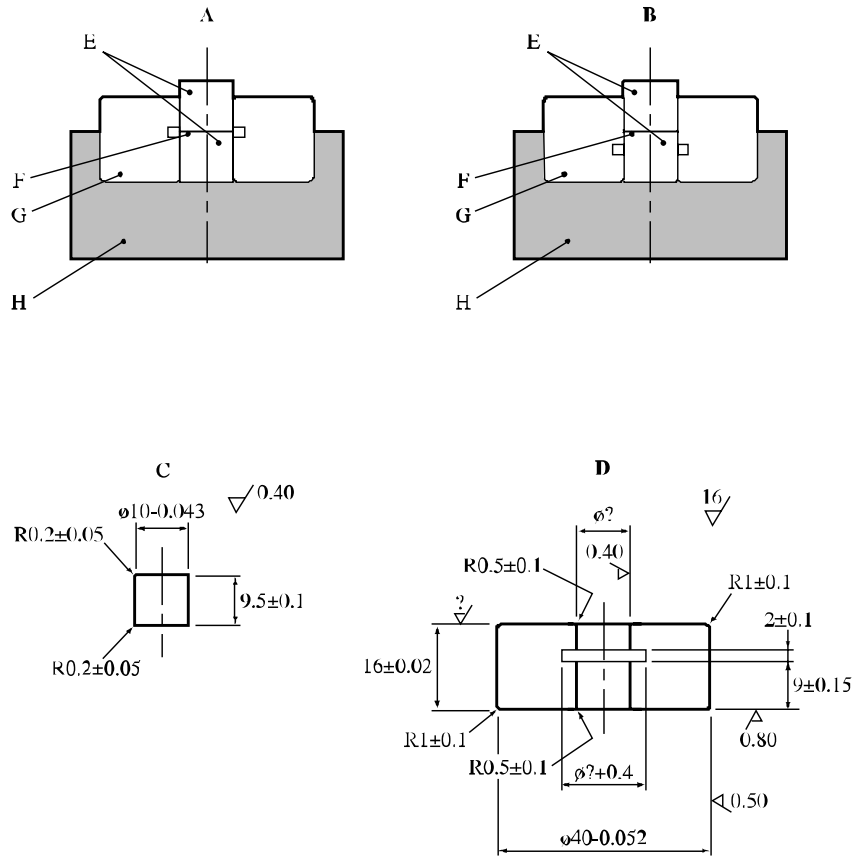


---

|     |                       |     |  |
|-----|-----------------------|-----|--|
| (A) | Dispositif de largage | (B) | Échelle graduée                          |
| (C) | Masse de chute        | (D) | Glissière                                |
| (E) | Enclume               | (F) | Crémaillère                              |
| (G) | Cliquet anti-rebond   | (H) | Vue agrandie du dispositif de percussion |

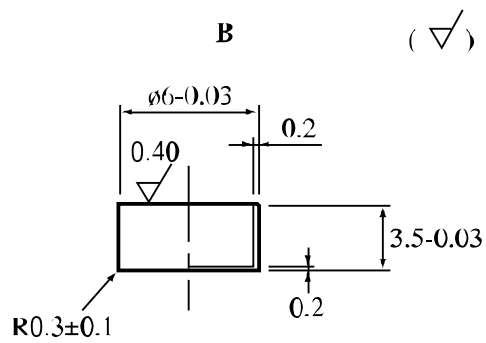
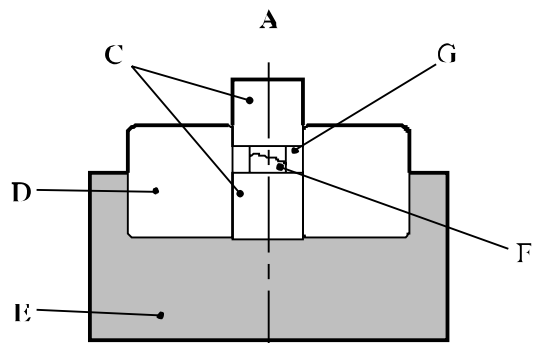
---

**Figure 13.4.6.1 : MOUTON DE CHOC**



- |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (A) | Manchon en position "gorge vers le haut"                             | (B) | Manchon en position "gorge vers le bas"                      |
| (C) | Galet en acier à roulement à billes<br>(dureté Rockwell C : 63 - 66) | (D) | Manchon en acier au carbone<br>(dureté Rockwell C : 57 - 61) |
| (E) | Galets   | (F) | Échantillon  |
| (G) | Manchon  | (H) | Porte-échantillon  |

**Figure 13.4.6.2 : DISPOSITIF DE PERCUSSION No 2**




---

|     |                               |     |  |
|-----|-------------------------------|-----|--|
| (A) | Dispositif de percussion No 3 | (B) | Capsule en cuivre M2 nickelé sur 3 microns |
| (C) | Galets                        | (D) | Manchons                                   |
| (E) | Porte-échantillon             | (F) | Échantillon                                |
| (G) | Capsule                       |     |  |

---

**Figure 13.4.6.3 : DISPOSITIF DE PERCUSSION No 3**

### 13.5 Série 3, type b) : Dispositions d'épreuve

#### 13.5.1 Épreuve 3 b) i) : Épreuve de frottement BAM

##### 13.5.1.1 Introduction

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité de la matière au frottement et à déterminer si celle-ci est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée.

##### 13.5.1.2 Appareillage et matériels

13.5.1.2.1 L'appareil à frottement (voir la figure 13.5.1.1) se compose d'une embase en acier coulé sur laquelle est monté le dispositif de frottement proprement dit. Ce dernier est constitué d'un crayon de porcelaine fixe et d'une plaquette mobile en porcelaine (voir le paragraphe 13.5.1.2.2). La plaquette en porcelaine est fixée sur un chariot coulissant sur deux glissières. Le chariot est entraîné par un moteur électrique par l'intermédiaire d'une bielle, d'une came à excentrique et d'un jeu d'engrenages, de telle manière que la plaquette exécute sous le crayon un seul mouvement de va-et-vient sur une course de 10 mm. Le dispositif d'appui est monté sur pivot pour permettre le changement du crayon; il est prolongé par un fléau portant six encoches pour l'accrochage d'un poids. Le tarage à zéro est effectué au moyen d'un contrepoids réglable. Lorsque le dispositif d'appui est abaissé sur la plaquette, l'axe du crayon de porcelaine est perpendiculaire à celle-ci. Il existe différents poids, dont la masse va jusqu'à 10 kg. Les encoches du fléau sont situées à 11, 16, 21, 26, 31 et 36 cm de l'axe géométrique du crayon. Le poids est suspendu à l'encoche de réglage au moyen d'un anneau et d'un crochet. La combinaison des différents poids et des différentes positions d'accrochage permet de régler la force verticale exercée sur le crayon à 5, 10, 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 et 360 N. On peut également, si nécessaire, régler la force d'appui à des valeurs intermédiaires de force.

13.5.1.2.2 Les plaquettes sont en porcelaine technique blanche pure; avant cuisson, leurs deux surfaces de frottement sont rendues entièrement rugueuses par frottement avec une éponge (leur rugosité doit être de 9 à 32 microns). Les marques de frottement laissées par l'éponge sont clairement visibles. Les crayons de porcelaine sont aussi en porcelaine technique blanche pure et leurs extrémités rugueuses sont arrondies. Les dimensions de la plaquette et du crayon sont indiquées à la figure 13.5.1.2.

##### 13.5.1.3 Mode opératoire

13.5.1.3.1 Normalement, les matières sont éprouvées telles qu'elles ont été reçues. Les matières mouillées doivent être essayées avec la teneur minimale en agent mouillant prévue pour le transport. En outre, pour les matières solides, à l'exception des matières pâteuses ou gélatineuses, il y a lieu de procéder comme suit :

- a) Les matières pulvérulentes sont tamisées (maille : 0,5 mm); toute la fraction passante est utilisée pour l'épreuve<sup>3</sup>;
- b) Les matières comprimées, coulées ou compactes sont fragmentées et tamisées; toute la fraction passante (maille : 0,5 mm) est utilisée pour l'épreuve<sup>3</sup>;
- c) Les matières transportées seulement sous forme de charges sont soumises à l'épreuve sous forme de disques (plaquettes) d'un diamètre minimal de 4 mm (volume : 10 mm<sup>3</sup>).

La partie utilisée de la surface de la plaquette et du crayon ne doit servir qu'une fois; chaque extrémité d'un crayon sert pour un essai, et chaque face d'une plaquette sert pour trois essais.

---

<sup>3</sup> Pour les matières qui sont formées de plusieurs constituants, l'échantillon tamisé doit être représentatif de la composition initiale.

13.5.1.3.2 Une plaquette est fixée sur le chariot de l'appareil à frottement de telle manière que les marques de l'éponge soient orientées transversalement par rapport à la direction du mouvement. Le prélèvement de l'échantillon, qui doit être de 10 mm<sup>3</sup> environ, s'effectue pour les matières sous forme pulvérulente au moyen d'une mesure cylindrique de 2,3 mm de diamètre et 2,4 mm de profondeur; pour les matières pâteuses ou géli-formes, on utilise un cadre rectangulaire de 0,5 mm d'épaisseur ayant une ouverture de 2 par 10 mm; on pose le cadre sur la plaquette, on le remplit de matière et on l'enlève ensuite avec précaution. On pose le crayon de porcelaine solidement serré dans son support, sur l'échantillon comme le montre la figure 13.5.1.2. On leste le fléau avec le poids prévu et on actionne l'interrupteur de mise en marche. On doit veiller à ce que le crayon repose sur l'échantillon et à ce qu'il y ait suffisamment de matière pour que le crayon soit en permanence en contact avec l'échantillon lorsque la plaquette se déplace vers l'avant.

13.5.1.3.3 On commence la série d'essais par un essai simple à une force de 360 N. Pour chaque essai on note s'il y a un des effets suivants: "pas de réaction", "décomposition" (changement de couleur, dégagement d'odeur) ou "explosion" (bruit de détonation, crépitement, émission d'étincelles ou inflammation). Si lors du premier essai, il y a "explosion", on poursuit la série à des forces d'appui réduites par paliers jusqu'à ce que l'on obtienne l'effet "décomposition" ou "pas de réaction". On répète alors l'essai à cette valeur jusqu'à un total de six fois, sauf si une "explosion" se produit auparavant. Dans le cas contraire, on réduit par paliers la force jusqu'à ce que l'on ait obtenu la valeur de force à laquelle il n'y ait pas d'explosion sur six essais. Si au premier essai à 360 N, on obtient l'effet "décomposition" ou "pas de réaction", on exécute jusqu'à cinq autres essais. Si lors des six essais effectués à la valeur de force la plus élevée, on obtient l'effet "décomposition" ou "pas de réaction", la matière est jugée insensible au frottement. Si l'on obtient une explosion, on réduit la force comme indiqué plus haut. La force limite se définit comme étant la force la plus basse à laquelle il y ait explosion lors d'au moins un essai sur six.

#### 13.5.1.4 *Critères d'épreuve et méthodes d'évaluation des résultats*

Pour l'évaluation des résultats, on se fonde sur les critères suivants :

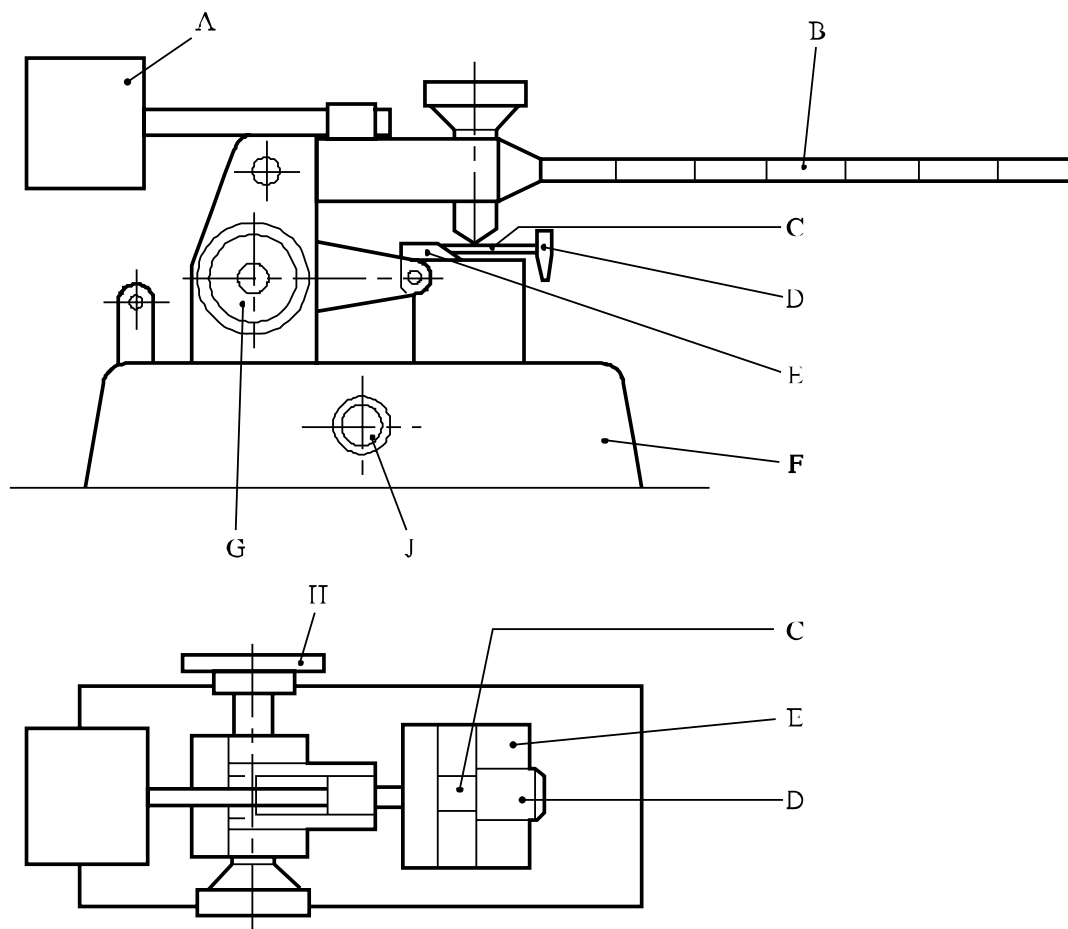
- a) Le fait qu'il y ait "explosion" lors d'un essai au moins sur six exécutés à une force d'appui donnée;
- b) La plus basse force d'appui à laquelle il y ait au moins une "explosion" lors de six essais.

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la plus basse force d'appui à laquelle il y ait au moins une fois "explosion" lors de six essais est inférieure à 80 N. On considère autrement que le résultat de l'épreuve est négatif (-).

13.5.1.5 *Exemples de résultats*

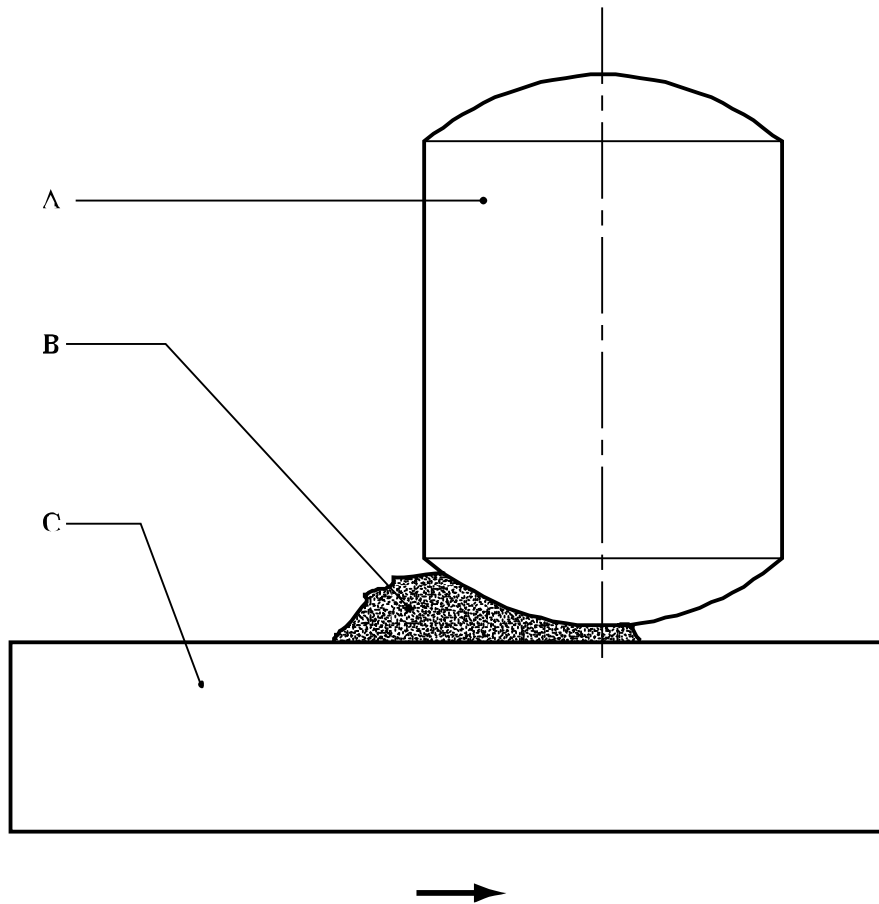
| <b>Matière</b>                       | <b>Force limite<br/>(N)</b> | <b>Résultat</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Dynamite gomme (à 75 % de NG)        | 80                          | -               |
| Hexanitrostilbène                    | 240                         | -               |
| Octogène (sec)                       | 80                          | -               |
| Perchlorate d'hydrazine (sec)        | 10                          | +               |
| Azoture de plomb (sec)               | 10                          | +               |
| Styphnate de plomb                   | 2                           | +               |
| Fulminate de mercure (sec)           | 10                          | +               |
| Nitrocellulose à 13,4 % de N (sèche) | 240                         | -               |
| Octol (70/30) (sec)                  | 240                         | -               |
| Penthrite (sèche)                    | 60                          | +               |
| Pentocire (95/5)                     | 60                          | +               |
| Pentocire (93/7)                     | 80                          | -               |
| Pentocire (90/10)                    | 120                         | -               |
| Pentocire (75/25)                    | 160                         | -               |
| Penthrite/lactose (85/15)            | 60                          | +               |
| Acide picrique (sec)                 | 360                         | -               |
| Hexogène (sec)                       | 120                         | -               |
| Hexogène (mouillé à l'eau)           | 160                         | -               |
| TNT                                  | 360                         | -               |





- 
- |     |  |     |   |
|-----|--|-----|---|
| (A) | Contrepoids  | (B) | Fléau   |
| (C) | Plaquette de porcelaine fixée sur le chariot         | (D) | Vis de serrage                                |
| (E) | Chariot mobile                                       | (F) | Embase en acier                               |
| (G) | Bouton pour le réglage du chariot en position départ | (H) | Direction du moteur électrique d'entraînement |
| (J) | Interrupteur de mise en marche                       |     |   |
- 

**Figure 13.5.1.1 : APPAREIL DE FROTTEMENT BAM**



- 
- (A) Crayon de porcelaine (de 10 mm de diamètre × 15 mm de long)
  - (B) Matière à éprouver
  - (C) Plaquette de porcelaine (de 25 × 25 × 5 mm)
- 

**Figure 13.5.1.2 : APPAREIL DE FROTTEMENT BAM -  
PLAQUETTE ET CRAYON DE PORCELAINE**

### 13.5.2 *Épreuve 3 b) ii) : Épreuve sur machine à frottement rotatif*

#### 13.5.2.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité d'une matière au frottement mécanique, et à déterminer si elle est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée. Elle consiste à soumettre un échantillon mince à un frottement entre les surfaces préparées d'une barre plate et de la jante d'un galet d'un diamètre spécifié, sous une force donnée.

#### 13.5.2.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est représenté de manière schématique à la figure 13.5.2.1. La barre (A) est en acier doux de qualité courante; sa surface a été préparée par sablage à un fini de  $3,2 \mu\text{m} \pm 0,4 \mu\text{m}$ . Le même traitement par sablage a été appliqué à la jante du galet (C), fabriqué du même acier qui a 70 mm de diamètre et 10 mm d'épaisseur. L'échantillon est soit découpé en minces lamelles soit étalé sous forme de poudre en une couche d'épaisseur ne dépassant pas 0,1 mm, sur la barre. Le galet est monté sur des doigts d'entraînement à l'extrémité d'un rotor, dont l'autre extrémité porte un ergot pivotant actionné par un solénoïde commandé par un relais. La force d'appui (B) est appliquée à une valeur prédéterminée au moyen d'air. Lorsque l'interrupteur du solénoïde est actionné, l'ergot vient se placer sur la trajectoire d'un doigt d'entraînement situé à la périphérie d'un lourd volant qui entraîne le rotor, et indirectement le galet, sur un arc de  $60^\circ$ , à la fin duquel les surfaces de frottement sont séparées au moyen d'une came sur le rotor et d'une biellette actionnée par le vérin de force d'appui.

#### 13.5.2.3 *Mode opératoire*

Dans le mode opératoire normal, on applique une force correspondant à une pression pneumatique de 0,275 MPa, sauf pour les matières explosibles très sensibles, pour lesquelles il peut être nécessaire de réduire la force. La vitesse angulaire de la roue est utilisée comme paramètre variable; on peut la régler en faisant varier la vitesse du moteur d'entraînement du volant. La vitesse initiale pour le début d'une série est déterminée par un essai au palier de vitesse le plus proche de la moyenne des valeurs les plus proches donnant un effet positif et un effet négatif, et en répétant ce processus jusqu'à ce que celles-ci se situent à deux paliers contigus. Lors d'un essai normal, on utilise la méthode Bruceton (voir l'appendice 2) sur une série de 50 tirs avec un pas logarithmique de 0,10. Si l'on applique la procédure SCT (Sample Comparison Test) (épreuve comparative entre échantillons - voir l'appendice 2), on exécute alternativement des tirs sur la matière témoin et sur l'échantillon, en suivant une série de Bruceton séparée pour chacun. Le critère d'inflammation est normalement une flamme ou un bruit d'explosion, mais même un simple dégagement de fumée ou noircissement de l'échantillon sont considérés comme une réaction positive. Chaque échantillon est utilisé une fois seulement. Les surfaces de contact de la barre et du galet sont aussi utilisées une seule fois. Pour contrôler la stabilité à long terme du fonctionnement de l'appareillage, on exécute régulièrement des mesures sur un explosif de référence (l'hexogène, recristallisé à partir de la cyclohexanone et séché conformément à une méthode normalisée). Les données pour l'explosif témoin, si elles ne sont pas obtenues par la méthode SCT sont déterminées sur la base de la moyenne mobile de 50 tirs.

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

Pour l'évaluation des résultats d'épreuve, on se fonde sur les critères suivants :

- a) Le fait qu'une inflammation soit observée lors d'un essai;
- b) La détermination de la vitesse médiane d'impact pour l'explosif de référence (hexogène) et l'échantillon par la méthode Bruceton (voir l'appendice 2);

- c) La comparaison de la moyenne mobile de la vitesse médiane d'impact de l'explosif de référence ( $V_1$ ) avec celle de l'échantillon ( $V_2$ ), selon l'équation :

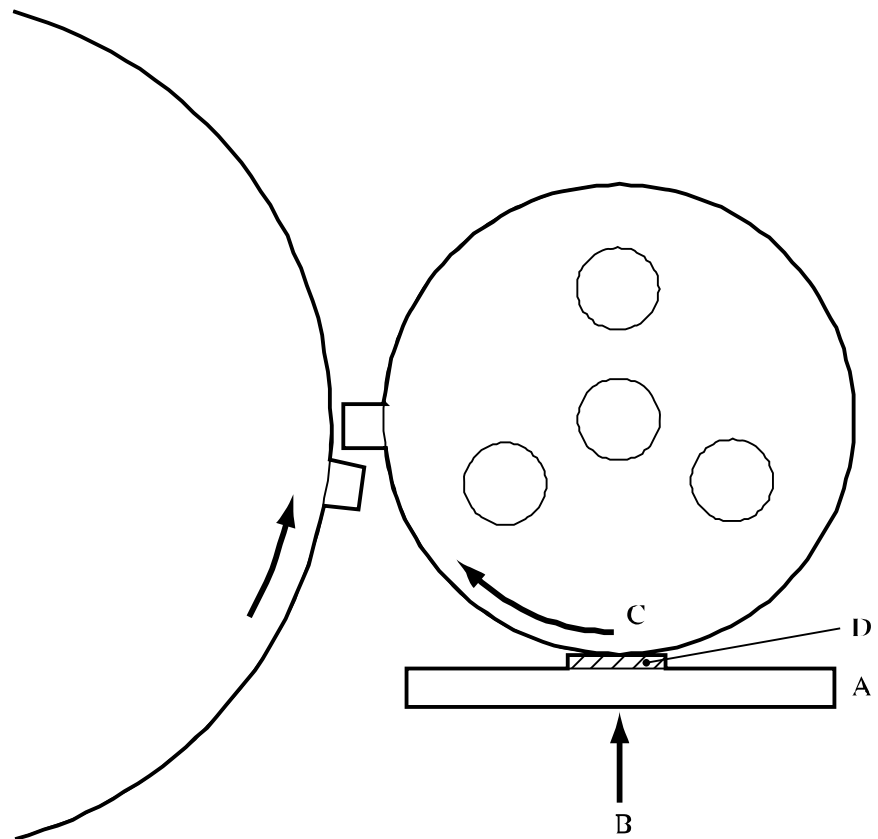
$$\text{Indice de frottement (IF)} = 3,0 \times V_2/V_1$$

On affecte à l'explosif de référence (hexogène) un IF de 3,0.

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si IF est inférieur ou égal à 3,0. On considère que le résultat est négatif (-) si l'indice est supérieur à cette valeur. Dans le cas où la valeur obtenue pour la matière éprouvée est de moins de 3,0 on peut effectuer une comparaison directe avec l'explosif de référence (hexogène) en utilisant la méthode SCT (Sample Comparison Test) (épreuve comparative entre échantillons - voir l'appendice 2) en exécutant 100 tirs sur chaque matière. S'il y a une probabilité de 95 % que la matière éprouvée ne soit pas plus sensible que l'hexogène, elle est considérée comme n'étant pas trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée.

#### 13.5.2.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>                 | <b>Indice de frottement</b> | <b>Résultat</b> |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Dynamite-gomme ("geophex")     | 2,0                         | +               |
| Dynamite-gomme ("sous-marine") | 1,3                         | +               |
| Azoture de plomb               | 0,84                        | +               |
| Pentocire (90/10)              | 4,0                         | -               |
| Hexogène                       | 3,4                         | -               |
| Tétryl                         | 4,5                         | -               |
| TNT                            | 5,8                         | -               |



- 
- (A) Barre en acier doux
  - (B) Force appliquée pneumatiquement
  - (C) Galet frottant contre l'échantillon
  - (D) Échantillon
- 

**Figure 13.5.2.1 : ÉPREUVE SUR MACHINE À FROTTEMENT ROTATIF**

### **13.5.3      *Épreuve 3 (b) (iv) : Épreuve de frottement avec impact***

#### **13.5.3.1      *Introduction***

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité d'une matière au frottement mécanique et à déterminer si elle est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée.

#### **13.5.3.2      *Appareillage et matériels***

13.5.3.2.1      Le schéma de principe du dispositif d'essai est donné à la figure 13.5.3.1. Il est composé de quatre sous-ensembles : un système de balancier, un porte-balancier, un bâti porte-échantillon et une presse hydraulique. Il est installé sur une embase en béton. Le dispositif de percussion No 1, contenant la matière à éprouver, est placé dans le bâti. L'échantillon, placé entre les deux galets, est comprimé à la valeur prescrite au moyen d'une presse hydraulique. La translation du galet supérieur à la surface de l'échantillon, sur une longueur de 1,5 mm, est obtenue par choc d'une masse pendulaire.

13.5.3.2.2      Le dispositif de percussion No 1 est composé de deux galets et d'un manchon. Ses dimensions et caractéristiques sont indiquées sur la figure 13.5.3.2.

#### **13.5.3.3      *Mode opératoire***

13.5.3.3.1      Les matières sont normalement soumises à l'épreuve telles qu'elles ont été reçues. Les matières mouillées doivent lors des essais contenir la teneur minimale d'agent mouillant prévue pour le transport. Les échantillons doivent être préparés comme suit :

- a)      Les matières granulées, en paillettes, comprimées, coulées ou compactes sont broyées puis tamisées; on utilise pour l'épreuve la fraction passante à travers une maille de  $0,50 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ ;
- b)      Les matières à consistance gommeuse sont hachées avec une lame tranchante sur un plateau de bois en fragments ne dépassant pas 1 mm; l'échantillon n'est pas tamisé;
- c)      Les matières pulvérulentes ou sous forme plastique ou pâteuse ne sont pas broyées ni tamisées.

Avant l'essai, les dispositifs de percussion sont dégraissés. Ils peuvent être réutilisés s'ils demeurent conformes aux spécifications.

13.5.3.3.2      L'échantillon, d'une masse de 20 mg, est déposé dans le dispositif de percussion ouvert. En imprimant simultanément une légère pression et une rotation au galet supérieur, on répartit régulièrement la matière entre les deux galets. Le dispositif de percussion, avec l'échantillon, est placé dans la chambre d'épreuve où il est comprimé à la valeur prévue. On fait alors glisser le manchon vers le bas, tout en maintenant la pression, jusqu'à ce que la face supérieure du manchon soit située au-dessous du niveau de l'échantillon pressé entre les galets. On amène alors le percuteur en contact avec le galet. À son autre extrémité, le percuteur est frappé par la masse du balancier. Le déplacement latéral de 1,5 mm du galet supérieur ainsi causé soumet l'échantillon à un frottement. L'angle de lâcher du balancier est choisi selon le tableau suivant en fonction de la pression verticale exercée sur l'échantillon. On poursuit les essais jusqu'à ce que l'on obtienne la pression maximale à laquelle aucune explosion ne soit obtenue lors de 25 essais. On juge qu'il y a explosion s'il y a réaction accompagnée d'un bruit d'explosion, d'une flamme visible ou de la présence de traces de brûlures sur les galets. La limite inférieure de sensibilité au frottement se définit comme étant la pression verticale maximale pour laquelle il n'est observé aucune explosion lors de 25 essais, qui diffère bien entendu de la pression à laquelle il y a explosion, mais ne doit pas s'en écarter de plus de :

- 10 MPa - pour une pression d'épreuve allant jusqu'à 100 MPa
- 20 MPa - pour une pression d'épreuve comprise entre 100 et 400 MPa
- 50 MPa - pour une pression d'épreuve supérieure à 400 MPa.

Si l'on n'observe aucune explosion sur 25 essais à une pression de 1 200 MPa, on considère que la limite inférieure de sensibilité au frottement est " $\geq 1\ 200$  MPa". Si par contre on observe une ou plusieurs explosions sur 25 essais à une pression de 30 MPa, on note que la limite inférieure est " $< 30$  MPa".

**RELATION ENTRE LA PRESSION VERTICALE SUR L'ÉCHANTILLON  
ET L'ANGLE DE LÂCHER DU BALANCIER DONNANT UNE VALEUR  
CONSTANTE DE DÉPLACEMENT LATÉRAL DU GALET**

| Pression verticale<br>sur l'échantillon<br>(MPa) | Angle de lâcher<br>du balancier<br>(° par rapport<br>à la verticale) | Pression verticale<br>sur l'échantillon<br>(MPa) | Angle de lâcher<br>du balancier<br>(° par rapport<br>à la verticale) |
|--|--|--|--|
| 30   | 28   | 40   | 32   |
| 50   | 35   | 60   | 38   |
| 70   | 42   | 80   | 43   |
| 90   | 46   | 100  | 47   |
| 120  | 54   | 140  | 58   |
| 160  | 61   | 180  | 64   |
| 200  | 67   | 220  | 70   |
| 240  | 73   | 260  | 76   |
| 280  | 78   | 300  | 80   |
| 320  | 82   | 340  | 83   |
| 360  | 84   | 380  | 85   |
| 400  | 86   | 450  | 88   |
| 500  | 91   | 550  | 93   |
| 600  | 95   | 650  | 97   |
| 700  | 100  | 750  | 101  |
| 800  | 103  | 850  | 106  |
| 900  | 107  | 950  | 108  |
| 1 000  | 110  | 1 100  | 115  |
| 1 200  | 118  |  |  |

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

Pour l'évaluation des résultats d'épreuve, on se fonde sur les critères suivants :

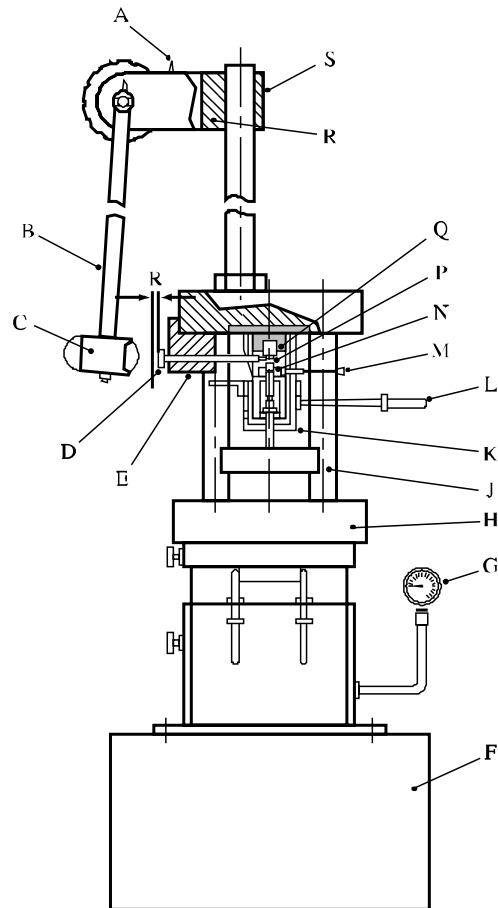
- a) L'observation d'une "explosion" lors d'un essai au moins sur 25;
- b) La pression verticale maximale pour laquelle il n'y a aucune explosion au cours de 25 essais.

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée si la limite inférieure de sensibilité au frottement avec impact est inférieure à 200 MPa. Le résultat est négatif (-) si elle est égale ou supérieure à cette valeur.

13.5.3.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>             | <b>Limite inférieure<br/>(Mpa)</b> | <b>Résultat</b> |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Nitrate d'ammonium         | 1 200                              | -               |
| Azoture de plomb           | 30                                 | +               |
| Penthrite (sèche)          | 150                                | +               |
| Penthrite/paraffine (95/5) | 350                                | -               |
| Pentolite (90/10)          | 350                                | -               |
| Penthrite/eau (75/25)      | 200                                | -               |
| Acide picrique             | 450                                | -               |
| Hexogène (sec)             | 200                                | -               |
| Hexogène/eau (85/15)       | 350                                | -               |
| Triaminotrinitrobenzène    | 900                                | -               |
| Trinitrotoluène            | 600                                | -               |



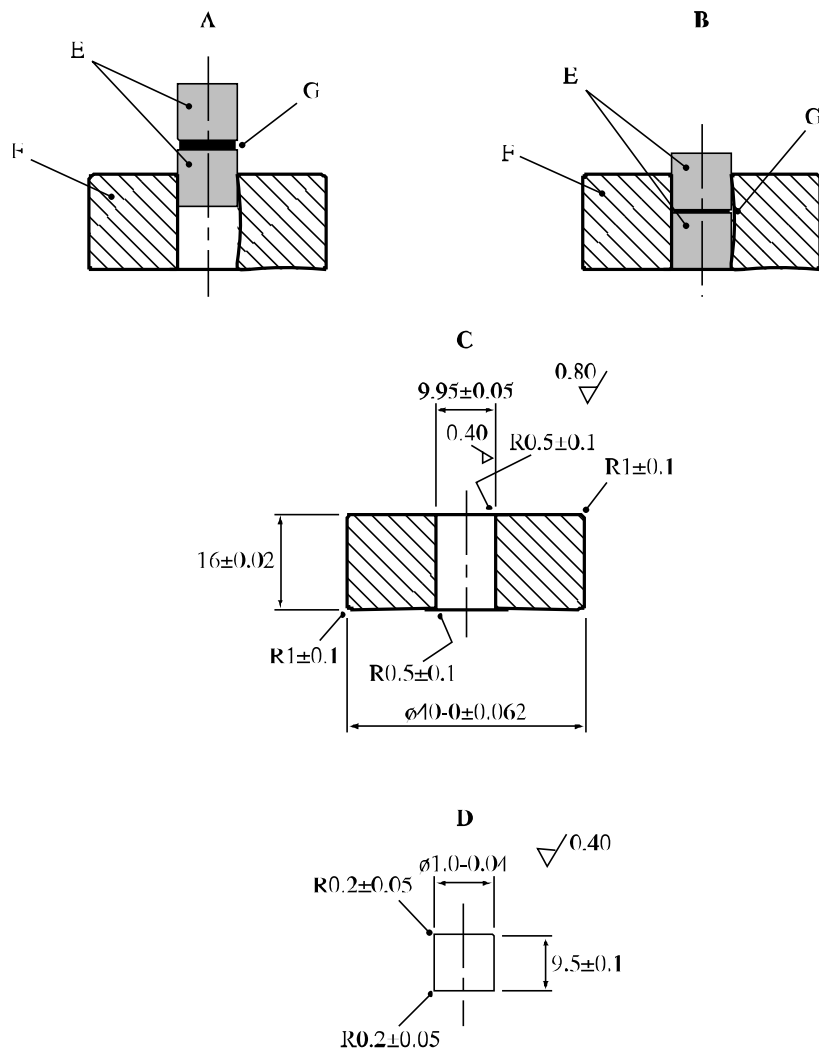



---

|     |                                 |     |                    |
|-----|---------------------------------|-----|--------------------|
| (A) | Commande de lâcher du balancier | (B) | Bras du balancier  |
| (C) | Masse de choc du balancier      | (D) | Percuteur          |
| (E) | Guide-percuteur                 | (F) | Embase             |
| (G) | Manomètre                       | (H) | Presse hydraulique |
| (J) | Bâti porte-échantillon          | (K) | Porte-échantillon  |
| (L) | Manette abaisse-manchon         | (M) | Pousse-galet       |
| (N) | Manchon                         | (O) | Galet              |
| (P) | Chambre d'épreuve               | (Q) | Potence            |
| (R) | Colonne                         |     |                    |

---

**Figure 13.5.3.1 : APPAREIL POUR L'ÉPREUVE DE FROTTEMENT AVEC IMPACT**



- |     |  |     |   |
|-----|--|-----|---|
| (A) | Position des galets pour l'essai                             | (B) | Position initiale des galets                                |
| (C) | Manchon en acier au carbone<br>(dureté Rockwell C : 57 - 61) | (D) | Galet à roulement en acier<br>(dureté Rockwell C : 63 - 66) |
| (E) | Galets   | (F) | Manchon   |
| (G) | Échantillon  |     |   |

**Figure 13.5.3.2 : DISPOSITIF DE PERCUSSION No 1**

## 13.6 Série 3, type c) : Dispositions d'épreuve

### 13.6.1 Épreuve 3 c) : Épreuve de stabilité thermique à 75 °C

#### 13.6.1.1 Introduction

Cette épreuve sert à mesurer la stabilité de la matière lorsqu'elle est soumise à une température supérieure à la température normale et à déterminer si elle est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée.

#### 13.6.1.2 Appareillage et matériels

13.6.1.2.1 On doit disposer de l'appareillage suivant :

- a) Une étuve électrique avec ventilation, munie d'un équipement électrique antidéflagrant et d'un dispositif de réglage thermostatique permettant de maintenir la température à  $75 \pm 2$  °C et d'enregistrement de la température réelle. L'étuve devrait être pourvue de deux thermostats ou d'un système de protection équivalent contre un échauffement excessif en cas de défaillance du thermostat;
- b) Un béccher sans bec de 35 mm de diamètre et de 50 mm de haut, et un verre de montre de 40 mm de diamètre;
- c) Une balance permettant de déterminer la masse de l'échantillon à  $\pm 0,1$  g;
- d) Trois thermocouples et un système d'enregistrement;
- e) Deux tubes en verre à fond plat de  $50 \pm 1$  mm de diamètre et de 150 mm de haut et deux bouchons résistant à une surpression interne de 0,6 bar (60 kPa).

13.6.1.2.2 On devrait utiliser comme matière témoin une matière inerte dont les propriétés physiques et thermiques sont semblables à celles de la matière éprouvée.

#### 13.6.1.3 Mode opératoire

13.6.1.3.1 ***Dans le cas d'une matière nouvelle, il convient d'exécuter plusieurs essais préalables, consistant à chauffer de petits échantillons à 75 °C pendant 48 heures, afin d'étudier son comportement.*** S'il n'est pas observé de réaction explosive lors de l'essai d'une petite quantité de matière, la procédure décrite en 13.6.1.3.2 ou 13.6.1.3.3 est appliquée. S'il y a explosion ou inflammation lors de l'essai réduit, la matière est jugée thermiquement trop instable pour le transport.

13.6.1.3.2 Essai sans appareillage de mesure : On dépose un échantillon de 50 g dans un béccher que l'on recouvre et place dans l'étuve. Celle-ci est réglée à 75 °C et l'échantillon doit y séjourner pendant 48 heures ou jusqu'à ce qu'il y ait inflammation ou explosion. S'il ne se produit ni l'un ni l'autre, mais que l'on observe des signes d'échauffement spontané tels que dégagement de fumée ou décomposition, on applique la procédure décrite en 13.6.1.3.3. Si par contre la matière ne montre aucun signe d'instabilité thermique, elle peut être considérée comme thermiquement stable et n'a pas à être soumise à d'autres essais concernant cette propriété.

13.6.1.3.3 Essai avec appareillage de mesure : Un échantillon de 100 g (ou 100 cm<sup>3</sup> si la masse volumique apparente est inférieure à 1 000 kg/m<sup>3</sup>) est déposé dans un tube et la même quantité de matière témoin dans l'autre tube. Des thermocouples T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> sont introduits dans les tubes à mi-hauteur du contenu. Si les thermocouples ne sont pas en matériaux inertes par rapport à la matière soumise à l'épreuve et à la matière témoin, ils doivent être placés dans des gaines inertes. Les tubes couverts et le thermocouple T<sub>3</sub> sont placés dans l'étuve, comme indiqué sur la figure 13.6.1.1. L'écart de température éventuel entre l'échantillon et le témoin est mesuré pendant 48 heures à partir du moment où l'échantillon et le témoin ont atteint la température de 75 °C. On note également les signes apparents de décomposition de l'échantillon.

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

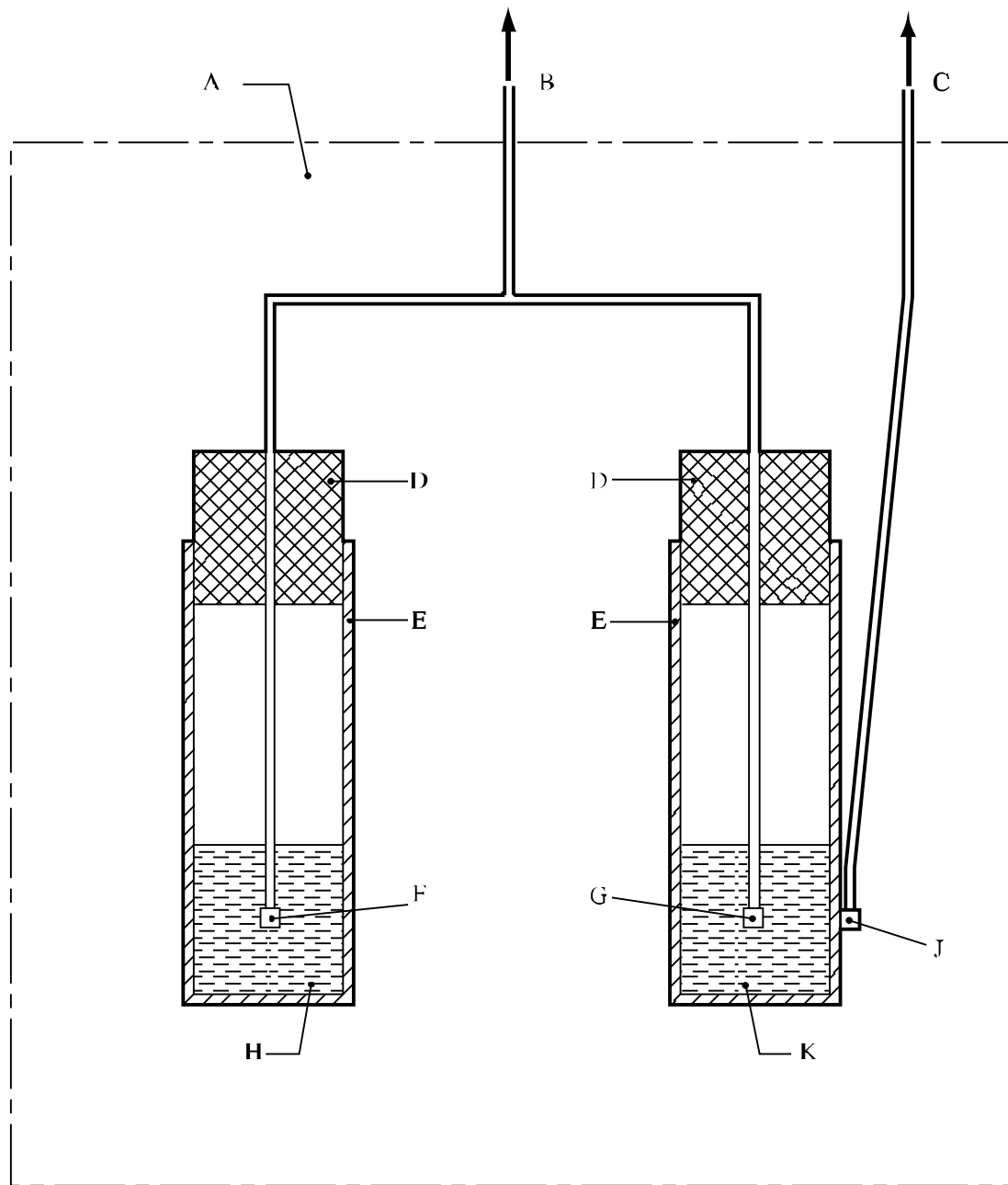
13.6.1.4.1 Le résultat de l'essai sans appareillage de mesure est considéré comme positif (+) s'il y a inflammation ou explosion, et négatif (-) s'il n'est pas observé de changement. Le résultat de l'essai avec appareillage de mesure est considéré comme positif (+) s'il y a inflammation ou explosion ou s'il est enregistré une différence de température (due à un échauffement spontané) égale ou supérieure à 3 °C. S'il ne se produit pas d'inflammation ou d'explosion mais que l'on constate un échauffement spontané de moins de 3 °C, il peut être nécessaire d'exécuter d'autres essais ou études pour déterminer si la matière est instable à la chaleur.

13.6.1.4.2 Si le résultat d'essai est positif (+), la matière doit être considérée comme thermiquement trop instable pour le transport.

13.6.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>  | <b>Observations</b>  | <b>Résultat</b> |
|---|--|-----------------|
| 70 % perchlorate d'ammonium/<br>16 % Al/2,5 % catocène/11,5 % liant | Réaction d'oxydation sur le catocène (catalyseur de vitesse de combustion). Changement de couleur à la surface de l'échantillon, mais pas de décomposition thermique | -               |
| Pentocire (90/10)   | Perte de masse négligeable   | -               |
| Hexogène mouillé avec 22 % d'eau                                    | Perte de masse < 1 %   | -               |
| Dynamite plastique (22 % NG,<br>8 % dinitrotoluène, 3 % Al          | Perte de masse négligeable   | -               |
| ANFO  | Perte de masse < 1 %   | -               |
| Explosifs en bouillies <sup>a</sup>                                 | Perte de masse négligeable, léger gonflement (éventuellement)  | -               |

<sup>a</sup> *Divers types.*



|     |                                  |     |   |
|-----|----------------------------------|-----|---|
| (A) | Étuve                            | (B) | Vers le millivoltmètre ( $T_1$ et $T_2$ ) |
| (C) | Vers le millivoltmètre ( $T_3$ ) | (D) | Bouchons                                  |
| (E) | Tubes de verre                   | (F) | Thermocouple No 1 ( $T_1$ )               |
| (G) | Thermocouple No 2 ( $T_2$ )      | (H) | 100 cm <sup>3</sup> d'échantillon         |
| (J) | Thermocouple No 3 ( $T_3$ )      | (K) | 100 cm <sup>3</sup> de matière témoin     |

**Figure 13.6.1.1 : ÉPREUVE DE STABILITÉ THERMIQUE À 75 °C - DISPOSITIF D'ESSAI**

**13.7 Série 3, type d) : Dispositions d'épreuve**

**13.7.1 Épreuve 3 d) : Épreuve de combustion à petite échelle**

Cette épreuve sert à déterminer la réaction d'une matière à l'inflammation.

13.7.1.1 *Appareillage et matériels*

13.7.1.1.1 Matières solides ou liquides

On doit disposer d'une quantité suffisante de sciure de bois imprégnée de kérosène (environ 100 g de sciure et 200 cm<sup>3</sup> de kérosène) pour préparer un lit carré de 30 cm de côté et de 1,3 cm d'épaisseur. Pour les matières qui ne s'enflamment pas spontanément, l'épaisseur est portée à 2,5 cm. On doit aussi disposer d'un inflammateur électrique et d'un béccher à paroi mince d'une matière plastique compatible avec la matière à éprouver et de taille juste suffisante pour contenir l'échantillon.

13.7.1.1.2 Variante (matières solides seulement)

On doit disposer d'un chronomètre et d'une feuille de papier kraft de 30 cm × 30 cm, reposant sur une surface d'un matériau ininflammable. Pour la mise à feu, on utilise quelques grammes de poudre fine sans fumée et un dispositif d'inflammation approprié, selon les indications données dans le mode opératoire et le schéma de la figure 13.7.1.1.

13.7.1.2 *Mode opératoire*

13.7.1.2.1 Matières solides et liquides

On verse 10 g de matière dans le béccher. Le récipient et son contenu sont placés au centre d'un lit de sciure de bois imprégnée de kérosène; on enflamme la sciure de bois avec l'inflammateur électrique. L'essai est exécuté deux fois avec 10 g de matière et deux fois avec 100 g, à moins qu'une explosion ne soit observée.

13.7.1.2.2 Variante (matières solides seulement)

On dépose un tas conique de matière explosible sur la feuille de papier kraft. (La hauteur du tas doit être égale à son rayon à la base.) On dépose également une traînée de poudre sans fumée tout autour du tas; on met à feu celle-ci en deux points diagonalement opposés (voir la figure 13.7.1.1) au moyen d'un dispositif approprié d'inflammation commandé par une personne située à bonne distance. Le papier kraft est enflammé par la traînée de poudre et transmet la flamme à la matière à éprouver. L'essai est exécuté deux fois avec un échantillon de 10 g et deux fois avec un échantillon de 100 g, à moins qu'une explosion ne soit observée.

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

Les effets sont observés visuellement et les résultats sont notés comme suit :

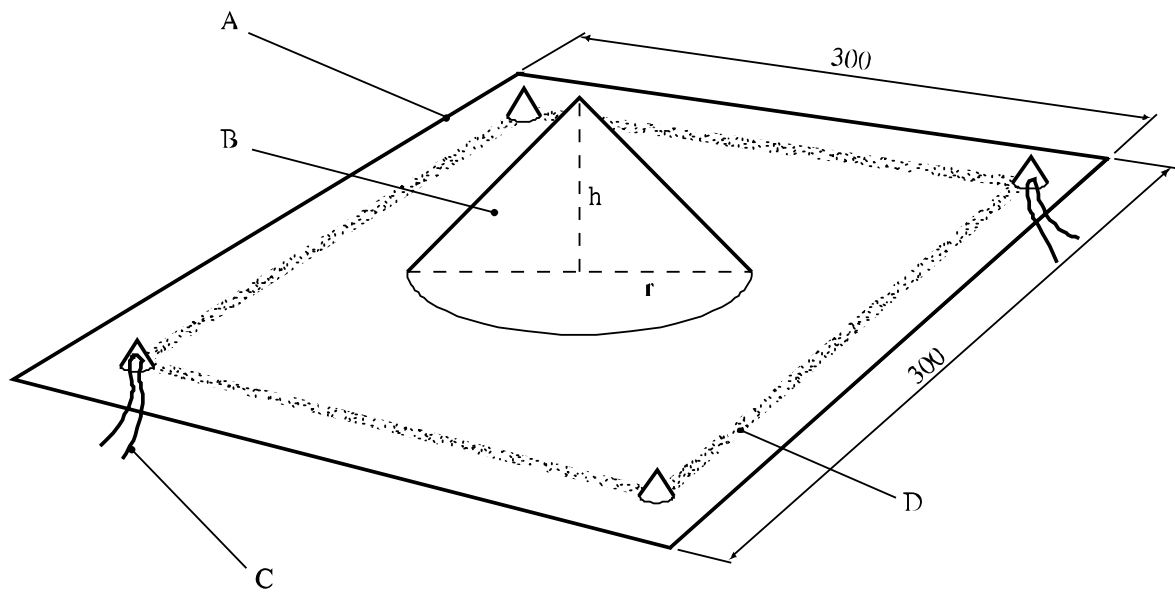
- a) "Pas d'inflammation";
- b) "Inflammation et combustion";
- c) "Explosion".

On peut noter la durée de la combustion ou le temps écoulé avant l'explosion à titre d'information supplémentaire.

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière est trop dangereuse pour être transportée sous la forme éprouvée s'il y a explosion de l'échantillon lors d'un des essais. Autrement, on considère que le résultat est négatif (-).

13.7.1.4 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                                       | <b>Observations</b> | <b>Résultat</b> |
|--|---------------------|-----------------|
| <u>Liquides</u>                                      |                     |                 |
| Nitrométhane   | Combustion          | -               |
| <u>Matières solides</u>                              |                     |                 |
| <i>Variante</i>                                      |                     |                 |
| Dynamite-gomme A (NG 92 %, nitrate de cellulose 8 %) | Combustion          | -               |
| Pulvérisin   | Combustion          | -               |
| Azoture de plomb                                     | Explosion           | +               |
| Fulminate de mercure                                 | Explosion           | +               |



- 
- (A) Feuille de papier kraft
  - (B) Matière à éprouver
  - (C) Allumage par inflammateurs d'un petit tas de poudre sans fumée (en deux angles opposés)
  - (D) Traînée de poudre sans fumée
- 

**Figure 13.7.1.1 : ÉPREUVE DE COMBUSTION À PETITE ÉCHELLE  
(pour matières solides)**



## SECTION 14

## ÉPREUVES DE LA SÉRIE 4

**14.1 Introduction**

14.1.1 Les épreuves de la série 4 visent à répondre à la question "L'objet, l'objet emballé ou la matière emballée sont-ils trop dangereux pour être transportés?" (case 16 de la figure 10.2). Les conditions rencontrées au cours du transport incluent les hautes températures et forts taux d'humidité, les basses températures, les vibrations, les chocs et les chutes. La série 4 comprend deux types d'épreuves :

- Type 4 a) épreuve de stabilité à la chaleur pour les objets;
- Type 4 b) épreuve pour déterminer le danger résultant d'une chute.

14.1.2 La réponse à la question de la case 16 est "oui" si l'on obtient un résultat positif (+) à l'une ou l'autre des épreuves types 4 a) ou 4 b).

**14.2 Méthodes d'épreuve**

Les méthodes d'épreuve de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 14.1.

**Tableau 14.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVE DE LA SÉRIE 4**

| Code     | Nom de l'épreuve  | Section |
|----------|---|---------|
| 4 a)     | Épreuve de stabilité à la chaleur pour les objets non emballés et les objets emballés <sup>a</sup>                                    | 14.4.1  |
| 4 b) i)  | Épreuve de chute dans un tube en acier pour les liquides <sup>a</sup>   | 14.5.1  |
| 4 b) ii) | Épreuve de chute d'une hauteur de douze mètres pour les objets non emballés et les objets emballés et matières emballées <sup>a</sup> | 14.5.2  |

<sup>a</sup> *Épreuve recommandée.*

**14.3 Conditions d'épreuve**

14.3.1 Les épreuves sont exécutées sur la matière emballée, le ou les objets emballés, et l'objet non emballé s'il doit être transporté ainsi. L'unité minimale de taille acceptable pour une épreuve du type 4 a) est le plus petit colis utilisé ou l'objet individuel s'il est transporté non emballé. L'épreuve du type 4 b) i) doit être appliquée aux liquides homogènes et l'épreuve du type 4 b) ii) aux objets non emballés et emballés et aux matières emballées autres que les liquides homogènes.

**14.4 Série 4, type a) : Dispositions d'épreuve****14.4.1 Épreuve 4 a) : Épreuve de stabilité à la chaleur pour les objets non emballés et les objets emballés****14.4.1.1 Introduction**

Cette épreuve sert à évaluer la stabilité thermique des objets et objets emballés lorsqu'ils sont soumis à des températures plus élevées que la normale, et à déterminer si le spécimen soumis à l'épreuve est trop dangereux pour être transporté. Le spécimen de taille minimale pour cette épreuve est le plus petit colis ou l'objet non emballé s'il est prévu de le transporter ainsi. On doit normalement soumettre à l'épreuve le colis tel qu'il doit être transporté. Si cela est impossible (parce que le colis est trop grand pour tenir dans l'étuve, par exemple), on doit utiliser un colis semblable, mais de plus petite dimension, qui doit être rempli du nombre maximum d'objets possible.

#### 14.4.1.2 *Appareillage et matériels*

Pour cette épreuve, on doit disposer d'une étuve avec un ventilateur et une commande thermostatique permettant de maintenir la température à  $75 \pm 2$  °C. L'étuve devrait de préférence être pourvue de deux thermostats ou d'un système de protection équivalent contre un échauffement excessif en cas de défaillance du thermostat. Le spécimen soumis à l'épreuve doit être muni d'un thermocouple relié à un enregistreur de température, pour permettre de détecter tout échauffement spontané.

#### 14.4.1.3 *Mode opératoire*

Selon le spécimen soumis à l'épreuve, un thermocouple est placé soit sur l'enveloppe extérieure de l'objet non emballé, soit sur celle d'un objet situé près du centre du colis. Le thermocouple est relié à un enregistreur de température. Le spécimen d'épreuve (avec son thermocouple) est placé dans l'étuve, et maintenu à 75 °C pendant 48 h. On laisse ensuite refroidir l'étuve, puis on en extrait le spécimen pour l'inspecter. Les températures sont enregistrées et les effets tels que réaction, détérioration, exsudation, etc. sont notés.

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

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que l'objet, ou le ou les objets emballés sont trop dangereux pour être transportés :

- a) s'ils explosent;
- b) s'ils s'enflamment;
- c) si leur échauffement spontané dépasse 3 °C;
- d) si l'enveloppe extérieure de l'objet ou l'emballage extérieur sont endommagés; ou
- e) s'il est constaté une exsudation dangereuse, c'est-à-dire si de la matière explosible est visible à l'extérieur de l'objet.

On considère qu'il est négatif (-) s'il n'est pas observé d'effet extérieur, ni d'élévation de température dépassant 3 °C.

#### 14.4.1.5 *Exemples de résultats*

| Objet                                | Résultat |
|--------------------------------------|----------|
| Fontaine cylindrique                 | -        |
| Inflamateur électrique à retardement | -        |
| Artifice de signalisation à main     | -        |
| Pétard pour chemins de fer           | -        |
| Chandelle romaine                    | -        |
| Amorce de sûreté                     | -        |
| Torche éclairante de signalisation   | -        |
| Munition pour arme de petit calibre  | -        |
| Chandelle fumigène                   | -        |
| Grenade fumigène                     | -        |
| Boîte fumigène                       | -        |
| Artifice de signalisation fumigène   | -        |

**14.5 Série 4, type b) : Dispositions d'épreuve****14.5.1 Épreuve 4 b) i) : Épreuve de chute dans un tube en acier pour les liquides**14.5.1.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer si un liquide énergétique homogène contenu dans un tube fermé en acier a un comportement explosif lorsqu'il tombe d'une certaine hauteur sur une enclume en acier.

14.5.1.2 *Appareillage et matériels*

On utilise un tube en acier (type A37) de 33 mm de diamètre intérieur, de 42 mm de diamètre extérieur et de 500 mm de long (voir la figure 14.5.1.1). Le tube est rempli de liquide et fermé à son extrémité supérieure par un bouchon fileté en fonte avec interposition de bande téflon. Le bouchon est percé axialement d'un trou de remplissage de 8 mm, qui est obturé par un bouchon en plastique.

14.5.1.3 *Mode opératoire*

La température et la masse volumique du liquide doivent être notées. Une heure au plus avant l'essai, le liquide est agité pendant 10 s. La hauteur de chute peut varier par palier de 0,25 m jusqu'à un maximum de 5 m. L'objet de l'essai est de déterminer la hauteur maximale à laquelle il n'y ait pas détonation. Pendant la chute, le tube doit rester en position verticale. On doit noter si l'un des effets suivants se produit, et à quelle hauteur :

- a) Détonation avec fragmentation du tube;
- b) Réaction causant l'éclatement du tube;
- c) Absence de réaction et dégâts négligeables au tube.

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

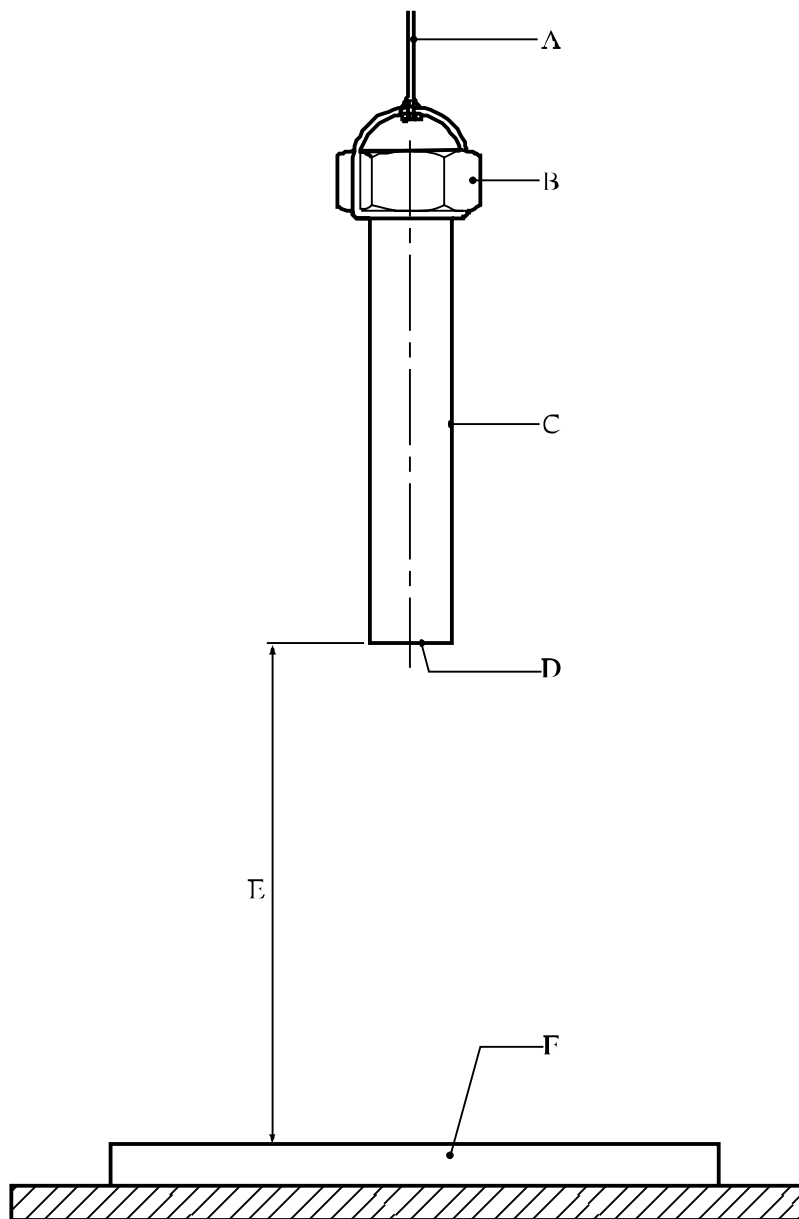
S'il y a détonation pour une hauteur de chute égale ou inférieure à 5 m, on considère que le résultat est positif (+) et que le liquide est trop dangereux pour être transporté.

S'il y a réaction locale sans détonation pour une hauteur de chute de 5 m, on considère que le résultat est négatif (-), mais qu'un emballage métallique ne devrait pas être utilisé à moins qu'il ne soit démontré à l'autorité compétente que cela ne présente pas de danger pour le transport.

S'il ne se produit pas de réaction pour une hauteur de chute de 5 m, on considère que le résultat d'épreuve est négatif (-) et que le liquide peut être transporté dans tout type d'emballage convenant pour les matières de ce genre.

14.5.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Liquide</b>                             | <b>Température<br/>(°C)</b> | <b>Hauteur de chute<br/>causant la<br/>détonation (m)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------------------|---|-----------------|
| Nitroglycérine                             | 15                          | < 0,25  | +               |
| Nitroglycérine/triacétine/2 NDPA (78/21/1) | 14                          | 1,00  | +               |
| Nitrométhane                               | 15                          | > 5,00  | -               |
| Dinitrate de triéthylèneglycol             | 13                          | > 5,00  | -               |



|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| (A) | Fil fusible de largage  | (B) | Bouchon fileté en fonte                     |
| (C) | Tube en acier sans soudure (type A37, DI 33 mm, DE 42 mm, L = 500 mm) | (D) | Fond en acier soudé (de 4 mm d'épaisseur)   |
| (E) | Hauteur de chute (variable de 0,25 à 5,00 m)                          | (F) | Enclume en acier (de 1 m × 0,50 m × 0,15 m) |

**Figure 14.5.1.1 : ÉPREUVE DE CHUTE DANS UN TUBE EN ACIER POUR LES LIQUIDES**

## 14.5.2 *Épreuve 4 b) ii) : Épreuve de chute de 12 mètres pour les objets non emballés et les objets et matières emballés*

### 14.5.2.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer si un spécimen d'épreuve (objet, objet(s) emballé(s) ou matières emballées (autre qu'un liquide homogène)) peut supporter une chute d'une grande hauteur sans qu'il y ait de risque notable d'incendie ou d'explosion. Elle n'a pas pour objet d'évaluer la résistance aux chocs du colis.

### 14.5.2.2 *Appareillage et matériels*

#### 14.5.2.2.1 *Aire d'impact*

L'aire d'impact est une plaque massive ayant une surface relativement lisse. On peut par exemple utiliser à cette fin : une plaque en acier d'au moins 75 mm d'épaisseur et d'au moins 200 de dureté Brinell, reposant de manière stable sur un socle en béton épais d'au moins 600 mm d'épaisseur. La longueur et la largeur de l'aire d'impact doivent être d'au moins une fois et demie les dimensions de l'article soumis à l'épreuve.

#### 14.5.2.2.2 *Autre matériel*

Un appareil d'enregistrement photographique ou vidéo doit être utilisé pour le contrôle de la position angulaire du spécimen lors de l'impact et des résultats de celui-ci. Si cette position angulaire est susceptible de jouer un rôle déterminant, le laboratoire d'essai peut utiliser des accessoires pour maintenir le spécimen dans la position souhaitée. Ces accessoires ne doivent pas sensiblement freiner la chute, ni empêcher l'objet de rebondir après le choc.

#### 14.5.2.2.3 *Lestage*

Dans certains cas, une partie des objets explosibles contenus dans un colis peut être remplacée pour l'essai par des objets inertes. Ceux-ci devraient avoir la même masse et le même volume que les objets qu'ils remplacent. Les objets explosibles restants devraient être placés dans la position où ils ont les plus grandes chances de fonctionner lors du choc. Si par contre l'essai concerne une matière emballée, il n'est pas admis que celle-ci soit remplacée partiellement par une matière inerte.

### 14.5.2.3 *Mode opératoire*

Le spécimen d'épreuve doit tomber d'une hauteur de 12 m, mesurée entre le point le plus bas de celui-ci et l'aire d'impact. ***Pour des raisons de sécurité on doit respecter un délai, prescrit par le laboratoire d'essai, avant d'inspecter le colis, même s'il n'y a aucun signe visible d'amorçage ou d'inflammation lors de l'impact.*** Ce délai écoulé, on peut examiner ce spécimen pour déterminer s'il y a eu inflammation ou amorçage. Trois essais sont exécutés sur la matière ou l'objet emballés, à moins qu'un effet déterminant (inflammation ou explosion) ne soit obtenu dès le premier ou le deuxième. Toutefois, chaque spécimen ne subit qu'une chute. Des renseignements détaillés sur l'emballage et des commentaires doivent être donnés. Les données enregistrées devraient inclure des photographies et des informations sur les signes visibles et audibles de réaction, le moment où la réaction s'est produite, et l'intensité des effets tel que détonation en masse ou déflagration. Des renseignements doivent aussi être donnés sur la position angulaire du spécimen lors du choc. Une rupture éventuelle de l'emballage peut être signalée; elle n'a cependant pas d'incidence sur les résultats de l'essai.

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

On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière emballée ou le ou les objets emballés sont trop dangereux pour être transportés si le choc cause une inflammation ou une explosion. Par contre, une simple rupture de l'emballage, ou même de l'enveloppe de l'objet, n'est pas considérée comme un résultat positif. Le résultat est négatif (-) s'il n'y a inflammation ou explosion lors d'aucun des trois essais.

14.5.2.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière ou objet(s)</b>  | <b>Nombre de chutes</b> | <b>Observations</b> | <b>Résultat</b> |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------|
| Cartouches pour cisailles pyrotechniques, dans une caisse en métal contenant deux dispositifs                   | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Amorces moulées (27,2 kg)   | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Propergol solide CBI de 7,11 mm de diamètre (36,3 kg)   | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Dynamite plastique ammoniée (22,7 kg)   | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Dynamite ammoniée à 40 % de NG (22,7 kg)  | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Dynamite simple à 60 % de NG (22,7 kg)  | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Dynamite simple de terrassement à 50 % de NF (22,7 kg)  | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Générateur de gaz propulsif (61,7 kg de masse nette) dans un récipient en aluminium                             | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Dispositifs pour tirs de démolition, dans une caisse en bois contenant 20 dispositifs emballés individuellement | 3                       | pas de réaction     | -               |
| Composant (d'un projectile) contenant détonateur/amorce/fusée   | 1                       | combustion          | +               |

## SECTION 15

### ÉPREUVES DE LA SÉRIE 5

#### 15.1 Introduction

15.1.1 À la question "S'agit-il d'une matière explosible très peu sensible présentant un risque d'explosion en masse ?" (case 21 de la figure 10.3), on répond d'après les résultats de trois types d'épreuve de la série 5. Cette série comprend les types d'épreuves ci-après :

- Type 5 a) épreuve d'excitation par onde de choc pour déterminer la sensibilité à une sollicitation mécanique intense;
- Type 5 b) épreuves thermiques en vue de déterminer l'aptitude au passage de la déflagration à la détonation;
- Type 5 c) épreuve pour déterminer si une matière explose lorsqu'elle est soumise en grande quantité à un feu intense.

15.1.2 La réponse à la question de la case 21 est "non" si un résultat positif (+) est obtenu lors de l'un des trois types d'épreuve. Une matière examinée en vue de son classement éventuel dans la division 1.5 doit donc obtenir un résultat négatif à une épreuve de chaque type.

#### 15.2 Méthodes d'épreuve

Les méthodes d'épreuve de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 15.1.

**Tableau 15.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVE DE LA SÉRIE 5**

| Code      | Nom de l'épreuve  | Section |
|-----------|---|---------|
| 5 a)      | Épreuve de sensibilité à l'amorce <sup>a</sup>                                    | 15.4.1  |
| 5 b) i)   | Épreuve de passage de la déflagration à la détonation de la France                | 15.5.1  |
| 5 b) ii)  | Épreuve de passage de la déflagration à la détonation des États-Unis <sup>a</sup> | 15.5.2  |
| 5 b) iii) | Épreuve de passage de la déflagration à la détonation                             | 15.5.3  |
| 5 c)      | Épreuve du feu extérieur pour matières de la division 1.5 <sup>a</sup>            | 15.6.1  |

<sup>a</sup> *Épreuve recommandée.*

Une épreuve de chaque type doit être exécutée.

#### 15.3 Conditions d'épreuve

15.3.1 Étant donné l'effet important de la densité de la matière sur le résultat des épreuves du type 5 a) et 5 b), la densité des matières éprouvées doit être déterminée. La masse nette et la masse volumique de l'échantillon doivent être enregistrées dans tous les cas.

15.3.2 Les épreuves devraient être exécutées à la température ambiante sauf s'il est prévu de transporter la matière dans des conditions susceptibles de modifier son état physique ou sa densité.

## 15.4 Série 5, type a) : Dispositions d'épreuve

### 15.4.1 Épreuve 5 a) : Épreuve de sensibilité à l'amorce

#### 15.4.1.1 Introduction

L'épreuve sert à déterminer la sensibilité d'une matière à un stimulus mécanique intense.

#### 15.4.1.2 Appareillage et matériels

Le dispositif d'essai est représenté sur les figures 15.4.1.1 et 15.4.1.2. Il est constitué d'un tube en carton de 80 mm de diamètre minimal, de 160 mm de longueur minimale, et de 1,5 mm d'épaisseur maximale de paroi. Le stimulus mécanique intense est fourni par un détonateur normalisé (voir l'appendice 1) introduit en position centrale au sommet de la charge de matière contenue dans le tube, sur une profondeur égale à sa longueur. Le tube porte-échantillon est posé sur un témoin qui est constitué d'une plaque en acier de forme carrée de 160 mm de côté et de 1,0 mm d'épaisseur posée sur une entretoise annulaire de 50 mm de hauteur, de 100 mm de diamètre intérieur et de 3,5 mm d'épaisseur de paroi (voir la figure 15.4.1.1). On peut aussi utiliser un cylindre de plomb doux de 51 mm de diamètre et de 102 mm de longueur (voir la figure 15.4.1.2). L'ensemble du dispositif d'essai précité est placé sur une plaque en acier de forme carrée de 152 mm de côté et de 25 mm d'épaisseur.

#### 15.4.1.3 Mode opératoire

La matière est chargée dans le tube en trois portions égales. Pour les matières granulaires s'écoulant librement, on tasse l'échantillon en laissant tomber le tube verticalement sur son fond d'une hauteur de 50 mm après avoir versé chaque portion. Pour les matières géli-formes, on doit effectuer le chargement de manière soigneuse afin d'éviter tout vide. Dans tous les cas la densité finale de la matière explosible dans le tube doit être aussi proche que possible de la densité de transport. Pour les explosifs à haute densité en cartouche d'un diamètre supérieur à 80 mm, on utilise pour l'épreuve une portion d'au moins 160 mm de long découpée dans la cartouche. Dans ce cas, le détonateur est introduit à l'extrémité de la cartouche demeurée intacte. Les matières explosibles dont la sensibilité pourrait dépendre de la température doivent être entreposées avant l'épreuve, pendant 30 h au moins à une température de 28 à 30 °C. Les matières explosibles contenant des granules de nitrate d'ammonium qu'il est prévu de transporter dans des régions à forte température ambiante doivent subir avant l'essai un conditionnement thermique selon le cycle suivant : 25 °C → 40 °C → 25 °C → 40 °C → 25 °C. Le tube est posé sur la plaque témoin et le montage est placé sur la plaque d'embase en acier. On met à feu le détonateur depuis un endroit abrité. Après le tir on examine la plaque témoin. On exécute trois essais à moins qu'il n'y ait détonation au premier ou au deuxième.

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

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière ne doit pas être classée dans la division 1.5 si, lors d'un essai au moins :

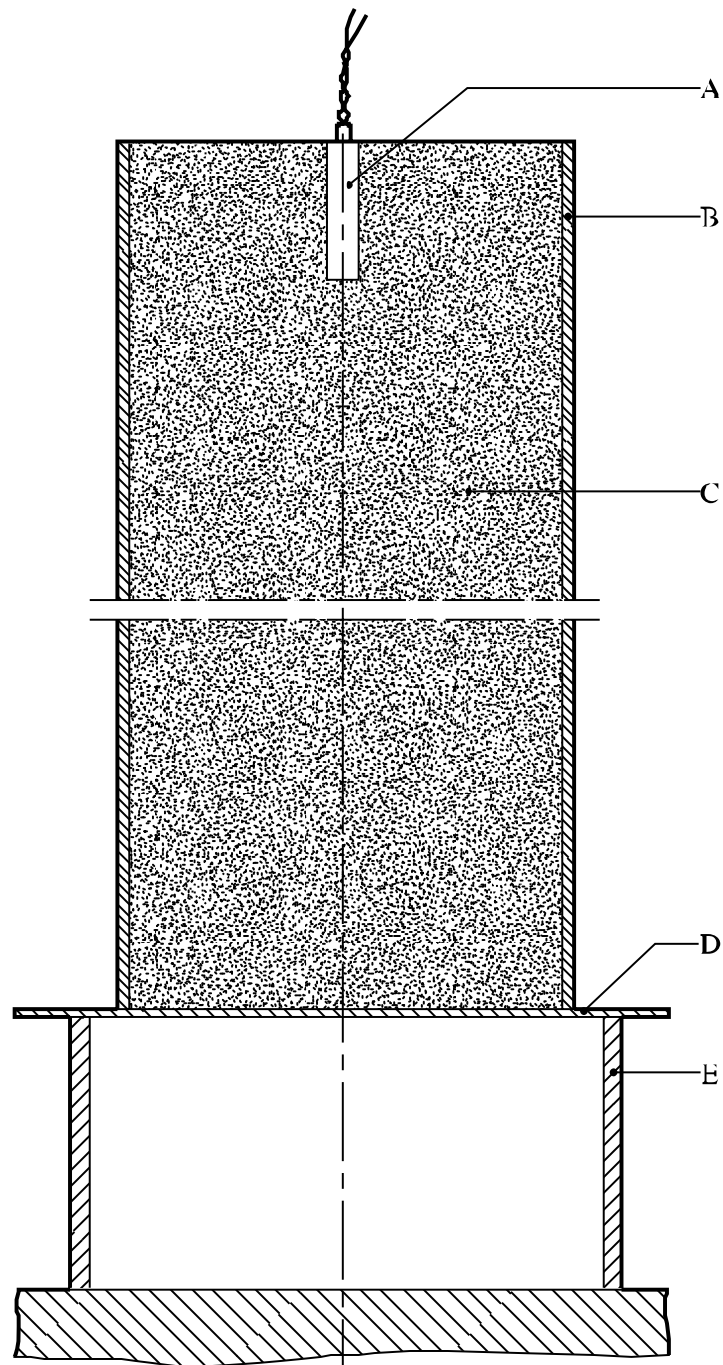
- a) La plaque témoin est arrachée ou perforée d'une autre manière (si l'on peut voir le jour à travers la plaque) - des renflements, fissures ou plis dans la plaque-témoin n'indiquent pas qu'il y a sensibilité à l'amorce; ou
- b) Le centre du cylindre de plomb est comprimé d'une longueur de 3,2 mm ou plus par rapport à sa longueur initiale.

Autrement, on considère que le résultat est négatif (-).



## 15.4.1.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>  | <b>Masse volumique<br/>kg/m<sup>3</sup></b> | <b>Observations</b>        | <b>Résultat</b> |
|---|---|----------------------------|-----------------|
| Nitrate d'ammonium (granulés) + fioul   | 840-900                                     | D'origine                  | -               |
| " "   | 750-760                                     | Deux cycles de température | +               |
| Nitrate d'ammonium + TNT + matière combustible  | 1 030-1 070                                 | D'origine                  | +               |
| Nitrate d'ammonium (perles) + DNT (en surface)  | 820-830                                     | D'origine                  | -               |
| " "   | 800-830                                     | 30 h à 40 °C               | +               |
| Nitrate d'ammonium + DNT + matière combustible  | 970-1 030                                   | D'origine                  | -               |
| " "   | 780-960                                     | D'origine                  | +               |
| Nitrate d'ammonium + matière combustible  | 840-950                                     | D'origine                  | -               |
| " "   | 620-840                                     | D'origine                  | +               |
| Nitrate d'ammonium + nitrate alcalin<br>+ nitrate alcalino-terreux + aluminium<br>+ eau + matière combustible | 1 300-1 450                                 | D'origine                  | -               |
| " "   | 1 130-1 220                                 | D'origine                  | +               |
| Nitrate d'ammonium + nitrate alcalin + TNT<br>+ aluminium + eau + matière combustible                         | 1 500                                       | D'origine                  | -               |
| " "   | 1 130-1 220                                 | D'origine                  | +               |
| Nitrate d'ammonium/nitrométhane, (87/13)  |   |                            | +               |
| TNT (granulés)  |   |                            | +               |
| ANFO (94/6), granulés   |   |                            | -               |
| ANFO (94/6), 200 µm   |   |                            | +               |
| AN en granulés/méthanol (90/10)   |   |                            | -               |

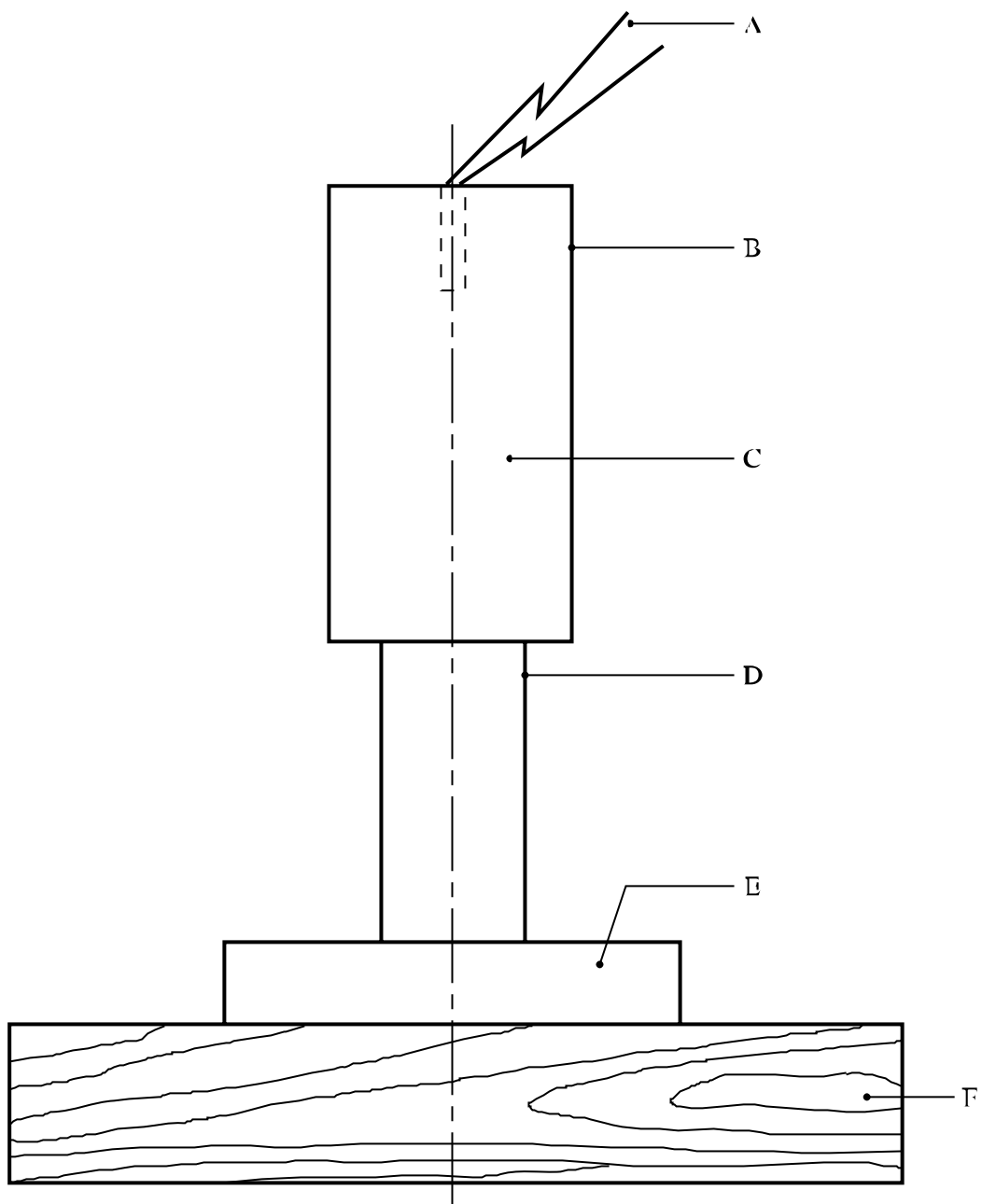


---

|     |                               |     |                                      |
|-----|-------------------------------|-----|--------------------------------------|
| (A) | Détonateur                    | (B) | Tube en carton à enroulement oblique |
| (C) | Matière à éprouver            | (D) | Plaque témoin en acier doux          |
| (E) | Entretoise annulaire en acier |     |                                      |

---

**Figure 15.4.1.1 : ÉPREUVE DE SENSIBILITÉ À L'AMORCE (avec plaque témoin en acier)**



---

|     |                                       |     |                                  |
|-----|---------------------------------------|-----|----------------------------------|
| (A) | Détonateur électrique                 | (B) | Tube en carton                   |
| (C) | Matière à éprouver                    | (D) | Cylindre en plomb                |
| (E) | Plaque en acier (de 15 × 15 × 2,5 cm) | (F) | Bloc en bois (de 30 × 30 × 5 cm) |

---

**Figure 15.4.1.2 : ÉPREUVE DE SENSIBILITÉ À L'AMORCE (avec cylindre témoin en plomb)**

**15.5 Série 5, type b) : Dispositions d'épreuve**

**15.5.1 Épreuve 5 b) i) : Épreuve de passage de la déflagration à la détonation de la France**

15.5.1.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer l'aptitude d'une matière à passer de la déflagration à la détonation.

15.5.1.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif est constitué d'un tube d'acier sans soudure (type A37) de 40,2 mm de diamètre intérieur, de 4,05 mm d'épaisseur de paroi et de 1 200 mm de longueur. Il doit avoir une résistance statique à la pression de 74,5 MPa. Le tube est fermé par deux bouchons filetés, et il est muni dans sa longueur d'une sonde de mesure de la vitesse de propagation de l'onde de choc (voir la figure 15.5.1.1). Il est posé horizontalement sur une plaque témoin en plomb de 30 mm d'épaisseur. La mise à feu de la matière est effectuée au moyen d'un fil chauffant au Ni/Cr (80/20) de 0,4 mm de diamètre et 15 mm de long, placé à une extrémité du tube.

15.5.1.3 *Mode opératoire*

La matière d'épreuve est chargée dans le tube et tassée manuellement. La température, la masse volumique et la teneur en eau de la matière doivent être enregistrées. On applique au fil d'allumage un courant de 8 A au maximum pendant une durée maximale de 3 min, pour enflammer la matière. On exécute trois essais à moins qu'il n'y ait passage de la déflagration à la détonation dès le premier ou le deuxième (ce qui ressort de l'empreinte de compression sur la plaque témoin en plomb ou de la vitesse de propagation mesurée).

15.5.1.4 *Critères d'épreuves et méthodes d'évaluation des résultats*

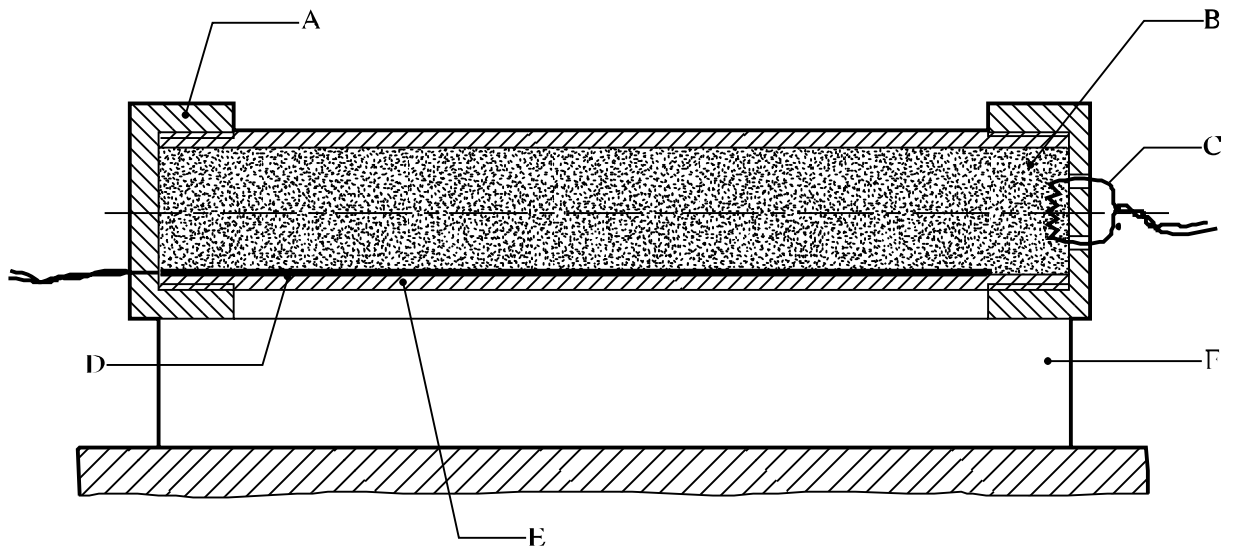
On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière est à exclure de la division 1.5 si lors d'un essai quelconque il y a détonation. Pour en juger, on se fonde sur les critères suivants :

- a) La plaque témoin en plomb porte une empreinte de compression typique d'une réaction détonante;
- b) La vitesse de propagation mesurée est supérieure à la vitesse du son dans la matière et constante dans la partie du tube la plus éloignée de l'amorce.

On doit noter la longueur parcourue avant détonation et la vitesse de propagation mesurée. On considère que le résultat est négatif (-) si la plaque témoin ne montre pas d'empreinte de compression et si la vitesse de propagation, au cas où elle est mesurée, est inférieure à la vitesse du son dans la matière.

15.5.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Masse volumique<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|---|-----------------|
| Gel aluminisé (sels oxydants 62,5 %, Al 15 %, autres combustibles 15 %)      | 1 360   | -               |
| ANFO (granulométrie du nitrate d'ammonium 0,85 mm, rétention du fioul 15 %)  | 860   | -               |
| Dynamite plastique (NG/dinitrate d'éthylèneglycol 40 %, NA 48 %, AL 8 %, NC) | 1 450   | +               |
| Dynamite-guhr (NG 60 %, guhr 40 %)   | 820   | +               |
| Explosif en bouillie sensibilisé   | 1 570   | -               |



---

|     |                           |     |                                 |
|-----|---------------------------|-----|---------------------------------|
| (A) | Bouchons filetés en fonte | (B) | Matière à éprouver              |
| (C) | Fil d'allumage            | (D) | Sonde de vitesse de propagation |
| (E) | Tube d'acier sans soudure | (F) | Plaque témoin en plomb          |

---

**Figure 15.5.1.1 : ÉPREUVE DE PASSAGE DE LA DÉFLAGRATION  
À LA DÉTONATION DE LA FRANCE**

## 15.5.2 *Épreuve 5 b) ii) : Épreuve de passage de la déflagration à la détonation des États-unis*

### 15.5.2.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer l'aptitude d'une matière à passer de la déflagration à la détonation.

### 15.5.2.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est représenté à la figure 15.5.2.1. Un échantillon de matière est placé dans un tube d'acier au carbone (A53 qualité B) de 74 mm de diamètre intérieur et de 7,6 mm d'épaisseur de paroi ("3 inch schedule 80") long de 457 mm, fermé à une extrémité par un bouchon en acier forgé (type "3 000 lb") et à l'autre par une plaque témoin carrée de 13 cm de côté en acier doux de 8 mm d'épaisseur, soudée au tube. Une capsule d'allumage, contenant 5 g de poudre noire (traversant à 100 % la maille No 20 de 0,84 mm et retenue à 100 % par la maille No 50 de 0,297 mm) est placée au centre du tube. Elle est constituée d'un étui cylindrique de 21 mm de diamètre en acétate de cellulose de 0,54 mm d'épaisseur, maintenue par deux couches de bande d'acétate renforcée de filament nylon. La longueur de la capsule est d'environ 1,6 cm pour l'inflamateur de 5 g. La capsule contient une boucle d'allumage formée de 25 mm de fil résistant en nickel-chrome de 0,30 mm de diamètre, ayant une résistance électrique de 0,343 ohms. Cette boucle est reliée à deux fils de cuivre étamé isolés de 0,66 mm de diamètre (diamètre extérieur avec gaine de 1,27 mm). Les fils passent par deux petits trous percés dans la paroi du tube, l'étanchéité étant assurée par la résine époxyde.

### 15.5.2.3 *Mode opératoire*

On charge la matière dans le tube à la température ambiante, jusqu'à une hauteur de 23 cm, on introduit la capsule d'allumage au centre du tube (les fils doivent passer par les trous de la paroi) et on scelle les trous à la résine époxyde après avoir tendu les fils. On charge ensuite le reste de l'échantillon et on visse le bouchon du haut. Pour les matières gélatineuses, la densité de remplissage doit être aussi proche que possible de la densité normale de transport. Pour les matières sous forme granulaire, on tasse la matière à la densité voulue par petits chocs répétés contre une surface dure. L'inflamateur est mis à feu avec un courant de 15 A/20 V alternatif. On exécute trois essais, à moins que le passage de la déflagration à la détonation ne se produise lors du premier ou du deuxième.

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

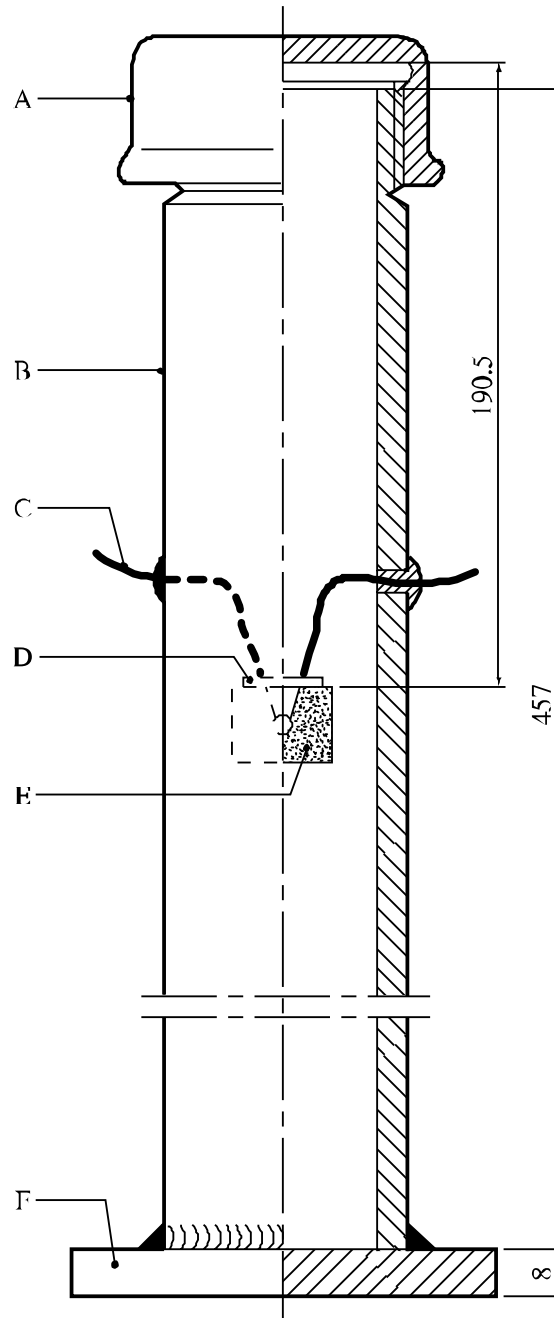
On considère que le résultat d'épreuve est positif (+) et que la matière doit être exclue de la division 1.5 si la plaque témoin est perforée. Dans le cas contraire, le résultat est négatif (-).

## 15.5.2.5 Exemples de résultats

| <b>Matière</b>  | <b>Masse volumique<br/>apparente<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Résultat</b> |
|---|---|-----------------|
| Nitrate d'ammonium/fioul (94/6)                                     | 795   | -               |
| Perchlorate d'ammonium (200 µm) <sup>a</sup>                        | 1 145   | -               |
| Explosif de mine ANFO (avec additif<br>combustible à basse densité) | 793   | -               |
| Explosif de mine en émulsion<br>(sensibilité aux microsphérules)    | 1 166   | -               |
| Explosif de mine en émulsion<br>(sensibilité à la nitrocellulose)   | 1 269   | -               |
| Explosif de mine en émulsion<br>(sensibilité à l'huile)             | 1 339   | -               |
| Dynamite NG <sup>a</sup>  | 900   | +               |
| Penthrite (mouillé avec 25 % d'eau) <sup>a</sup>                    | 1 033   | +               |

<sup>a</sup> *Matières essayées à des fins d'étalonnage et non pas en vue d'un classement dans la division 1.5.*





---

|     |                        |     |                    |
|-----|------------------------|-----|--------------------|
| (A) | Bouchon en acier forgé | (B) | Tube en acier      |
| (C) | Fil de l'inflammeur    | (D) | Joint d'étanchéité |
| (E) | Capsule d'allumage     | (F) | Plaque témoin      |

---

**Figure 15.5.2.1 : ÉPREUVE DE PASSAGE DE LA DÉFLAGRATION  
À LA DÉTONATION DES ÉTATS-UNIS**

### 15.5.3 *Épreuve 5 b) iii) : Épreuve de passage de la déflagration à la détonation*

#### 15.5.3.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer l'aptitude d'une matière à passer de la déflagration à la détonation.

#### 15.5.3.2 *Appareillage et matériels*

On utilise un tube en acier de 40 mm de diamètre intérieur, de 10 mm d'épaisseur de paroi et de 1 000 mm de longueur. Le tube (voir la figure 15.5.3.1) a une résistance à la pression de 130 MPa. Une de ses extrémités est fermée par un bouchon fileté en métal ou par un autre système de fermeture tel que boulon ou fond soudé. Cette fermeture doit avoir une résistance au moins égale à la résistance de rupture du tube. Un logement fileté pour l'inflamateur est aménagé dans la paroi du tube à 100 mm du bouchon. L'inflamateur est constitué par un étui en acier doux, contenant de la poudre noire et muni d'une amorce électrique. Après avoir vérifié la conductivité de cette dernière avec un appareil spécial ou un ohmmètre, on charge  $3 \pm 0,01$  g de poudre noire (SGP No 1) dans l'étui et on ferme l'extrémité supérieure de celui-ci avec de la bande adhésive en plastique.

#### 15.5.3.3 *Mode opératoire*

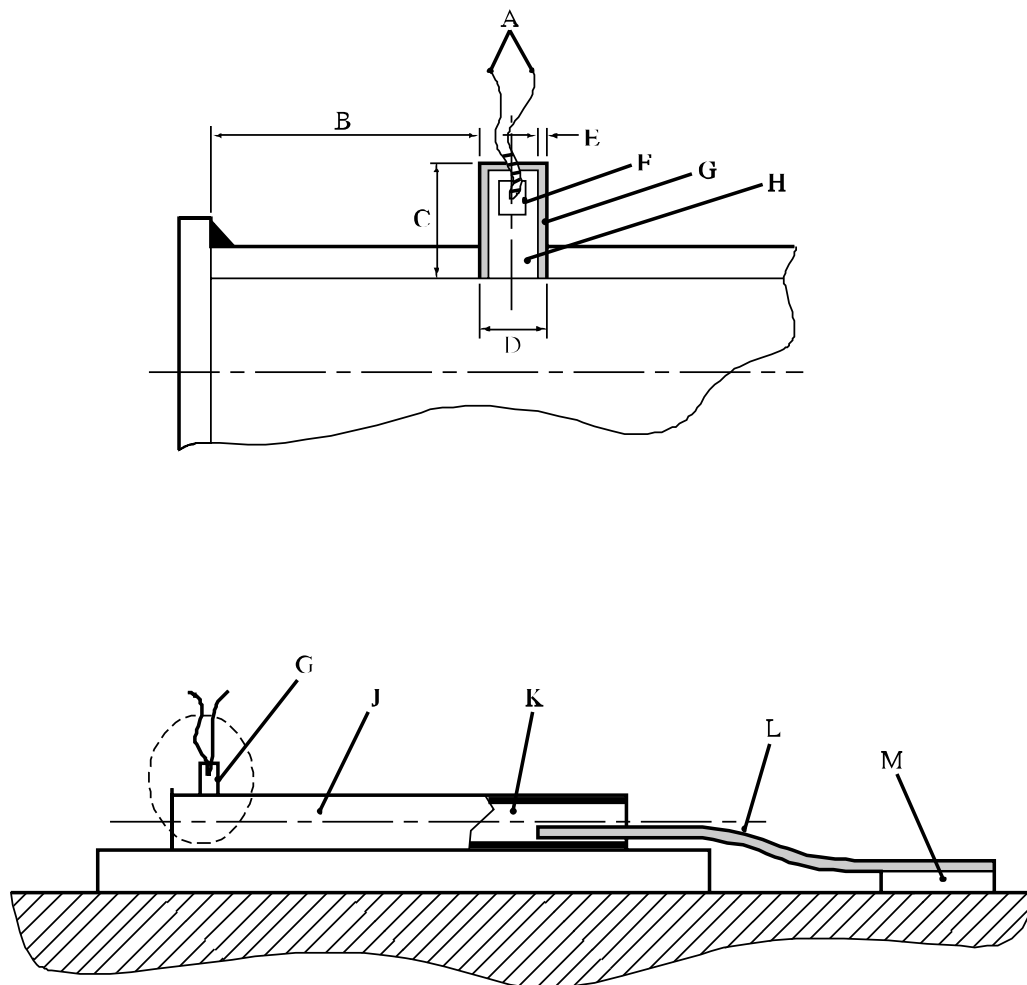
La matière est chargée dans le tube à sa densité normale en vrac. L'extrémité d'un morceau de cordeau détonant (chargé à 12 g/m) de 10 m de long, est introduite dans la matière à l'extrémité ouverte du tube sur une profondeur de 100 mm; le tube est alors fermé avec de la bande adhésive en plastique. Le tube chargé est posé horizontalement sur une plaque d'acier. L'extrémité libre du cordeau détonant est fixée à une plaque d'aluminium de 200 mm de long, de 50 mm de large et de 2 à 3 mm d'épaisseur (figure 15.5.3.1). On visse l'inflamateur dans la paroi du tube, en s'assurant que le filetage ne contient pas de matière explosible, et on le raccorde à la ligne de tir. On procède alors à la mise à feu. Après le tir on inspecte le tube. On note en particulier le caractère de la rupture du tube (renflement, éclatement en gros morceaux, fragmentation en petits morceaux), la présence ou l'absence de matière n'ayant pas réagi et la présence ou l'absence de traces laissées par le cordeau détonant sur la plaque témoin. On exécute trois essais, à moins qu'il n'y ait passage de la déflagration à la détonation lors du premier ou du deuxième.

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

Pour l'évaluation des résultats on se fonde sur le caractère de la rupture du tube ou l'explosion du cordeau détonant. On considère que le résultat est positif (+) et que la matière doit être exclue de la division 1.5 s'il y a fragmentation du tube. On considère qu'il est négatif (-) si ce n'est pas le cas.

## 15.5.3.5 Exemples de résultats

| <b>Matière (à 20 °C)</b>   | <b>Masse volumique<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Résultat</b> |
|--|---|-----------------|
| Ammonal (nitrate d'ammonium 80,5 %, trotyl 15 %, aluminium 4,5 %) (poudre)                   | 1 000   | -               |
| Ammonal détonant No 1 (nitrate d'ammonium 66 %, hexogène 24 %, aluminium 5 %)                | 1 100   | +               |
| Ammonite 6Zhv (nitrate d'ammonium 79 %, trotyl 21 %) (poudre)                                | 1 000   | -               |
| Granulite AS-4 (nitrate d'ammonium 91,8 %, fioul 4,2 %, aluminium 4 %)                       | 1 000 (1 600)                                 | -               |
| Granulite ASR-8 (nitrate d'ammonium 70 %, nitrate de sodium 4,2 %, aluminium 8 %, fioul 2 %) | 1 000 (1 600)                                 | -               |
| Perchlorate d'ammonium   | 1 100   | -               |
| Perchlorate d'ammonium plus 1,5 % d'additifs combustibles                                    | 1 100   | +               |



|  |   |
|--|---|
| (A) Fils de l'inflammeur                             | (B) Distance entre l'inflammeur et l'extrémité du tube (100 mm) |
| (C) Longueur de l'inflammeur (40 mm)                 | (D) Diamètre extérieur de l'inflammeur (16 mm)                  |
| (E) Épaisseur de l'étui de l'inflammeur (1 mm)       | (F) Amorce électrique   |
| (G) Inflammeur                                       | (H) Poudre noire  |
| (J) Tube d'acier sans soudure bouché à une extrémité | (K) Matière à éprouver  |
| (L) Cordeau détonant                                 | (M) Plaque témoin en aluminium                                  |

**Figure 15.5.3.1 : ÉPREUVE DE PASSAGE DE LA DÉFLAGRATION À LA DÉTONATION**

**15.6 Série 5, type c) : Dispositions d'épreuve**

**15.6.1 Épreuve 5 c) : Épreuve du feu extérieur (brasier) pour matières de la division 1.5**

15.6.1.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer si une matière, telle qu'elle est emballée pour le transport, peut exploser lorsqu'elle est exposée à un incendie.

15.6.1.2 *Appareillage et matériels*

On doit disposer du matériel suivant :

- a) Un colis (ou plusieurs colis) de matière explosible dans l'état et sous la forme où elle est présentée au transport. Le volume total du ou des colis à éprouver ne doit pas être inférieur à 0,15 m<sup>3</sup>, mais il n'est pas nécessaire que la quantité nette de matière explosible dépasse 200 kg;
- b) Une grille métallique pour soutenir les produits au-dessus du feu dans une position permettant un chauffage efficace. Si l'on utilise un feu de lattes de bois entrecroisées, la grille doit être située à 1,0 m au-dessus du sol; si l'on utilise un feu d'hydrocarbure liquide la grille doit être située à 0,5 m au-dessus du sol;
- c) Du feuillard ou du fil de fer pour assujettir ensemble, si nécessaire, les colis sur la grille;
- d) Assez de combustible pour entretenir un feu pendant au moins 30 minutes ou pendant une durée largement suffisante pour faire réagir la matière;
- e) Des moyens d'allumage permettant d'enflammer le combustible sur au moins deux côtés : pour un feu de lattes de bois, par exemple, on utilisera du kérosène pour imprégner le bois et un allumeur pyrotechnique avec des copeaux de bois;
- f) Des caméras cinématographiques ou vidéo pour l'enregistrement en couleur des événements, ayant de préférence une vitesse rapide et une vitesse normale.

15.6.1.3 *Mode opératoire*

15.6.1.3.1 Les colis, dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport, sont disposés en nombre voulu sur la grille, le plus près possible les uns des autres. Si nécessaire ils doivent être assujettis avec du feuillard d'acier pour les maintenir groupés pendant l'essai. Le combustible est placé sous la grille de telle manière que les colis soient enveloppés par les flammes. Il peut être nécessaire de prendre des mesures pour protéger le feu des effets du vent qui risquent d'entraîner des pertes de chaleur. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour le chauffage : pile de lattes de bois entrecroisées, feu de combustible liquide, brûleurs à propane, par exemple.

15.6.1.3.2 La méthode recommandée est toutefois celle du feu de bois qui offre divers avantages : rapport air/combustible équilibré évitant le dégagement de fumées pouvant gêner l'observation, combustion d'une intensité suffisante et d'une durée permettant de faire réagir de nombreuses matières explosibles emballées dans un délai de 10 à 30 minutes. Ce feu peut par exemple être constitué de lattes de bois séchées à l'air (de section carrée d'environ 50 mm de côté), empilées en position entrecroisée sous la grille (hauteur : 1,0 m par rapport au sol) et montant jusqu'à la base de la grille qui porte les colis. La pile de bois doit s'étendre au-delà des colis jusqu'à au moins 1,0 m dans chaque direction et l'écart entre lattes devrait être d'environ 100 mm. On doit disposer d'assez de combustible pour alimenter le feu pendant au moins 30 minutes ou pendant une durée largement suffisante pour faire réagir la matière.

15.6.1.3.3 On peut également utiliser pour le chauffage un récipient rempli d'un combustible liquide, ou une combinaison de combustible liquide et de bois, ou encore un système de chauffage à gaz, pour autant que les conditions d'essai soient aussi rigoureuses. Si l'on utilise un feu de combustible liquide, le récipient doit s'étendre au-delà du pourtour des colis jusqu'à au moins 1,0 m dans chaque direction. La distance verticale entre la grille et le récipient doit être d'environ 0,5 m. Avant de recourir à cette méthode, on doit cependant s'assurer qu'il ne risque pas de se produire un effet d'extinction ou des réactions indésirables entre matières explosibles et combustible liquide, qui puissent remettre en cause les résultats de l'essai. Si l'on utilise un feu de gaz, la grille doit être placée à une hauteur telle au-dessus du brûleur que les colis soient entourés par les flammes.

15.6.1.3.4 Le système d'allumage est mis en place et le combustible est enflammé simultanément de deux côtés, dont l'un doit être le côté au vent. Les essais ne doivent pas être exécutés par vent de vitesse dépassant 6 m/s. ***Un délai de sécurité suffisant, prescrit par l'organisme responsable des épreuves, doit être observé après l'extinction du feu.***

15.6.1.3.5 Des observations visant à constater les signes d'explosion tels que bruit violent ou projections de fragments depuis le feu, sont effectuées.

15.6.1.3.6 L'essai est normalement exécuté une seule fois. Cependant si à la fin de l'essai le bois ou tout autre combustible utilisé est épuisé alors qu'il reste une quantité appréciable de matière explosible non consommée dans le feu ou à proximité, l'essai doit être exécuté une nouvelle fois avec une plus grande quantité de combustible ou une méthode différente, de manière à accroître l'intensité et/ou la durée du feu. Si les résultats de l'essai ne permettent pas de déterminer avec précision la division de risque, un nouvel essai doit être exécuté.

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

Si une matière explose lors de cette épreuve, on considère que le résultat est positif (+) et qu'elle ne doit pas être classée dans la division 1.5.

#### 15.6.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                                  | <b>Résultat</b> |
|---|-----------------|
| ANFO  | -               |
| ANFO (avec 6 % de poudre d'aluminium)           | -               |
| ANFO (avec 6 % de matériaux combustibles)       | -               |
| ANFO en émulsion (avec 1 % de microsphérules)   | -               |
| ANFO en émulsion (avec 3,4 % de microsphérules) | -               |

## SECTION 16

## ÉPREUVES DE LA SÉRIE 6

## 16.1 Introduction

16.1.1 On se fonde sur les résultats de quatre types d'épreuves de la série 6 pour déterminer laquelle des divisions 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4 correspond le mieux au comportement d'un produit, lorsqu'un chargement de celui-ci est exposé à un feu d'origine interne ou externe, ou à une explosion d'origine externe (cases 26, 28, 30, 32 et 33 de la figure 10.3). Les résultats de ces essais sont aussi nécessaires pour évaluer si un produit peut être affecté à la division 1.4, groupe de compatibilité S, ou s'il devrait être exclu de la classe 1 (cases 35 et 36 de la figure 10.3). La série 6 comprend quatre types d'épreuves :

- Type 6 a) épreuve sur un seul colis pour déterminer s'il y a explosion en masse du contenu;
- Type 6 b) épreuve sur des colis de matière explosible ou d'objets explosibles, ou des objets explosibles non emballés, pour déterminer si une explosion se propage d'un colis ou d'un objet non emballé à un autre;
- Type 6 c) épreuve sur des colis de matière explosible ou d'objets explosibles ou des objets explosibles non emballés, pour déterminer s'il y a explosion en masse ou risque de projection dangereuse, de rayonnement calorifique intense ou de combustion violente ou de tout autre effet dangereux lorsque ces produits sont exposés à un incendie; et
- Type 6 d) épreuve sur un colis, sans confinement, d'objets explosibles auxquels la disposition spéciale 347 du chapitre 3.3 du Règlement type s'applique, pour déterminer si une inflammation accidentelle ou un amorçage accidentel du contenu entraîne des effets dangereux à l'extérieur du colis.

## 16.2 Méthodes d'épreuve

16.2.1 Les méthodes d'épreuve de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 16.1.

**Tableau 16.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVE DE LA SÉRIE 6**

| Code | Nom de l'épreuve   | Section |
|------|--|---------|
| 6 a) | Épreuve sur un seul colis <sup>a</sup>                   | 16.4.1  |
| 6 b) | Épreuve sur une pile de colis (ou d'objets) <sup>a</sup> | 16.5.1  |
| 6 c) | Épreuve du feu extérieur (brasier) <sup>a</sup>          | 16.6.1  |
| 6 d) | Épreuve sur un colis sans confinement <sup>a</sup>       | 16.7.1  |

<sup>a</sup> *Épreuve recommandée.*

16.2.2 Les épreuves des types 6 a), 6 b), 6 c) et 6 d) doivent être exécutées dans l'ordre alphabétique. Par contre il n'est pas toujours nécessaire de les exécuter toutes. L'épreuve du type 6 a) n'est pas obligatoire si les objets explosibles sont transportés sans emballage ou si le colis contient seulement un objet. L'épreuve du type 6 b) n'est pas obligatoire si lors 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.

L'épreuve du type 6 c) n'est pas obligatoire si lors d'une épreuve du type 6 b) il y a explosion pratiquement instantanée de la quasi totalité du contenu de la pile. Dans un tel cas, le produit est classé dans la division 1.1.

L'épreuve de type d) sert à déterminer si le classement dans la division 1.4, groupe de compatibilité S, est approprié, et n'est utilisée que si la disposition spécial 347 du chapitre 3.3 du Règlement type s'applique.

Les résultats des épreuves 6 c) et 6 d) indiquent que le classement du produit dans la division 1.4, groupe de compatibilité S, est approprié. Dans le cas contraire, le produit est classé dans la division 1.4, mais dans un groupe de compatibilité autre que le groupe S.

16.2.3 Si une matière donne un résultat négatif (-) (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 négatif (-) (déflagration nulle ou lente) dans une épreuve du type c) de la série 2, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve 6 a) avec un inflammateur.

16.2.4 Des explications sur certains termes utilisés pour l'affectation à une division et à un groupe de compatibilité sont données dans le glossaire de l'appendice B du Règlement type (explosion en masse, matière pyrotechnique, totalité du chargement, totalité du contenu, explosion, explosion de la totalité du contenu).

### **16.3 Conditions d'épreuve**

16.3.1 Les épreuves de la série 6 doivent être exécutées sur les colis de matière et objets explosibles dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport. La disposition géométrique des produits doit être représentative de la méthode d'emballage et des conditions de transport et devrait correspondre aux résultats d'essai les plus défavorables. Dans le cas où il est prévu de transporter des objets explosibles sans emballage, les essais doivent être exécutés sur les objets non emballés. Tous les types d'emballage contenant des matières ou objets devraient être soumis aux essais sauf si :

- a) Le produit, dans son emballage, peut être affecté sans ambiguïté à une division de risque par une autorité compétente en fonction des résultats d'autres épreuves ou d'informations dont on dispose; ou
- b) Le produit, quel que soit son emballage, est affecté à la division 1.1.



**16.4 Série 6 type a) : Dispositions d'épreuve**

**16.4.1 Épreuve 6 a) : Épreuve sur un seul colis**

16.4.1.1 *Introduction*

Il s'agit d'une épreuve exécutée sur un seul colis en vue de déterminer s'il y a explosion en masse du contenu.

16.4.1.2 *Appareillage et matériels*

Les éléments nécessaires sont les suivants :

- a) Un détonateur pour amorcer la matière ou l'objet;
- b) Un inflammateur juste suffisant pour assurer l'inflammation de la matière ou de l'objet;
- c) Des matériaux de confinement appropriés; et
- d) Une tôle d'acier doux de 3 mm d'épaisseur qui servira de plaque témoin.

On peut utiliser des appareils de mesure de l'effet de souffle.

16.4.1.3 *Mode opératoire*

16.4.1.3.1 L'essai est exécuté sur les colis de matières et d'objets explosibles dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport. Dans le cas des objets explosibles transportés sans emballage, l'essai doit s'appliquer aux objets non emballés. Le choix d'une excitation par amorçage ou par inflammation se fait en fonction des considérations suivantes.

16.4.1.3.2 Pour les matières emballées :

- a) Si la matière est destinée à détoner, elle doit être éprouvée avec un détonateur normalisé (voir l'appendice 1);
- b) Si la matière est destinée à déflagrer, elle doit être éprouvée avec un inflammateur juste suffisant (mais ne contenant pas plus de 30 g de poudre noire) pour assurer l'inflammation de la matière dans le colis. L'inflammateur doit être placé au centre de la matière dans le colis;
- c) Les matières non destinées à être utilisées comme explosifs, mais provisoirement admises dans la classe 1, doivent être éprouvées d'abord avec un détonateur normalisé (appendice 1) et, s'il ne se produit pas d'explosion, avec un inflammateur selon les dispositions de b) ci-dessus. Si une matière donne un résultat négatif (-) (pas de propagation de la détonation) dans l'épreuve du type a) de la série 1, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve avec un détonateur et si une matière donne un résultat négatif (-) (déflagration nulle ou lente) dans une épreuve du type c) de la série 2, il n'est pas nécessaire d'exécuter l'épreuve avec un inflammateur.

16.4.1.3.3 Pour les objets emballés<sup>1</sup> :

- a) Objets pourvus de leur propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation : le fonctionnement d'un objet proche du centre du colis est provoqué au moyen de son propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation. Si cela n'est pas faisable, ce dernier est remplacé par un autre dispositif d'excitation ayant l'effet requis;
- b) Objets non pourvus de leur propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation :
  - i) On fait fonctionner un objet proche du centre du colis de la manière prévue; ou
  - ii) On remplace un objet proche du centre du colis par un autre objet que l'on peut faire fonctionner avec le même effet.

16.4.1.3.4 Le colis est placé sur une plaque témoin en acier posée au sol. Pour assurer le confinement nécessaire, la méthode recommandée consiste à utiliser des emballages, de forme et de dimensions semblables à l'emballage à éprouver, complètement remplis de terre ou de sable et disposés aussi près que possible tout autour du colis à éprouver. L'épaisseur minimale de confinement dans toutes les directions doit être de 0,5 m pour un colis ne dépassant pas 0,15 m<sup>3</sup> ou de 1 m pour un colis de volume supérieur. Pour assurer le confinement voulu, on peut aussi utiliser des caisses ou sacs remplis de terre ou de sable disposés tout autour du colis et sur celui-ci, ou enfouir ce dernier sous du sable en vrac.

16.4.1.3.5 On met à feu le dispositif d'amorçage ou d'inflammation de la matière ou de l'objet et l'on observe les effets suivants : effets thermiques, projections, détonation, déflagration ou explosion de la totalité du contenu. ***Pour des raisons de sécurité, un certain délai d'attente, prescrit par l'organisme responsable des épreuves, doit être respecté après la mise à feu.*** Trois essais sont exécutés, à moins qu'un résultat déterminant (explosion de la totalité du contenu) ne soit obtenu lors du premier ou du deuxième. Si les résultats de ce nombre d'essai ne permettent pas d'aboutir à des conclusions précises, on exécute un plus grand nombre d'essais.

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

Lorsqu'il y a explosion en masse (voir à ce sujet la définition donnée au chapitre 2.1 du Règlement type) la matière remplit en principe les conditions voulues pour être classée dans la division 1.1. Les critères d'un tel effet sont :

- a) La formation d'un cratère dans le sol;
- b) Des dégâts causés à la plaque témoin placée sous le colis;
- c) Un effet de souffle mesuré;
- d) Une dislocation et une dispersion des matériaux de confinement.

Si l'objet est accepté dans la division 1.1, il n'est pas nécessaire d'exécuter d'autres épreuves; dans le cas contraire, on doit passer à l'épreuve 6 b).

---

<sup>1</sup> Dans le cas d'objets contenant une très petite quantité de matières du groupe de compatibilité A uniquement, on doit amorcer simultanément un nombre suffisant de ces objets pour faire exploser une quantité d'explosif primaire au moins égale à 0,2 g.

16.4.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                         | <b>Emballage</b>       | <b>Dispositif d'excitation</b> | <b>Effet</b>            | <b>Résultat</b>                          |
|--|------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| Perchlorate d'ammonium (12 µm)         | fût en carton de 10 kg | Détonateur                     | Détonation              | Relève éventuellement de la division 1.1 |
| Tert-butyltrinitroxylène (Musc xylène) | fût en carton de 50 kg | Détonateur                     | Décomposition localisée | Ne relève pas de la division 1.1         |
| Tert-butyltrinitroxylène (Musc xylène) | fût en carton de 50 kg | Inflamateur                    | Décomposition localisée | Ne relève pas de la division 1.1         |
| Poudre à simple base (non poreuse)     | fût en carton de 60 l  | Inflamateur                    | Pas d'explosion         | Ne relève pas de la division 1.1         |
| Poudre à simple base (poreuse)         | fût en carton de 60 l  | Inflamateur                    | Explosion               | Relève éventuellement de la division 1.1 |

**16.5 Série 6, type b) : Dispositions d'épreuve**

**16.5.1 Épreuve 6 b) : Épreuve sur une pile de colis (ou d'objets)**

16.5.1.1 *Introduction*

Cette épreuve est exécutée sur une pile de colis de matières ou d'objets explosibles ou d'objets non emballés en vue de déterminer si une explosion se propage d'un colis ou d'un objet non emballé à un autre.

16.5.1.2 *Appareillage et matériels*

Les éléments nécessaires sont les suivants :

- a) Un détonateur pour assurer l'amorçage de la matière ou de l'objet;
- b) Un inflammateur juste suffisant pour assurer l'inflammation de la matière ou de l'objet;
- c) Des matériaux de confinement appropriés; et
- d) Une tôle d'acier doux de 3 mm d'épaisseur qui servira de plaque témoin.

On peut utiliser des appareils de mesure de l'effet de souffle.

16.5.1.3 *Mode opératoire*

L'essai est exécuté sur une pile de colis d'un produit explosible ou une pile d'objets non emballés dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport. S'il est prévu de transporter des objets explosibles sans emballage, l'essai doit s'appliquer aux objets non emballés. On commence par empiler sur une plaque témoin en acier posée au sol un nombre suffisant de colis ou d'objets pour obtenir un volume total de 0,15 m<sup>3</sup>. Si le volume d'un seul colis (ou objet non emballé) est en soi supérieur à 0,15 m<sup>3</sup>, on exécute l'essai en plaçant au moins un autre colis ou objet récepteur dans la position ayant le plus de chances de causer une propagation d'un article à l'autre (voir le paragraphe 16.3.1). À défaut de connaître cette position, on doit utiliser plusieurs récepteurs. La méthode de confinement recommandée consiste à utiliser des emballages de forme et de dimensions semblables au colis soumis à l'épreuve, complètement remplis de terre ou de sable et disposés aussi près que possible tout autour du colis de manière à former une enceinte de confinement d'une épaisseur minimale d'un mètre dans toutes les directions. On peut aussi utiliser des caisses ou sacs remplis de terre ou de sable entourant la pile de tous les côtés et la recouvrant ou enfouir celle-ci sous du sable en vrac. Si l'on choisit cette dernière solution, on doit d'abord couvrir la pile d'une bâche ou la protéger d'autre manière pour éviter que du sable puisse s'introduire dans les interstices entre colis ou objets non emballés. Pour les objets transportés sans emballage, les méthodes de confinement sont les mêmes que pour les objets emballés. Le choix d'une excitation par amorçage ou par inflammation se fait en fonction des considérations suivantes.

16.5.1.4 Pour les matières emballées :

- a) Si la matière est destinée à détoner, elle doit être essayée avec un détonateur normalisé (voir l'appendice 1);
- b) Si la matière est destinée à déflagrer, elle doit être essayée avec un inflammateur juste suffisant (mais ne contenant pas plus de 30 g de poudre noire) pour assurer l'inflammation de la matière à l'intérieur d'un seul colis. L'inflammateur doit être placé au centre de la matière dans le colis;
- c) Les matières non destinées à être utilisées comme explosifs, mais provisoirement acceptées dans la classe 1, doivent être essayées avec le type de dispositif d'excitation avec lequel on a obtenu un résultat positif (+) lors de l'épreuve de type 6 a).

16.5.1.5 Pour les objets emballés et les objets non emballés<sup>2</sup> :

a) Objets pourvus de leur propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation :

Le fonctionnement d'un objet au centre du colis situé au milieu de la pile est provoqué au moyen de son propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation. Si cela n'est pas faisable, ce dernier est remplacé par un autre dispositif d'excitation ayant l'effet requis;

b) Objets non pourvus de leur propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation :

i) On fait fonctionner un objet au centre du colis situé au milieu de la pile, de la manière prévue; ou

ii) On remplace un objet au centre du colis situé au milieu de la pile par un autre objet que l'on peut faire fonctionner avec le même effet.

16.5.1.6 Comme il a été dit plus haut, le point d'inflammation ou d'amorçage doit être situé dans un colis placé près du milieu de la pile. Les objets transportés sans emballage sont soumis à l'épreuve de la même manière que les objets emballés.

16.5.1.7 On met à feu le dispositif d'amorçage ou d'inflammation de la matière ou de l'objet et l'on observe les effets suivants : effets thermiques, projections, détonation, déflagration ou explosion de la totalité du contenu. ***Pour des raisons de sécurité, un certain délai d'attente, prescrit par l'organisme responsable des épreuves, doit être respecté après la mise à feu.*** Trois essais sont exécutés, à moins qu'un résultat déterminant (explosion de la totalité du contenu) ne soit obtenu lors du premier ou du deuxième. Si les résultats de ce nombre d'essai ne permettent pas d'aboutir à des conclusions précises, on exécute un plus grand nombre d'essais.

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

S'il y a explosion pratiquement instantanée du contenu de plus d'un colis ou emballage non emballé, l'objet doit être classé dans la division 1.1. Les critères d'un tel effet sont les suivants :

- a) La présence d'un cratère au sol nettement plus grand que celui résultant de l'explosion d'un seul colis ou objet non emballé;
- b) Des dégâts à la plaque témoin placée sous la pile sensiblement plus importants que ceux résultant de l'explosion d'un seul colis ou objet non emballé;
- c) Un effet de souffle mesuré nettement supérieur à celui résultant de l'explosion d'un seul colis ou objet non emballé;
- d) Une dislocation et une dispersion violentes de la majeure partie des matériaux de confinement.

Dans le cas contraire, on poursuit par une épreuve de type 6 c).

16.5.1.9 *Exemples de résultats*

Il n'est pas possible de donner d'exemples de résultats, car ceux-ci sont trop spécifiques au colis ou à l'objet éprouvés.

---

<sup>2</sup> Dans le cas d'objets contenant une très petite quantité de matières du groupe de compatibilité A uniquement, on doit amorcer simultanément un nombre suffisant de ces objets pour faire exploser une quantité d'explosif primaire au moins égale à 0,2 g.

**16.6 Série 6, type c) : Dispositions d'épreuve**

**16.6.1 Épreuve 6 c) : Épreuve du feu extérieur (brasier)**

16.6.1.1 *Introduction*

Cette épreuve est exécutée sur des colis de matière ou objets explosibles, ou sur des objets explosibles non emballés, pour déterminer s'il y a explosion en masse ou risque de projections dangereuses, de rayonnement calorifique intense ou de combustion violente, ou d'autres effets dangereux en cas d'incendie.

16.6.1.2 *Appareillage et matériels*

Les éléments nécessaires sont les suivants :

- a) Si le volume d'un colis de matière ou d'objets, ou d'un objet non emballé, est inférieur à 0,05 m<sup>3</sup>, un nombre suffisant de colis ou d'objets non emballés pour que le volume total soit d'au moins 0,15 m<sup>3</sup>;
- b) Si le volume d'un colis de matière ou d'objets, ou d'un objet non emballé, est égal ou supérieur à 0,05 m<sup>3</sup>, trois colis ou objets non emballés. Si le volume d'un colis ou d'un objet non emballé est supérieur à 0,15 m<sup>3</sup>, l'autorité compétente peut renoncer à faire appliquer la prescription selon laquelle trois colis ou objets non emballés doivent être éprouvés;
- c) Une grille métallique destinée à soutenir les produits au-dessus du feu dans une position permettant un chauffage efficace. Si l'on utilise un feu de lattes de bois entrecroisées, la grille doit être située à 1,0 m au-dessus du sol; si l'on utilise un feu d'hydrocarbure liquide, la grille doit être située à 0,5 m au-dessus du sol;
- d) Du feuillard ou du fil de fer pour assujettir ensemble, si nécessaire, les colis ou objets non emballés sur la grille;
- e) Assez de combustible pour entretenir un feu pendant au moins 30 minutes ou, si nécessaire, pendant une durée largement suffisante pour faire réagir la matière ou l'objet (voir 16.6.1.3.8);
- f) Des moyens d'allumage pour enflammer le combustible sur au moins deux côtés : pour un feu de lattes de bois, par exemple, on utilisera du kérosène pour imprégner le bois et un allumeur pyrotechnique avec des copeaux de bois;
- g) Trois écrans en aluminium de type 1100-0 (dureté Brinell 23, résistance à la traction 90 MPa), ou en un matériau équivalent, de 2 000 mm × 2 000 mm × 2 mm, jouant le rôle de témoins, avec des supports permettant de les maintenir en position verticale. Les écrans témoins doivent être fixés rigidement sur leur cadre. Lorsque plus d'un panneau est utilisé pour constituer un écran témoin, chaque panneau doit être maintenu le long de tous les joints;
- h) Des caméras cinématographiques ou vidéo, pour l'enregistrement en couleurs de l'essai, pouvant de préférence fonctionner à grande vitesse et à vitesse normale.

Des appareils de mesure de l'effet de souffle et du rayonnement, et un matériel d'enregistrement adaptés, peuvent aussi être utilisés.

### 16.6.1.3 *Mode opératoire*

16.6.1.3.1 Les colis ou objets non emballés, dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport, sont disposés en nombre voulu sur la grille, le plus près possible les uns des autres. Les colis doivent être orientés de telle façon que la probabilité d'impact des projections sur les écrans témoins soit maximale. Si nécessaire, ils doivent être assujettis avec du feuillard d'acier pour les maintenir groupés pendant l'essai. Le combustible est placé sous la grille de telle manière que les colis ou objets non emballés soient enveloppés par les flammes. Il peut être nécessaire de prendre des mesures pour protéger le feu des effets du vent qui risquent d'entraîner des pertes de chaleur. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour le chauffage : pile de lattes de bois entrecroisées, feu de combustible liquide ou gazeux, produisant des flammes ayant une température d'au moins 800 °C.

16.6.1.3.2 Une méthode recommandée est celle du feu de bois qui offre divers avantages : rapport air/combustible équilibré évitant le dégagement de fumées pouvant gêner l'observation, combustion d'une intensité suffisante et d'une durée permettant de faire réagir de nombreuses matières explosibles emballées dans un délai de 10 à 30 min. Ce feu peut par exemple être constitué de lattes de bois séchées à l'air (de section carrée d'environ 50 mm de côté), empilées en position entrecroisée sous la grille (hauteur : 1,0 m par rapport au sol) et montant jusqu'à la base de la grille qui porte les colis ou objets non emballés. Les lattes de bois doivent s'étendre au-delà du pourtour des colis ou objets non emballés jusqu'à au moins 1,0 m dans chaque direction horizontale et l'écart entre lattes devrait être d'environ 100 mm.

16.6.1.3.3 On peut également utiliser pour le chauffage un récipient rempli d'un combustible liquide ou une combinaison de combustible liquide et de bois, pour autant que les conditions d'essai soient aussi rigoureuses. Si l'on utilise un feu de combustible liquide, le récipient doit s'étendre au-delà du pourtour des colis ou objets non emballés jusqu'à au moins 1,0 m dans chaque direction. La distance verticale entre la grille et le récipient doit être d'environ 0,5 m. Avant de recourir à cette méthode, on doit cependant s'assurer qu'il ne risque pas de se produire un effet d'extinction, ou des réactions indésirables entre matières explosibles et combustible liquide qui puissent remettre en cause les résultats de l'essai.

16.6.1.3.4 Si l'on utilise du gaz comme combustible, la zone de combustion doit s'étendre au-delà des colis ou des objets non emballés à une distance d'au moins 1,0 m dans chaque direction. L'alimentation en gaz doit se faire de façon telle que la flamme soit distribuée uniformément autour des colis. Le réservoir de gaz doit être suffisamment grand pour entretenir les flammes pendant au moins 30 min. L'inflammation des gaz peut se faire soit par un dispositif pyrotechnique actionné à distance, soit par l'ouverture à distance de l'alimentation en gaz à proximité d'une source d'inflammation déjà allumée.

16.6.1.3.5 Les écrans témoins sont installés verticalement sur trois côtés de l'installation à une distance de 4,0 m du pourtour des colis ou objets non emballés. Sur le côté situé sous le vent il n'est pas utilisé d'écran car l'exposition prolongée aux flammes de la tôle d'aluminium risque de modifier sa résistance à la pénétration. Les tôles doivent être placées de telle manière que leur centre soit au même niveau que celui des colis ou objets non emballés sauf si ceux-ci sont à moins d'un mètre du sol, auquel cas les tôles doivent toucher le sol. Si elles présentent déjà des perforations ou traces d'impact avant l'essai, celles-ci doivent être repérées de manière bien visible pour pouvoir être distinguées de celles produites par le nouvel essai.

16.6.1.3.6 Le système d'allumage est mis en place et le combustible est allumé simultanément de deux côtés, dont l'un doit être le côté situé au vent. L'essai ne doit pas être exécuté par vent de vitesse dépassant 6 m/s. ***Un délai de sécurité suffisant, prescrit par l'organisme responsable des épreuves, doit être observé après l'extinction du feu.***

16.6.1.3.7 Les observations faites visent à constater les effets suivants :

- a) Signes d'explosion;
- b) Projections potentiellement dangereuses;
- c) Effets thermiques.

16.6.1.3.8 Un seul essai est normalement exécuté. Cependant, si l'on constate que le bois ou un autre combustible utilisé s'est consumé intégralement alors qu'il subsiste une quantité non négligeable de matière explosible non brûlée dans les cendres ou autour du foyer, on doit répéter l'essai en augmentant la quantité de combustible ou en changeant de méthode de chauffage, de manière à accroître l'intensité et/ou la durée du feu. Si les résultats de cet essai ne permettent toujours pas de déterminer avec précision la division de risque, on doit exécuter un nouvel essai.

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

16.6.1.4.1 Pour répondre aux questions de la figure 10.3 (cases 26, 28, 30, 32, 33, 35 et 36) en vue du classement du produit, on évalue les résultats en fonction des critères suivants.

16.6.1.4.2 S'il y a explosion en masse, le produit est classé dans la division 1.1. On considère qu'il y a explosion en masse si une proportion importante du contenu explose si bien qu'il y a lieu, pour l'évaluation du risque pratique, d'admettre qu'il y a explosion simultanée de la totalité du contenu explosif des colis ou objets non emballés.

16.6.1.4.3 S'il n'y a pas explosion en masse, mais que l'on observe l'un des effets suivants :

- a) une perforation de l'un au moins des trois écrans témoins verticaux (voir le paragraphe 16.6.1.3.5);
- b) une projection métallique d'une énergie cinétique supérieure à 20 J, évaluée par la relation masse-distance de la figure 16.6.1.1;

le produit est affecté à la division 1.2.

16.6.1.4.4 Si l'on ne constate aucun des effets justifiant un classement dans les divisions 1.1 ou 1.2, mais que l'on observe l'un des effets suivants :

- a) une boule de feu ou un jet de flamme s'étendant au-delà de l'un des trois écrans témoins;
- b) des projections de matière enflammée provenant du produit à plus de 15 m du pourtour des colis ou objets non emballés;
- c) une durée de combustion du produit inférieure à 35 s pour 100 kg de masse nette de matière explosible (voir les notes de 16.6.1.4.8 pour la correction des durées mesurées dans l'évaluation des effets du flux thermique); ou encore, dans le cas des objets et des matières à faible valeur énergétique, une densité de flux thermique due à la combustion du produit dépassant celle du foyer lui-même de plus de 4 kW/m<sup>2</sup> à une distance de 15 m du pourtour des colis ou objets non emballés. Cette densité est mesurée sur une durée de 5 s pendant la période de rayonnement maximal;

le produit est classé dans la division 1.3.

16.6.1.4.5 Si l'on ne constate aucun des effets justifiant un classement dans les divisions 1.1, 1.2 ou 1.3, mais que l'on observe l'un des effets suivants :

- a) une boule de feu ou un jet de flamme s'étendant à plus de 1 m des flammes du foyer;
- b) des projections de matières enflammées provenant du produit à plus de 5 m du pourtour des colis ou objets non emballés;
- c) une empreinte de plus de 4 mm sur l'un des écrans témoins;



- d) une projection métallique d'une énergie cinétique supérieure à 8 J, déterminée au moyen de la relation distance-masse de la figure 16.6.1.1;
- e) une durée de combustion du produit de moins de 330 s pour une masse nette de matière explosible de 100 kg (voir 16.6.1.4.8 : Notes pour la correction des durées mesurées dans l'évaluation des effets du flux thermique);

le produit est classé dans la division 1.4 et a un groupe de compatibilité autre que le groupe S.

16.6.1.4.6 Si l'on ne constate aucun des effets justifiant un classement dans l'une des divisions 1.1, 1.2, 1.3 ou 1.4 avec un groupe de compatibilité autre que S, les effets thermiques, de souffle ou de projection ne sont donc pas susceptibles d'entraver sérieusement la lutte contre le feu ou les autres interventions d'urgence au voisinage immédiat et si les effets dangereux demeurent contenus dans le colis, le produit est affecté à la division 1.4, groupe de compatibilité S.

16.6.1.4.7 S'il n'est observé aucun effet dangereux, le produit est soumis à un examen en vue de son exclusion de la classe 1. Trois cas sont envisageables (voir les cases 35 et 36 de la figure 10.3) :

- a) Si le produit est un objet fabriqué en vue d'un effet explosif ou pyrotechnique :
  - i) Et si l'on observe un effet extérieur à l'engin (projection, feu, fumée, chaleur ou bruit intense), celui-ci est jugé appartenir à la classe 1 et le produit tel qu'il est emballé est affecté à la division 1.4 et au groupe de compatibilité S. Le paragraphe 2.1.1.1 b) du Règlement type mentionne explicitement l'engin et non pas le colis; il est donc habituellement nécessaire d'effectuer cette évaluation sur la base d'une épreuve consistant à faire fonctionner l'engin sans emballage ni confinement. Parfois, les effets décrits sont observés lors de l'épreuve 6 c), auquel cas le produit doit être classé 1.4 S sans autre épreuve;
  - ii) Ou si l'on n'observe aucun effet extérieur à l'engin (projection, feu, fumée, chaleur ou bruit intense), l'engin non emballé est exclu de la classe 1, conformément aux dispositions du paragraphe 2.1.1.1 b) du Règlement type. Ce paragraphe mentionne explicitement l'engin et non pas le colis; il est donc habituellement nécessaire d'effectuer cette évaluation sur la base d'une épreuve consistant à faire fonctionner l'engin sans emballage ni confinement;
- b) Si le produit n'est pas fabriqué en vue d'un effet explosif ou pyrotechnique, il est exclu de la classe 1 conformément aux dispositions du paragraphe 2.1.1.1 du Règlement type.

16.6.1.4.8 Notes pour la correction des mesures de durée dans l'évaluation des effets du flux thermique

**NOTA 1:** La valeur de 35 s/100 kg (voir 16.6.1.4.4 c)) correspond à un flux thermique moyen de 4 kW/m<sup>2</sup> à 15 m et à une chaleur de combustion postulée de 12 500 J/g. Si la chaleur de combustion effective est nettement différente, la durée de combustion de 35 s peut être corrigée; par exemple, une chaleur de combustion effective de 8 372 J/g dégagée pendant  $(8\,372/12\,500) \times 35\text{ s} = 23,4\text{ s}$  produirait le même niveau de flux thermique. Des corrections pour les masses autres que 100 kg s'opèrent à l'aide des relations d'échelle et des exemples du tableau 16.2.

**2:** La valeur de 330 s/100 kg (voir 16.6.1.4.5 e)) correspond à un flux thermique moyen de 4 kW/m<sup>2</sup> à 5 m et repose sur une chaleur de combustion postulée de 12 500 J/g. Si la chaleur effective de combustion est nettement différente, la durée de combustion de 330 s peut être corrigée; par exemple, une chaleur de combustion effective de 8 372 J/g dégagée pendant  $(8\,372/12\,500) \times 330\text{ s} = 221\text{ s}$  produirait le même niveau de flux thermique. Les corrections pour les masses autres que 100 kg se font à l'aide des relations d'échelle et des exemples du tableau 16.2.

3: Dans certains essais de durée de combustion, on peut observer que la combustion des colis ou des objets ne se déroule pas de manière continue, mais par épisodes; on doit alors se baser sur les durées de combustion et les masses déterminées pour chaque épisode.

**Tableau 16.2 : FLUX THERMIQUES COMPARÉS POUR DIFFÉRENTES MASSES**

| Masse (kg) | 1.3/1.4                |                            | 1.4/1.4S               |                            |
|------------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
|            | Flux (à 15 m)          | Durée de combustion (en s) | Flux (à 5 m)           | Durée de combustion (en s) |
| 20         | 1,36 kW/m <sup>2</sup> | 21,7                       | 1,36 kW/m <sup>2</sup> | 195                        |
| 50         | 2,5                    | 29,6                       | 2,5                    | 266                        |
| 100        | 4                      | 35                         | 4                      | 330                        |
| 200        | 6,3                    | 46,3                       | 6,3                    | 419                        |
| 500        | 11,7                   | 63,3                       | 11,7                   | 569                        |

**NOTA :** Les flux thermiques sont corrigés sur la base de  $(m/m_o)^{2/3}$ .  
Les durées sont corrigées sur la base de  $(m/m_o)^{1/3}$ .

Les flux thermiques peuvent être calculés au moyen de l'équation :

$$F = \frac{C \times E}{4\pi R^2 t}$$

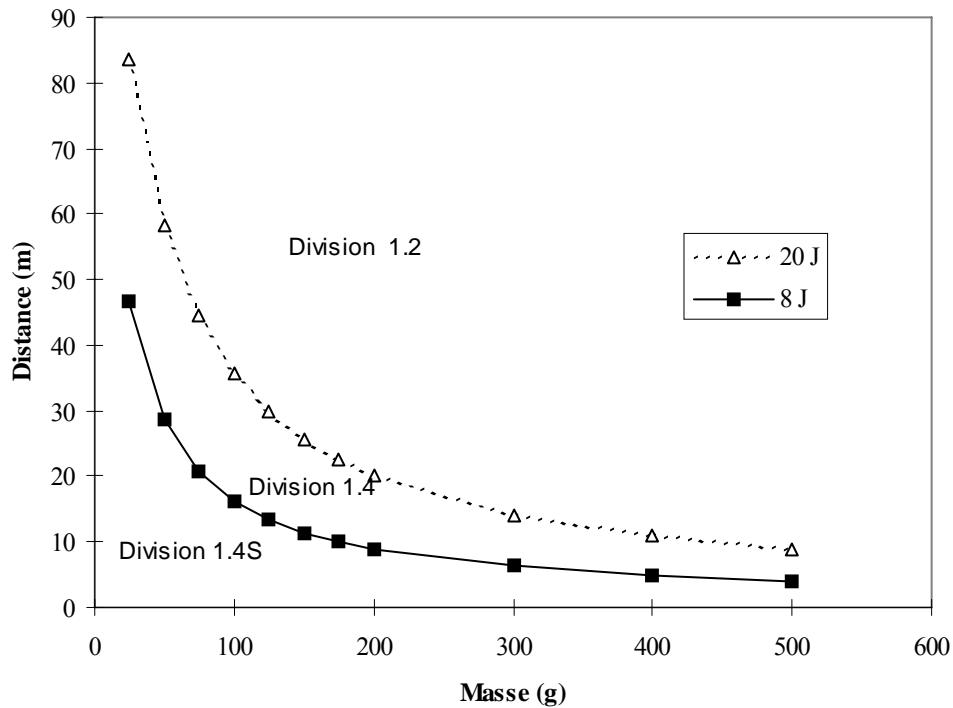
où

|   |   |  |
|---|---|--|
| F | = | flux thermique en kW/m <sup>2</sup> ;                  |
| C | = | constante = 0,33;                                      |
| E | = | valeur énergétique totale en joules;                   |
| R | = | distance des flammes à la position exposée, en mètres; |
| t | = | durée de combustion observée en secondes.              |

#### 16.6.1.5 Exemple de résultats

| Matière                                  | Emballage                | Effet                         | Résultat                        |
|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| tert-Butyltrinitroxyène<br>(Musc xylène) | 3 × 50 kg fûts en carton | La matière brûle<br>lentement | Ne relève pas de la<br>classe 1 |

**Relation distance-masse**



| Masse<br>(g) | Distance de projection (m) |      |
|--------------|----------------------------|------|
|              | 20 J                       | 8 J  |
| 25           | 83,6                       | 46,8 |
| 50           | 58,4                       | 28,7 |
| 75           | 44,4                       | 20,6 |
| 100          | 35,6                       | 16,2 |
| 125          | 29,8                       | 13,3 |
| 150          | 25,6                       | 11,4 |
| 175          | 22,43                      | 10   |
| 200          | 20                         | 8,8  |
| 300          | 13,9                       | 6,3  |
| 400          | 10,9                       | 4,9  |
| 500          | 8,9                        | 4,1  |

Exemple de valeurs pour projections métalliques douées d'une énergie cinétique de 20 J et 8 J

**Figure 16.6.1.1 : RELATION DISTANCE-MASSE POUR PROJECTIONS MÉTALLIQUES DOUÉES D'UNE ÉNERGIE CINÉTIQUE DE 20 J ET 8 J <sup>3</sup>**

<sup>3</sup> Les données de la figure 16.6.1.1 correspondent aux projections métalliques. Les projections non métalliques donneront d'autres résultats et peuvent être dangereuses. Les risques liés aux projections non métalliques devraient aussi être pris en considération.

**16.7 Série 6, type d) : Dispositions d'épreuve**

**16.7.1 Épreuve 6 d) : Épreuve sur un colis sans confinement**

16.7.1.1 *Introduction*

Il s'agit d'une épreuve exécutée sur un seul colis en vue de déterminer si une inflammation accidentelle ou un amorçage accidentel du contenu entraîne des effets dangereux à l'extérieur du colis.

16.7.1.2 *Appareillage et matériels*

Les éléments nécessaires sont les suivants :

- a) Un détonateur pour amorcer l'objet; ou
- b) Un inflammateur juste suffisant pour assurer l'inflammation de la matière ou de l'objet; et
- c) Une tôle d'acier doux de 3 mm d'épaisseur qui servira de plaque témoin.

On peut utiliser un équipement vidéo.

16.7.1.3 *Mode opératoire*

16.7.1.3.1 L'épreuve est exécutée sur les colis d'objets explosibles dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport. Lorsque les objets explosibles doivent être transportés sans emballage, les épreuves doivent être effectuées sur les objets non emballés. Le choix d'une excitation par amorçage ou par inflammation se fait en fonction des considérations suivantes.

16.7.1.3.2 Pour les objets emballés :

- a) Objets pourvus de leur propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation :  
Le fonctionnement d'un objet au centre du colis est provoqué au moyen de son propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation. Si cela n'est pas faisable, ce dernier est remplacé par un autre dispositif d'excitation ayant l'effet requis;
- b) Objets non pourvus de leur propre dispositif d'amorçage ou d'inflammation :
  - i) on fait fonctionner un objet au centre du colis, de la manière prévue; ou
  - ii) on remplace un objet au centre du colis par un autre objet que l'on peut faire fonctionner avec le même effet.

16.7.1.3.3 Le colis est placé sur une plaque témoin en acier posée au sol sans confinement.

16.7.1.3.4 On met à feu l'objet excitateur et l'on observe les effets suivants : bosselure ou perforation de la plaque témoin sous le colis, éclair ou flamme susceptibles d'enflammer des matériaux adjacents, rupture du colis entraînant des projections du contenu explosible ou perforation complète de l'emballage par une projection. Pour des raisons de sécurité, un certain délai d'attente, prescrit par l'organisme responsable des épreuves, doit être respecté après la mise à feu. Trois essais sont exécutés, dans des orientations différentes, à moins qu'un résultat déterminant ne soit observé lors du premier ou du deuxième essai. Si les résultats de ce nombre d'essais ne permettent pas d'aboutir à des conclusions précises, on exécute un plus grand nombre d'essais.

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

Pour l'inclusion dans le groupe de compatibilité S, il est exigé que tout effet dangereux résultant du fonctionnement d'objets dans cette épreuve demeure contenu dans le colis. Il y a effet dangereux à l'extérieur du colis si l'on observe l'un des faits suivants :

- a) Bosselure ou perforation de la plaque témoin sous le colis;
- b) Un éclair ou une flamme susceptible d'enflammer des matériaux adjacents, par exemple une feuille de papier de  $80 \pm 3 \text{ g/m}^2$  placée à une distance de 25 cm du colis;
- c) Rupture du colis entraînant des projections du contenu explosible; ou
- d) Des projections qui traversent entièrement l'emballage (les projections ou fragments qui restent dans ou sur la paroi de l'emballage sont considérés comme non dangereux).

Lors de l'évaluation des résultats d'épreuve, l'autorité compétente peut souhaiter tenir compte des effets imputables aux dispositifs d'excitation si elle estime que ces effets sont significatifs par rapport à ceux provoqués par l'objet soumis à l'épreuve. Si l'on observe des effets dangereux à l'extérieur du colis, le produit est alors exclu du groupe de compatibilité S.

#### 16.7.1.5 Exemples de résultats

| Objet  | Emballage  | Dispositif d'excitation                         | Effet   | Résultat  |
|--|--|---|---|---|
| Cartouches pour pyromécanismes                           | Caisse en carton renfermant 20 objets (contenant 300 g de poudre chacun) enveloppés chacun dans un sac en plastique  | L'un des objets                                 | Inflammation des objets les uns après les autres avec production à l'extérieur du colis de flammes pouvant atteindre 2 m de haut  | Ne peut pas être classé dans le groupe de compatibilité S |
| Assemblages de détonateurs non électriques               | Caisse en carton renfermant 60 assemblages enveloppés chacun dans un sac en plastique. Tube conducteur d'onde de choc enroulé en forme de huit et détonateurs équipés d'atténuateurs                                       | L'un des objets                                 | Mise à feu d'un détonateur sur 60 et aucun effet visible à l'extérieur de la caisse   | Peut être classé dans le groupe de compatibilité S        |
| Détonateurs électriques                                  | Caisse en carton renfermant 84 assemblages, embobinés chacun dans leur fil de manière à atténuer l'explosion provoquée par le détonateur   | L'un des objets                                 | Mise à feu d'un détonateur sur 84. La réaction a provoqué l'ouverture de la caisse et l'éparpillement de certains assemblages, mais il a été estimé qu'il n'y avait pas de risque d'effets dangereux à l'extérieur du colis | Peut être classé dans le groupe de compatibilité S        |
| Charges creuses (perforateurs à charges creuses de 19 g) | Caisse en carton renfermant 50 charges sur deux couches disposées en vis-à-vis   | Détonateur pourvu de 60 mm de cordeau détonnant | Trois essais effectués. Chaque fois, la plaque témoin a été perforée suite à la réaction de 3 à 4 charges. Les colis ont explosé et les charges restantes ont été éparpillées   | Ne peut pas être classé dans le groupe de compatibilité S |
| Détonateurs électriques                                  | Caisse en carton renfermant 50 détonateurs pourvus chacun d'un fil conducteur de 450 mm. Chaque assemblage a été contenu dans sa propre boîte intérieure en carton. Les boîtes étaient séparées par des cloisons en carton | L'un des objets                                 | Mise à feu d'un sur 50 détonateurs. Ouverture des rabats de la boîte. Aucun risque d'effets dangereux à l'extérieur du colis  | Peut être classé dans le groupe de compatibilité S        |



## SECTION 17

### ÉPREUVES DE LA SÉRIE 7

#### 17.1 Introduction

À la question "S'agit-il d'un objet explosible extrêmement peu sensible ?" (case 40 de la figure 10.3) il est répondu selon les résultats d'épreuves de la série 7; toute matière susceptible d'être classée dans la division 1.6 doit subir chacune des dix épreuves de la série avec un résultat négatif. Les épreuves des six premiers types (7 a) à 7 f)) servent à déterminer s'il s'agit d'une matière détonante extrêmement peu sensible (MDEPS) et celle des quatre derniers types (7 g), 7 h) et 7 k)) si un objet contenant une MDEPS peut être affecté à la division 1.6. Les dix types d'épreuves sont :

- Type 7 a) épreuve d'excitation par onde de choc pour déterminer la sensibilité à une sollicitation mécanique intense;
- Type 7 b) épreuve d'excitation avec relais détonant et confinement défini pour déterminer la sensibilité à une onde de choc;
- Type 7 c) épreuve pour déterminer l'aptitude d'une matière explosible à se dégrader dangereusement sous l'effet d'un impact;
- Type 7 d) épreuve pour déterminer la réaction d'une matière explosible à l'impact et à la perforation par un projectile d'énergie donnée;
- Type 7 e) épreuve pour déterminer la réaction à un feu extérieur d'une matière explosible confinée;
- Type 7 f) épreuve pour déterminer la réaction d'une matière explosible soumise à une température externe qui augmente lentement jusqu'à 365 °C;
- Type 7 g) épreuve pour déterminer la réaction à un feu extérieur d'un objet tel qu'il est présenté au transport;
- Type 7 h) épreuve pour déterminer la réaction d'un objet soumis à une température qui augmente lentement jusqu'à 365 °C;
- Type 7 j) épreuve pour déterminer la réaction d'un objet à l'impact et à la pénétration par un projectile d'énergie donnée;
- Type 7 k) épreuve pour déterminer si la détonation d'un objet amorce une détonation dans un objet adjacent identique.

À la question de la case 40 il est répondu "non" si l'une quelconque des épreuves de la série 7 fournit un résultat positif (+).

#### 17.2 Méthodes d'épreuve

Les méthodes d'épreuve de cette série actuellement utilisées sont énumérées au tableau 17.1.

**Tableau 17.1 : MÉTHODES DE LA SÉRIE 7**

| Code                                      | Nom de l'épreuve  | Section |
|---|---|---------|
| <b>Épreuves s'appliquant aux matières</b> |   |         |
| 7 a)                                      | Épreuve de sensibilité à l'amorce pour les MDEPS <sup>a</sup>                 | 17.4.1  |
| 7 b)                                      | Épreuve d'amorçage de la détonation pour les MDEPS <sup>a</sup>               | 17.5.1  |
| 7 c) i)                                   | Épreuve d'impact "Susan"  | 17.6.1  |
| 7 c) ii)                                  | Épreuve de friabilité <sup>a</sup>  | 17.6.2  |
| 7 d) i)                                   | Épreuve de l'impact de balle pour les MDEPS <sup>a</sup>                      | 17.7.1  |
| 7 d) ii)                                  | Épreuve de friabilité   | 17.7.2  |
| 7 e)                                      | Épreuve du feu extérieur pour les MDEPS <sup>a</sup>                          | 17.8.1  |
| 7 f)                                      | Épreuve de chauffage lent pour les MDEPS <sup>a</sup>                         | 17.9.1  |
| <b>Épreuves s'appliquant aux objets</b>   |   |         |
| 7 g)                                      | Épreuve du feu extérieur pour les objets de la division 1.6 <sup>a</sup>      | 17.10.1 |
| 7 h)                                      | Épreuve de chauffage lent pour les objets de la division 1.6 <sup>a</sup>     | 17.11.1 |
| 7 j)                                      | Épreuve de l'impact de balle pour les objets de la division 1.6 <sup>a</sup>  | 17.12.1 |
| 7 k)                                      | Épreuve sur une pile d'objets pour les objets de la division 1.6 <sup>a</sup> | 17.13.1 |

<sup>a</sup> *Épreuve recommandée.*

### 17.3 Conditions d'épreuve

17.3.1 Une matière destinée à être utilisée comme charge explosive d'un objet de la division 1.6 devra être soumise aux épreuves des séries 3 et 7. Pour les épreuves de la série 7, la matière doit se présenter sous la forme (du point de vue de la composition, de la granulométrie, de la densité, etc.) qu'elle doit avoir dans l'objet.

17.3.2 Un objet susceptible d'être classé dans la division 1.6 ne doit subir les épreuves de la série 7 qu'après que sa charge explosive ait elle-même subi les épreuves 7 a) à 7 f) pour déterminer s'il s'agit d'une MDEPS.

17.3.3 Pour déterminer si un objet chargé avec une MDEPS est un objet de la division 1.6, on effectue les épreuves 7 g), 7 h), 7 j) et 7 k). Ces épreuves sont à exécuter sur les objets dans l'état et sous la forme où ils sont présentés au transport, sauf que les composants non explosifs peuvent être omis ou simulés si l'autorité compétente estime que cela ne modifie pas la validité des résultats des épreuves.



**17.4 Série 7, type a) : Dispositions d'épreuve**

**17.4.1 Épreuve 7 a) : Épreuve de sensibilité à l'amorce pour les MDEPS**

17.4.1.1 *Introduction*

Cette épreuve d'amorçage par onde de choc vise à déterminer la sensibilité d'une matière susceptible d'être considérée comme MDEPS à une sollicitation mécanique intense.

17.4.1.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est le même que pour l'épreuve 5 a) (voir le paragraphe 15.4.1).

17.4.1.3 *Mode opératoire*

Le mode opératoire est le même que pour l'épreuve 5 a) (voir le paragraphe 15.4.1).

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

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière ne doit pas être classée comme MDEPS si, au cours de l'un des essais :

- a) La plaque témoin est arrachée ou autrement perforée (si l'on voit le jour à travers la plaque) - des renflements, fissures ou plis dans la plaque témoin n'indiquent pas qu'il y a sensibilité à l'amorce; ou
- b) Le cylindre de plomb est comprimé en son centre d'une longueur de 3,2 mm ou plus par rapport à sa longueur initiale.

Autrement, on considère que le résultat est négatif (-).

17.4.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | -               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F(95/5), comprimé                             | -               |

**17.5 Série 7, type b) : Dispositions d'épreuve**

**17.5.1 Épreuve 7 b) : Épreuve d'amorçage de la détonation pour les MDEPS**

17.5.1.1 *Introduction*

Cette épreuve est utilisée pour mesurer la sensibilité d'une matière susceptible d'être considérée comme une MDEPS à une onde de détonation d'intensité donnée, c'est-à-dire avec charge excitatrice et barrière spécifiées.

17.5.1.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'épreuve se compose d'une charge explosive excitatrice, d'une barrière, d'un tube contenant la charge à éprouver et d'une plaque témoin en acier (cible).

On utilise le matériel suivant :

- a) Un détonateur normalisé ONU ou équivalent;
- b) Un comprimé de pentolite 50/50 ou d'hexocire 95/5, de 95 mm de diamètre et de 95 mm de long, ayant une masse volumique de  $1\,600\text{ kg/m}^3 \pm 50\text{ kg/m}^3$ ;
- c) Un tube d'acier étiré à froid, sans soudure, de 95 mm de diamètre extérieur, de  $11,1\text{ mm} \pm 10\%$  d'épaisseur de paroi et de 280 mm de long, ayant les caractéristiques mécaniques suivantes :
  - Résistance à la traction = 420 MPa ( $\pm 20\%$ )
  - Allongement (%) = 22 ( $\pm 20\%$ )
  - Dureté Brinell = 125 ( $\pm 20\%$ ).
- d) Un échantillon de matière à éprouver, usiné à un diamètre juste inférieur au diamètre du tube d'acier. L'intervalle d'air entre l'échantillon et la paroi du tube doit être aussi réduit que possible;
- e) Un tronçon de barreau de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) moulé de 95 mm de diamètre et de 70 mm de long;
- f) Une plaque d'acier doux de  $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 20\text{ mm}$  et de caractéristiques mécaniques suivantes :
  - Résistance à la traction = 580 MPa ( $\pm 20\%$ )
  - Allongement (%) = 21 ( $\pm 20\%$ )
  - Dureté Brinell = 160 ( $\pm 20\%$ )
- g) Un tube en carton de 97 mm de diamètre intérieur et de 443 mm de long;
- h) Un bloc de bois de 95 mm de diamètre et de 25 mm d'épaisseur percé d'un trou central pour maintenir le détonateur.

### 17.5.1.3 *Mode opératoire*

17.5.1.3.1 Comme il est indiqué sur la figure 17.5.1.1, le détonateur, la charge excitatrice, la barrière et l'échantillon à éprouver sont empilés coaxialement au centre de la plaque témoin. Un intervalle de 1,6 mm d'air est maintenu entre l'extrémité libre de l'échantillon et la plaque témoin à l'aide de cales adaptées qui ne doivent pas empiéter sur l'échantillon. On doit veiller à un bon contact entre le détonateur et la charge excitatrice, entre celle-ci et la barrière et entre la barrière et l'échantillon. L'échantillon et la charge excitatrice doivent être à la température ambiante au moment de l'épreuve.

17.5.1.3.2 Pour faciliter la récupération des fragments de la plaque témoin, l'ensemble du dispositif peut être placé au-dessus d'un récipient d'eau avec un intervalle d'air de 10 cm au moins entre la surface de l'eau et la face inférieure de la plaque témoin, laquelle doit être soutenue sur deux de ses côtés seulement.

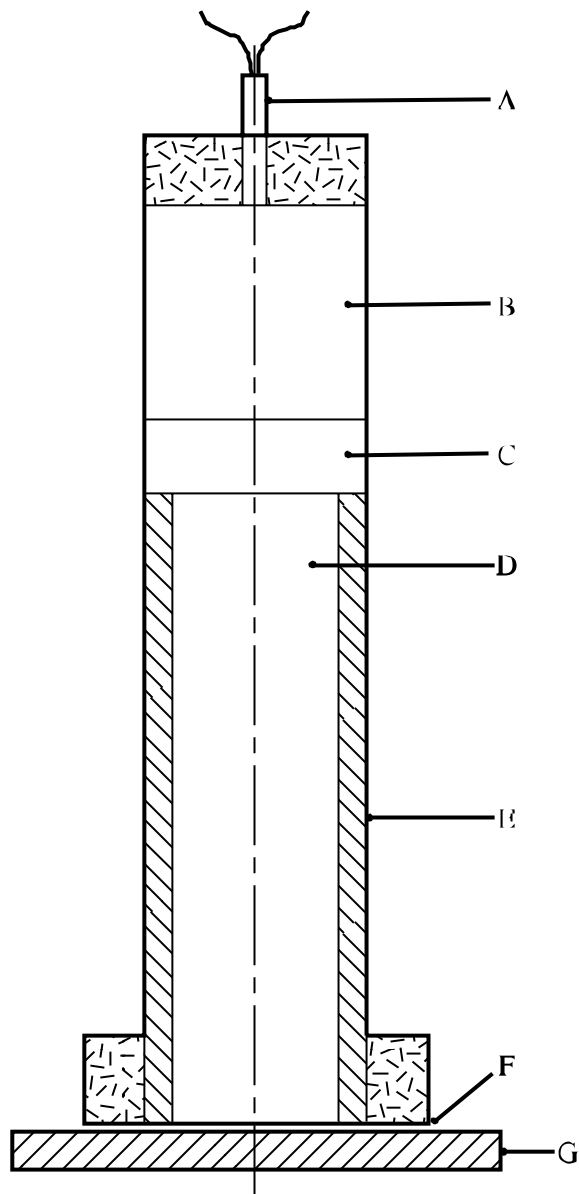
17.5.1.3.3 D'autres méthodes de récupération des fragments peuvent être utilisées, mais il importe de ménager sous la plaque témoin un espace suffisant de façon à ne pas contrarier l'effet de perforation de la plaque. L'épreuve est exécutée trois fois, à moins qu'un résultat positif ne soit constaté à la première ou à la deuxième.

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

Un trou net percé à travers la plaque indique qu'une détonation a été amorcée dans l'échantillon. Une matière qui détone au cours de l'un des essais n'est pas une MDEPS et le résultat est considéré comme positif (+).

### 17.5.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | +               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | +               |
| Hexogène/liant inerte (85/15), moulé                   | +               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé                            | -               |
| TNT, moulé   | +               |



---

|     |                  |     |                    |
|-----|------------------|-----|--------------------|
| (A) | Détonateur       | (B) | Charge excitatrice |
| (C) | Barrière de PMMA | (D) | Échantillon        |
| (E) | Tube en acier    | (F) | Intervalle d'air   |
| (G) | Plaque témoin    |     |                    |

---

**Figure 17.5.1.1 : ÉPREUVE D'AMORCAGE DE LA DÉTONATION POUR MDEPS**

**17.6 Série 7, type c) : Dispositions d'épreuve**

**17.6.1 Épreuve 7 c) i) : Épreuve d'impact "SUSAN"**

17.6.1.6 *Introduction*

L'épreuve d'impact "SUSAN" a pour objet de déterminer le degré de réaction explosive sous l'effet d'un impact à grande vitesse. On procède à cette épreuve en chargeant les matières explosibles dans des projectiles normalisés et en tirant ces projectiles sur une cible à une vitesse déterminée.

17.6.1.2 *Appareillage et matériels*

17.6.1.2.1 On utilise des pastilles cylindriques d'explosif de 51 mm de diamètre et 102 mm de long, produites par les techniques classiques.

17.6.1.2.2 L'épreuve "SUSAN" utilise les projectiles décrits à la figure 17.6.1.1. Le projectile pèse 5,4 kg prêt au tir et contient environ 0,45 kg d'explosif. Ses dimensions extérieures sont de 81,3 mm de diamètre et 220 mm de long.

17.6.1.2.3 Les projectiles sont tirés dans un canon à âme lisse de calibre 81,3 mm. La bouche du canon se trouve à 4,65 m d'une plaque d'acier à blindage à surface lisse, de 64 mm d'épaisseur, qui sert de cible. La vitesse d'impact du projectile est obtenue par adaptation des charges propulsives dans le canon.

17.6.1.2.4 La figure 17.6.1.2 donne le schéma du dispositif de tir avec l'emplacement du canon par rapport à la cible et les positions relatives des appareils de contrôle. La trajectoire se trouve à environ 1,2 m au-dessus du sol.

17.6.1.2.5 L'aire de tir est équipée de capteurs de pression étalonnés et d'appareils d'enregistrement. Le système d'enregistrement des pressions doit avoir une fréquence de réponse s'étendant jusqu'à au moins 20 kHz. On mesure les vitesses d'impact et les surpressions d'onde de choc aérienne. Les pressions sont mesurées à une distance de 3,05 m du point d'impact (capteurs (C) sur la figure 17.6.1.2).

17.6.1.3 *Mode opératoire*

17.6.1.3.1 La charge propulsive dans le canon est ajustée de façon à lancer le projectile à la vitesse de 333 m/s. On exécute le tir et on enregistre la vitesse d'impact ainsi que la surpression résultant de la réaction de la matière à l'impact. Si on n'obtient pas une vitesse de 333 m/s (+ 10 %, - 0 %), on ajuste la quantité de poudre propulsive et on recommence l'épreuve.

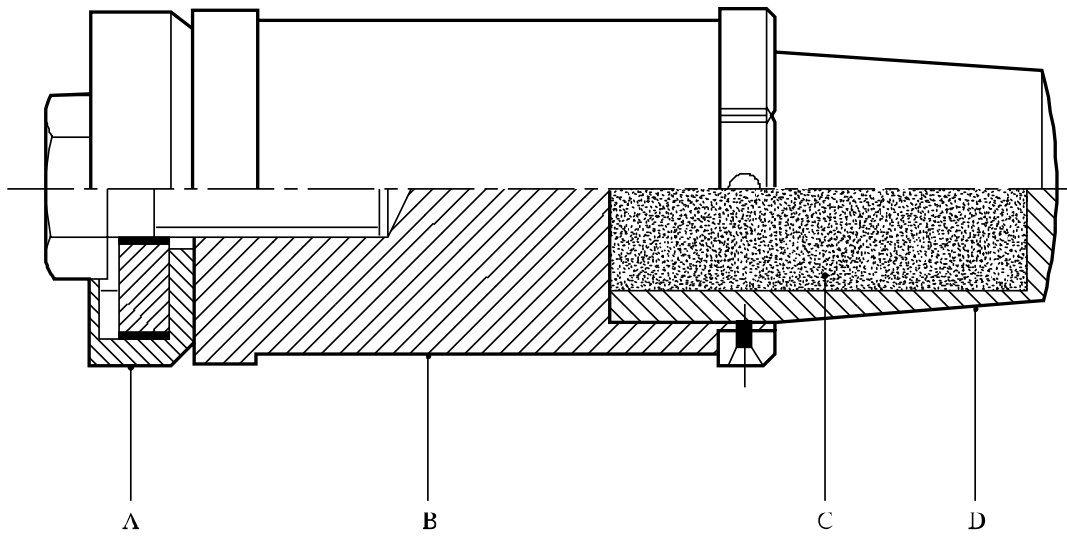
17.6.1.3.2 Dès que l'on a obtenu une vitesse d'impact de 333 m/s, l'épreuve est répétée jusqu'à l'obtention d'enregistrements pression/temps satisfaisants sur au moins cinq tirs différents. Pour chacun de ces tirs reconnus valables, la vitesse d'impact doit être de 333 m/s (+ 10 %, - 0 %).

17.6.1.4 *Critères d'épreuve et méthodes d'évaluation des résultats*

On enregistre la surpression maximale (effet de souffle) pour chaque tir. On détermine la moyenne des pressions maximales obtenues lors des cinq tirs reconnus valables. Si la pression moyenne ainsi obtenue est supérieure ou égale à 27 kPa, la matière n'est pas une MDEPS et le résultat est considéré comme positif (+).

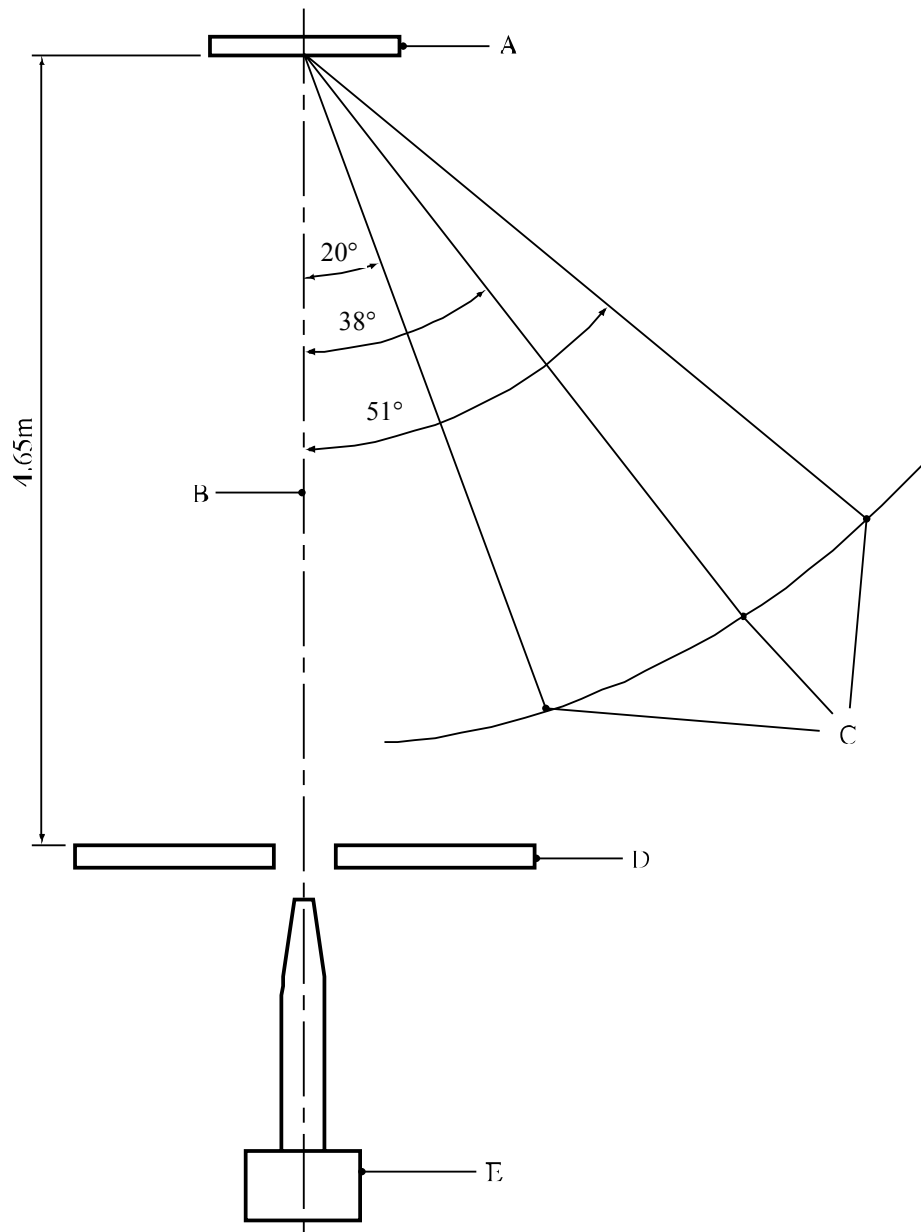
17.6.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | +               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé                            | -               |



- 
- (A) Joint en cuir
  - (B) Corps en acier
  - (C) Explosif éprouvé
  - (D) Coiffe en aluminium
- 

**Figure 17.6.1.1 : PROJECTILE DE L'ÉPREUVE "SUSAN"**



- 
- (A) Plaque de blindage (64 mm d'épaisseur)
  - (B) Trajectoire
  - (C) Capteurs de mesure de souffle (à 3,05 m du point d'impact)
  - (D) Écran pare-fumée
  - (E) Canon de 81,3 mm
- 

**Figure 17.6.1.2 : SCHÉMA DE PRINCIPE DU SITE DE TIR (vue en élévation)**



## 17.6.2 *Épreuve 7 c) ii) : Épreuve de friabilité*

### 17.6.2.1 *Introduction*

L'épreuve de friabilité sert à déterminer l'aptitude d'une matière compacte susceptible d'être considérée comme MDEPS à se dégrader dangereusement sous l'effet d'un choc.

### 17.6.2.2 *Appareillage et matériels*

On utilise le matériel suivant :

- a) Une arme permettant de projeter des échantillons de matière cylindriques de 18 mm de diamètre à la vitesse de 150 m/s;
- b) Une plaque d'acier inoxydable Z30 C 13 d'épaisseur 20 mm et dont la face avant a une rugosité de 3,2 microns (normes AFNOR NF E 05-015 et NF E 05-016);
- c) Une bombe manométrique de  $108 \pm 0,5 \text{ cm}^3$  maintenue à 20 °C;
- d) Une capsule d'allumage contenant 0,5 g de poudre noire d'une granulométrie moyenne de 0,75 mm et une boucle de fil chauffant. La composition de la poudre noire doit être la suivante : 74 % de nitrate de potassium, 10,5 % de soufre et 15,5 % de carbone. Sa teneur en humidité doit être inférieure à 1 %;
- e) Un échantillon cylindrique de matière compacte, de  $18 \pm 0,1 \text{ mm}$  de diamètre. Sa longueur est ajustée de façon à obtenir une masse de  $9,0 \pm 0,1 \text{ g}$ . L'échantillon est maintenu à la température de 20 °C;
- f) Une boîte pour la récupération des fragments.

### 17.6.2.3 *Mode opératoire*

17.6.2.3.1 L'échantillon est projeté contre la plaque d'acier avec une vitesse initiale suffisante pour obtenir à l'impact une vitesse aussi proche que possible de 150 m/s. La masse des fragments recueillis après le choc doit être d'au moins 8,8 g. Ces fragments sont mis à feu dans une bombe manométrique. L'épreuve est exécutée trois fois.

17.6.2.3.2 On enregistre la courbe de pression en fonction du temps,  $p = f(t)$ , ce qui permet de construire la courbe  $(dp/dt) = f(t)$ , de laquelle on tire la valeur  $(dp/dt)_{\text{max}}$ . La valeur  $(dp/dt)_{\text{max}}$  correspondant à la vitesse d'impact de 150 m/s est alors déterminée.

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

Si la moyenne des valeurs maximales  $(dp/dt)_{\text{max}}$  obtenue à la vitesse d'impact de 150 m/s est supérieure à 15 MPa/ms, la matière éprouvée n'est pas une MDEPS et le résultat est considéré comme positif (+).

### 17.6.2.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | -               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé                            | -               |

**17.7 Série 7, type d) : Dispositions d'épreuve**

**17.7.1 Épreuve 7 d) i) : Épreuve de l'impact de balle pour MDEPS**

17.7.1.1 *Introduction*

L'épreuve de l'impact de balle vise à évaluer la réaction d'une matière susceptible d'être considérée comme MDEPS au transfert d'énergie cinétique associé à l'impact et à la perforation par un projectile d'énergie donnée (balle de 12,7 mm lancée à une vitesse déterminée).

17.7.1.2 *Appareillage et matériels*

17.7.1.2.1 On utilise des échantillons d'explosif produits selon des techniques classiques. Les échantillons doivent avoir une longueur de 20 cm et un diamètre permettant un ajustage serré dans un tube en acier sans soudure d'un diamètre intérieur nominal de 45 mm ( $\pm 10\%$ ), d'une épaisseur de 4 mm ( $\pm 10\%$ ) et d'une longueur de 200 mm. Les tubes sont fermés par des couvercles d'acier ou de fonte, de résistance au moins égale à celle du tube, serrés au couple de 204 Nm.

17.7.1.2.2 Le projectile est une balle perforante normale de 12,7 mm d'une masse de 0,046 kg, tiré par une arme de même calibre à la vitesse nominale d'environ  $840 \pm 40$  m/s.

17.7.1.3 *Mode opératoire*

17.7.1.3.1 Pour les épreuves, on doit produire au moins six spécimens d'essai (matière à éprouver dans son tube en acier fermé par les couvercles).

17.7.1.3.2 Chaque spécimen d'essai est fixé sur un support adéquat à une certaine distance de la bouche de l'arme. Il doit être solidement maintenu par un dispositif de serrage sur le support. Ce dispositif doit pouvoir empêcher l'objet d'être délogé sous l'impact de la balle.

17.7.1.3.3 L'épreuve consiste à tirer un projectile sur chaque spécimen. Il doit être effectué trois essais au moins avec l'objet orienté de façon que son axe longitudinal soit perpendiculaire à la trajectoire (impact sur le côté du tube). Il doit aussi en être effectué trois au moins avec l'objet orienté de façon que son axe longitudinal soit parallèle à la trajectoire (impact sur l'un des couvercles).

17.7.1.3.4 Les restes du tube d'essai sont récupérés. La fragmentation totale du tube indique qu'il y a eu explosion ou détonation.

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

Une matière qui explose ou détone au cours d'un essai n'est pas une MDEPS et le résultat est considéré comme positif (+).

17.7.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/Aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | -               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé                            | -               |

## 17.7.2 *Épreuve 7 d) ii) : Épreuve de friabilité*

### 17.7.2.1 *Introduction*

L'épreuve de friabilité sert à évaluer la réaction d'une matière susceptible d'être considérée comme MDEPS au transfert d'énergie cinétique associé à l'impact et à la pénétration d'un projectile d'énergie donnée, se déplaçant à une vitesse donnée.

### 17.7.2.2 *Appareillage et matériels*

On utilise le matériel suivant :

- a) Une arme permettant de projeter des échantillons cylindriques de 18 mm de diamètre à la vitesse de 150 m/s;
- b) Une plaque d'acier inoxydable Z30 C 13 d'épaisseur 20 mm et dont la face avant a une rugosité de 3,2 microns (normes AFNOR NF E 05-015 et NF E 05-16);
- c) Une bombe manométrique de  $108 \pm 0,5 \text{ cm}^3$  maintenue à 20 °C;
- d) Une cartouche d'allumage contenant 0,5 g de poudre noire d'une granulométrie moyenne de 0,75 mm et une boucle de fil chauffant. La poudre noire doit avoir la composition suivante : nitrate de potassium 74 %, soufre 10,5 %, carbone 15,5 %. Sa teneur en humidité doit être inférieure à 1 %;
- e) Un échantillon cylindrique de matière compacte, de  $18 \pm 0,1 \text{ mm}$  de diamètre. Sa longueur est ajustée de façon à obtenir une masse de  $9,0 \pm 0,1 \text{ g}$ . L'échantillon est maintenu à la température de 20 °C;
- f) Une boîte pour la récupération des fragments.

### 17.7.2.3 *Mode opératoire*

17.7.2.3.1 L'échantillon est projeté contre la plaque d'acier avec une vitesse initiale suffisante pour obtenir à l'impact une vitesse aussi proche que possible de 150 m/s. La masse des fragments recueillis après le choc doit être d'au moins 8,8 g. Ces fragments sont mis à feu dans une bombe manométrique. L'épreuve est exécutée trois fois.

17.7.2.3.2 On enregistre la courbe de pression en fonction du temps,  $p = f(t)$ ; ce qui permet de construire la courbe  $(dp/dt) = f(t)$ , de laquelle on tire la valeur  $(dp/dt)_{\text{max}}$ . La valeur  $(dp/dt)_{\text{max}}$  correspondant à la vitesse d'impact de 150 m/s est alors déterminée.

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

Si la moyenne des valeurs maximales  $(dp/dt)_{\text{max}}$  obtenue à la vitesse d'impact de 150 m/s est supérieure à 15 MPa/ms, la matière éprouvée n'est pas une MDEPS et le résultat est considéré comme positif (+).

### 17.7.2.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | -               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé                            | -               |

**17.8 Série 7, type e) : Dispositions d'épreuve****17.8.1 Épreuve 7 e) : Épreuve du feu extérieur pour les MDEPS**17.8.1.1 *Introduction*

L'épreuve du feu extérieur sert à déterminer la réaction à un feu extérieur d'une matière susceptible d'être considérée comme une MDEPS, lorsqu'elle est confinée.

17.8.1.2 *Appareillage et matériels*

On utilise des échantillons d'explosif produits selon des techniques classiques. Ils doivent avoir une longueur de 20 cm et un diamètre permettant un ajustage serré dans un tube en acier sans soudure d'un diamètre intérieur de 45 mm ( $\pm 10\%$ ), d'une épaisseur de paroi de 4 mm ( $\pm 10\%$ ) et d'une longueur de 200 mm. Les tubes sont fermés par des couvercles d'acier ou de fonte, de résistance au moins égale à celle du tube, serrés au couple de 204 Nm.

17.8.1.3 *Mode opératoire*

17.8.1.3.1 Le mode opératoire est le même que celui de l'épreuve 6 c) (voir le paragraphe 16.6.1.3) sauf pour ce qui est indiqué au paragraphe 17.8.1.3.2 ci-dessous.

17.8.1.3.2 Pour l'épreuve, on utilise :

- a) Soit un feu dont les flammes doivent envelopper quinze échantillons confinés entassés en trois piles adjacentes de deux échantillons attachés au-dessus de trois échantillons;
- b) Soit trois feux au-dessus de chacun desquels cinq échantillons sont disposés horizontalement et attachés ensemble.

Des photographies en couleurs sont prises comme preuves de l'état des échantillons après chaque épreuve. On note la formation d'un cratère au sol ainsi que la taille et la répartition des fragments du tube pour indiquer le degré de violence de la réaction.

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

Une matière explosible qui détone ou réagit violemment avec projection de fragments à plus de 15 m n'est pas une MDEPS et le résultat est considéré comme positif (+).

17.8.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé                   | -               |
| Octogène/liant inerte (85/15), moulé                   | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé              | +               |
| Octogène/aluminium/liant énergétique (51/19/14), moulé | -               |
| Hexogène/liant inerte (85/15), moulé                   | +               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé                            | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé                            | -               |

**17.9 Série 7, type f) : Dispositions d'épreuve**

**17.9.1 Épreuve 7 f) : Épreuve de chauffage lent pour les MDEPS**

17.9.1.1 *Introduction*

L'épreuve sert à déterminer la réaction d'une matière susceptible d'être considérée comme MDEPS à un environnement dont la température augmente progressivement, ainsi que la température à laquelle cette réaction se produit.

17.9.1.2 *Appareillage et matériels*

17.9.1.2.1 On utilise des échantillons d'explosifs produits selon des techniques classiques. Ils doivent avoir une longueur de 200 mm et un diamètre permettant un ajustage serré dans un tube en acier sans soudure d'un diamètre intérieur de 45 mm ( $\pm 10\%$ ), d'une épaisseur de paroi de 4 mm ( $\pm 10\%$ ) et d'une longueur de 200 mm. Les tubes sont fermés par des couvercles d'acier, de résistance au moins égale à celle du tube, serrés au couple de 204 Nm.

17.9.1.2.2 On utilise un four réglé ayant une plage de température de 40 °C à 365 °C avec une vitesse d'accroissement de 3,3 °C par heure sur toute cette plage, tout en assurant, par circulation d'air ou par un autre moyen, une répartition uniforme de la température autour de l'éprouvette.

17.9.1.2.3 Des dispositifs doivent enregistrer la température en continu ou au moins toutes les 10 minutes. L'appareillage, qui doit avoir une précision de  $\pm 2\%$  sur la plage de température au cours de l'épreuve, sert à mesurer :

- a) la température de l'air à l'intérieur du four;
- b) la température de la surface extérieure du tube d'acier.

17.9.1.3 *Mode opératoire*

17.9.1.3.1 Le spécimen est soumis à une augmentation progressive de la température de l'air, à raison de 3,3 °C par heure, jusqu'à ce qu'une réaction se produise. On peut commencer l'épreuve en préconditionnant l'objet à une température située à 55 °C au-dessous de la température de réaction prévue. On enregistre la température à partir de laquelle la température de l'échantillon dépasse celle du four.

17.9.1.3.2 À la fin de chaque épreuve, on récupère dans la zone d'essai le tube, ou ses fragments, que l'on examine pour rechercher les indices d'une réaction explosive violente. On peut prendre des photographies en couleurs comme documents sur l'état de l'échantillon et celui du matériel d'épreuve avant et après l'essai. On note également s'il y a formation d'un cratère dans le sol, ainsi que la taille et la répartition des fragments pour indiquer le degré de violence de la réaction.

17.9.1.3.3 On effectue trois essais pour chaque matière, à moins qu'un résultat positif ne soit constaté au premier ou au deuxième.

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

Une matière qui détone ou réagit violemment (fragmentation d'un ou des deux couvercles d'extrémité et fragmentation du tube en plus de trois morceaux) n'est pas considérée comme une MDEPS et le résultat est jugé positif (+).

17.9.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>                            | <b>Résultat</b> |
|---|-----------------|
| Octogène/liant inerte (86/14), moulé      | -               |
| Octogène/liant énergétique (80/20), moulé | +               |
| Hexogène/TNT (60/40), moulé               | +               |
| TATB/Kel-F (95/5), comprimé               | -               |

**17.10 Série 7, type g) : Dispositions d'épreuve**

**17.10.1 Épreuve 7 g) : Épreuve du feu extérieur pour les objets de la division 1.6**

17.10.1.1 *Introduction*

L'épreuve du feu extérieur sert à déterminer la réaction à un feu extérieur d'un objet susceptible d'être affecté à la division 1.6 tel qu'il est présenté au transport.

17.10.1.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est le même que celui de l'épreuve 6 c) (voir le paragraphe 16.6.1.2).

17.10.1.3 *Mode opératoire*

Le mode opératoire pour cette épreuve est le même que celui de l'épreuve 6 c) (voir le paragraphe 16.6.1.3), à l'exception près que si le volume d'un objet individuel dépasse 0,15 m<sup>3</sup>, un seul objet est nécessaire.

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

S'il est observé une réaction plus violente qu'une combustion, on considère que le résultat est positif (+) et que l'objet ne peut être classé comme objet de la division 1.6.

**17.11 Série 7, type h) : Dispositions d'épreuve**

**17.11.1 Épreuve 7 h) : Épreuve de chauffage lent pour les objets de la division 1.6**

17.11.1.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à déterminer la réaction d'un objet susceptible d'être affecté à la division 1.6 à un environnement dont la température augmente progressivement, ainsi que la température à laquelle cette réaction se produit.

17.11.1.2 *Appareillage et matériels*

17.11.1.2.1 On utilise un four réglé ayant une plage de température de 40 °C à 365 °C avec une vitesse d'accroissement de 3,3 °C par heure sur toute cette plage, tout en assurant, par circulation d'air ou par un autre moyen, une répartition uniforme de la température autour de l'objet éprouvé. Les réactions secondaires pouvant se produire (par exemple lorsque des exsudats ou gaz d'explosion entrent en contact avec les éléments de chauffe) sont de nature à invalider l'épreuve; il est toutefois possible de les éviter en utilisant un récipient intérieur étanche dans lequel sont enfermés les objets transportés sans emballage. Il est en outre nécessaire de prévoir des dispositifs de décharge pour la surpression d'air due à l'échauffement.

17.11.1.2.2 Des dispositifs doivent enregistrer la température en continu ou au moins toutes les 10 minutes. L'appareillage, qui doit avoir une précision de  $\pm 2\%$  sur la plage de température au cours de l'épreuve, sert à mesurer :

- a) la température de l'air autour de l'objet éprouvé;
- b) la température de la surface extérieure de l'objet.

17.11.1.3 *Mode opératoire*

17.11.1.3.1 L'objet est soumis à une augmentation progressive de la température de l'air, à raison de 3,3 °C par heure, jusqu'à ce qu'une réaction se produise. On peut commencer l'épreuve en préconditionnant l'objet à une température située à 55 °C au-dessous de la température de réaction prévue. On mesure et on enregistre les températures et le temps écoulé.

17.11.1.3.2 On prend des photographies en couleurs comme documents sur l'état de l'échantillon et celui du matériel d'épreuve avant et après l'essai. On note s'il y a formation d'un cratère dans le sol, ainsi que la taille des fragments, pour indiquer le degré de violence de la réaction. Il peut arriver que les matières énergétiques s'enflamment et brûlent et que l'enveloppe fonde ou soit suffisamment affaiblie pour laisser s'échapper en douceur les gaz de combustion. La réaction de combustion doit être telle que les débris de l'enveloppe et les éléments d'emballage restent dans la zone d'épreuve, sauf en ce qui concerne les couvercles, qui peuvent être arrachés par la pression interne et projetés jusqu'à 15 mètres de distance.

17.11.1.3.3 L'épreuve est exécutée deux fois, à moins qu'un résultat positif ne soit obtenu dès la première.

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

S'il se produit une réaction plus violente que la combustion, le résultat est considéré comme positif (+) et l'objet n'est pas classé comme objet de la division 1.6.



**17.12 Série 7, type j) : Dispositions d'épreuve**

**17.12.1 Épreuve 7 j) : Épreuve de l'impact de balle pour les objets de la division 1.6**

17.12.1.1 *Introduction*

L'épreuve de l'impact de balle vise à évaluer la réaction d'un objet susceptible d'être affecté à la division 1.6 au transfert d'énergie cinétique associé à l'impact et à la perforation par un projectile d'énergie donnée.

17.12.1.2 *Appareillage et matériels*

On utilise une arme de calibre 12,7 mm pour tirer des munitions perforantes du même calibre, avec un projectile d'une masse de 0,046 kg et avec une charge propulsive normale. L'arme est actionnée par télécommande et, pour la protéger des éclats, on effectue le tir à travers une ouverture pratiquée dans une plaque d'acier épaisse. La bouche du canon doit être située à une distance de 3 à 20 mètres de l'objet éprouvé, selon le poids d'explosif que ce dernier contient. L'objet à éprouver doit être fixé à l'aide d'un dispositif de serrage qui l'empêche d'être délogé sous l'effet des projectiles. L'épreuve est enregistrée visuellement par photographie ou par un autre moyen.

17.12.1.3 *Mode opératoire*

L'épreuve consiste à soumettre un objet complet chargé d'une MDEPS à une rafale de trois coups tirés à la vitesse initiale de  $840 \pm 40$  m/s et à la cadence de 600 coups par minute. L'épreuve est répétée selon trois orientations différentes. Dans ces orientations, on choisit sur l'objet à éprouver un point pour les impacts multiples, tel que les projectiles perforent les matériaux les plus sensibles, non séparés de la charge explosive principale par des barrières ou autres éléments de sécurité. On détermine le degré de réaction après examen du film de l'épreuve et du matériel après l'épreuve. La fragmentation complète de l'objet indique une détonation.

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

S'il y a eu détonation lors de l'un quelconque des essais, l'objet ne peut être classé comme objet de la division 1.6 et le résultat est considéré comme positif (+). L'absence de réaction, la combustion ou la déflagration de l'objet sont considérées comme donnant un résultat négatif (-).

**17.13 Série 7, type k) : Dispositions d'épreuve**

**17.13.1 Épreuve 7 k) : Épreuve sur une pile d'objets pour les objets de la division 1.6**

17.13.1.1 *Introduction*

Cette épreuve a pour but de déterminer si la détonation d'un objet susceptible d'être affecté à la division 1.6, tel qu'il est présenté au transport, fait détoner un objet adjacent identique.

17.13.1.2 *Appareillage et matériels*

Le dispositif d'essai est le même que celui de l'épreuve 6 b) (voir le paragraphe 16.5.1.2), mais sans confinement. L'objet excitateur doit être équipé de son propre moyen d'amorçage ou produire une sollicitation de puissance comparable.

17.13.1.3 *Mode opératoire*

Le mode opératoire pour cette épreuve est le même que celui de l'épreuve 6 b) (voir le paragraphe 16.5.1.3). L'épreuve est effectuée trois fois, à moins que la détonation d'un objet récepteur ne se produise avant la fin. Les constatations en matière de fragmentation (taille et nombre de fragments de l'objet récepteur), détérioration de la plaque témoin et taille du cratère au sol servent à déterminer si un objet récepteur a détoné ou non. Les données sur les effets de souffle peuvent servir à étayer cette conclusion.

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

Si une détonation dans la pile se communique de l'objet excitateur à un objet récepteur, on considère que le résultat est positif (+) et que l'objet ne peut être affecté à la division 1.6. L'absence de réaction, la combustion ou la déflagration de l'objet récepteur sont considérées comme donnant un résultat négatif (-)

## SECTION 18

## ÉPREUVES DE LA SÉRIE 8

**18.1 Introduction**

À la question de savoir si une émulsion, une suspension ou un gel de nitrate d'ammonium servant à la fabrication d'explosifs de mine (ENA) est suffisamment insensible pour être classé dans la division 5.1 on répond en soumettant la matière aux trois types d'épreuves qui constituent la série 8. Les trois types d'épreuves sont les suivants :

- Type 8 a) épreuve pour déterminer la stabilité à la chaleur;
- Type 8 b) épreuve d'excitation par onde de détonation pour déterminer la sensibilité à une onde de choc violent;
- Type 8 c) épreuve pour déterminer l'effet du chauffage sous confinement;

La série d'épreuves 8 d) figure dans la présente section en tant que méthode visant à déterminer si une matière peut être transportée en citerne.

**18.2 Méthodes d'épreuve**

Les méthodes d'épreuve actuellement utilisées sont énumérées au tableau 18.1.

**Tableau 18.1 : MÉTHODES D'ÉPREUVE DE LA SÉRIE 8**

| Code | Nom de l'épreuve   | Section |
|------|--|---------|
| 8 a) | Épreuve de stabilité à la chaleur pour les ENA <sup>a</sup>                    | 18.4    |
| 8 b) | Épreuve d'amorçage de la détonation à grande échelle pour les ENA <sup>a</sup> | 18.5    |
| 8 c) | Épreuve de Koenen <sup>a</sup>   | 18.6    |
| 8 d) | Épreuves du tube avec évent <sup>b</sup>                                       | 18.7    |

<sup>a</sup> Cette épreuve est destinée au classement.

<sup>b</sup> Ces épreuves visent à déterminer si la matière peut être transportée en citernes.

**18.3 Conditions d'épreuve**

18.3.1 La matière doit être éprouvée telle qu'elle est présentée au transport, à la plus haute température (voir 1.5.4 du présent Manuel).

**18.4 Série 8, Type a): Dispositions d'épreuve****18.4.1 Épreuve 8 a) : Épreuve de stabilité à la chaleur pour le nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel****18.4.1.1 Introduction**

18.4.1.1.1 Cette épreuve sert à mesurer la stabilité d'une matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine lorsque la matière est soumise à des températures élevées afin de déterminer si elle est trop dangereuse pour être transportée.

18.4.1.1.2 Cette épreuve est employée pour déterminer si l'émulsion, la suspension ou le gel est stable aux températures atteintes lors du transport. Lorsque ce type d'épreuves est exécuté normalement (voir 28.4.4), le vase de Dewar d'un demi-litre est le seul qui est représentatif des emballages, des GRV et des petites citernes. Cette épreuve peut également être utilisée pour mesurer la stabilité des émulsions, suspensions ou gels de nitrate d'ammonium au cours du transport en citerne lorsqu'elle est exécutée à une température qui dépasse de 20 °C la température maximale pouvant être atteinte au cours du transport, y compris la température au moment du chargement.

#### 18.4.1.2 *Appareillage et matériels*

18.4.1.2.1 L'appareillage d'épreuve comporte une chambre d'épreuve appropriée, des vases de Dewar répondant aux critères énoncés avec des dispositifs de fermeture, des sondes thermiques et un matériel de mesure.

18.4.1.2.2 ***L'épreuve doit être exécutée dans une chambre d'épreuve capable de résister au feu et à la surpression et qui doit de préférence être équipée d'un mécanisme de décompression, par exemple sous la forme d'un évent d'explosion.*** Le système d'enregistrement doit être installé dans une zone d'observation distincte.

18.4.1.2.3 On peut utiliser une étuve à thermostat (qui peut être ventilée) suffisamment grande pour permettre à l'air de circuler autour du vase de Dewar. La température de l'air dans l'étuve doit être réglée de manière que la température voulue d'un échantillon liquide inerte contenu dans le vase de Dewar puisse être maintenue sans variation de plus de  $\pm 1$  °C pendant une période allant jusqu'à 10 jours. La température de l'air dans l'étuve doit être mesurée et enregistrée. Il est recommandé de munir la porte de l'étuve d'une fermeture magnétique ou de la remplacer par un couvercle isolant non hermétique. L'étuve peut être protégée par un revêtement en acier approprié et le vase de Dewar placé dans une cage en toile métallique.

18.4.1.2.4 On utilise des vases de Dewar ayant un volume de 500 ml munis d'un système de fermeture. La fermeture du vase de Dewar doit être inerte. Un système de fermeture est illustré à la figure 18.4.1.1.

18.4.1.2.5 Les caractéristiques de perte de chaleur du système utilisé, à savoir le vase de Dewar et son système de fermeture, doivent être déterminées avant l'exécution de l'épreuve. Étant donné que le dispositif de fermeture influe fortement sur les caractéristiques de perte de chaleur, celles-ci peuvent être ajustées dans une certaine mesure en modifiant le système de fermeture. Les caractéristiques de perte de chaleur peuvent être déterminées au moyen de la mesure du demi-temps de refroidissement du vase rempli d'une matière inerte ayant des propriétés physiques semblables. La perte de chaleur par unité de masse,  $L$  (W/kg.K), peut être calculée à partir du demi-temps de refroidissement,  $t_{1/2}$  (s), et de la chaleur spécifique,  $C_p$  (J/kg.K), de la matière à l'aide de la formule suivante :

$$L = \ln 2 \times C_p / t_{1/2}$$

18.4.1.2.6 Des vases de Dewar remplis de 400 ml de matière, dont la perte de chaleur varie de 80 à 100 mW/kg.K conviennent.

18.4.1.2.7 Le vase de Dewar doit être rempli jusqu'à environ 80 % de sa capacité. Lorsque la viscosité de l'échantillon est très élevée, il peut être nécessaire de disposer d'un échantillon dont la forme épouse parfaitement le vase de Dewar. Le diamètre d'un tel échantillon façonné à l'avance sera légèrement inférieur au diamètre intérieur du vase de Dewar. Le creux au fond du vase de Dewar peut être rempli d'une matière solide inerte avant l'introduction de l'échantillon dans le vase afin de faciliter l'utilisation d'échantillons de matière de forme cylindrique.

18.4.1.3 *Mode opératoire*

18.4.1.3.1 Porter la chambre d'épreuve à une température qui dépasse de 20 °C la température maximale pouvant être atteinte au cours du transport ou la température au moment du chargement lorsque celle-ci est plus élevée. Remplir le vase de Dewar avec la matière à éprouver et noter la masse de l'échantillon. S'assurer que la hauteur de l'échantillon est égale à environ 80 % de la hauteur du vase. Introduire la sonde thermique au centre de l'échantillon. Sceller le couvercle du vase de Dewar et introduire celui-ci dans la chambre d'épreuve, brancher le dispositif d'enregistrement de la température et fermer la chambre d'épreuve.

18.4.1.3.2 L'échantillon est chauffé, tandis que sa température et celle de la chambre d'épreuve sont surveillées en permanence. Noter l'heure à laquelle l'échantillon atteint une température qui est inférieure de 2 °C à celle de la chambre d'épreuve. Poursuivre alors l'épreuve pendant sept jours ou jusqu'au moment où la température de l'échantillon dépasse de 6 °C ou plus celle de la chambre d'épreuve, si cela se produit d'abord. Noter le temps qui a été nécessaire pour que l'échantillon passe d'une température inférieure de 2 °C à celle de la chambre d'épreuve à sa température maximale.

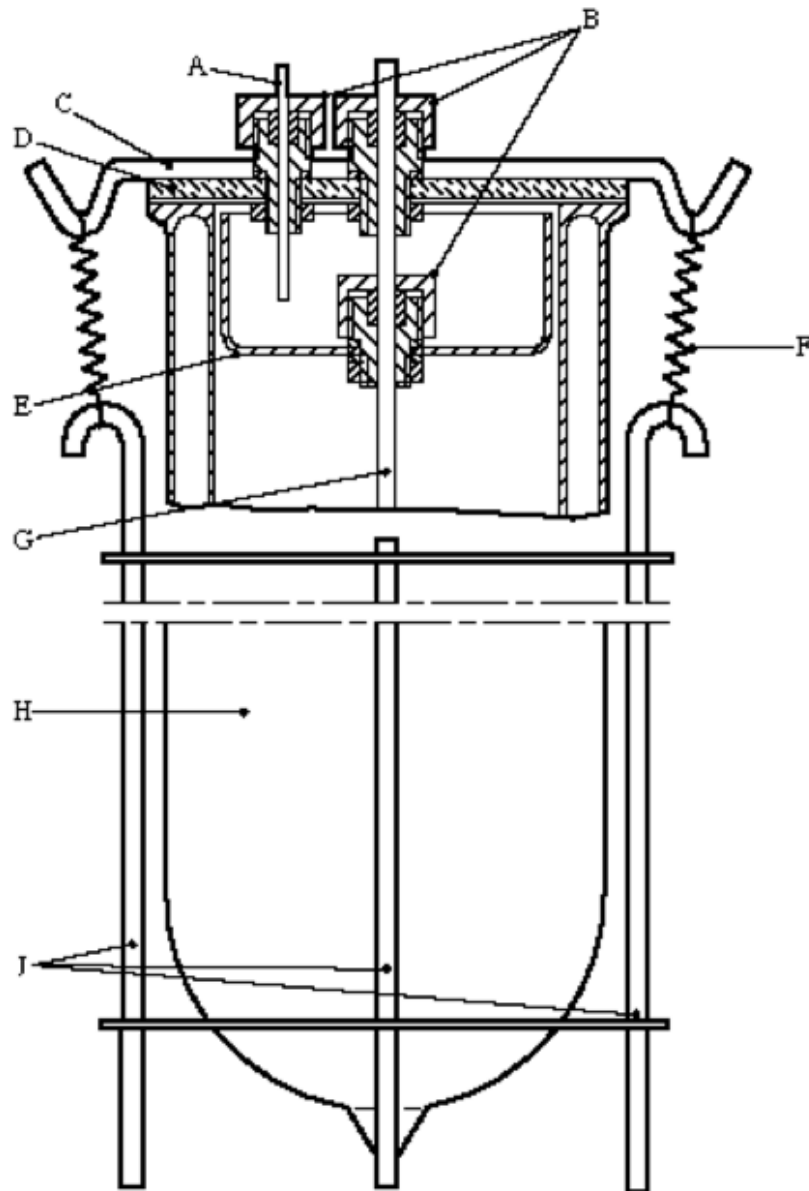
18.4.1.3.3 Si l'échantillon résiste à l'épreuve, le refroidir, le retirer de la chambre d'épreuve et l'éliminer dans les meilleurs délais. On peut déterminer la perte de masse et les changements de la composition.

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

18.4.1.4.1 Si la température de l'échantillon ne dépasse dans aucune épreuve celle de la chambre d'épreuve de 6 °C ou plus, l'émulsion, la suspension ou le gel de nitrate d'ammonium est considéré comme étant stable à la chaleur et peut continuer à être éprouvé en tant que matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine.

18.4.1.5 *Exemples de résultats*

| Matière  | Masse de l'échantillon (g) | Température d'épreuve (°C) | Résultat | Commentaires  |
|--|----------------------------|----------------------------|----------|---|
| Nitrate d'ammonium   | 408                        | 102                        | -        | Légère décoloration, durcissement en morceaux. Perte de masse 0,5 % |
| <b>ENA-1</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%                         | 551                        | 102                        | -        | Séparation d'huile et de cristaux de sels. Perte de masse 0,8 %     |
| <b>ENA-2</b> (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 75%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%           | 501                        | 102                        | -        | Décoloration partielle. Perte de masse 0,8 %                        |
| <b>ENA-Y</b> Nitrate d'ammonium 77%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%                         | 500                        | 85                         | -        | Perte de masse 0,1%   |
| <b>ENA-Z</b> Nitrate d'ammonium 75%, Eau 20%, combustible/émulsifiant 5%                         | 510                        | 95                         | -        | Perte de masse 0,2 %  |
| <b>ENA-G1</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, combustible/émulsifiant 9%  | 553                        | 85                         | -        | Pas d'augmentation de température                                   |
| <b>ENA-G2</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%, combustible/émulsifiant 7%  | 540                        | 85                         | -        | Pas d'augmentation de température                                   |
| <b>ENA-J1</b> Nitrate d'ammonium 80%, Eau 13%, combustible/émulsifiant 7%                        | 613                        | 80                         | -        | Perte de masse 0,1 %  |
| <b>ENA-J2</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%                        | 605                        | 80                         | -        | Perte de masse 0,3 %  |
| <b>ENA-J4</b> Nitrate d'ammonium 71%, Nitrate de sodium 11%, Eau 12%, combustible/émulsifiant 6% | 602                        | 80                         | -        | Perte de masse 0,1 %  |



|    |                                |    |  |
|----|--------------------------------|----|--|
| A) | Tube capillaire en PTFE        | B) | Raccord vissant (en PTFE ou aluminium) avec joint torique d'étanchéité |
| C) | Étrier en métal                | D) | Couvercle en verre   |
| E) | Base récipient en verre        | F) | Ressort  |
| G) | Tube protecteur en verre       | H) | Vase de Dewar  |
| J) | Dispositif de retenue en acier |    |  |

Figure 18.4.1.1 : VASE DE DEWAR À FERMETURE

**18.5 Série 8, Type b): Dispositions d'épreuve**

**18.5.1 Épreuve 8 b) : Épreuve d'amorçage de la détonation pour les ENA**

18.5.1.1 *Introduction*

Cette épreuve sert à mesurer la sensibilité d'une matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine à une onde de détonation d'une intensité donnée, c'est-à-dire avec charge excitatrice et barrière spécifiée.

18.5.1.2 *Appareillage et matériels*

18.5.1.2.1 Le dispositif d'épreuve comporte une charge explosive excitatrice, une barrière, un tube contenant la charge à éprouver et une plaque témoin en acier (cible).

On utilise le matériel suivant :

- a) Un détonateur normalisé ONU ou équivalent;
- b) Un comprimé de pentolite 50/50 ou d'hexocire 95/5, de 95 mm de diamètre et de 95 mm de long, ayant une masse volumique de  $1\,600\text{ kg/m}^3 \pm 50\text{ kg/m}^3$ ;
- c) Un tube d'acier étiré à froid, sans soudure, de 95 mm de diamètre extérieur, de  $1,1\text{ mm} \pm 10\%$  d'épaisseur de paroi et de 280 mm de long, ayant les caractéristiques mécaniques suivantes :
  - Résistance à la traction = 420 MPa ( $\pm 20\%$ )
  - Allongement (%) = 22 ( $\pm 20\%$ )
  - Dureté Brinell = 125 ( $\pm 20\%$ )
- d) Un échantillon de matière à éprouver ayant un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur du tube d'acier. L'intervalle d'air entre l'échantillon et la paroi du tube doit être aussi petit que possible;
- e) Un tronçon de barreau de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) moulé de 95 mm de diamètre et de 70 mm de long. Un intervalle de 70 mm correspond à une pression d'onde de choc appliquée à l'émulsion qui est située entre 3,5 et 4 GPa, selon le type de charge utilisée (voir tableau 18.5.1.1 et figure 18.5.1.2);
- f) Une plaque d'acier doux de 200 mm × 200 mm × 20 mm et de caractéristiques mécaniques suivantes :
  - résistance à la traction = 580 MPa ( $\pm 20\%$ )
  - allongement (%) = 21 ( $\pm 20\%$ )
  - dureté Brinell = 160 ( $\pm 20\%$ )
- g) Un tube en carton de 97 mm de diamètre intérieur et de 443 mm de long;
- h) Un bloc de bois de 95 mm de diamètre et de 25 mm d'épaisseur percé d'un trou central pour maintenir le détonateur.

18.5.1.3 *Mode opératoire*

18.5.1.3.1 Comme le montre la figure 18.5.1.1, le détonateur, la charge excitatrice, la barrière et l'échantillon à éprouver sont superposés et centrés sur l'axe qui passe par le centre de la plaque témoin. On doit veiller à un bon contact entre le détonateur et la charge excitatrice, entre celle-ci et la barrière et entre la barrière et l'échantillon. L'échantillon et la charge excitatrice doivent être à la température ambiante au moment de l'épreuve.

18.5.1.3.2 Pour faciliter la récupération des fragments de la plaque témoin, l'ensemble du dispositif peut être placé au-dessus d'un récipient d'eau avec un intervalle d'air de 10 cm au moins entre la surface de l'eau et la face inférieure de la plaque témoin, laquelle doit être soutenue sur deux de ses côtés seulement.

18.5.1.3.3 D'autres méthodes de récupération des fragments peuvent être utilisées, mais il importe de ménager sous la plaque témoin un espace suffisant de façon à ne pas gêner la perforation de la plaque. L'épreuve est exécutée trois fois, à moins qu'un résultat positif ne soit constaté avant.

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

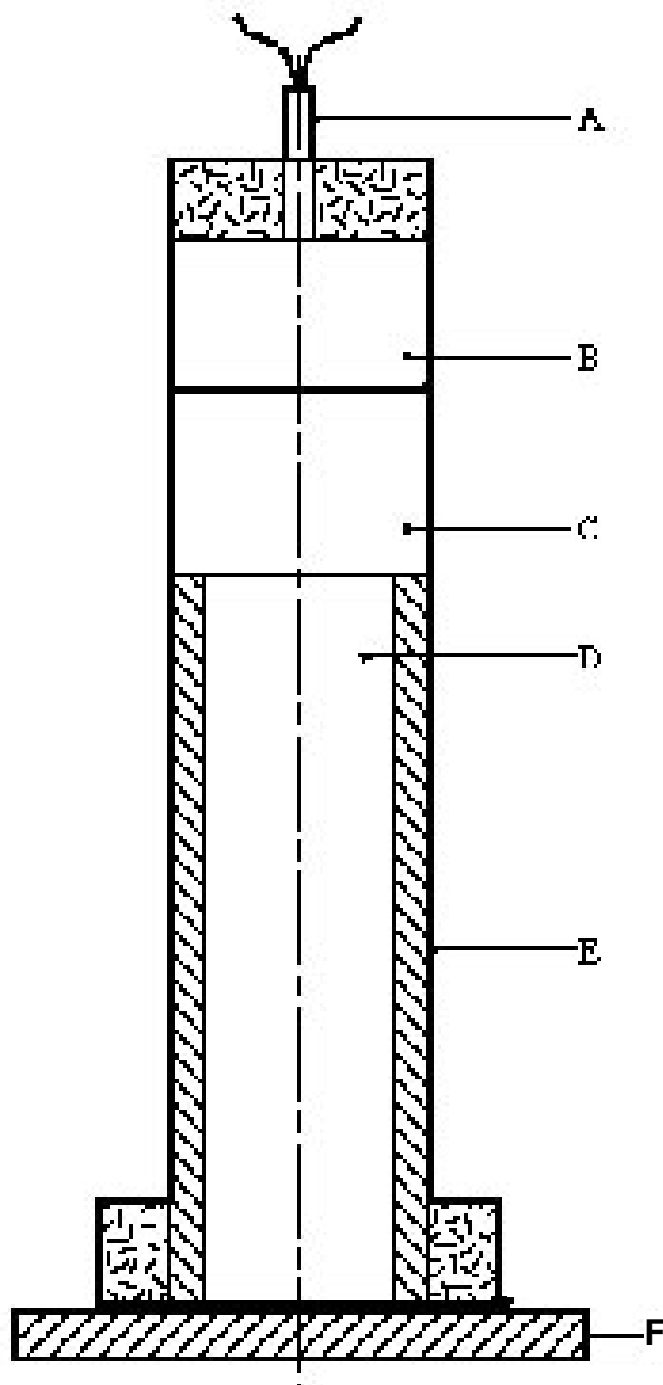
Un trou net percé à travers la plaque indique qu'une détonation a été amorcée dans l'échantillon. Une matière qui détone au cours de l'un des essais avec une barrière de 70 mm de long ne doit pas être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine et le résultat est considéré comme positif (+).

18.5.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Masse volumique (g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>Épreuve d'amorçage de la détonation (mm)</b> | <b>Résultat</b> | <b>Commentaires</b>   |
|--|---|---|-----------------|---|
| Nitrate d'ammonium (basse densité)   | 0,85                                      | 35  | -               | Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque bombée<br>VOD: 2,3-2,8 km/s |
| Nitrate d'ammonium (basse densité)   | 0,85                                      | 35  | -               | Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque fracturée                   |
| <b>ENA-FA</b> Nitrate d'ammonium 69%, Nitrate de sodium 12%, Eau 10%, Combustible/émulsifiant 8% | 1,4                                       | 50  | -               | Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque non perforée                |
| <b>ENA-FA</b>  | 1,44                                      | 70  | -               | Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque non perforée                |
| <b>ENA-FB</b> Nitrate d'ammonium 70%, Nitrate de sodium 11%, Eau 12%, Combustible/émulsifiant 7% | ca. 1,40                                  | 70  | -               | Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque non perforée                |
| <b>ENA-FC</b> (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 75%, Eau 13%, Combustible/émulsifiant 10%         | 1,17                                      | 70  | +               | Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée                  |
| <b>ENA-FD</b> (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%          | ca. 1,22                                  | 70  | +               | Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée                  |



| <b>Matière</b>  | <b>Masse volumique (g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>Épreuve d'amorçage de la détonation (mm)</b> | <b>Résultat</b> | <b>Commentaires</b>   |
|---|---|---|-----------------|---|
| <b>ENA-1</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%  | 1,4                                       | 35  | -               | Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque bosselé. VOD: 3,1 km/s    |
| <b>ENA-2 (sensibilisé)</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%  | 1,3                                       | 35  | +               | Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée. VOD: 6,7 km/s |
| <b>ENA-2 (sensibilisé)</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%  | 1,3                                       | 70  | +               | Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée. VOD: 6,2 km/s |
| <b>ENA-G1</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 9%                                 | 1,29                                      | 70  | -               | Douille fragmentée. Plaque dentelée. VOD: 1 968 m/s                   |
| <b>ENA-G2</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%                                 | 1,32                                      | 70  | -               | Douille fragmentée. Plaque dentelée                                   |
| <b>ENA-G3 (sensibilité à la gasification)</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 9% | 1,17                                      | 70  | +               | Douille fragmentée. Plaque percée                                     |
| <b>ENA-G4 (sensibilité aux microsphères)</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%  | 1,23                                      | 70  | +               | Douille fragmentée. Plaque percée                                     |
| <b>ENA-G5</b> Nitrate d'ammonium 70%, Nitrate de calcium 8%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%                                | 1,41                                      | 70  | -               | Douille fragmentée. Plaque dentelée. VOD: 2 061 m/s                   |
| <b>ENA-J1</b> Nitrate d'ammonium 80%, Eau 13%, combustible/émulsifiant 7%   | 1,39                                      | 70  | -               | Douille fragmentée. Plaque dentelée                                   |
| <b>ENA-J2</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%   | 1,42                                      | 70  | -               | Douille fragmentée. Plaque dentelée                                   |
| <b>ENA-J4</b> Nitrate d'ammonium 71%, Nitrate de sodium 11%, Eau 12% , combustible/émulsifiant 6%                               | 1,40                                      | 70  | -               | Douille fragmentée. Plaque dentelée                                   |
| <b>ENA-J5 (sensibilité aux microsphères)</b> Nitrate d'ammonium 71%, Nitrate de sodium 5%, Eau 18%, Combustible/émulsifiant 6%  | 1,20                                      | 70  | +               | Douille fragmentée. Plaque perforée. VOD: 5,7 km/s                    |
| <b>ENA-J6 (sensibilité aux microsphères)</b> Nitrate d'ammonium 80%, Eau 13%, Combustible/émulsifiant 7%                        | 1,26                                      | 70  | +               | Douille fragmentée. Plaque perforée VOD: 6,3 km/s                     |



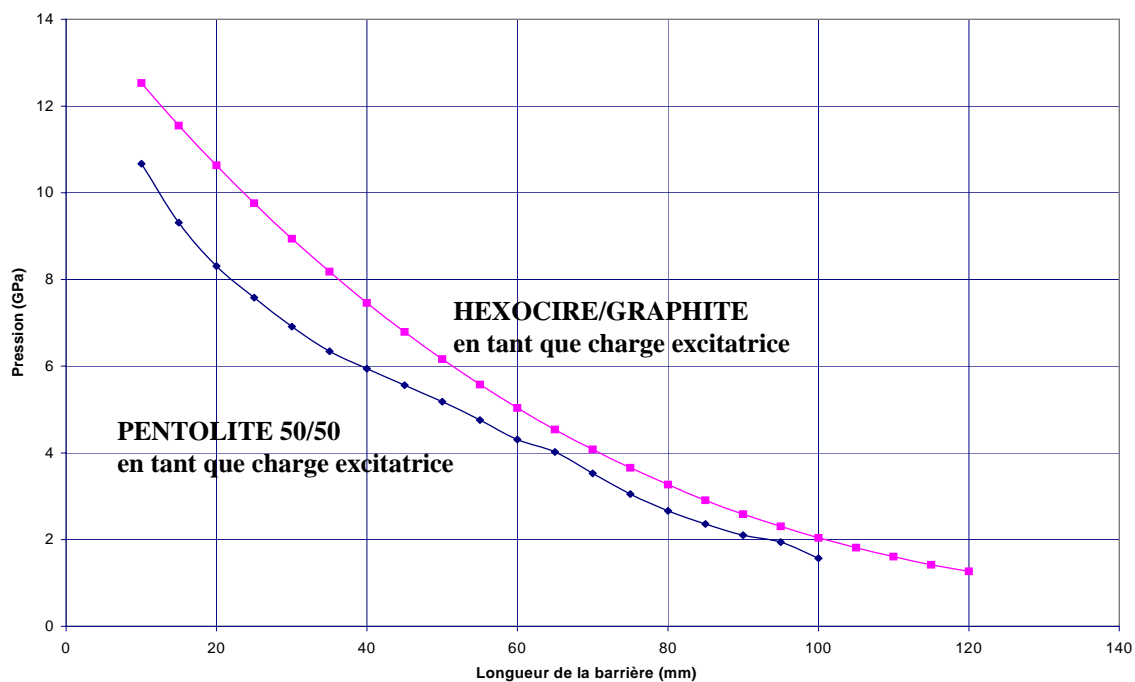
- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| A) Détonateur       | B) Charge excitatrice |
| C) Barrière de PMMA | D) Échantillon        |
| E) Tube en acier    | F) Plaque témoin      |

**Figure 18.5.1.1 : ÉPREUVE D'AMORÇAGE DE LA DÉTONATION POUR LES ENA**

**Tableau 18.5.1.1: DONNÉES D'ÉTALONNAGE CONCERNANT L'ÉPREUVE D'AMORÇAGE DE LA DÉTONATION POUR LES ENA**

| <b>PENTOLITE 50/50</b><br>en tant que charge excitatrice |   | <b>HEXOCIRE/GRAPHITE</b><br>en tant que charge excitatrice |   |
|--|---|--|---|
| Longueur de la<br>barrière<br>(mm)                       | Pression au niveau de<br>la barrière<br>(GPa) | Longueur de la<br>barrière<br>(mm)                         | Pression au niveau de la<br>barrière<br>(GPa) |
| 10   | 10,67   | 10   | 12,53   |
| 15   | 9,31  | 15   | 11,55   |
| 20   | 8,31  | 20   | 10,63   |
| 25   | 7,58  | 25   | 9,76  |
| 30   | 6,91  | 30   | 8,94  |
| 35   | 6,34  | 35   | 8,18  |
| 40   | 5,94  | 40   | 7,46  |
| 45   | 5,56  | 45   | 6,79  |
| 50   | 5,18  | 50   | 6,16  |
| 55   | 4,76  | 55   | 5,58  |
| 60   | 4,31  | 60   | 5,04  |
| 65   | 4,02  | 65   | 4,54  |
| 70   | 3,53  | 70   | 4,08  |
| 75   | 3,05  | 75   | 3,66  |
| 80   | 2,66  | 80   | 3,27  |
| 85   | 2,36  | 85   | 2,91  |
| 90   | 2,10  | 90   | 2,59  |
| 95   | 1,94  | 95   | 2,31  |
| 100  | 1,57  | 100  | 2,04  |
|  |   | 105  | 1,81  |
|  |   | 110  | 1,61  |
|  |   | 115  | 1,42  |
|  |   | 120  | 1,27  |

**Figure 18.5.1.2: Données d'étalonnage concernant l'épreuve d'amorçage de la détonation pour les ENA**



## 18.6 Série 8, Type c): Dispositions d'épreuve

### 18.6.1 Épreuve 8 c) : Épreuve de Koenen

#### 18.6.1.1 Introduction

Cette épreuve sert à déterminer la sensibilité d'une matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel de servant à la fabrication d'explosifs de mine à l'effet d'une chaleur intense sous fort confinement.

#### 18.6.1.2 Appareillage et matériels

18.6.1.2.1 Le dispositif d'essai est composé d'une douille en acier non réutilisable avec dispositif de fermeture réutilisable, installée dans une enceinte de chauffage et de protection. La douille est obtenue par emboutissage d'une tôle d'acier répondant à la norme DC04 (EN 10027-1), ou la norme équivalente A620 (AISI/SAE/ASTM) ou la norme équivalente SPCEN (JIS G 3141). Ses dimensions sont indiquées à la figure 18.6.1.1. À son extrémité ouverte, la douille comporte un rebord. Le disque à lumière, à travers lequel s'échappent les gaz de décomposition de l'échantillon, est en acier au chrome résistant à la chaleur. Les diamètres des disques à lumière disponibles sont les suivants : 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 et 20,0 mm. Les dimensions de la bague fileté et de l'écrou (qui forment le dispositif de fermeture) sont indiquées à la figure 18.6.1.1.

Pour le contrôle qualité des douilles en acier, 1 % des douilles de chaque lot de production doit être soumis au contrôle qualité et les données suivantes doivent être vérifiées:

- a) La masse des douilles doit être de  $26,5 \pm 1,5$  g, les douilles utilisées à chaque séquence d'épreuve ne doivent pas présenter une différence de masse de plus de 1 g;
- b) La longueur des douilles doit être  $75 \pm 0,5$  mm;
- c) L'épaisseur de paroi des douilles mesurée à 20 mm du fond de la douille doit être  $0,5 \pm 0,05$  mm;
- d) La pression de rupture telle que déterminée par charge quasi-statique à travers un fluide incompressible doit être  $30 \pm 3$  MPa.

18.6.1.2.2 Pour le chauffage, on utilise quatre brûleurs alimentés en propane à partir d'une bouteille à gaz industrielle par l'intermédiaire d'un détendeur, d'un compteur, et de tuyaux de répartition. D'autres gaz combustibles peuvent être utilisés à condition que la vitesse de chauffage prescrite soit respectée. La pression du gaz est réglée pour maintenir une vitesse de chauffage de  $3,3 \pm 0,3$  K/s, cette valeur étant mesurée par une opération d'étalonnage. Celle-ci consiste à chauffer une douille (munie d'un disque à lumière de 1,5 mm), contenant  $27 \text{ cm}^3$  de phtalate de dibutyle. On enregistre le temps nécessaire pour porter la température du liquide (mesurée avec un thermocouple de 1 mm de diamètre placé en position centrale à 43 mm au-dessous du bord de la douille) de  $135 \text{ °C}$  à  $285 \text{ °C}$  et on calcule la vitesse de chauffage.

18.6.1.2.3 Étant donné le risque d'éclatement de la douille lors de l'essai, le chauffage s'effectue dans une enceinte de protection en métal soudé, ayant la configuration et les dimensions indiquées à la figure 18.6.1.2. La douille est suspendue entre deux tiges passant par des trous percés dans les parois opposées de l'enceinte. La position des brûleurs est indiquée à la figure 18.6.1.2. Les brûleurs sont allumés simultanément au moyen d'une veilleuse ou d'un allumeur électrique. **Le dispositif d'essai est installé dans un local protégé.** Au cours de l'essai on doit prendre des mesures pour éviter que les flammes des brûleurs ne soient déviées par les courants d'air. Le local d'essai doit être muni d'un système d'extraction des gaz ou des fumées provenant des essais.

### 18.6.1.3 *Mode opératoire*

18.6.1.3.1 On introduit la matière dans la douille jusqu'à une hauteur de 60 mm en prenant bien soin d'éviter que des cavités ne se forment. On glisse la bague filetée autour de la douille à partir du bas, on introduit le disque à lumière approprié et on serre l'écrou à la main après l'avoir enduit d'un lubrifiant au bisulfure de molybdène. Il est important de s'assurer qu'aucune matière ne s'est glissée entre le rebord et le disque ou dans le filetage.

18.6.1.3.2 Pour les disques à lumière de diamètre compris entre 1,0 et 8,0 mm, on utilise des écrous dont l'ouverture a un diamètre de 10 mm; au-delà, on doit utiliser un écrou dont l'ouverture a un diamètre de 20 mm. Une douille n'est utilisée que pour un seul essai. Par contre, les disques à lumière, les bagues filetées et les écrous peuvent être réutilisés s'ils ne sont pas endommagés.

18.6.1.3.3 La douille est ensuite placée dans un étau solidement ancré et l'écrou est serré avec une clé. Elle est ensuite suspendue entre les deux tiges de l'enceinte de protection. La zone d'épreuve est évacuée, l'arrivée de gaz est ouverte et les brûleurs sont allumés. Le délai de réaction et la durée de la réaction peuvent être des informations supplémentaires utiles pour l'interprétation des résultats. S'il ne se produit pas d'éclatement, on doit prolonger le chauffage pendant cinq minutes au moins avant d'arrêter l'essai. Après chaque essai, s'il y a eu fragmentation, on rassemble et on pèse les fragments de la douille.

18.6.1.3.4 Du point de vue du type de fragmentation, on distingue les effets suivants :

- "O" : Douille intacte;
- "A" : Fond de la douille gonflé;
- "B" : Fond et paroi de la douille gonflés;
- "C" : Fond de la douille fendu;
- "D" : Paroi de la douille fendue;
- "E" : Douille fendue en deux<sup>1</sup> fragments;
- "F" : Douille fragmentée en trois<sup>1</sup> morceaux ou plus, assez gros pour la plupart, éventuellement restés attachés entre eux;
- "G" : Douille fragmentée en de nombreux morceaux petits pour la plupart; dispositif de fermeture intact;
- "H" : Douille fragmentée en de nombreux très petits morceaux; dispositif de fermeture déformé ou rompu.

Des exemples des types de fragmentation "D", "E" et "F" sont montrés à la figure 18.6.1.3. Si un essai aboutit à une fragmentation du type "O" à "E", on considère que le résultat est "pas d'explosion". Si l'on obtient le type de fragmentation "F" à "H", on considère que le résultat est "explosion".

18.6.1.3.5 La série d'essais commence par un essai simple avec un disque à lumière de 20 mm. Si lors de cet essai, il y a explosion, on poursuit la série avec des essais sur des douilles sans disque à lumière ni écrou mais seulement munies de la bague filetée (ouverture : 24 mm). Si par contre il n'y a pas d'explosion, on poursuit la série avec un essai pour chacun des diamètres de lumière suivants : 12,0 - 8,0 - 5,0 - 3,0 - 2,0 - 1,5 et finalement 1,0 mm, jusqu'à ce que l'on obtienne le résultat positif ("explosion"). On effectue alors des essais à des diamètres croissants selon l'ordre indiqué au 18.6.1.2.1 jusqu'à ce que l'on obtienne trois résultats négatifs lors de trois essais au même diamètre. Le diamètre limite pour une matière donnée est le plus grand diamètre pour lequel le résultat "explosion" ait été obtenu. S'il n'y a pas d'explosion même au diamètre de 1 mm, on note comme résultat pour le diamètre limite "moins de 1 mm".

---

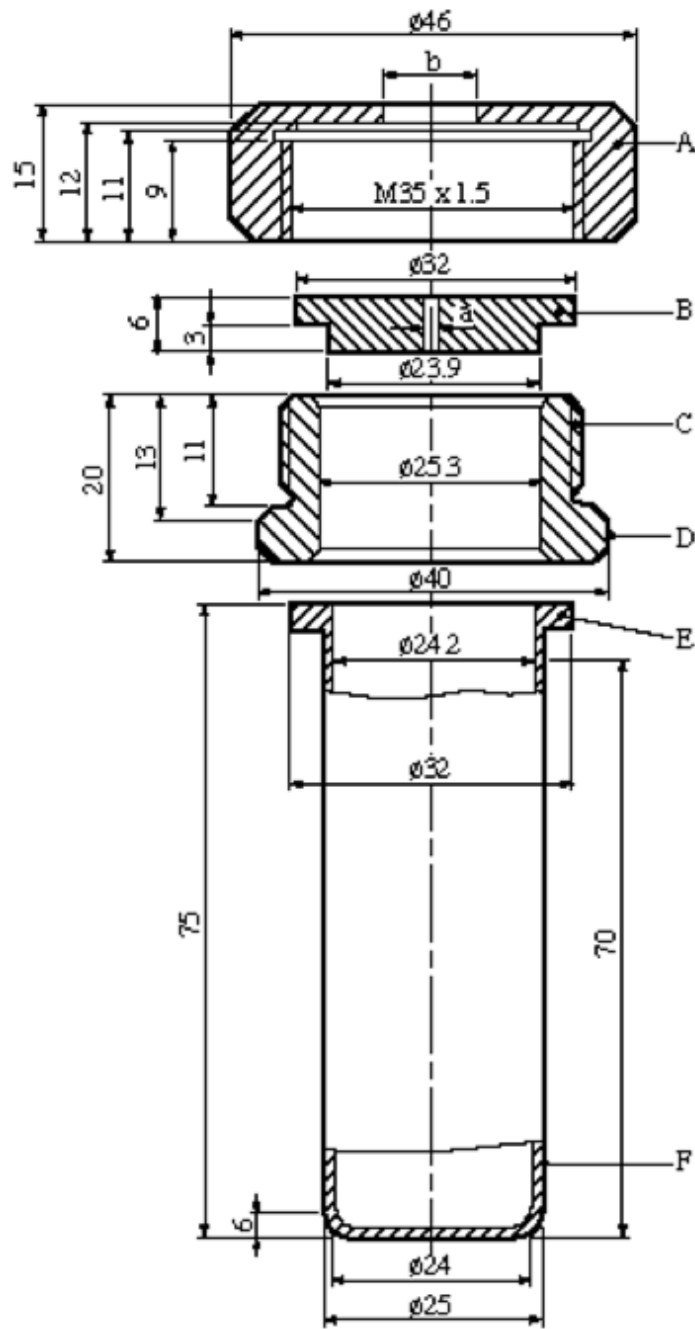
<sup>1</sup> *Le haut de la douille, retenu dans le dispositif de fermeture, est compté comme un fragment.*

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

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière ne doit pas être classée dans la division 5.1 si le diamètre limite est égal ou supérieur à 2,0 mm. On considère que le résultat est négatif (-) s'il est inférieur à ce chiffre.

18.6.1.5 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> | <b>Commentaires</b>        |
|--|-----------------|----------------------------|
| Nitrate d'ammonium (basse densité)   | -               | Diamètre limite: <1 mm     |
| <b>ENA-F1</b> Nitrate d'ammonium 71%, Eau 21%,<br>Combustible/émulsifiant 7%   | -               |                            |
| <b>ENA-F2</b> Nitrate d'ammonium 77%, Eau 17%,<br>Combustible/émulsifiant 7%   | -               |                            |
| <b>ENA-F3</b> Nitrate d'ammonium 70%, Nitrate de sodium 11%, Eau 12%,<br>Combustible/émulsifiant 7%                                  | -               |                            |
| <b>ENA-F4</b> Nitrate d'ammonium 42%, Nitrate de calcium 35%, Eau 16%,<br>Combustible/émulsifiant 7%                                 | -               |                            |
| <b>ENA-F5</b> Nitrate d'ammonium 69%, Nitrate de sodium 13%, Eau 10%,<br>Combustible/émulsifiant 8%                                  | -               |                            |
| <b>ENA-F6</b> Nitrate d'ammonium 72%, Nitrate de sodium 11%, Eau 10%,<br>Combustible/émulsifiant 6%                                  | -               |                            |
| <b>ENA-F7</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 13%,<br>Combustible/émulsifiant 10%  | -               |                            |
| <b>ENA-F8</b> Nitrate d'ammonium 77%, Eau 16%,<br>Combustible/émulsifiant 6%   | -               |                            |
| <b>ENA-1</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%,<br>Combustible/émulsifiant 7%  | -               | Diamètre limite: 1.5 mm    |
| <b>ENA-2</b> (sensibilité aux microsphérules) Nitrate d'ammonium 75%,<br>Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%                         | +               | Diamètre limite: 2 mm      |
| <b>ENA-4</b> (sensibilité aux microsphérules) Nitrate d'ammonium 70%,<br>Nitrate de sodium 11%, Eau 9%, Combustible/émulsifiant 5,5% | +               | Diamètre limite: 2 mm      |
| <b>ENA-G1</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%,<br>Combustible/émulsifiant 9%                                   | -               |                            |
| <b>ENA-G2</b> Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%,<br>Combustible/émulsifiant 7%                                   | -               |                            |
| <b>ENA-J1</b> Nitrate d'ammonium 80%, Eau 13%,<br>Combustible/émulsifiant 7%   | -               | Type de fragmentation: "O" |
| <b>ENA-J2</b> Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%,<br>Combustible/émulsifiant 7%   | -               | Type de fragmentation: "O" |
| <b>ENA-J4</b> Nitrate d'ammonium 71%, Nitrate de sodium 11%, Eau 12%,<br>Combustible/émulsifiant 6%                                  | -               | Type de fragmentation: "A" |



|    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| A) | Écrou ( $b = 10,0$ ou $20,0$ mm)<br>de 41 mm entre plats | B) | Disque à lumière<br>(diamètre $a = 1,0$ à $20,0$ mm) |
| C) | Bague filetée  | D) | 36 mm entre plats                                    |
| E) | Rebord   | F) | Douille  |

Figure 18.6.1.1 : DOUILLE ET ACCESSOIRES



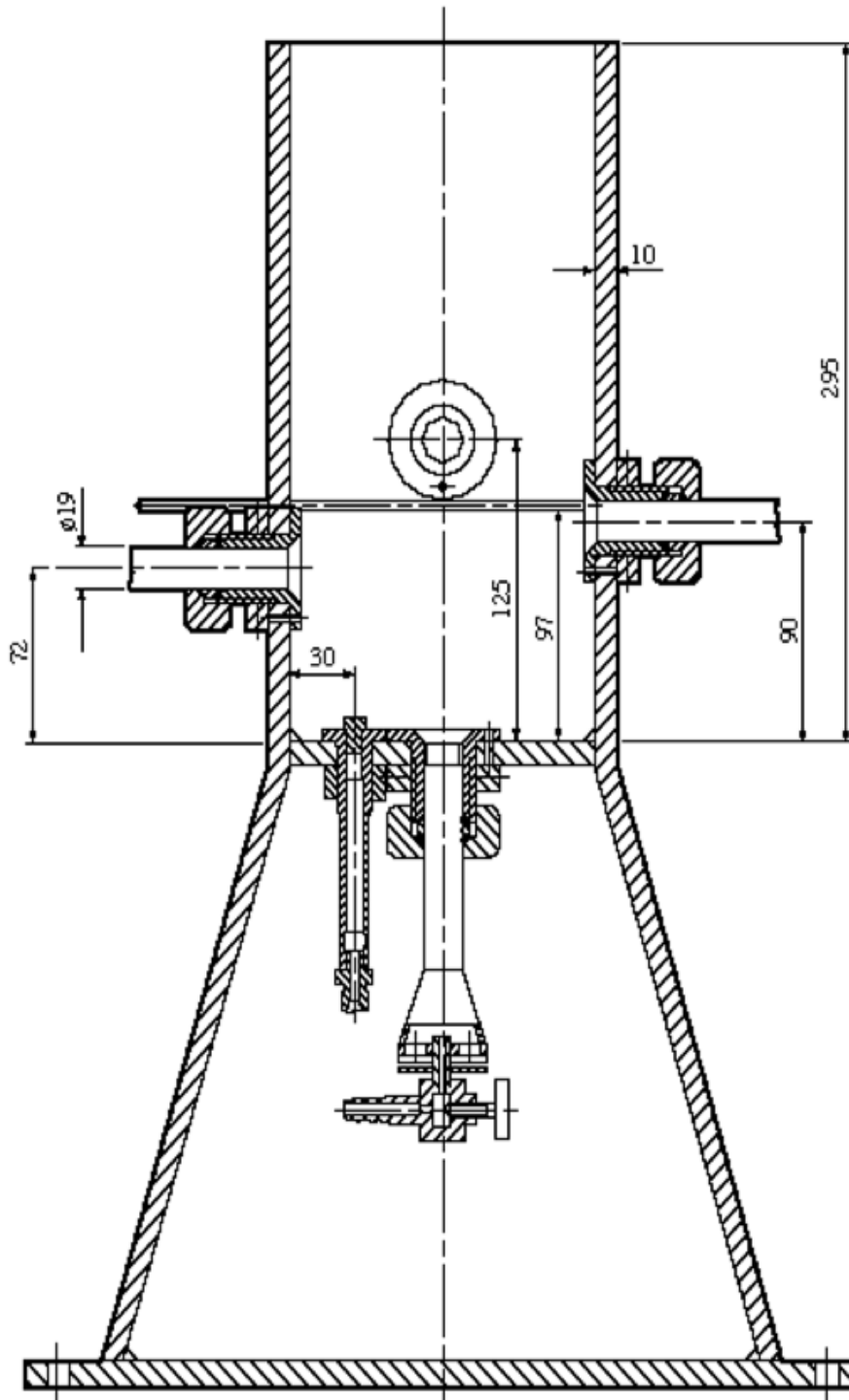


Figure 18.6.1.2 : ENCEINTE DE CHAUFFAGE ET DE PROTECTION

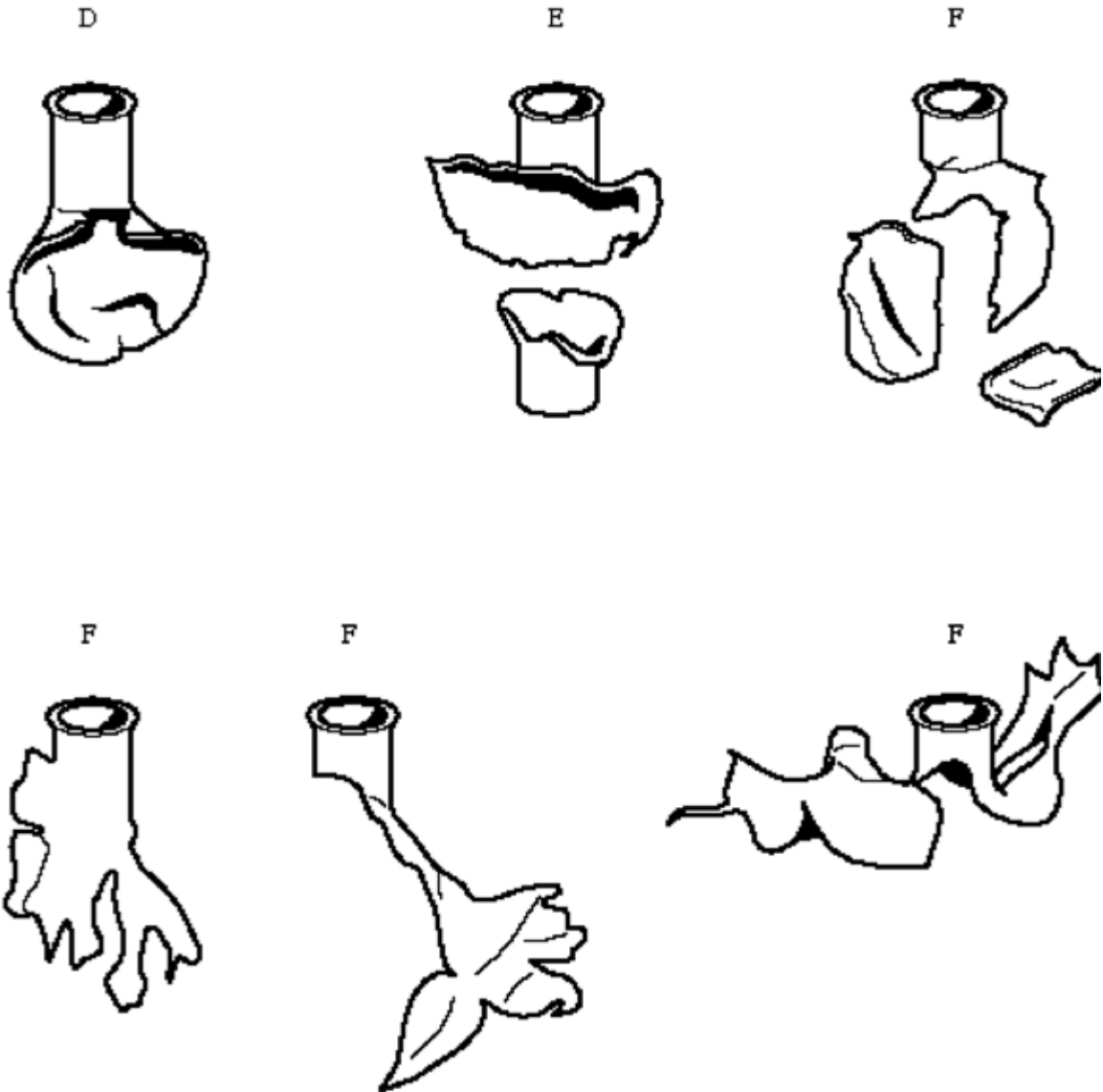


Figure 18.6.1.3 : EXEMPLES DES TYPES DE FRAGMENTATION D, E ET F

## 18.7 Série 8, Type d): Dispositions d'épreuve

### 18.7.1 *Épreuve 8 d) i): Épreuve du tube avec évent*

#### 18.7.1.1 *Introduction*

Cette épreuve n'est pas destinée au classement mais elle figure dans le présent Manuel en tant que méthode visant à déterminer si une matière peut être transportée en citernes.

L'épreuve du tube avec évent sert à évaluer les effets de l'exposition à un feu important, sous confinement avec aération, d'une matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine.

#### 18.7.1.2 *Appareillage et matériels*

On utilise le matériel suivant :

- a) Un tube en acier d'un diamètre de  $310 \pm 10$  mm et d'une longueur de  $610 \pm 10$  mm dont l'orifice inférieur est obturé à l'aide d'une plaque carrée soudée en acier doux de 380 mm de côté et de  $10 \pm 0,5$  mm d'épaisseur. Une plaque semblable, munie en son centre d'un orifice de 78 mm de diamètre auquel est raccordé par soudure un tuyau en acier d'une longueur de 152 mm et d'un diamètre intérieur de 78 mm, est soudée sur l'orifice supérieur (voir la figure 18.7.1.1);
- b) Une grille métallique destinée à maintenir le tube rempli au-dessus du combustible dans une position permettant un chauffage efficace. Si l'on utilise un feu de lattes de bois entrecroisées, la grille doit être située à 1,0 m au-dessus du sol; si l'on utilise un feu d'hydrocarbure liquide, la grille doit être située à 0,5 m au-dessus du sol;
- c) Assez de combustible pour entretenir un feu pendant au moins 30 minutes ou, si nécessaire, pendant une durée largement suffisante pour faire réagir la matière;
- d) Des moyens d'allumage pour enflammer le combustible sur deux côtés : pour un feu de lattes de bois, par exemple, on utilisera du kérosène pour imprégner le bois et un allumeur pyrotechnique avec des copeaux de bois;
- e) Des caméras cinématographiques ou vidéo, pour l'enregistrement en couleurs de l'épreuve, pouvant de préférence fonctionner à grande vitesse et à vitesse normale;
- f) Des appareils de mesure de l'effet de souffle et du rayonnement et un matériel d'enregistrement adapté peuvent aussi être utilisés.

#### 18.7.1.3 *Mode opératoire*

18.7.1.3.1 Le tube est rempli avec la matière à éprouver non tassée. La matière est emballée avec soin pour éviter que des cavités ne se forment. Le tube en acier est placé verticalement sur la grille et il est maintenu de manière à éviter qu'il ne se renverse. Le combustible est placé sous la grille de manière à ce que le feu s'engouffre dans le tube. Des protections contre les vents latéraux peuvent être nécessaires afin d'éviter la dissipation de la chaleur. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour le chauffage : pile de lattes de bois entrecroisées, combustible liquide ou gazeux produisant des flammes dont la température atteint au moins 800 °C.

18.7.1.3.2 Une méthode recommandée est celle du feu de bois, qui offre divers avantages : rapport air/combustible équilibré évitant le dégagement de fumées pouvant gêner l'observation et combustion d'une intensité et d'une durée suffisantes pour que la matière puisse éventuellement réagir. Le combustible peut par exemple être constitué de lattes de bois séchées à l'air (de section carrée d'environ 50 mm de côté), empilées en position entrecroisée sous la grille (à 1,0 m de hauteur par rapport au sol) et montant jusqu'à la base de la grille qui soutient le tube. L'appui de bois doit s'étendre au-delà du pourtour du tube jusqu'à au moins 1,0 m dans chaque direction et l'écart entre lattes doit être d'environ 100 mm.

18.7.1.3.3 On peut également utiliser pour le chauffage un récipient rempli d'un combustible liquide ou d'une combinaison de combustible liquide et de bois, pour autant que les conditions d'épreuve soient aussi rigoureuses. Si l'on utilise un feu de combustible liquide, le récipient doit s'étendre au-delà du pourtour du tube jusqu'à au moins 1,0 m dans chaque direction. La distance verticale entre la grille et le récipient doit être d'environ 0,5 m. Avant de recourir à cette méthode, on doit cependant s'assurer qu'il ne risque pas de se produire un effet d'extinction ou des réactions indésirables entre la matière et le combustible liquide qui puissent remettre en cause les résultats de l'épreuve.

18.7.1.3.4 Si l'on utilise du gaz comme combustible, la zone de combustion doit s'étendre au-delà du pourtour du tube à une distance d'au moins 1,0 m dans chaque direction. L'alimentation en gaz doit se faire de façon telle que la flamme soit distribuée uniformément autour du tube. Le réservoir de gaz doit être suffisamment grand pour entretenir les flammes pendant au moins 30 minutes. L'inflammation des gaz peut se faire soit par un dispositif pyrotechnique actionné à distance, soit par l'ouverture à distance de l'alimentation en gaz à proximité d'une source d'inflammation déjà allumée.

18.7.1.3.5 Le système d'allumage est mis en place et le combustible est allumé simultanément de deux côtés, dont l'un doit être le côté situé au vent. L'épreuve ne doit pas être exécutée par vent de vitesse supérieure à 6 m/s. **Le feu doit être allumé depuis un endroit sûr. Si le tube ne se brise pas, il faut laisser le système se refroidir avant de tout démonter avec soin et de vider le tube.**

18.1.7.3.6 Les observations doivent porter sur les points suivants :

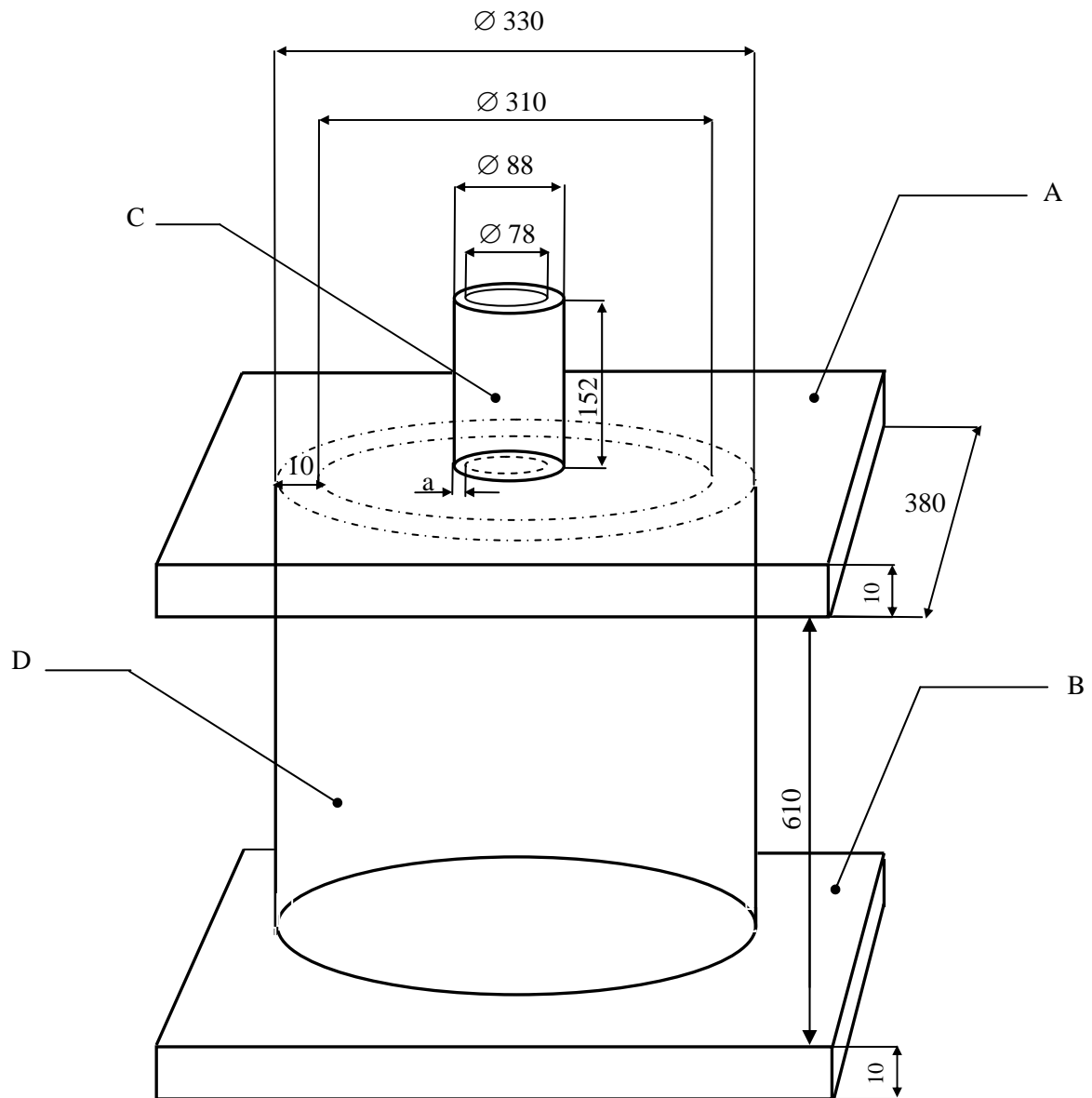
- a) Preuve de l'explosion;
- b) Bruit intense; et
- c) Projection de fragments en provenance de la zone du feu.

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

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière ne doit pas être transportée en citernes si l'on observe une explosion ou une fragmentation du tube. On considère que le résultat est négatif (-) en l'absence d'explosion ou de fragmentation du tube.

18.7.1.5 *Exemples de résultats*

*(Réservé)*



Toutes les cotes sont en millimètres

- 
- (A) Plaque supérieure (Schedule 40 carbon (A53 grade B))
  - (B) Plaque inférieure (Schedule 40 carbon (A53 grade B))
  - (C) Tuyau en acier ( $a = 0.5$  cm), Schedule 40 carbon (A53 grade B)
  - (D) Tuyau en acier (Schedule 40 carbon (A53 grade B))
- 

**Figure 18.7.1.1 : ÉPREUVE DU TUBE AVEC ÉVENT**

## 18.7.2 *Épreuve 8 d) ii): Épreuve modifiée du tube avec événement*

### 18.7.2.1 *Introduction*

Cette épreuve n'est pas destinée au classement mais elle figure dans le présent Manuel en tant que méthode visant à déterminer si des matières en vrac peuvent être transportées en citernes.

L'épreuve du tube avec événement sert à évaluer les effets de l'exposition à un feu important, sous confinement avec aération, d'une matière susceptible d'être classée comme nitrate d'ammonium en émulsion, suspension ou gel servant à la fabrication d'explosifs de mine.

### 18.7.2.2 *Appareillage et matériels*

On utilise le matériel suivant:

- a) Un récipient aéré comportant un tube en acier étiré doux d'un diamètre intérieur de  $265 \pm 10$  mm, d'une longueur de  $580 \pm 10$  mm et d'une épaisseur de paroi de  $5 \pm 0,5$  mm. Les plaques supérieure et inférieure, de forme carrée de 300 mm de côté, sont en acier doux d'une épaisseur de  $6 \pm 0,5$  mm. Elles sont fixées au tube par une soudure d'angle d'une épaisseur d'au moins 5 mm. Le diamètre de l'évent de la plaque supérieure est de  $85 \pm 1$  mm. Deux autres petits trous sont forés dans la plaque supérieure pour accueillir les sondes thermocouples;
- b) Un bloc de béton de forme carrée de 400 mm de côté environ et d'une épaisseur de 50 à 75 mm;
- c) Un support métallique destiné à soutenir le récipient à une hauteur de 150 mm au-dessus du bloc de béton;
- d) Un brûleur à gaz compatible avec un débit de gaz propane pouvant atteindre 60 g/min. Il repose sur le bloc de béton, en dessous du support. Le brûleur pour wok mongol à 32 jets est un exemple de brûleur qui convient;
- e) Un écran métallique destiné à protéger la flamme de gaz propane des vents latéraux. Il peut être fait d'une feuille métallique galvanisée d'une épaisseur de 0,5 mm environ. Le diamètre de l'écran est de 600 mm et sa hauteur de 250 mm. Quatre événements adaptables d'une largeur de 150 mm et d'une hauteur de 100 mm sont placés à égale distance les uns des autres autour de l'écran afin qu'une quantité suffisante d'air atteigne la flamme de gaz;
- f) Une ou plusieurs bouteilles à gaz propane reliées par un raccord aboutissant dans un détendeur. D'autres gaz combustibles peuvent être employés à condition que la vitesse de chauffe indiquée puisse être obtenue. Le détendeur doit réduire la pression de 600 kPa de la bouteille à gaz propane à 150 kPa environ. Le gaz s'écoule ensuite à travers un débitmètre à flotteur capable de mesurer un débit de gaz propane pouvant atteindre 60 g/min et à travers un robinet à pointeau. Un robinet électromagnétique est employé pour admettre ou suspendre à distance l'arrivée du gaz propane. Généralement, trois bouteilles à gaz propane de 9 kg permettent d'obtenir le débit souhaité de gaz pendant une durée maximum de cinq essais. Lors de leur mesure au cours du calibrage, la pression du gaz et le débit sont réglés pour qu'une vitesse de chauffe de  $3,3 \pm 0,3$  K/min puisse être obtenue;
- g) Trois thermocouples équipés de sondes en acier inoxydable d'une longueur de 500 mm (2 sondes) et de 100 mm (1 sonde) et de câbles de compensation gainés de fibre de verre;
- h) Un collecteur de données susceptible d'enregistrer les lectures des thermocouples;

- i) Des caméras cinématographiques ou vidéo pour l'enregistrement en couleurs de l'épreuve, fonctionnant de préférence à grande vitesse et à vitesse normale;
- j) De l'eau pure destinée au calibrage;
- k) La matière à éprouver.

Des indicateurs de pression du souffle, des radiomètres et le matériel d'enregistrement associé peuvent également être employés.

### 18.7.2.3 *Calibrage*

18.7.2.3.1 Le récipient est rempli d'eau pure jusqu'à 75 % de son contenu (c'est-à-dire à une hauteur de 435 mm) et est chauffé selon le mode opératoire décrit dans le paragraphe 18.7.2.4. L'eau à température ambiante est chauffée jusqu'à 90 °C, la température étant surveillée au moyen du thermocouple plongé dans l'eau. La variation de la température en fonction du temps doit correspondre à une ligne droite dont la pente est la "vitesse de chauffe de calibrage" pour un récipient et une source de chaleur donnés.

18.7.2.3.2 La pression et le débit du gaz doivent être réglés de manière qu'une vitesse de chauffe de  $3,3 \pm 0,3$  K/min puisse être obtenue.

18.7.2.3.3 Ce calibrage doit être exécuté avant l'épreuve d'une quelconque ENA. Il peut être appliqué aux épreuves exécutées dans la journée de son exécution, à condition qu'aucune modification ne soit apportée au modèle du récipient ou à l'alimentation en gaz. Un nouveau calibrage doit être exécuté lors d'un changement de brûleur.

### 18.7.2.4 *Mode opératoire*

18.7.2.4.1 Le bloc de béton est placé horizontalement, au moyen d'un niveau à bulle d'air, sur un fond sablonneux. Le brûleur à gaz propane est placé au centre du bloc de béton et est relié au tuyau d'alimentation en gaz. Le support métallique est placé au-dessus du brûleur.

18.7.2.4.2 Le récipient est placé verticalement sur le support et il est arrimé de manière à éviter qu'il ne se renverse. Le récipient est rempli d'ENA non tassée jusqu'à 75 % de son volume (à une hauteur de 435 mm). La température initiale de l'ENA doit être consignée. La matière est emballée avec soin pour éviter que des cavités ne se forment. L'écran contre le vent est placé autour de la base du montage afin de protéger la flamme de gaz propane d'une dissipation de la chaleur en raison des vents latéraux.

18.7.2.4.3 Les positions des thermocouples sont les suivantes:

- a) La première sonde d'une longueur de 500 mm (T1) est placée dans la flamme de gaz;
- b) La deuxième sonde d'une longueur de 500 mm (T2) est plongée dans le récipient, de manière que sa pointe soit située à une distance de 80 à 90 mm du fond du récipient;
- c) La troisième sonde d'une longueur de 100 mm (T3) est placée dans la zone au-dessus de l'échantillon, à une profondeur de 20 mm dans le récipient.

Les thermocouples sont reliés au collecteur de données. Les fils des thermocouples et le collecteur de données sont dûment protégés contre l'appareillage d'essai en cas d'explosion.

18.7.2.4.4 La pression et le débit du gaz propane sont vérifiés et ajustés aux valeurs employées au cours du calibrage avec l'eau décrit dans le paragraphe 18.7.2.3. Les caméras vidéo et les autres matériels d'enregistrement sont vérifiés et mis en marche. Le fonctionnement des thermocouples est vérifié et l'enregistrement des données est entamé, l'intervalle de temps entre deux lectures de thermocouples ne dépassant pas 10 s et étant de préférence plus court. L'épreuve ne doit pas être exécutée lorsque la vitesse du

vent dépasse 6 m/s. Lorsque la vitesse du vent est plus élevée, des précautions supplémentaires contre les vents latéraux sont nécessaires pour éviter que la chaleur ne se dissipe.

18.7.2.4.5 Le brûleur à gaz propane peut être allumé sur place ou à distance, et l'ensemble des techniciens doit immédiatement se retrancher dans un lieu sûr. Le déroulement de l'épreuve est suivi en surveillant les lectures des thermocouples et les images de la télévision en circuit fermé. Le temps du début de l'épreuve est défini comme étant l'instant où le tracé du thermocouple dans la flamme T1 commence à s'élever.

18.7.2.4.6 Le réservoir à gaz doit être suffisamment grand pour permettre à la matière de réagir éventuellement et pour maintenir un feu pendant une durée qui dépasse celle pendant laquelle l'échantillon se consume totalement. Si le récipient ne se rompt pas, le système doit pouvoir refroidir avant le démontage avec soin du dispositif d'essai.

18.7.2.4.7 Le résultat de l'épreuve est fonction de la question de savoir si la rupture du récipient est observée ou non avant que l'épreuve ne se soit terminée. Les faits suivants prouvent l'achèvement de l'épreuve:

- a) L'observation visuelle et auditive de la rupture du récipient, accompagnée d'une éventuelle disparition des tracés de thermocouple;
- b) L'observation visuelle et auditive d'une mise à l'air brutale, accompagnée d'un relèvement des deux tracés de thermocouple dans le récipient, et l'absence de matière subsistant dans le récipient; ou
- c) L'observation visuelle de la décroissance des niveaux de fumée à la suite du relèvement de deux tracés de thermocouple à des températures supérieures à 300 °C, et l'absence de matière subsistant dans le récipient.

Aux fins de l'évaluation des résultats, dans le mot "rupture", on inclut toute défaillance des soudures et toute fissure du métal du récipient.

18.7.2.4.8 L'épreuve est exécutée deux fois à moins qu'un résultat positif ne soit observé.

18.7.2.5 *Critères d'épreuve et méthode d'évaluation des résultats.*

On considère que le résultat est positif (+) et que la matière ne doit pas être transportée en citernes en tant que marchandise dangereuse de la division 5.1 si l'on observe une explosion à chaque épreuve. La rupture du récipient atteste de l'explosion. Lorsque la matière est consommée dans les deux épreuves et qu'aucune rupture du récipient n'est observée, on considère que le résultat est négatif (-).

18.7.2.6 *Exemples de résultats*

| <b>Matière</b>   | <b>Résultat</b> |
|--|-----------------|
| 76,0 Nitrate d'ammonium / 17,0 Eau / 5,6 Huile de paraffine / 1,4 Émulsifiant PIBSA                          | -               |
| 84,0 Nitrate d'ammonium / 9,0 Eau / 5,6 Huile de paraffine / 1,4 Émulsifiant PIBSA                           | +               |
| 67,7 Nitrate d'ammonium / 12,2 Nitrate de sodium / 14,1 Eau / 4,8 Huile de paraffine / 1,2 Émulsifiant PIBSA | -               |
| 67,4 Nitrate d'ammonium / 15,0 Nitrate de méthylamine / 12,0 Eau / 5,0 Glycol / 0,6 Épaississant             | -               |
| 71,4 Nitrate d'ammonium / 14,0 Nitrate d'hexamine / 14,0 Eau / 0,6 Épaississant                              | -               |