



Secrétariat

Distr.
GÉNÉRAL

ST/SG/AC.10/C.3/38/Add.1
31 juillet 2001

FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS et FRANÇAIS

**COMITÉ D'EXPERTS DU TRANSPORT
DES MARCHANDISES DANGEREUSES ET DU SYSTÈME
GÉNÉRAL HARMONISÉ DE CLASSIFICATION ET
D'ÉTIQUETAGE DES PRODUITS CHIMIQUES**

**Sous-Comité d'experts du transport
des marchandises dangereuses**

**RAPPORT DU SOUS-COMITÉ D'EXPERTS
SUR SA DIX-NEUVIÈME SESSION**

(Genève, 2-6 juillet 2001)

Additif 1

**Projet d'amendements aux Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses
(Règlement type et Manuel d'épreuves et de critères)**

Le présent additif contient les projets d'amendements au Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses (annexé à la douzième édition révisée des Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, ST/SG/AC.10/1/Rev.12) et au Manuel d'épreuves et de critères (ST/SG/AC.10/11/Rev.3) adoptés par le Sous-Comité à sa dix-neuvième session.

Il contient deux annexes:

- Annexe 1: Projet d'amendements au Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses;
- Annexe 2: Projet d'amendements au Manuel d'épreuves et de critères.

ANNEXE 1

PROJET D'AMENDEMENTS AU RÈGLEMENT TYPE ANNEXÉ À LA DOUZIÈME ÉDITION RÉVISÉE DES RECOMMANDATIONS DES NATIONS UNIES RELATIVES AU TRANSPORT DES MARCHANDISES DANGEREUSES (ST/SG/AC.10/1/Rev.12)

PARTIE 1

Chapitre 1.2

1.2.1 Dans la définition de "citerne mobile", alinéa a), supprimer les mots "d'une contenance supérieure à 450 l".

Dans la définition de "citerne", supprimer les mots "ayant une capacité minimale de 450 litres" et ajouter à la fin ", d'une contenance minimale de 450 litres destinés aux transport de matières de la classe 2."

PARTIE 3

Chapitre 3.2

Liste des marchandises dangereuses

Dans la liste des marchandises dangereuses, ajouter "TP5" dans la colonne (11), à tous les gaz liquéfiés réfrigérés soumis à l'instruction "T75".

No ONU 1010 Ajouter le texte suivant à la fin du nom actuel à la colonne (2): "ou BUTADIÈNES ET HYDROCARBURES EN MÉLANGE STABILISÉ, contenant plus de 40 % de butadiènes".

No ONU 1605 Remplacer "P601" par "P602" dans la colonne (8).

No ONU 2857 Modifier le nom dans la colonne (2) comme suit:

"Machines frigorifiques contenant des gaz non inflammables et non toxiques ou des solutions d'ammoniac (No ONU 2675)".

No ONU 3375 Supprimer "306" dans la colonne (6).

Chapitre 3.3

DS 215 Ajouter le texte suivant à la fin:

"Les mélanges homogènes ne contenant pas plus de 35% en masse d'azodicarbonamide et au moins 65 % de matière inerte ne sont pas soumis au présent Règlement, à moins qu'ils ne répondent aux critères définissant d'autres classes ou divisions."

DS 247 Supprimer "non conformes aux dispositions du chapitre 6.1" dans le premier paragraphe.

DS 309 Modifier la dernière phrase comme suit:

"Les matières doivent satisfaire aux épreuves de la série 8 du *Manuel d'épreuves et de critères*, première partie, section 18."

PARTIE 4

Chapitre 4.1

4.1.3.5 Dans la première phrase, supprimer "extérieur" (deux fois) et "pour un emballage combiné", et ajouter ";1A2" après "4G" dans l'exemple entre parenthèses.

Dans la deuxième phrase, ajouter ";1A2V, 1A2U ou 1A2W" après "4GW" dans l'exemple entre parenthèses.

4.1.4.1 Dans l'instruction d'emballage P001, supprimer "(2C1 et 2C2)" dans la disposition spéciale d'emballage PP2.

Dans l'instruction d'emballage P200, dans le "Tableau 2: Gaz liquéfiés et gaz dissous", pour le No ONU 1010:

- Dans la colonne "Nom et description", remplacer "BUTADIÈNES STABILISÉS (mélanges de butadiène-1,3 et d'hydrocarbures)" par " BUTADIÈNES ET HYDROCARBURES EN MÉLANGE STABILISÉ, contenant plus de 40% de butadiènes".
- Dans les colonnes "Pression d'épreuve (en bar)" et "Taux de remplissage", supprimer "10" et "0,50", respectivement.
- Dans la colonne "Dispositions spéciales d'emballage" ajouter "v,".

Dans l'instruction d'emballage P601, ajouter une nouvelle disposition d'emballage PP82 libellée comme suit:

"PP82 Pour le No ONU 1744, des emballages intérieurs en verre d'une contenance maximale de 1,3 l peuvent être utilisés dans un emballage extérieur autorisé, la masse brute maximale étant alors de 25 kg."

Chapitre 4.2

4.2.5.2.5 Pour les instructions de transport en citernes mobiles T2 et T4, supprimer "T6" sous "Autres instructions de transport en citernes mobiles autorisées".

4.2.5.2.6 Ajouter le texte suivant après le titre:

"Les instructions de transport en citernes mobiles précisent les prescriptions applicables aux citernes mobiles utilisées pour le transport des matières spécifiques. Les instructions de transport en citernes mobiles T1 à T22 indiquent la pression minimale d'épreuve applicable, l'épaisseur minimale du réservoir (en mm d'acier de référence) et les prescriptions relatives aux dispositifs de décompression et aux orifices en partie basse."

Dans le tableau correspondant aux instructions de transport en citernes mobiles "T1 à T22", ajouter à la fin de l'en-tête "Dispositifs de décompression" un appel de note de bas de page "*". La note de bas de page correspondante sera libellée comme suit:

"* Dans le cas où figure la mention "Normaux", toutes les prescriptions du 6.7.2.8 s'appliquent, à l'exception du 6.7.2.8.3."

T50 Dans le tableau correspondant à l'instruction d'emballage T50:

- Ajouter un appel de note de bas de page "*" à la fin de l'en-tête "Dispositifs de décompression" ainsi que la note de bas de page correspondante suivante:

" Le mot "Normaux" dans la colonne relative aux dispositifs de décompression indique qu'un disque de rupture tel que spécifié au 6.7.3.7.3 n'est pas prescrit."*

- Ajouter "respectivement**" à la fin de l'en-tête "Pression maximale autorisée (bar); Petite citerne; Citerne nue; Citerne avec pare-soleil; Citerne avec isolation thermique" et la note de bas de page correspondante suivante:

*** Par "petite citerne" on entend une citerne avec un réservoir de diamètre inférieur ou égale à 1,5 m; par "citerne nue" on entend une citerne avec un réservoir de diamètre supérieur à 1,5 m, sans pare-soleil ni isolation thermique (voir 6.7.3.2.12); par "citerne avec pare-soleil" on entend une citerne avec un réservoir de diamètre supérieur à 1,5 m munie d'un pare-soleil (voir 6.7.3.2.12); par "citerne avec isolation thermique" on entend une citerne avec un réservoir de diamètre supérieur à 1,5 m munie d'un revêtement d'isolation thermique (voir 6.7.3.2.12); (Voir définition de "Température de référence de calcul" au 6.7.3.1)".*

- Ajouter un nouveau rang comme suit:

No ONU	Gaz liquéfiés non réfrigérés	Pression de service maximale autorisée (bar) Petite citerne Citerne nue Citerne avec pare-soleil Citerne avec isolation thermique	Orifices au-dessous du niveau du liquide	Dispositifs de décompression (voir 6.7.3.7)	Densité de remplissage maximale (kg/l)
1010	Butadiènes et hydrocarbures en mélange stabilisé	Voir définition de PSMA au 6.7.3.1	Autorisés	Normaux	Voir 4.2.2.7

4.2.5.3 Modifier TP5 comme suit: "Le taux de remplissage du 4.2.3.6 doit être respecté."

PARTIE 5

Chapitre 5.2

5.2.2.1.6 Modifier le début du paragraphe comme suit: "Sauf mention contraire au 5.2.2.2.1.2, toutes les étiquettes doivent:"

5.2.2.2.1.2 Ajouter le texte suivant à la fin du paragraphe actuel:

"Les étiquettes peuvent se chevaucher dans les limites prévues par la norme ISO 7225:1994 "Bouteilles à gaz - Étiquettes de risque"; toutefois, dans tous les cas, les étiquettes de risque primaire et les numéros figurant sur chaque étiquette doivent rester entièrement visibles et les signes conventionnels reconnaissables."

PARTIE 6

Chapitre 6.1

6.1.2.5 Remplacer "Tonneaux en bois" par "Réservé".

6.1.2.7 Dans le tableau, remplacer le texte actuel de la ligne 2 ("2. Tonneaux C. Bois..... 6.1.4.6") par le texte suivant: "2. Réservé".

6.1.4.1.1 Ajouter à la fin de ce paragraphe une note libellée comme suit:

"NOTE: Dans le cas de fûts en acier au carbone d'une contenance supérieure à 100 l, les types d'acier "appropriés" sont définis dans les normes ISO 3573:1999 "Tôles en acier au carbone laminées à chaud de qualité commerciale et pour emboutissage" et ISO 3574:1999 "Tôles en acier au carbone laminées à froid de qualité commerciale et pour emboutissage"."

6.1.4.6 Supprimer ce paragraphe et renuméroter les paragraphes et alinéas suivants en conséquence.

6.1.5.2.1 Dans la deuxième phrase, insérer: "autres que des sacs" après "uniques". Insérer une nouvelle troisième phrase libellée comme suit: "Les sacs doivent être remplis jusqu'à la masse maximale à laquelle ils peuvent être utilisés."

6.1.5.3.3 Ajouter un nouveau paragraphe libellé comme suit:

"6.1.5.3.3 Afin de tenir compte de la possibilité d'un relâchement du joint, les emballages à dessus amovible pour liquides ne doivent pas être soumis à l'épreuve de chute moins de 24 heures après le remplissage et la fermeture."

Renumeroter les paragraphes et alinéas suivants en conséquence.

6.1.5.3.4 Remplacer la phrase "Pour les matières liquides, si l'épreuve est exécutée avec de l'eau:" par "Pour les matières liquides dans des emballages simples et pour les emballages intérieurs d'emballages combinés, si l'épreuve est exécutée avec de l'eau:".

Ajouter à la fin de ce paragraphe une note libellée comme suit:

"NOTE: Par "eau" on entend aussi les solutions eau/antigel présentant une densité relative minimale de 0,95 pour les épreuves à - 18 °C."

6.1.5.3.5.2 Ajouter après "fermeture" les mots "tout en continuant d'assurer sa fonction de retenue,".

6.1.5.7 Supprimer ce paragraphe et renuméroter les paragraphes et alinéas suivants en conséquence.

Chapitre 6.7

6.7.2.1 Dans la définition de "citerne mobile", supprimer "ayant une contenance supérieure à 450 l".

Ajouter les définitions suivantes dans l'ordre alphabétique:

"Acier à grain fin, acier dont la grosseur des grains de ferrite, telle qu'elle est déterminée conformément à la norme ASTM E 112-96 ou telle qu'elle est définie dans EN 10028-3, Partie 3, est de six ou moins.

Élément fusible, un dispositif de décompression non refermable qui est actionné thermiquement.

Citerne mobile offshore, une citerne mobile spécialement conçue pour servir de manière répétée au transport de marchandises dangereuses en provenance ou à destination d'installations offshore ou entre de telles installations. Une telle citerne est conçue et construite selon les règles relatives à l'agrément des conteneurs manutentionnés en haute mer énoncées dans le document MSC/Circ.860 publié par l'Organisation maritime internationale."

INDEX ALPHABÉTIQUE

Modifier l'index alphabétique conformément aux amendements apportés au chapitre 3.2.

ANNEXE 2

PROJET D'AMENDEMENTS AUX MANUEL D'ÉPREUVES ET DE CRITÈRES

Section 1

1.2.2 Dans le tableau 1.1, remplacer "1-7" par "1-8" sous "Série d'épreuves".

1.6 Dans le tableau 1.2, ajouter les épreuves de la série 8 comme suit:

Série	Type	Code	Nom
8	(a)	8(a)	Épreuve de stabilité à la chaleur pour les émulsions de nitrate d'ammonium (ENA)
8	(b)	8(b)	Épreuve d'amorçage de la détonation pour les ENA
8	(c)	8(c)	Épreuve de Koenen
[8	(d)	8(d)	Épreuve du tube avec événement]

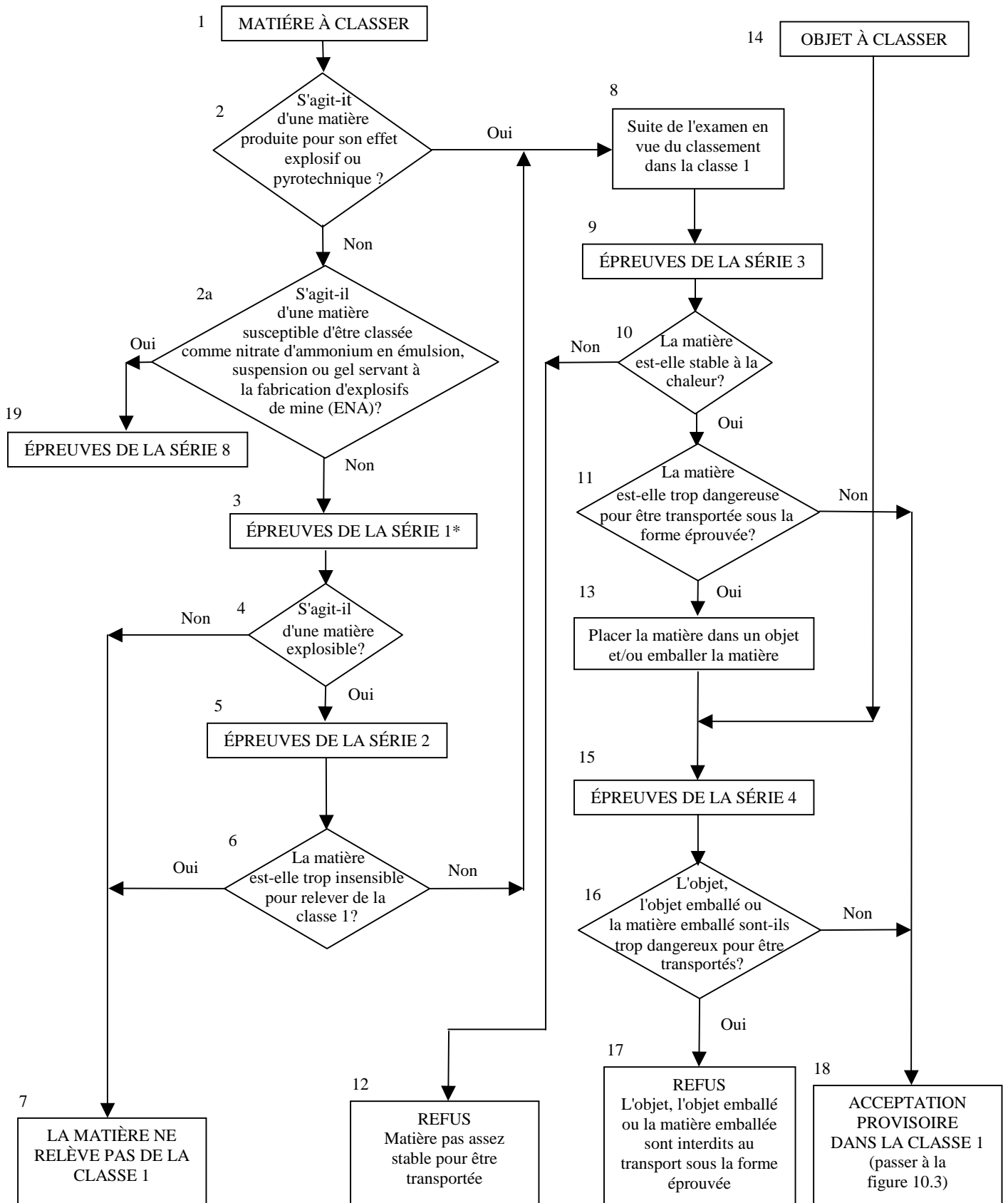
Section 10

10.1.1 Modifier la dernière phrase comme suit: "...classement (fig. 10.1, 10.2, 10.3 et 10.4), les conditions.....dans les sections 11 à 18 du présent Manuel d'épreuves".

Figure 10.2 Modifier cette figure tel qu'indiqué à la page 8 du présent document.

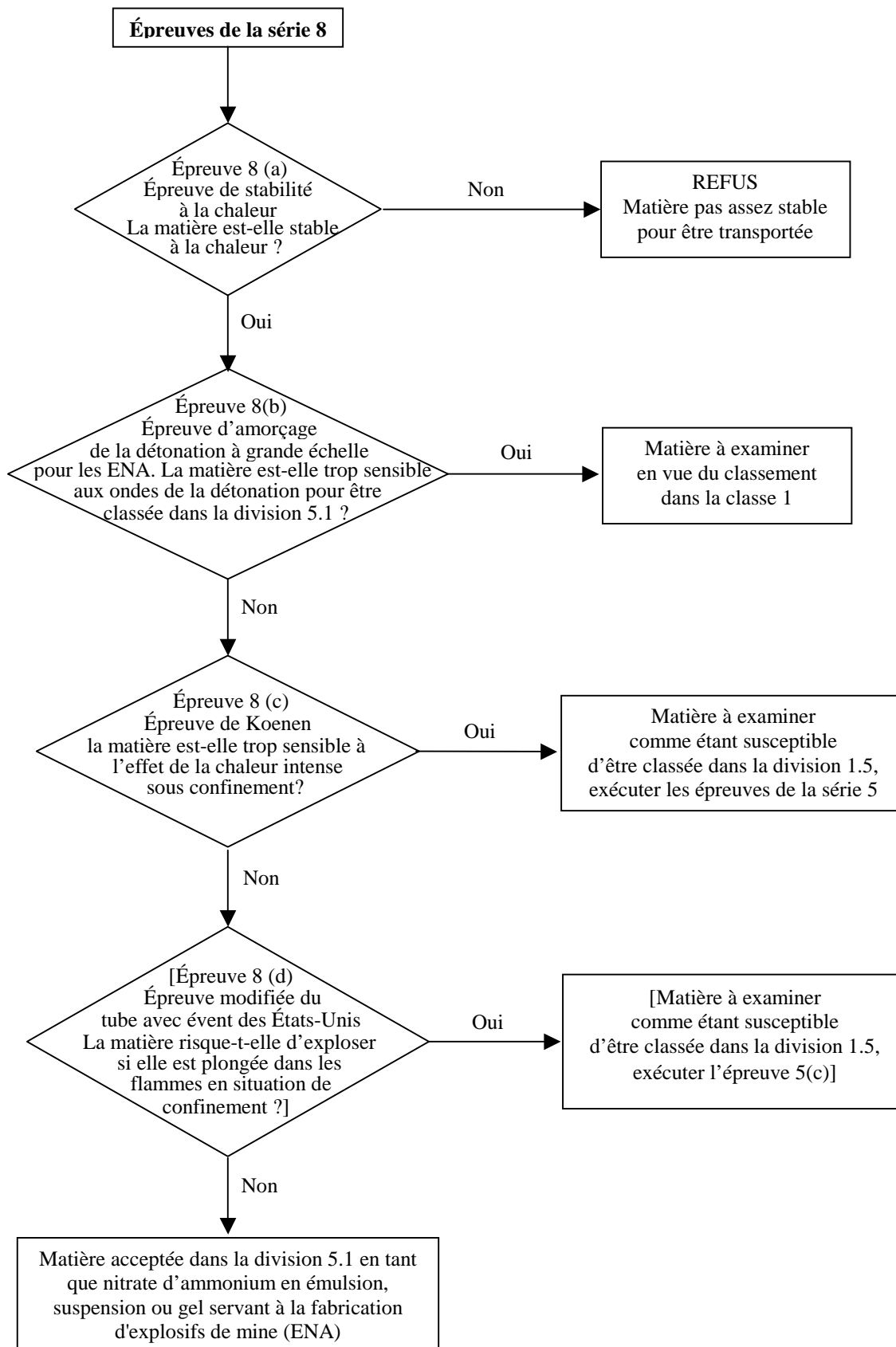
Figure 10.4 Insérer une nouvelle figure 10.4, tel qu'indiqué à la page 9 du présent document, après la figure 10.3 existante et renuméroter les figures 10.4 à 10.8 en conséquence.

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



* Aux fins du classement, commencer par les épreuves de la série 2.

Figure 10.4



10.4.2.5 Ajouter un nouveau paragraphe libellé comme suit:

"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?" (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 quatre épreuves de la série. Les quatre 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;

[Type 8 d) - épreuve pour déterminer l'effet de l'exposition à un feu important sous confinement avec aération.]".

10.4.3.7 Insérer un nouveau 10.4.3.7 comme suit:

"10.4.3.7 Les types d'épreuves 8 a) à [8 d)] 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 au tableau 10.4."

Le 10.4.3.7 existant devient le nouveau 10.4.3.8.

10.5.1 Modifier la fin de paragraphe comme suit: "...dans les figures 10.5 à 10.8."

10.5.2 Remplacer "figure 10.8" par "figure 10.9".

Section 18 Insérer une nouvelle Section 18 relative aux épreuves de la série 8, comme suit:

"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 est suffisamment insensible pour être classé dans la division 5.1 on répond en soumettant la matière aux quatre types d'épreuves qui constituent la série 8. Les quatre 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;

[Type 8 d) - épreuve pour déterminer l'effet de l'exposition à un feu important sous confinement avec aération.]

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 *	18.4.1
8 b)	Épreuve d'amorçage de la détonation à grande échelle pour les ENA *	18.4.2
8 c)	Épreuve de Koenen *	18.4.3
[8 d)	Épreuve du tube avec événement *	18.4.4]

* *Épreuve recommandée.*

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 événement 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 1 °C vers le haut ou vers le bas 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/K), de la matière à l'aide de la formule suivante :

$$L = \ln 2 \cdot C_p / t_{1/2}$$

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.

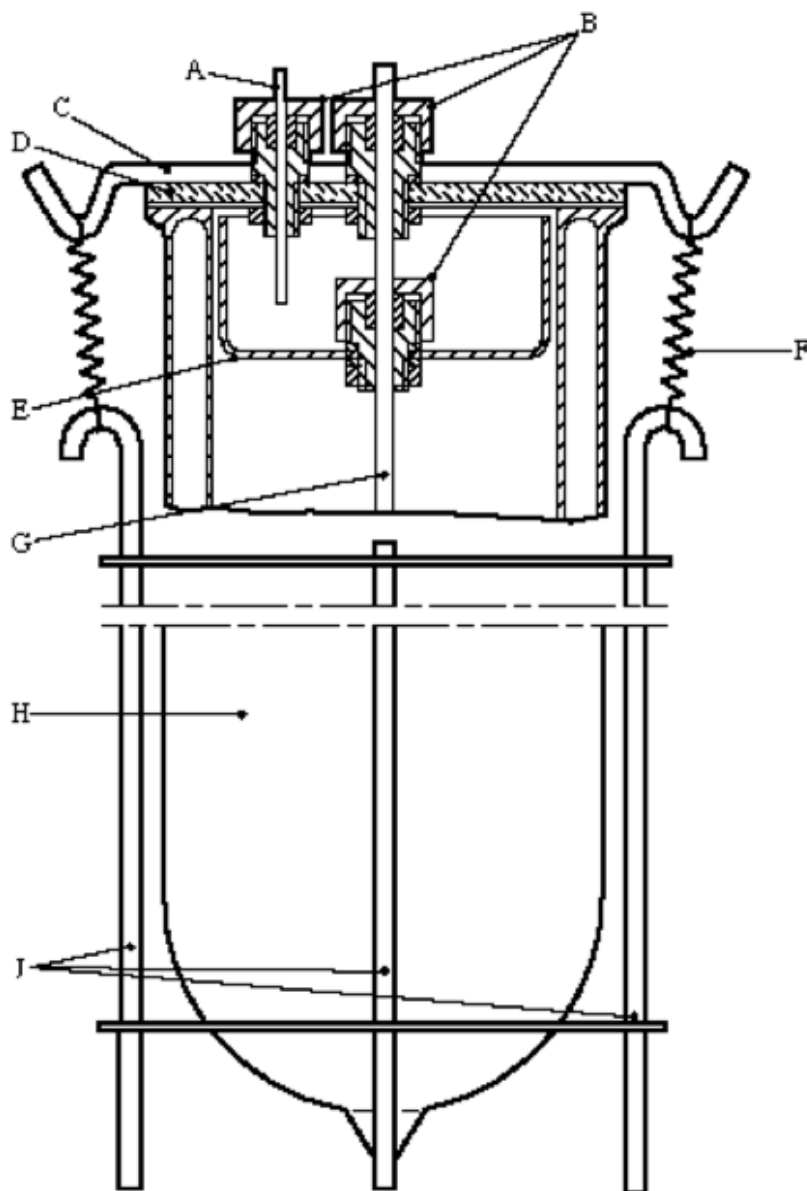
18.4.1.3.3 Si l'échantillon résiste à l'épreuve, le refroidir, le retirer de la chambre d'épreuve et l'éliminer dans les meilleurs délais. On peut déterminer la perte de masse et les changements de la composition.

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	-	Léger décoloration, durcissement en morceaux. Perte de masse 0,5 %
ENA-1 Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%	551	102	-	Séparation d'huile et de cristaux de sels. Perte de masse 0,8 %
ENA-2 (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 75%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%	501	102	-	Décoloration partielle. Perte de masse 0,8 %
ENA-Y Nitrate d'ammonium 77%, Eau 17%, combustible/émulsifiant 7%	500	85	-	Perte de masse 0,1%
ENA-Z Nitrate d'ammonium 75%, Eau 20%, combustible/émulsifiant 5%	510	95	-	Perte de masse 0,2 %
ENA-G1 Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, combustible/émulsifiant 9%	553	85	-	Pas d'augmentation de température
ENA-G1 Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16% , combustible/émulsifiant 7%	540	85	-	Pas d'augmentation de température



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 $11,1\text{ mm} \pm 10\%$ 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 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 x 200 mm x 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.

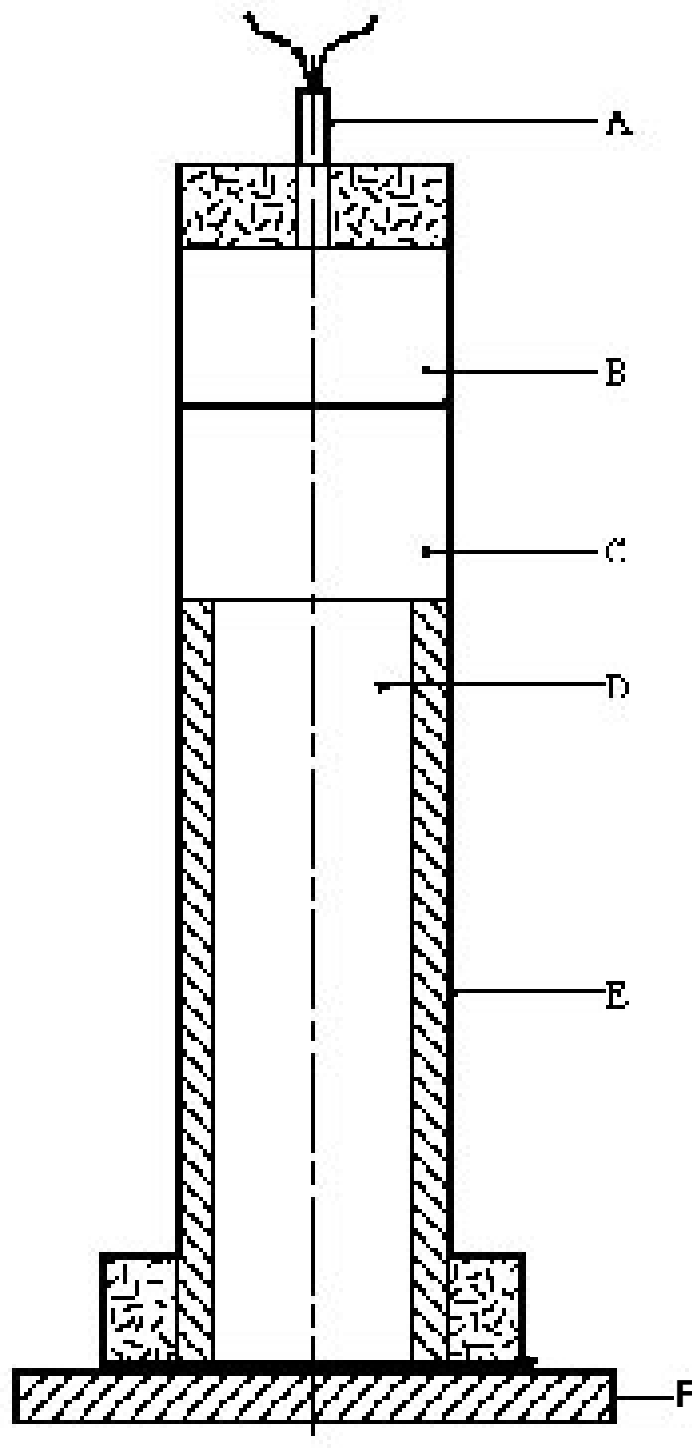
18.5.1.4 *Critères d'épreuve et méthode d'évaluation des résultats*

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*

Matière	Masse volumique (g/cm ³)	Épreuve d'amorçage de la détonation (mm)	Résultat	Commentaires
Nitrate d'ammonium (basse densité)	0,85	35	-	Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque bombée VOD: 2,3-2,8 km/s
Nitrate d'ammonium (basse densité)	0,85	35	-	Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque fracturée.
ENA-FA Nitrate d'ammonium 69%, Nitrate de sodium 12%, Eau 10%, Combustible/émulsifiant 8%	1.4	50	-	Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque non perforée.
ENA-FA	1,44	70	-	Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque non perforée.
ENA-FB 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.
ENA-FC (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 75%, Eau 13%, Combustible/émulsifiant 10%	1.17	70	+	Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée.
ENA-FD (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	ca. 1,22	70	+	Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée.
ENA-I Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	1,4	35	-	Douille fragmentée en gros morceaux. Plaque bosselé. VOD: 3,1 km/s

Matière	Masse volumique (g/cm³)	Épreuve d'amorçage de la détonation (mm)	Résultat	Commentaires
ENA-2 (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	1,3	35	+	Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée. VOD: 6,7 km/s
ENA-2 (sensibilisé) Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	1,3	70	+	Douille fragmentée en petits morceaux. Plaque perforée. VOD: 6,2 km/s
ENA-G1 Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 9%	1,29	70	-	Douille fragmentée. Plaque dentelée. VOD: 1968 m/s
ENA-G2 Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%	1,32	70	-	Douille fragmentée. Plaque dentelée.
ENA-G3 (sensibilité à la gasification) Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 9%	1,17	70	+	Douille fragmentée. Plaque percée.
ENA-G4 (sensibilité aux microsphères) Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%	1,23	70	+	Douille fragmentée. Plaque percée.
ENA-G5 Nitrate d'ammonium 70%, Nitrate de calcium 8%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%	1,41	70	-	Douille fragmentée. Plaque dentelée. VOD: 2061 m/s



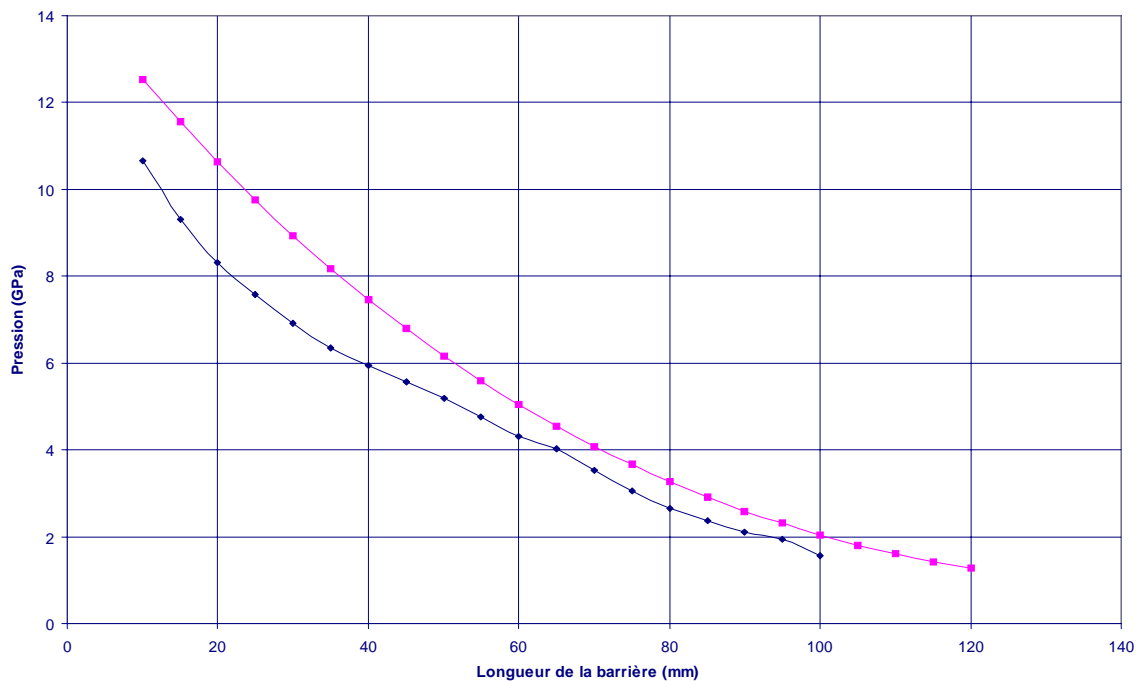
A)	Détonateur	B)	Charge excitatrice
C)	Barrière de PMMA	D)	Échantillon
E)	Tube en acier	F)	Plaque témoin

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

PENTOLITE 50/50 en tant que charge excitatrice		HEXOCIRE/GRAPHITE en tant que charge excitatrice	
Longueur de la barrière (mm)	Pression au niveau de la barrière (GPa)	Longueur de la barrière (mm)	Pression au niveau de la barrière (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 de qualité appropriée. Elle a une masse de $25,5 \pm 1,0$ g. 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.

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 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 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ à $250 \text{ }^\circ\text{C}$ 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* fragments;
- "F" : Douille fragmentée en trois 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.

* 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 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".

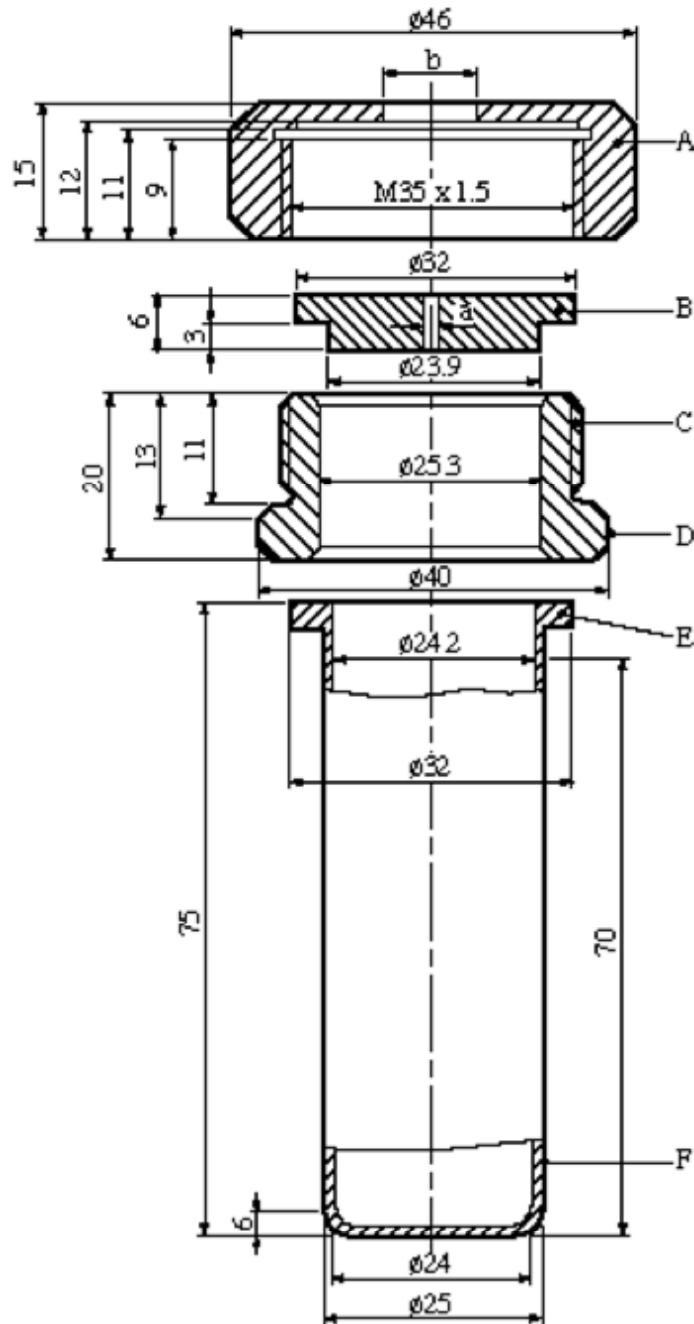
18.4.3.3.5 La série d'essais commence par un essai simple avec un disque à lumière de 20 mm. Si lors de cet essai, il y a explosion, on poursuit la série avec des essais sur des douilles sans disque à lumière ni écrou mais seulement munies de la bague filetée (ouverture : 24 mm). Si par contre il n'y 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".

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

Matériau	Résultat	Commentaires
Nitrate d'ammonium (basse densité)	-	Diamètre limite: < 1 mm
ENA-F1 Nitrate d'ammonium 71%, Eau 21%, Combustible/émulsifiant 7%	-	
ENA-F2 Nitrate d'ammonium 77%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	-	
ENA-F3 Nitrate d'ammonium 70%, Nitrate de sodium 11%, Eau 12%, Combustible/émulsifiant 7%	-	
ENA-F4 Nitrate d'ammonium 42%, Nitrate de calcium 35%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%	-	
ENA-F5 Nitrate d'ammonium 69%, Nitrate de sodium 13%, Eau 10%, Combustible/émulsifiant 8%	-	
ENA-F6 Nitrate d'ammonium 72%, Nitrate de sodium 11%, Eau 10%, Combustible/émulsifiant 6%	-	
ENA-F7 Nitrate d'ammonium 76%, Eau 13%, Combustible/émulsifiant 10%	-	
ENA-F8 Nitrate d'ammonium 77%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 6%	-	
ENA-1 Nitrate d'ammonium 76%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	-	Diamètre limite: 1.5 mm
ENA-2 (sensibilité aux microsphères) Nitrate d'ammonium 75%, Eau 17%, Combustible/émulsifiant 7%	+	Diamètre limite: 2 mm
ENA-4 (sensibilité aux microsphères) Nitrate d'ammonium 70%, Nitrate de sodium 11%, Eau 9%, Combustible/émulsifiant 5,5%	+	Diamètre limite: 2 mm
ENA-G1 Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 1%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 9%	-	
ENA-G2 Nitrate d'ammonium 74%, Nitrate de sodium 3%, Eau 16%, Combustible/émulsifiant 7%	-	



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

Figure 18.6.1.1 : DOUILLE ET ACCESSOIRES

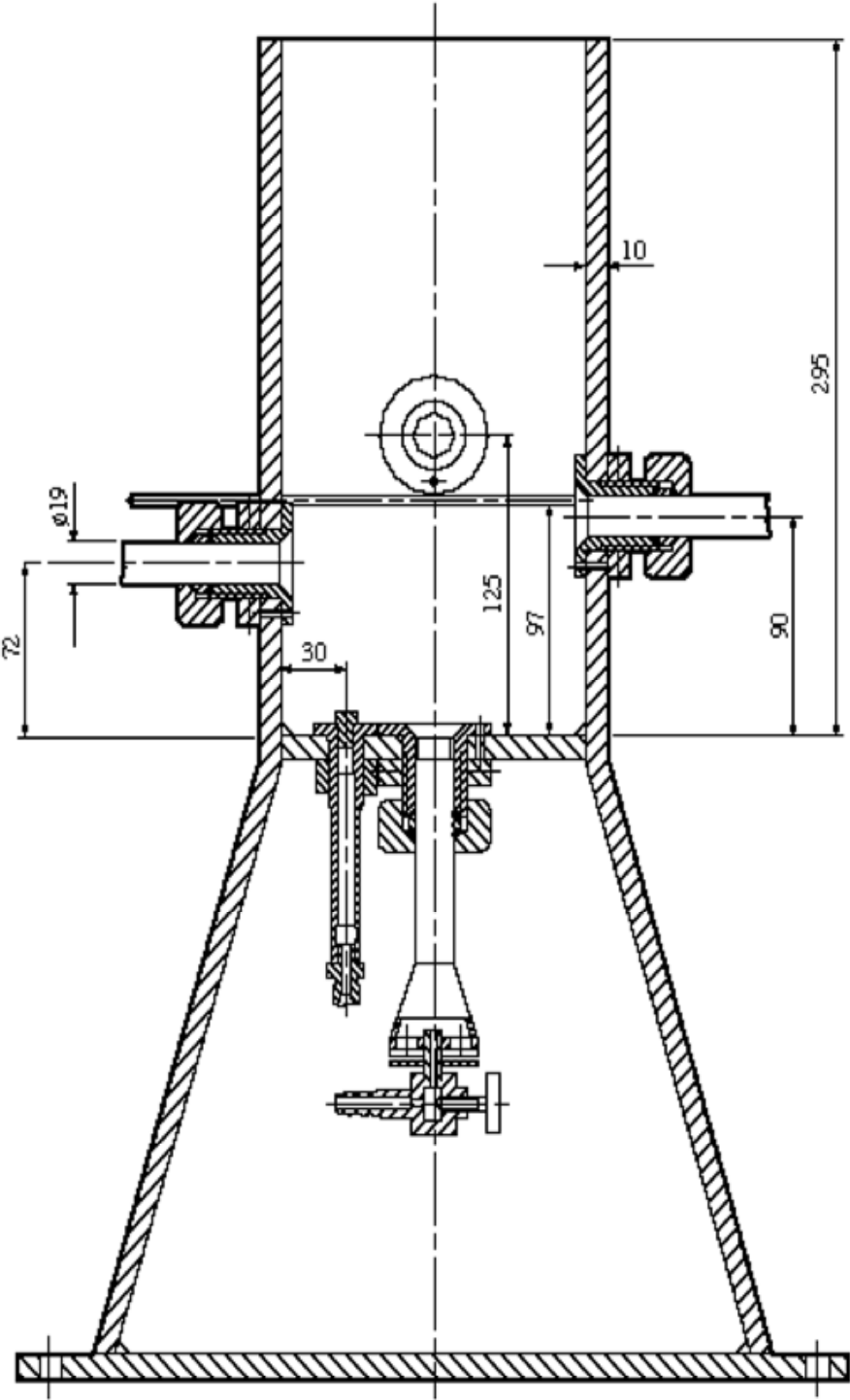


Figure 18.6.1.2 : ENCEINTE DE CHAUFFAGE ET DE PROTECTION

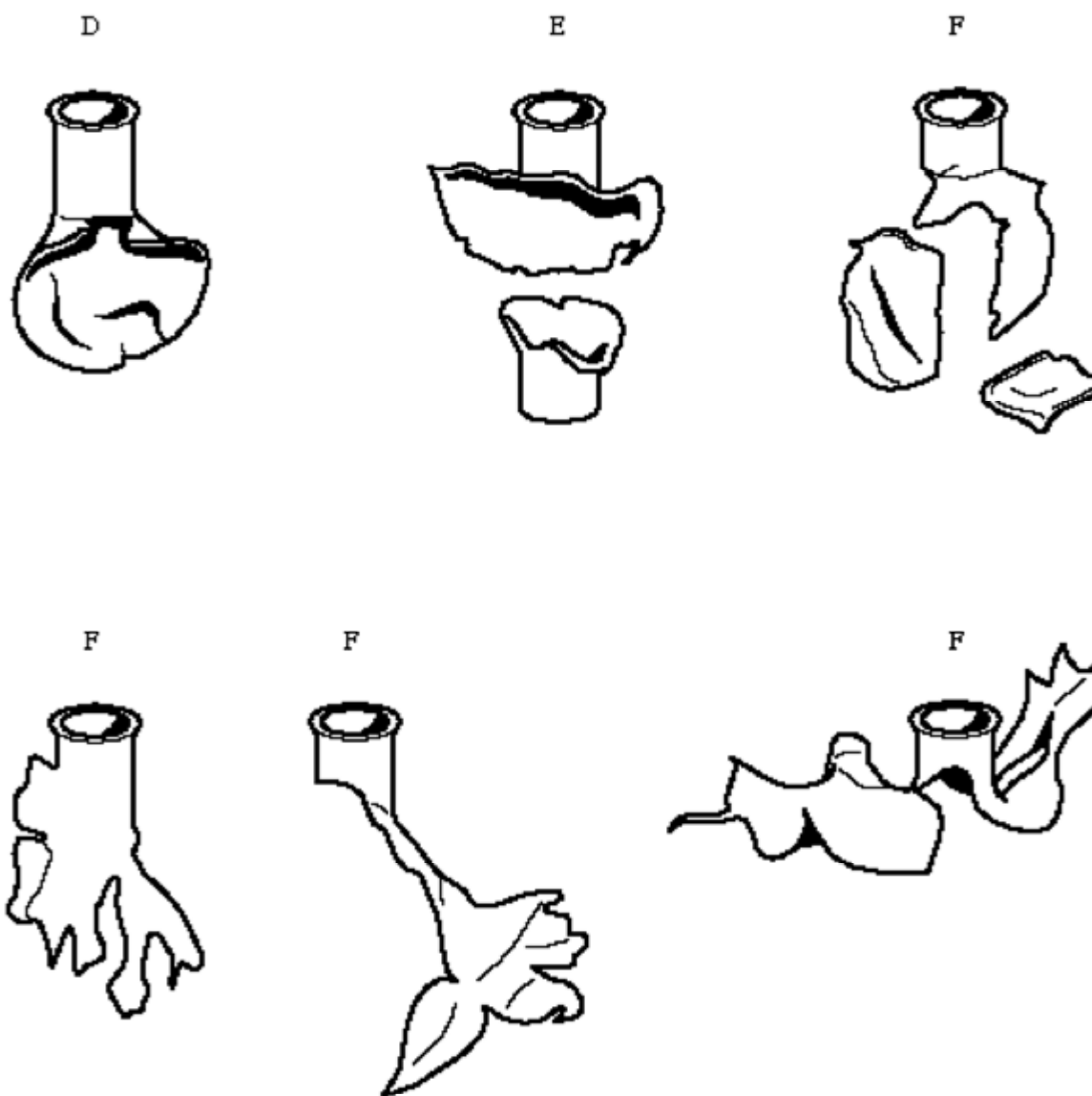


Figure 18.6.1.3 : EXEMPLES DES TYPES DE FRAGMENTATION D, E ET F

[18.7 Série 8, Type d): Dispositions d'épreuve18.7.1 ***Épreuve 8 d) : Épreuve du tube avec évent***18.7.1.1 *Introduction*

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 (*la spécification devant être fournie par les États-Unis*) d'un diamètre de 30 ± 1 cm et d'une longueur de 60 ± 1 cm dont l'orifice inférieur est obturé à l'aide d'une plaque carrée soudée en acier doux de 38 cm de côté et de $10 \pm 0,5$ mm d'épaisseur. Une plaque semblable, munie en son centre d'un orifice de 76 mm de diamètre auquel est raccordé par soudure un tuyau en acier d'une longueur de 150 mm et d'un diamètre intérieur de 76 mm, est soudée sur l'orifice supérieur (voir la figure 18.7.1.1). (*D'autres spécifications sur les diamètres intérieurs et extérieurs, l'épaisseur des parois et les tolérances sont à fournir*);]
- 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 :

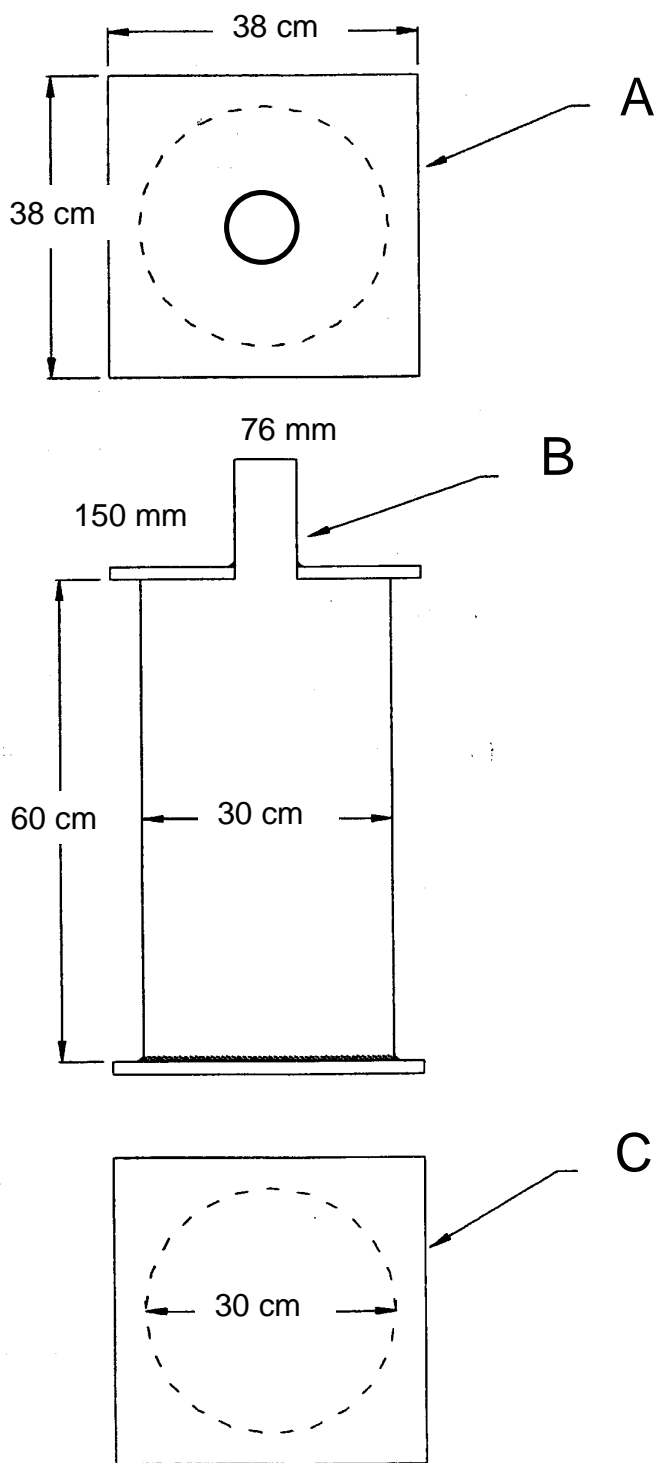
- a) Preuve de l'explosion;
- b) Bruit intense; et
- c) Projection de fragments en provenance de la zone du feu.

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 classée dans la division 5.1 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*

Matière	Résultat
À remplir	}



A) Plaque supérieure

B) Raccord en tube d'acier

C) Plaque inférieure

Figure 18.7.1.1 : ÉPREUVE DU TUBE AVEC ÉVENT