

**RECUEIL DES EPREUVES D'AGREMENT DES DISPOSITIFS
PYROTECHNIQUES POUR LA SECURITE AUTOMOBILE**

30 JUILLET 1997

PREAMBULE

Les dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile sont couverts par les dispositions du décret n° 90-153 du 16 février 1990 modifié portant diverses dispositions relatives au régime des produits explosifs, et de ses textes subséquents, notamment l'arrêté du 12 novembre 1991 fixant la liste des produits explosifs soumis à l'obligation de conformité à un modèle agréé.

Ces dispositifs pyrotechniques comprennent des générateurs de gaz destinés à équiper des systèmes de type "coussins gonflables" ("air bag") ou de type "ceintures de sécurité", les poudres de relais présentes dans certains systèmes "air bag" et les allumeurs, électriques ou non, utilisés dans ces divers systèmes.

Qu'ils soient pris isolément ou qu'ils équipent les systèmes en question, les générateurs de gaz et les poudres de relais sont assujettis à l'obligation d'agrément au titre du décret n° 90-153. Les allumeurs pris isolément peuvent être agréés au titre du même décret.

Les épreuves requises pour l'obtention d'un agrément visent à s'assurer que les produits en question présentent un danger acceptable pour la sécurité publique en général. Elles ne visent pas à garantir la fiabilité et la fonctionnalité des produits dans les conditions d'utilisation finales. Ces épreuves sont réalisées sur des spécimens représentatifs des produits, selon la répartition suivante :

a) Générateurs de gaz.

Epreuve par ordre de passage		Echantillonnage :											Produit n°
N° INERIS	Désignation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total par épreuve
A1	Description	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11
J8	Vibrations	X											1
I10	Chute		X										1
E10	Stabilité			X									1
N7	Fonctionnement	X	X	X	X								4
I11	Impact					X	X	X	X				4
M7(*)	Chauffage									X			1
R8	Produits de combustion										X	X	2

(*) seulement pour les générateurs de gaz destinés aux systèmes "air bag".

.../...

Les examens relatifs à la compatibilité des composants de base, au vieillissement, aux effets des contraintes mécaniques et climatiques, à l'influence de l'environnement électromagnétique et au comportement en cas d'utilisation à des fins malveillantes sont effectués au vu de la documentation technique jointe au dossier accompagnant la demande d'agrément et visé à l'article 3 du décret n° 90-153. Les informations relatives à la sécurité, sous forme de notices, brochures ou fiches de contenu analogue au contenu des fiches de données de sécurité, font également l'objet d'un examen.

b) Poudres de relais.

Les épreuves suivantes sont réalisées.

N° INERIS	Désignation
A1	Description
A3	Granulométrie
B1	Masse volumique
E1	Stabilité
I1	Sensibilité au choc
J1	Sensibilité au frottement
K1	Sensibilité à l'étincelle électrique
F2	Chauffage progressif
M8	Passage déflagration-détonation

Les fiches de données de sécurité font par ailleurs l'objet d'un examen.

c) Allumeurs.

Epreuve par ordre de passage		Echantillonnage :							Produit n°
N° INERIS	Désignation	1	2	3	4	5	6	7	Total par épreuve
A1	Description	X	X	X	X	X	X	X	7
J8	Vibrations	X							1
I5	Chute		X						1
E10	Stabilité			X					1
N7	Fonctionnement	X	X	X	X				4
P8	Caractère détonant/ non détonant					X	X	X	3

.../...

Les examens relatifs aux caractéristiques électriques et de sensibilité à des sollicitations électriques, à la compatibilité des composants de base, aux effets des contraintes mécaniques et climatiques et à l'influence de l'environnement électromagnétique sont effectués au vu de la documentation technique jointe au dossier accompagnant la demande d'agrément et visé à l'article 3 du décret n° 90-153.

N.B. : les examens relatifs aux caractéristiques électriques et de sensibilité à des sollicitations électriques sont remplacés, pour les allumeurs non-électriques, par d'autres examens dont la nature est fonction des types des allumeurs.

Les informations relatives à la sécurité, sous forme de notices, brochures ou fiches de contenu analogue au contenu des fiches de données de sécurité, font également l'objet d'un examen.

Les fiches de modes opératoires des épreuves A1, A3, B1, E1, E10, F2, I1, I5, I10, I11, J1, J8, K1, M7, M8, N7, P8 et R8 font l'objet des pages suivantes.

<p>INERIS</p> <p>LSE</p>	<p>DESCRIPTION.</p>	<p>EPREUVE</p> <p>A1</p>
--------------------------	---------------------	--------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

Tout produit explosible (matière ou objet).

2./ PRINCIPE.

Il s'agit de relever le maximum de détails pouvant faciliter une identification ultérieure du produit.

3./ MATERIEL.

- Mètre, pied à coulisse, palmer.
- Balances de différentes portées et de différentes sensibilités.
- Binoculaire, microscope.
- Appareil photographique.

4./ MODE OPERATOIRE.

4.1.- Emballage -

Dans tous les cas (matières ou objets), on note la masse brute et la masse nette du colis, les mentions et types d'étiquettes que porte le colis, la nature de l'emballage extérieur (exemple : caisse en carton) et celle des emballages intérieurs éventuels (exemple : sachets en polyéthylène). Si des inscriptions sont portées sur les emballages intérieurs ou si des fiches se trouvent dans ces emballages avec le produit, on le mentionne.

.../...

4.2.- Cas des objets -

On note l'aspect (couleur), la forme, les dimensions et la masse (masse linéaire dans le cas des cordons, mèches, ...) d'un objet. On relève les inscriptions éventuellement gravées ou imprimées sur l'objet.

Si l'objet peut être ouvert facilement et sans danger, on décrit ses différentes parties constitutives : nature, couleur, dimensions et masse (ou masse linéaire). Quand c'est possible, la matière explosive contenue dans l'objet est décrite comme l'indique le paragraphe suivant.

4.3.- Cas des matières -

On note l'état physique de la matière (liquide, pâte, gel, solide granulaire ou solide compact) ainsi que son aspect (couleurs, forme des grains). Si la matière a une odeur, on l'indique en essayant de qualifier cette odeur. Si la matière ne paraît pas homogène, on précise ce qui distingue les différents constituants (état physique, couleur, forme des grains, ...).

Si la matière est constituée de grains assez gros et de forme régulière ou s'il s'agit d'un solide compact se présentant en blocs de forme régulière, on détermine les dimensions caractéristiques d'au moins 5 grains ou 5 blocs prélevés au hasard. On note la valeur moyenne et les valeurs extrêmes observées pour chacune des dimensions.

INERIS LSE	GRANULOMETRIE.	EPREUVE A3
-------------------	----------------	-------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux matières solides granulaires.

2./ PRINCIPE.

On détermine l'importance relative des fractions de la matière retenues sur différents tamis, lors d'un tamisage mécanique, à sec.

3./ MATERIEL.

3.1.- Tamis. Un tamis est constitué par une toile en acier inoxydable, conforme à la norme NFX 11501, garnissant le fond d'une monture en acier inoxydable, de diamètre 200 mm. La monture est telle que l'on peut former, par emboîtement, une colonne de tamis superposés. On utilise une gamme de 8 tamis, numérotés de 1 à 8, dans l'ordre des valeurs nominales de la maille de la toile métallique, comme l'indique le tableau suivant :

numéro	n	1	2	3	4	5	6	7	8
maille (mm)	x_n	0,10	0,16	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5

3.2.- Couvercle et réceptacle. Réalisés en acier inoxydable, ils permettent de fermer les extrémités supérieure et inférieure d'une colonne de tamis, en s'emboîtant sur ces extrémités.

3.3.- Tamiseuse. Il s'agit d'une tamiseuse CHAUVIN type "ROTO-LAB". Cette tamiseuse est calée de manière que son plateau soit horizontal. Elle peut recevoir une colonne de tamis avec couvercle et réceptacle. (D'autres tamiseuses peuvent éventuellement être utilisées sous réserve que cela ne modifie pas sensiblement les résultats de l'épreuve).

L'ensemble tamiseuse - tamis doit être mis à la terre.

3.4.- Balance. Cette balance permet de peser un tamis à 0,1 g près (ou mieux).

3.5.- Divers : Soufflette reliée à une source d'air comprimé, pinceau doux, solvant pour dégraissage,

3.6.- Echantillon nécessaire : au minimum, 200 g de la matière à éprouver.

4./ REALISATION DE L'EPREUVE.

4.1.- Réalisation de l'essai -

Si besoin est, nettoyer, dégraisser, sécher les tamis, le réceptacle et le couvercle. Peser le réceptacle et les tamis avant l'essai.

Superposer le réceptacle et les tamis dans l'ordre des numéros croissants. Peser une prise d'essai et la verser sur le tamis supérieur. En principe, la masse de la prise d'essai est 100,0 g.

Mettre en place le couvercle et disposer l'ensemble sur la tamiseuse.

Faire fonctionner la tamiseuse pendant 15 minutes puis retirer l'ensemble.

Oter le couvercle ; si des particules adhèrent au couvercle, les faire tomber dans le tamis supérieur à l'aide du pinceau doux. Déboîter le tamis supérieur ; si des particules adhèrent au-dessous du tamis, les faire tomber dans le tamis suivant, à l'aide du pinceau doux. Peser le tamis supérieur avec la fraction de matière retenue sur ce tamis. Procéder de même avec les autres tamis. Peser enfin le réceptacle.

Après avoir recueilli les différentes fractions de matière, nettoyer les tamis, le réceptacle et le couvercle à l'aide du pinceau, de la soufflette à air comprimé ou de tout autre moyen approprié.

.../...

4.2.- Calculs à effectuer -

Par différence avec la masse initiale, calculer la masse de la fraction de matière retenue sur chacun des tamis et dans le réceptacle.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Les masses des différentes fractions de matière sont notées m_1 pour la fraction passant au tamis n° 1, m_2 pour la fraction passant au tamis n° 2 et retenue sur le tamis n° 1, ..., m_9 pour la fraction retenue sur le tamis n° 8. Par cumul des masses m_n rapportées à la masse M de la prise d'essai, on calcule les proportions P_n (en pourcent) qui passent à chacun des tamis pris isolément :

$$P_1 = 100 \times m_1/M$$

$$P_2 = 100 \times (m_1 + m_2)/M$$

.....

$$P_8 = 100 \times (m_1 + m_2 + \dots + m_8)/M.$$

On calcule, par ailleurs, le bilan :

$$B = 100 (m_1 + m_2 + \dots + m_8 + m_9)/M.$$

Les proportions P_1 à P_8 et le bilan B constituent les résultats de l'épreuve. Ils sont présentés dans un tableau en fonction de la maille des tamis (en mm). Ils sont exprimés en pourcent, à 0,1 pourcent près.

On précise les conditions particulières dans lesquelles l'épreuve a été réalisée (température, taux d'humidité de la matière, ...).

6./ REMARQUE.

k étant le numéro du tamis pour lequel on a

$$P_{k-1} < 50 \leq P_k$$

la matière est qualifiée de "poussièreuse" si l'une des conditions suivantes est réalisée

.../...

a) $P_{k-5} > 0,2 + 0,002 (P_k - 50)^2$

avec $6 \leq k \leq 8$;

b) $P_{k-2} > 5 + 0,2 (P_k - 50) + 0,01 (P_k - 50)^2$

avec $3 \leq k \leq 5$.

(Ces conditions ont été établies avec une loi normale de distribution du logarithme de la proportion P_i).

Si aucune des conditions a et b n'est réalisée, la matière est qualifiée de "non poussiéreuse".

INERIS LSE	DENSITE NORMALE DE TASSEMENT.	EPREUVE B1
---------------	-------------------------------	---------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve peut s'appliquer à toute substance explosible pulvérulente ou granulaire.

2./ PRINCIPE.

On détermine la densité obtenue par tassement de la substance sous l'effet de son propre poids, au cours d'une série de chutes, dans des conditions expérimentales données. Cette densité est dite "densité normale de tassement".

3./ MATERIEL.

. Machine comportant un moteur électrique animant un plateau circulaire d'un mouvement de rotation uniforme à raison de 67 t/mn. Ce plateau est muni d'une rampe hélicoïdale, de hauteur finale 5 cm (voir fig. 1). Le plateau et la rampe sont réalisés en tôle d'acier.

. Etui en matière plastique de diamètre intérieur 30,0 mm, diamètre extérieur 34 à 35 mm et hauteur 200 mm, présentant un fond plat.

. Mandrin gradué de diamètre 27 à 29 mm, hauteur minimale 300 mm et de masse maximale 200 g.

4./ CONDUITE D'UN ESSAI.

On verse $50,0 \pm 0,2$ g de la substance dans l'étui. Celui-ci est posé verticalement sur le plateau mobile dans le logement-guide prévu à cet effet.

On fait fonctionner la machine pendant une minute. Le niveau supérieur de la prise d'essai est apprécié à l'aide du mandrin gradué. L'opération précédente est renouvelée autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir un niveau constant, correspondant à une hauteur h estimée à 1 mm près.

La densité est déduite de la hauteur h à l'aide de la relation :

$$d_s = 70,73/h \text{ avec } h \text{ en mm.}$$

5./ RESULTAT DE L'EPREUVE.

Le résultat de l'épreuve est la moyenne des densités obtenues au cours de trois essais, cette moyenne étant arrondie au nombre le plus proche dont le chiffre des centièmes est 0 ou 5.

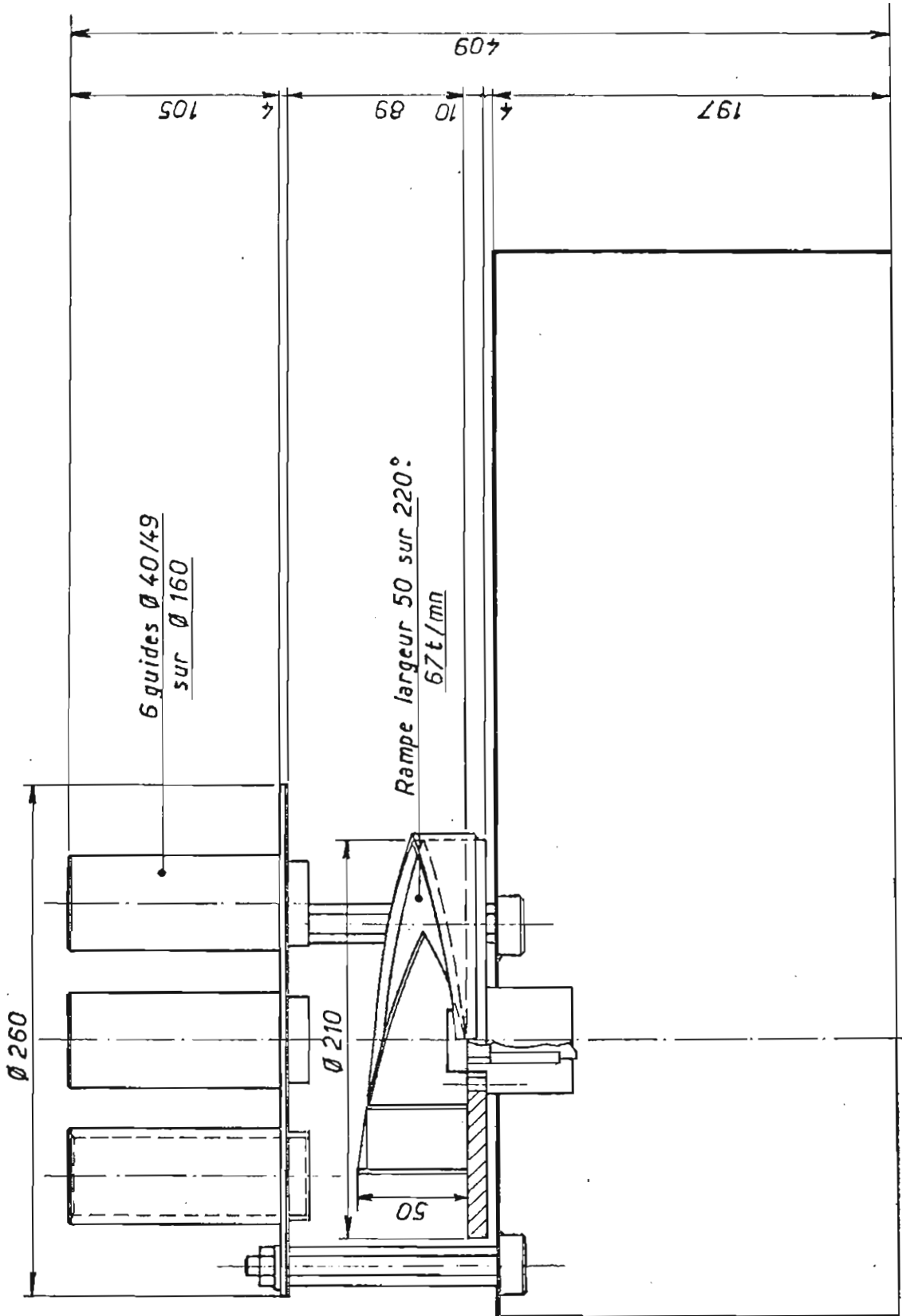


Fig.1 - MACHINE POUR LA DETERMINATION DE LA DENSITE NORMALE DE TASSEMENT

INERIS LSE	EPREUVE DE STABILITE THERMIQUE A 75°C	EPREUVE E1
-----------------------------	--	-----------------------------

Référence : ONU 3 (c).

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve peut s'appliquer à toute matière explosible.

L'épreuve peut s'appliquer également à certains objets explosibles tels les relais d'amorçage (bousteurs) ou de détonation. Dans ce cas, ces objets sont éprouvés tels quels. Les conditions de l'épreuve sont alors mentionnées explicitement dans l'énoncé des résultats.

2./ PRINCIPE.

La matière est placée, pendant 48 heures, dans une enceinte à 75°C. On note s'il se produit une explosion ou une décomposition de la matière, décomposition caractérisée par un dégagement de gaz ou un auto-échauffement de la matière.

3./ MATERIEL.

3.1.- Enceinte dont la température peut être réglée à 75°C, l'écart maximal de régulation ne dépassant pas 2°C. Tout autre système équivalent de régulation, tel une cellule avec une régulation déportée, peut être utilisé.

3.2.- Balance permettant d'effectuer des pesées à 0,5 g près.

3.3.- Thermocouples et chaîne de mesure de la température.

Les thermocouples sont de type chromel/alumel en gaine d'acier inoxydable de diamètre 1 mm. Si la gaine n'est pas inerte par rapport à la matière éprouvée, on utilise une enveloppe inerte d'inertie thermique aussi faible que possible.

.../...

La chaîne de mesure doit permettre de mesurer des variations de température supérieures ou égales à 1°C.

3.4.- Tubes en verre, à fond plat, de diamètre intérieur $50,5 \pm 0,5$ mm, longueur 150 mm environ, et épaisseur de paroi 3 mm environ.

Pour leur fermeture, ces tubes sont équipés d'un dispositif étanche aux gaz avec une partie faible formant disque de rupture taré à une surpression statique de 0,6 bar à la température de l'épreuve. Ce disque peut être déporté. La figure 1 donne la description d'un dispositif de fermeture ainsi conçu. Tout dispositif équivalent peut être utilisé.

3.5.- Echantillon de la matière à éprouver : 0,5 kg.

Dans le cas d'un solide compact, la matière doit se présenter en blocs cylindriques de diamètre $49,0^{+0,5}_-0$ mm et longueur 50 ± 1 mm. L'une des faces du bloc doit comporter un trou borgne, foré suivant l'axe du bloc, pour le logement d'un thermocouple (§ 3.4). Le diamètre du trou est $1,5^{+0}_-0,3$ mm. Sa profondeur est telle que la soudure du thermocouple est à mi-hauteur du bloc, à 2 mm près. L'échantillon comporte normalement 5 blocs.

3.6.- Matière de référence : il s'agit d'une matière d'état physique identique à celui de la matière à éprouver, stable à la température d'épreuve (exemples : sable pour un solide granulaire, eau pour un liquide). Un échantillon de 0,3 kg est suffisant.

4./ REALISATION DE L'EPREUVE.

L'épreuve comporte deux essais effectués comme suit.

4.1.- Préparation d'un essai.

- La température de l'enceinte est réglée à 75°C.
- Après avoir pesé un tube vide, on y introduit la matière à éprouver.

S'il s'agit d'un liquide, d'une pâte ou d'un solide granulaire, la matière est versée dans le tube. Les solides granulaires sont éprouvés à densité apparente sans tassement. La matière doit occuper la partie inférieure du tube, sur une hauteur de 50 ± 1 mm, ce qui définit la prise d'essai de volume 100 ± 4 cm³.

. S'il s'agit d'un solide compact, la prise d'essai est constituée par l'un des blocs cylindriques définis au paragraphe 3.5. Ce bloc est logé dans la partie basse du tube ; du fait de la forme du fond de ce tube, le bloc ne touche pas la partie médiane du fond.

- On pèse le tube contenant la matière à éprouver pour connaître la masse de la prise d'essai et en déduire la masse volumique de chargement de la matière.

- On ferme ensuite le tube avec le dispositif de fermeture traversé par le thermocouple n° 1. La soudure de ce thermocouple doit se trouver au milieu de la prise d'essai, à 2 mm près. Elle est logée dans le trou borgne que comporte le bloc constituant la prise d'essai, dans le cas d'un solide compact. Dans les autres cas, le thermocouple est enfoncé dans la matière.

- Dans les mêmes conditions que précédemment mais sans effectuer de pesées, on introduit, dans un autre tube, la prise d'essai de volume 100 cm^3 de la matière de référence. On ferme ce tube avec le dispositif de fermeture traversé par le thermocouple n° 2.

Enfin, on fixe le thermocouple n° 3 sur le second tube, à l'extérieur de celui-ci et au niveau de la matière de référence, à l'aide de fil métallique par exemple (pas de ruban adhésif).

Le montage précédent est représenté sur le schéma de principe de la figure 2.

4.2.- Conduite d'un essai.

Les deux tubes sont placés à 10 cm ou plus l'un de l'autre, dans l'enceinte. Les thermocouples sont branchés sur le millivoltmètre enregistreur, qui est mis en marche. On enregistre la différence entre les températures de la matière éprouvée et de la matière de référence avec les thermocouples n° 1 et 2, d'une part, et la température de l'enceinte avec le thermocouple n° 3, d'autre part.

La durée de l'essai est de 48 heures, à une heure près, excepté quand l'explosion ou la décomposition de la matière éprouvée est détectée au cours de l'essai.

Par examen de l'enregistrement, on peut savoir si les phénomènes suivants se sont éventuellement produits :

- a) explosion ou inflammation de la matière éprouvée,
- b) dégagement de gaz avec rupture du disque du système de fermeture,
- c) ouverture de la porte de l'enceinte,
- d) auto-échauffement de la matière éprouvée ; cet auto-échauffement sera considéré comme significatif s'il y a un écart d'au moins $1,0^\circ\text{C}$ entre la température de la matière éprouvée et celle de la matière de référence.

Si l'un des phénomènes a ou c s'est produit, l'essai est terminé. On coupe l'alimentation de l'enceinte et, après refroidissement de celle-ci, on examine son contenu.

.../...

Dans le cas contraire, l'essai est terminé au bout de 48 heures, à une heure près. On récupère le tube contenant la matière éprouvée après coupure de l'alimentation de l'enceinte et refroidissement complet de celle-ci.

N.B. : En l'absence d'information sur le comportement de la matière et si rien n'indique que les phénomènes a, b, c ou d se soient produits, on peut inspecter le contenu de l'enceinte au bout de 6, 24, 30 et 48 heures, à une heure près. Au cours de ces inspections, on observe s'il y a des vapeurs colorées dans le tube contenant la matière éprouvée. S'il y en a, l'essai est terminé. On coupe l'alimentation de l'enceinte et, après refroidissement complet de celle-ci, on y prend le tube contenant la matière éprouvée pour traitement ultérieur.

Dans tous les cas où la matière éprouvée est récupérée, on note son aspect et on pèse le tube contenant le reliquat de matière, après refroidissement complet. On en déduit la masse du reliquat de la prise d'essai et la perte de masse éventuelle au cours de l'essai.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

On retient le résultat de l'essai le plus pénalisant.

Si l'on n'a pas observé l'un des phénomènes a, b, c ou d, le résultat est résumé par l'expression :

"pas de réaction".

Sinon, le résultat est résumé par l'expression :

"réaction (...)"

où l'on indique, entre parenthèses, ce qui a été observé et à quel moment :

- explosion ou inflammation au bout de ... heures ;
- auto-échauffement maximal de ... °C au bout de ... heures ;
- rupture du disque du système de fermeture au bout de ... heures.

On donne, dans tous les cas, les précisions utiles quant à la matière éprouvée (masse volumique d'essai, humidité, granulométrie, traitement préalable, ...) ainsi qu'une description de la matière récupérée, le cas échéant (aspect, perte de masse éventuelle, ...).

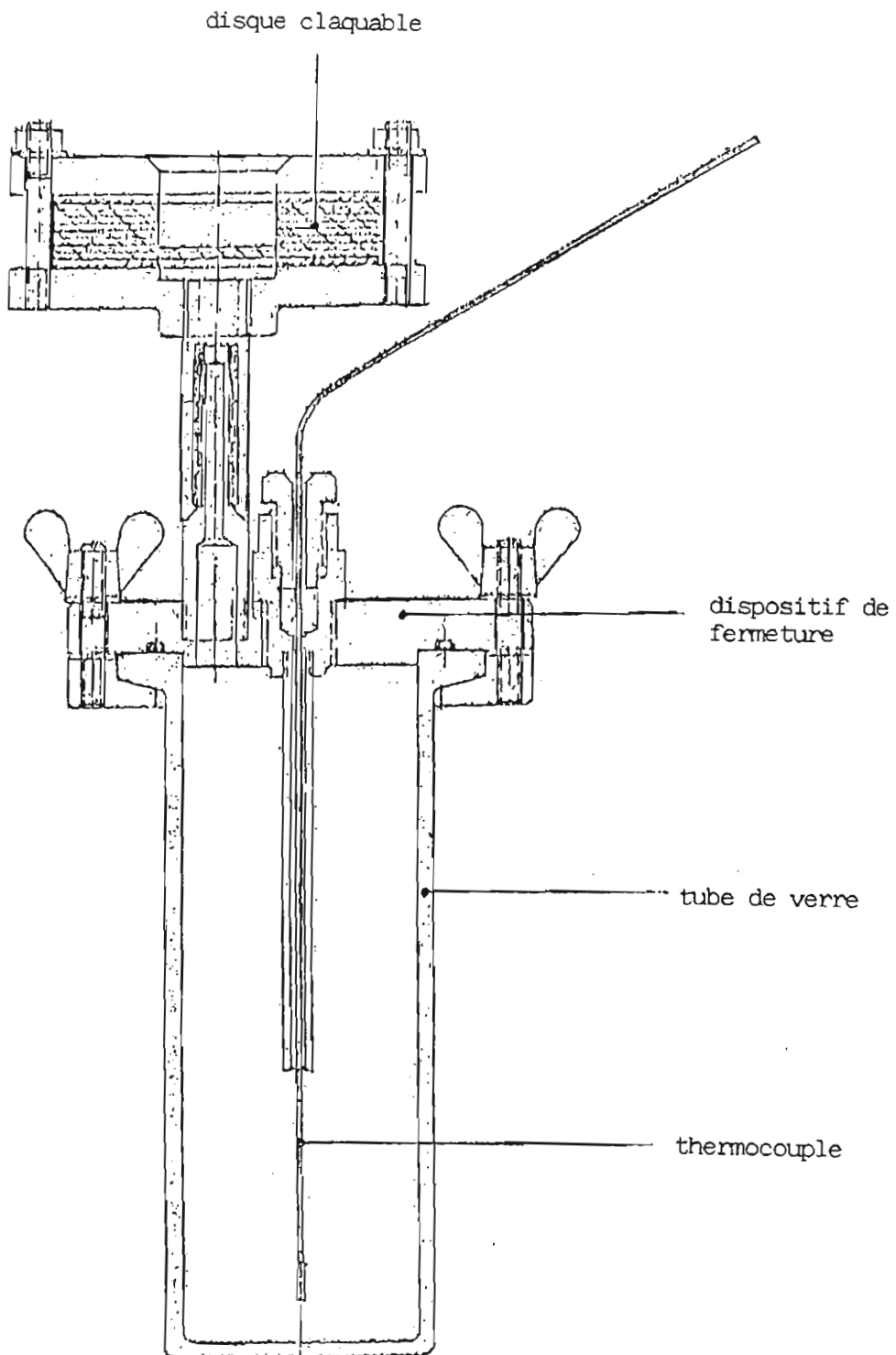


FIGURE 1 - Tube en verre équipé d'un dispositif de fermeture avec disque claquable.

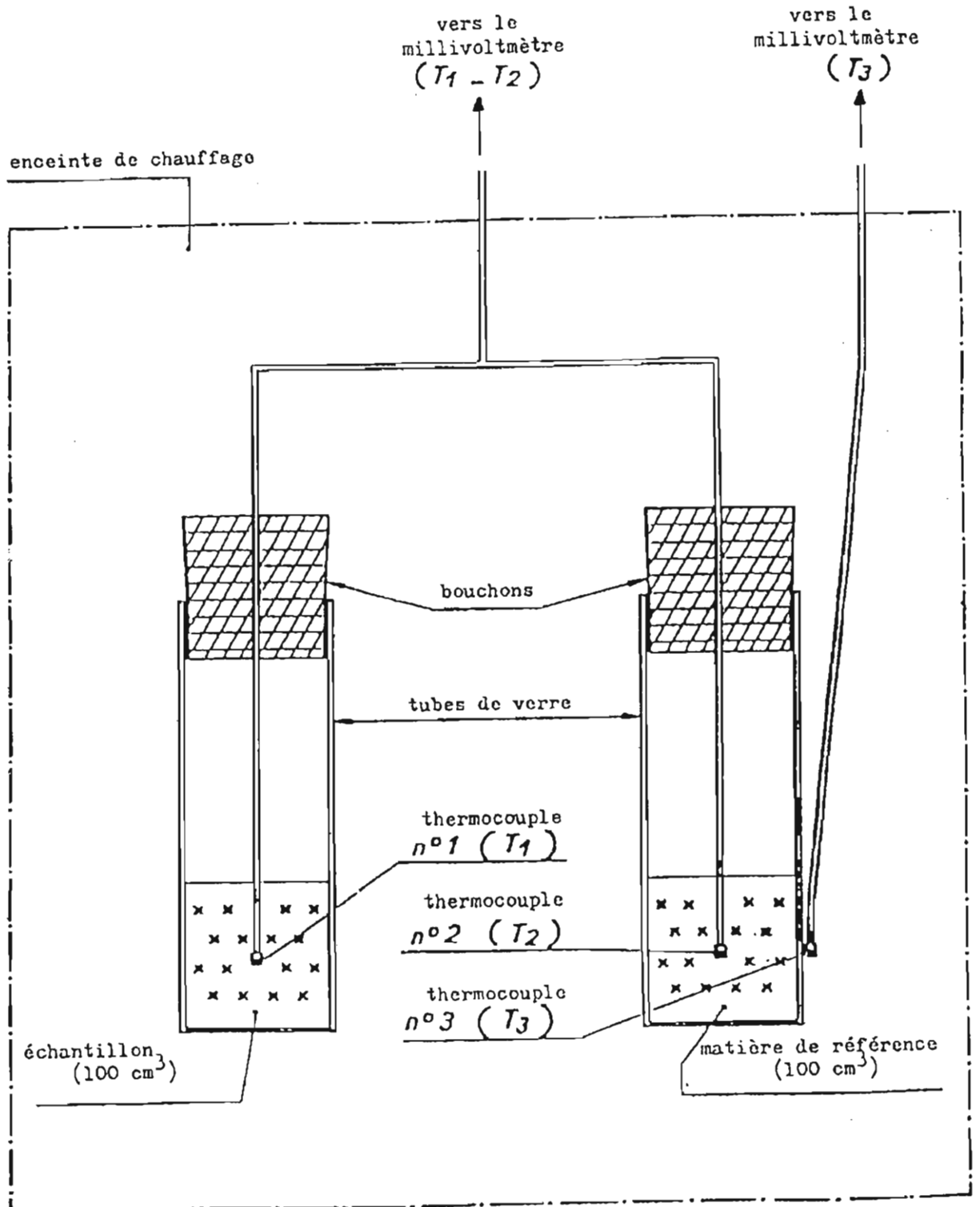


FIGURE 2 - Schéma de principe.

INERIS LSE	STABILITE	EPREUVE E10
---------------------------------	------------------	----------------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile.

2./ PRINCIPE.

On apprécie si le dispositif présente ou non un comportement dangereux pendant et après un chauffage de 4 semaines à la température de 50°C en atmosphère à 60 % d'humidité relative.

3./ MATERIEL.

3.1.- Enceinte de dimensions adaptées aux dimensions des dispositifs à éprouver, où l'on peut régler la température à $50 \pm 2^\circ\text{C}$ et l'humidité relative de l'atmosphère à $60 \pm 5\%$ (éventuellement l'ouverture de cette enceinte, ainsi que la mise en marche et l'arrêt de son dispositif de chauffage peuvent être commandés à distance).

3.2.- Système de contrôle permanent de la température, par exemple thermocouple relié à un millivoltmètre enregistreur.

3.3.- Hygromètre enregistreur.

3.4.- Balance donnant la masse des dispositifs à éprouver avec une précision meilleure que 0,1 %.

3.5.- Echantillon composé d'un dispositif.

Lorsqu'il s'agit d'un allumeur, celui-ci peut, pour l'épreuve, se présenter en conditionnement primaire ou en emballage intérieur de transport, le cas échéant.

.../...

4./ MODE OPERATOIRE.

L'épreuve consiste à réaliser un essai comme suit.

4.1.- Préparation de l'essai.

L'enceinte (3.1) sera mise en fonctionnement assez longtemps avant le début de l'essai pour que la température et le degré hygrométrique soient stabilisés aux valeurs de $50 \pm 2^\circ\text{C}$ et $60 \pm 5 \%$.

On vérifiera le bon fonctionnement du système de contrôle de la température (3.2) et de l'hygromètre enregistreur (3.3) (et, si elles existent, des commandes à distance de l'ouverture et du chauffage de l'enceinte).

Peser le dispositif à essayer.

4.2.- Réalisation de l'essai.

- Ouvrir l'enceinte. Placer le dispositif (ou, lorsqu'il s'agit d'allumeur, un ensemble de dispositifs en conditionnement primaire ou en emballage intérieur de transport) sur un rayonnage à claire-voie, approximativement au centre de l'enceinte, et refermer immédiatement celle-ci.

- Pendant l'essai, l'examen périodique de l'enregistrement de température permet de vérifier que la température reste bien réglée à $50 \pm 2^\circ\text{C}$. Cet examen peut aussi éventuellement permettre de déceler une réaction dans le dispositif (auto-échauffement, combustion ou explosion).

- Si une telle réaction est décelée, on arrête l'essai immédiatement. Sinon la durée de l'essai est fixée à 672 heures (4 semaines).

- La fin de l'essai consiste à laisser refroidir progressivement le dispositif ou ses restes. Pour cela, on pourra éventuellement extraire l'enceinte de son dispositif de chauffage, en la maintenant fermée (ou bien, à l'aide des commandes à distance, arrêter le chauffage et ouvrir l'enceinte).

- Après refroidissement, on examine le dispositif, note les changements éventuels de son aspect, puis on le pèse et note la variation éventuelle de sa masse.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

On donnera les observations faites à la suite de l'essai en utilisant si possible les expressions suivantes : "auto-échauffement", "fonctionnement", "explosion", "détérioration apparente", "aspect inchangé", "variation de masse ... %".

On indiquera les conditions particulières d'essai.

INERIS	CHAUFFAGE PROGRESSIF	EPREUVE
LSE	(TEMPERATURE D'AUTO-INFLAMMATION)	F2

Références : RID Marginal 1102 b)
ADR Marginal 3102 b)

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve peut s'appliquer à toute matière explosible.

2./ PRINCIPE.

L'épreuve consiste à apprécier la température d'auto-inflammation, lorsqu'on soumet une petite quantité de matière à un chauffage progressif à la vitesse constante de 5°C par minute.

3./ MATERIEL.

- Bain d'alliage métallique à bas point de fusion, par exemple alliage de Wood (PF 70-72°C) ou de Darcet (PF 95°C environ) dont la température est élevée à la vitesse constante de 5°C par minute entre 100°C et 400°C.
- Tubes à essai en verre de dimensions suivantes :
 - diamètre intérieur 15 mm
 - épaisseur de paroi 0,5 mm
 - longueur 125 mm.
- Pinces de laboratoire.
- Thermomètres à mercure, gradués au degré C, thermocouple ou thermosonde de lecture de la température du bain, au niveau de la prise d'essai (voir § 4.1).
- Balance au mg.

4./ MODE OPERATOIRE.

4.1.- Réalisation d'un essai.

Les produits solides passant entièrement au tamis de 3 mm (norme NFX 11501) sont essayés tels quels. Lorsque cette condition n'est pas remplie, ils doivent être broyés (ou râpés) et les essais portent sur la fraction inférieure à 3 mm.

Placer 0,200 g de matière pesée à 2 mg près dans le tube à essai.

Introduire le tube à essai dans le bain, de manière à immerger le tube d'une hauteur d'au moins 20 mm, quand la température est de 100°C.

Noter la température du bain à laquelle intervient la réaction, se manifestant par une émission rapide de vapeurs ou de fumées, des crépitements, une inflammation, une petite explosion.

- N.B. - La masse de la prise d'essai peut être réduite à 0,100 g ou 0,050 g dans le cas de matières inconnues.

4.2.- Réalisation de l'épreuve.

L'épreuve consiste à effectuer trois essais dans les mêmes conditions. Ces trois essais peuvent être menés simultanément à condition que les trois tubes à essai ne soient pas au contact l'un de l'autre dans le bain.

5./ RESULTAT DE L'EPREUVE.

Le résultat de l'épreuve ou "température d'auto-inflammation par chauffage progressif" est donné par la température minimale du bain pour laquelle, au cours des trois essais, intervient la réaction. Cette température est exprimée à 1°C près. On indique sous quelle forme se manifeste la réaction.

Si aucune réaction n'est intervenue au cours du chauffage progressif de 100°C à 400°C, le résultat est noté "> 400°C".

INERIS	SENSIBILITE AU CHOC :	EPREUVE
LSE	EPREUVE AU MOUTON DE CHOC BAM	I1

Références : La présente épreuve peut être utilisée pour répondre aux besoins de l'épreuve ONU 3 (a) (ii) : voir N.B. p. 4/14.

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve peut s'appliquer à toute matière explosible.

2./ PRINCIPE.

Dans des conditions expérimentales données, la probabilité de réaction d'une matière explosible soumise à un choc mécanique croît avec l'énergie mise en jeu dans le choc. A partir des résultats d'une série d'essais où l'on fait varier l'énergie du choc, on estime la valeur de l'énergie qui correspond à la probabilité de réaction de 50 %. Plus cette valeur est faible, plus la matière est sensible au choc.

3./ MATERIEL.

3.1.- Mouton.

L'appareil utilisé est désigné dans l'épreuve ONU 3 (a) (ii) sous le nom de mouton de choc BAM. Le choc est produit par un mouton d'acier tombant verticalement (voir fig. 1 et 2).

En modifiant la hauteur de chute (11 hausses prévues de 102 à 1 020 mm) ou la masse du mouton (5 masses prévues de 0,5 à 10 kg), on peut faire varier l'énergie de 0,5 à 100 J. Les différents niveaux d'énergie prévus sont numérotés de E = - 3 à E = + 20. L'énergie e en joules qui correspond au niveau E est donnée par la relation

$$e = 10^{0,1 E} \quad (\text{voir tableau 1}).$$

3.2.- Dispositif de percussion.

Le dispositif en acier dit "appareil à étampes" qui contient la prise d'essai, comprend trois pièces : deux cylindres pleins (étampes de diamètre 10 mm et hauteur 10 mm) qui sont maintenus coaxiaux et superposés par une bague de guidage (fig. 3). Ce dispositif est placé sur une enclume où sa position est définie par un anneau de centrage (fig. 4).

.../...

Un appareil à étampes neuf doit être utilisé à chaque essai car le choc est transmis à la prise d'essai par coulissement de l'étampe supérieure dans la bague de guidage et le jeu entre ces pièces peut avoir une certaine influence (les tolérances d'usinage données dans l'épreuve ONU 3 (a) (ii) utilisant ce matériel apparaissent sur la figure 3).

3.3.- Echantillon de la matière à éprouver.

Une masse de 10 g est suffisante.

4./ MODE OPERATOIRE.

4.1.- Préparation des prises d'essai.

4.1.1.- Prise d'essai.

La matière est essayée dans un état spécifié.

La prise d'essai a normalement un volume d'environ 20 mm³. Dans le cas des matières solides, pulvérulentes ou pâteuses, il s'agit d'un volume apparent défini par une cavité dans un instrument dit chargette. Dans le cas des liquides, le volume réel est mesuré à l'aide d'une pipette ou d'un matériel adapté.

Quand la matière se présente seulement sous la forme d'une charge et est un solide compact, la prise d'essai est un disque ou une pastille de volume environ 40 mm³ (soit approximativement 4 mm de diamètre et 3 mm de haut).

4.1.2.- Chargement du dispositif de percussion.

La prise d'essai est placée entre les deux étampes.

Dans le cas des matières solides ou pâteuses, l'étampe supérieure est poussée jusqu'à ce qu'elle soit au contact de la prise d'essai.

Dans le cas des matières liquides, la distance entre étampes est réglée à 1 mm à l'aide d'un calibre et l'étampe supérieure est maintenue en place par un anneau en caoutchouc (fig. 5).

4.2.- Exécution de l'épreuve.

4.2.1.- Réalisation d'un essai.

Le dispositif à étampes, chargé, est mis en place sur l'enclume (fig. 4). On choisit la masse du mouton et on règle la hauteur de chute de

façon à obtenir l'un des niveaux d'énergie prévus (tableau 1). On déclenche la chute du mouton et l'on observe le comportement de la prise d'essai. Le dispositif de percussion est ouvert après l'essai pour examen de l'état superficiel des pièces et du reliquat éventuel de la prise d'essai.

Le résultat de l'essai est dit positif si l'on fait au moins l'une des observations suivantes : flamme, bruit d'explosion, décomposition de la matière (changement de couleur et odeur, fumées et odeur, traces sur les étampes ou sur la bague de guidage).

Sinon, le résultat de l'essai est dit négatif.

4.2.2.- Essais préliminaires.

On considère que l'énergie donnant 50 % de résultats positifs ne peut pas être déterminée si elle est inférieure à 1 J ou supérieure à 50 J. Si c'est le cas, on se contente d'effectuer 30 essais avec une énergie de choc constante de 1 J ou de 50 J. Sinon, on utilise la méthode de Bruceton pour obtenir une estimation de l'énergie donnant 50 % de résultats positifs. Les essais préliminaires, en fournissant l'ordre de grandeur de cette énergie, permettent le choix entre les 3 possibilités. Dans le cas où la méthode de Bruceton doit être utilisée, ils fournissent une indication sur le niveau de départ de l'épreuve. En l'absence d'information sur la sensibilité de la matière examinée, on conduit les essais préliminaires comme l'indique la figure 6. Les premiers essais sont réalisés avec le mouton de 2 kg. Si nécessaire, on utilise ensuite le mouton de 10 kg ou celui de 0,5 kg.

4.2.3.- Essais à énergie constante.

a) Lorsque l'énergie donnant 50 % de résultats positifs paraît inférieure à 1 J, l'épreuve consiste à réaliser une série d'essais à énergie constante de 1 J (niveau d'énergie $E = 0$) et à noter la fréquence des résultats positifs. On doit utiliser le mouton de 0,5 kg. Le nombre total d'essais doit être égal à 30 ; les résultats obtenus dans les essais préliminaires à cette énergie sont pris en compte.

b) Lorsque l'énergie donnant 50 % de résultats positifs paraît supérieure à 50 J, on effectue une série d'essais à énergie constante de 50 J (niveau d'énergie $E = 17$) avec le mouton de 10 kg. On note la fréquence des résultats positifs obtenus sur un nombre total de 30 essais ; les résultats obtenus dans les essais préliminaires à cette énergie sont pris en compte.

4.2.4.- Essais suivant la méthode de Bruceton.

Lorsque l'énergie donnant 50 % de résultats positifs paraît comprise entre 1 et 50 J, on estime sa valeur en faisant appel à la méthode de Bruceton décrite en annexe. Comme on admet que la loi de probabilité des résultats positifs est une loi normale en fonction du logarithme de l'énergie, le niveau d'énergie E constitue la variable dont on recherche la valeur moyenne par la méthode de Bruceton. Le nombre minimal de résultats à prendre en compte est fixé à $n = 30$.

Si, à la fin des essais préliminaires, deux essais consécutifs ont donné un résultat positif sur un certain niveau et un résultat négatif sur le niveau immédiatement inférieur (ordre d'exécution des essais indifférent), ces deux essais constituent les essais n° 1 et 2 de la série. Sinon, on recherche un tel couple d'essais en appliquant la procédure "up and down" à partir des essais préliminaires. Le tableau 2 indique le mouton à utiliser en fonction des niveaux d'énergie auxquels ce couple est obtenu. Autant que possible, tous les autres essais seront effectués avec ce mouton.

La méthode fournit finalement l'estimation \bar{E} de la valeur moyenne du niveau d'énergie et les bornes E_1 et E_2 de l'intervalle de confiance à 95 % pour cette estimation. On en déduit les valeurs correspondantes de l'énergie :

- l'énergie donnant 50 % de résultats positifs qui est appelée indice de sensibilité à l'impact vaut en joules

$$\text{i.s.i.} = 10 \ 0,1 \ \bar{E}$$

- les bornes de l'intervalle de confiance à 95 % sont en joules

$$e_1 = 10 \ 0,1 \ E_1$$

$$e_2 = 10 \ 0,1 \ E_2$$

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Si l'indice de sensibilité a été déterminé, on donne sa valeur en J et l'on ajoute, entre parenthèses, les valeurs des bornes e_1 et e_2 :

$$\text{i.s.i.} = \dots J (\dots \text{ à } \dots J).$$

Si l'épreuve a été réalisée à énergie constante de 1 J ou de 50 J, on indique le nombre de résultats positifs :

$$\text{fréquence} = \dots/30 \text{ pour } \dots J.$$

On précise les conditions particulières dans lesquelles la matière a été éprouvée (traitement préalable, granulométrie, humidité, ...).

N.B. : Si la valeur de l'indice de sensibilité à l'impact est supérieure ou égale à 3 J, l'énergie limite suivant le mode opératoire de l'épreuve ONU 3 (a) (ii) est considérée comme supérieure ou égale à 2 J. Il en est évidemment de même lorsque les essais ont été effectués à énergie constante de 50 J.

Tableau 1 :

a) Niveau d'énergie E en fonction de la hauteur de chute et de la masse du mouton.

Hauteur h (m)	Indice de hauteur H *	Masse du mouton m (kg)				
		0,501	1,000	1,995	5,012	10,000
		Indice de masse M *				
		- 3	0	3	7	10
		Niveau d'énergie E *				
0,102	0	- 3	0	3	7	10
0,128	1	- 2	1	4	8	11
0,162	2	- 1	2	5	9	12
0,203	3	0	3	6	10	13
0,256	4	1	4	7	11	14
0,322	5	2	5	8	12	15
0,406	6	3	6	9	13	16
0,511	7	4	7	10	14	17
0,643	8	5	8	11	15	18
0,810	9	6	9	12	16	19
1,019	10	7	10	13	17	20

b) Energies e (en joules) correspondant aux différents niveaux E.

E	e	E	e	E	e	E	e
- 3	0,501	3	2,00	9	7,94	15	31,6
- 2	0,631	4	2,51	10	10,0	16	39,8
- 1	0,794	5	3,16	11	12,6	17	50,1
0	1,00	6	3,98	12	15,8	18	63,1
1	1,26	7	5,01	13	20,0	19	79,4
2	1,58	8	6,31	14	25,1	20	100

* Les hauteurs de chute h et masses des moutons m sont choisies de façon que les relations suivantes définissent des nombres entiers H et M dits "indice de hauteur" et "indice de masse" (logarithmes décimaux) :

$$H = 10 \cdot \log (9,81 \cdot h)$$

$$M = 10 \cdot \log (m).$$

En conséquence, entre l'énergie e et le niveau d'énergie $E = M + H$, on a la relation :

$$E = 10 \cdot \log (e).$$

.../...

Tableau 2 :

Essais suivant la procédure "up and down". Mouton à utiliser suivant la valeur des niveaux d'énergie du premier couple d'essais donnant des résultats différents.

Niveaux d'énergie	Masse du mouton (kg)
0 - 1 1 - 2 2 - 3	0.5
3 - 4 4 - 5 5 - 6 6 - 7	1
7 - 8 8 - 9 9 - 10	2
10 - 11 11 - 12 12 - 13	5
13 - 14 14 - 15 15 - 16 16 - 17	10

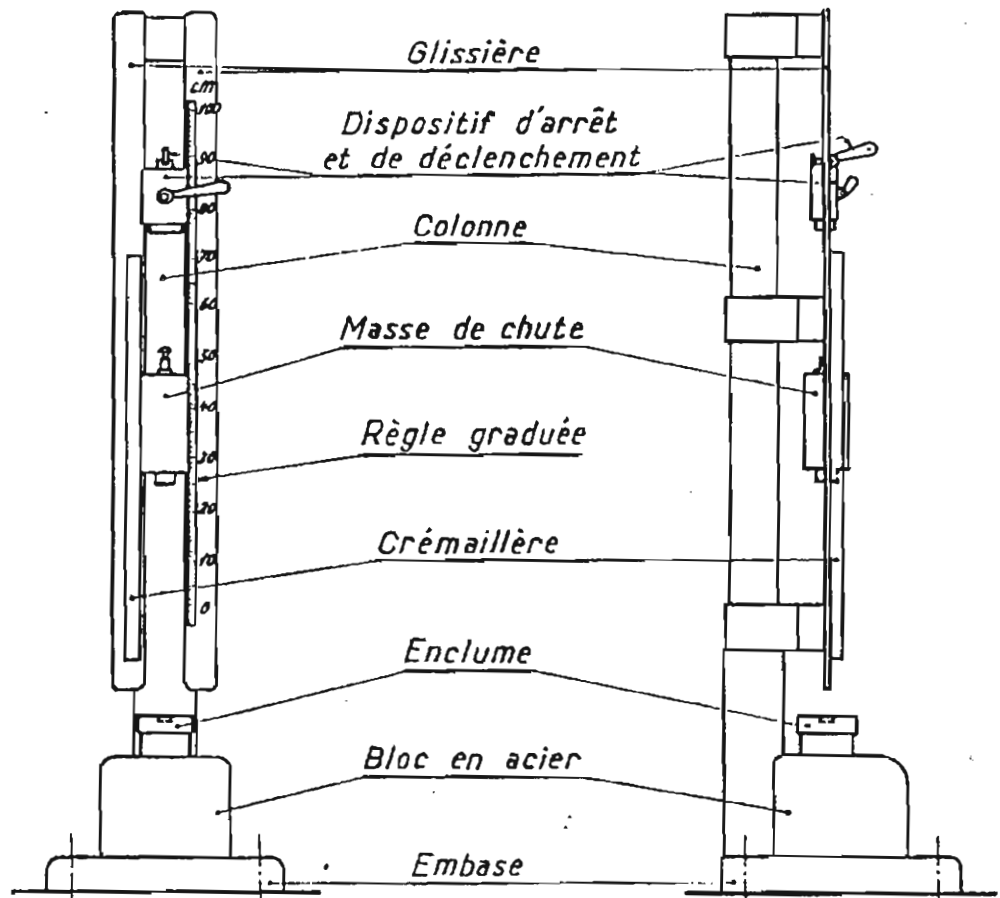


Fig. 1 - MOUTON DE CHOC

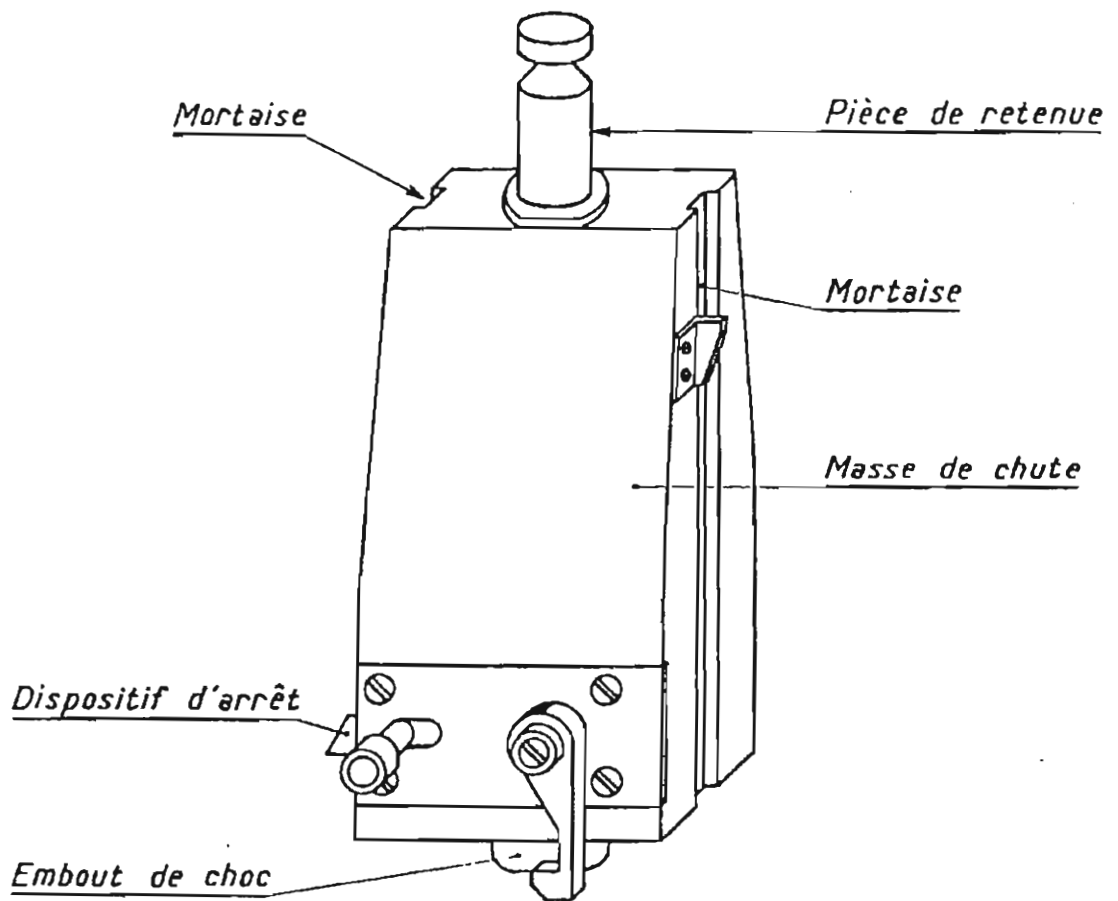
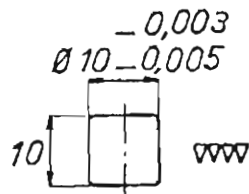
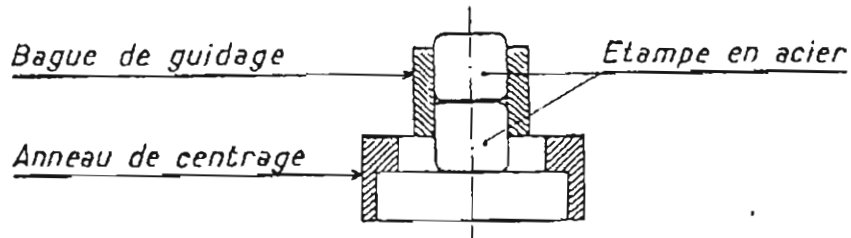
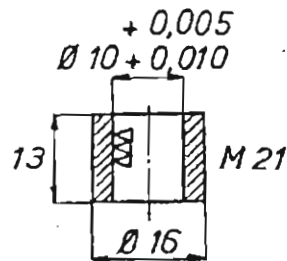


Fig. 2 - MASSE DE CHUTE



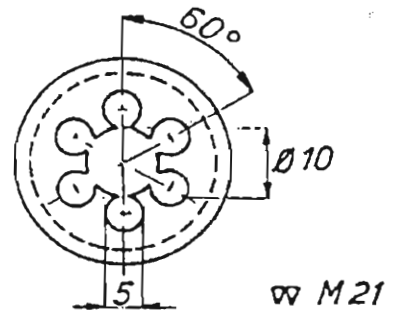
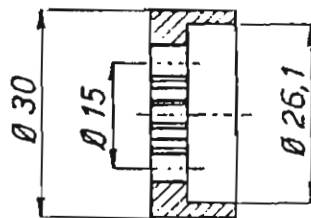
ETAMPE EN ACIER

St 100 Cr 5 (W3)
 Matériau n°1 3 505
 Dureté HRC 58-65



BAGUE DE GUIDAGE

St 100 Cr 5 (W3)
 Matériau n°1 3 505
 Dureté HRC 58-65



ANNEAU DE CENTRAGE

Matériau St 34

Fig. 3-APPAREIL A ETAMPES AVEC ANNEAU DE CENTRAGE

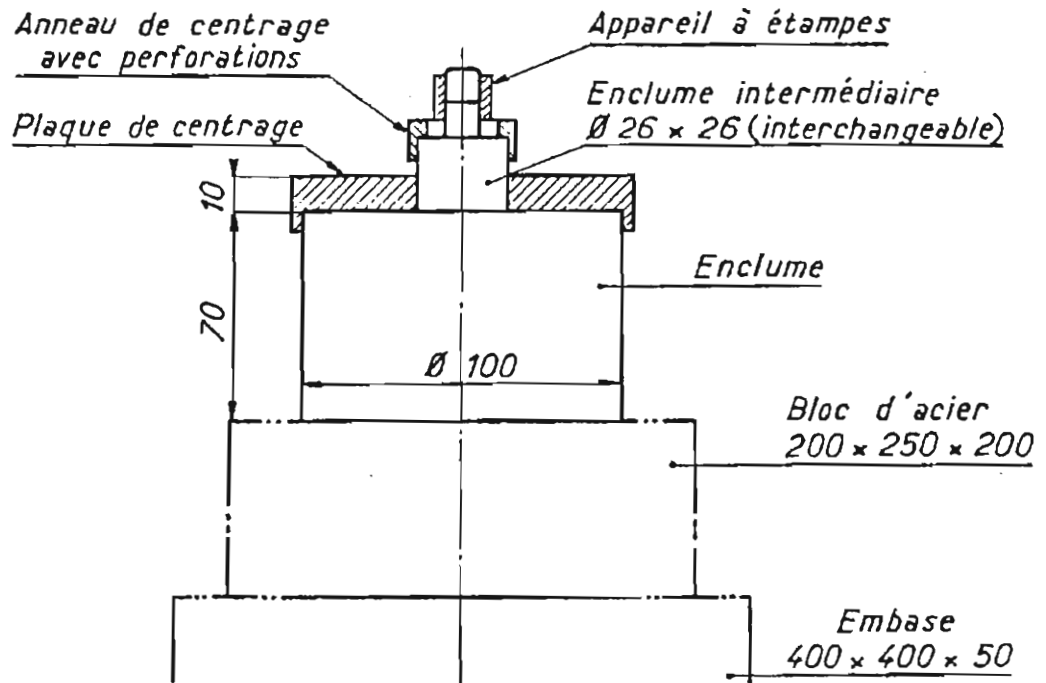


Fig. 4 - DISPOSITION DE L'APPAREIL
A ETAMPES SUR L'ENCLUME

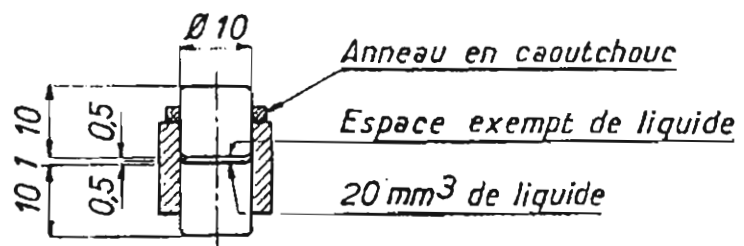


Fig. 5 - APPAREILS A ETAMPES AVEC ANNEAU DE CAOUTCHOUC
POUR L'EPREUVE DES MATIERES LIQUIDES

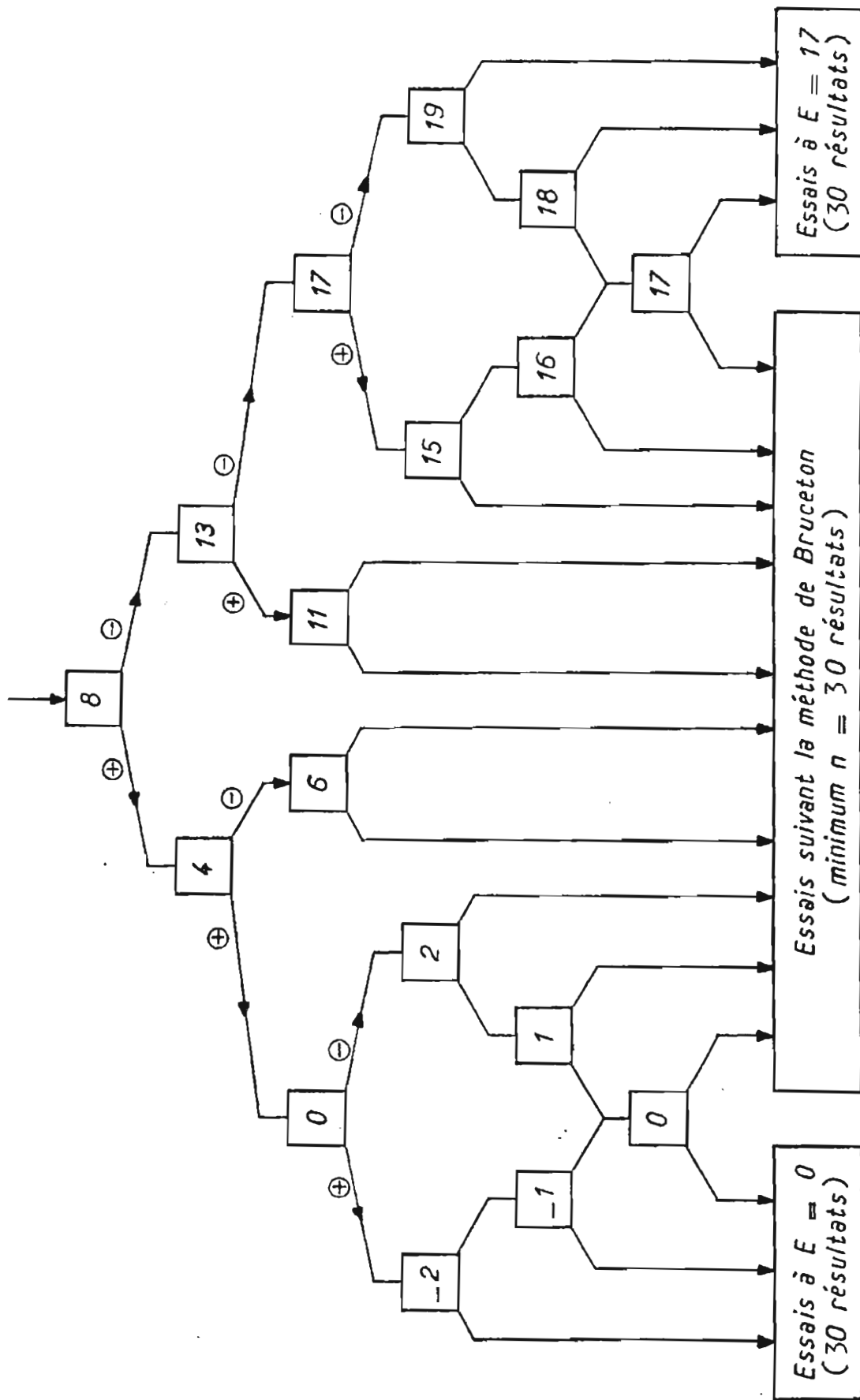


Fig. 6 - NIVEAUX D'ENERGIE DANS LES ESSAIS PRELIMINAIRES

ANNEXEMETHODE DE BRUCETON1./ CONDITIONS D'APPLICATION ET OBJECTIF.

La méthode de Bruceton peut être utilisée dans une épreuve, lorsque les conditions suivantes sont remplies.

a) Pour tout essai, il n'y a que deux résultats possibles ; ces résultats sont dits ici "résultat positif" et "résultat négatif".

b) La probabilité P d'obtenir un résultat positif croît avec le paramètre d'essai x , grandeur physique que l'on peut faire varier d'un essai à l'autre.

c) Dans un intervalle assez grand, de part et d'autre de $P = 0,5$ (par exemple, entre $P = 0,1$ et $P = 0,9$), on peut admettre que la loi statistique donnant P en fonction d'une certaine variable X est une loi statistique normale de moyenne M et d'écart-type S (M et S a priori inconnus). La variable X est soit le paramètre x , soit une fonction croissante de x (par exemple $\log x$).

d) On peut donner au paramètre d'essai x une série de valeurs x_1, x_2, x_3, \dots , telles que X_1, X_2, X_3, \dots , valeurs correspondantes de X , qui sont dites "niveaux", forment une progression arithmétique de pas D . Ce pas doit être compris entre $0,5 S$ et $2 S$. Si l'expérience montre que cette condition n'est pas réalisée, la valeur de D doit être modifiée.

Dans ces conditions, la méthode de Bruceton permet d'obtenir, en effectuant relativement peu d'essais, une estimation assez précise de la moyenne M , c'est-à-dire de la valeur de X pour laquelle $P = 0,5$. La précision dépend naturellement du nombre N de résultats d'essais pris en compte dans l'épreuve. Il s'agit d'un nombre pair, dont la valeur minimale n est fixée (par exemple $n = 30$ ou 50).

2./ REGLES POUR LA CONDUITE DES ESSAIS.a) Changements de niveaux.

On change de niveau à chaque essai, en respectant la règle suivante. Selon que le résultat de l'essai effectué au niveau X_k est positif ou négatif, l'essai suivant doit être réalisé respectivement au niveau immédiatement inférieur X_{k-1} ou au niveau immédiatement supérieur X_{k+1} .

b) Essais préliminaires et début de l'épreuve.

Les essais préliminaires de cadrage où l'on ne respecte pas la règle a (sauts d'amplitude supérieure à un pas à chaque essai) ne sont pas pris en compte. On admet que l'épreuve commence quand, la règle a étant appliquée, deux essais successifs donnent des résultats différents (positif puis négatif ou vice-versa). Ces essais constituent les deux premiers essais de l'épreuve.

c) Condition de fin d'épreuve.

Le nombre de résultats pris en compte étant le nombre pair N , il doit y avoir seulement une différence d'un pas (D) entre le niveau auquel le 1er essai pris en compte a été effectué et le niveau auquel l'essai terminant l'épreuve a été effectué. Le résultat de ce dernier essai doit être positif si son niveau est supérieur au niveau du 1er essai pris en compte. Il doit être négatif si le niveau du dernier essai est inférieur au niveau du 1er essai pris en compte.

Le tableau suivant montre comment cette règle est appliquée. Si besoin est, on augmente le nombre d'essais en éliminant éventuellement les premiers résultats. Dès qu'un cas satisfaisant à la règle est obtenu, l'épreuve est terminée.

Cas	Numéros des résultats dont on compare les niveaux		Si la différence des niveaux est égale à D	
	dernier résultat	premier résultat pris en considération	numéros des résultats à éliminer	nombre de résultats retenus N
1	n ($n = 30$)	1	-	n
2	$n + 1$	2	1	n
3	$n + 2$	1	-	$n + 2$
4	$n + 2$	3	1 et 2	n
5	$n + 3$	2	1	$n + 2$
6	$n + 3$	4	1 à 3	n
7	$n + 4$	1	-	$n + 4$
8	$n + 4$	3	1 et 2	$n + 2$
9	$n + 4$	5	1 à 4	n
etc.

3./ EXPLOITATION DES RESULTATS.

Les N résultats retenus sont répartis sur différents niveaux. Le nombre de niveaux doit normalement être compris entre 4 et 7 (bornes comprises). On compte le nombre n_k de résultats obtenus sur chacun des niveaux X_k . On vérifie que leur somme est bien égale à N :

$$N = \sum_k n_k$$

L'estimation \bar{X} de la moyenne M est obtenue en calculant :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_k n_k X_k$$

On calcule ensuite successivement la variance :

$$V = \left(\frac{1}{N} \sum_k n_k X_k^2 \right) - \bar{X}^2$$

l'estimation \hat{S} de l'écart-type S (loi normale donnant P en fonction de X) :

$$\hat{S} = 1,62 \frac{V}{D} - 0,358 D$$

l'estimation s de l'écart-type qui caractérise la répartition de la moyenne X, H étant une fonction de S/D comme l'indique le tableau ci-après :

$$s = \frac{H \cdot \hat{S}}{\sqrt{N}}$$

et, enfin, les bornes de l'intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne :

$$X_1 = \bar{X} - 2 s$$

$$X_2 = \bar{X} + 2 s$$

Valeurs approximatives de H en fonction de S/D :

S/D	H	S/D	H
0,50	1,62	0,9	1,44
0,55	1,58	1,0	1,42
0,60	1,55	1,2	1,39
0,65	1,53	1,4	1,37
0,70	1,50	1,7	1,35
0,75	1,49	2,0	1,33
0,80	1,47		

INERIS	EPREUVE DE CHUTE DES AMORCES	EPREUVE
LSE	ET RELAIS RETARDATEURS.	15

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux inflammateurs, allumeurs, détonateurs et aux relais retardateurs pour cordons détonants, appelés ici "amorces". Les amorces sont éprouvées dans leur emballage d'origine. Celui-ci est appelé ci-après "boîte" car il s'agit généralement d'une boîte en carton, de forme allongée.

2./ PRINCIPE.

On vérifie qu'une boîte d'amorces peut tomber en chute libre, d'une hauteur de 1,20 m, sur un sol dur, sans que les amorces soient détériorées.

3./ MATERIEL.

3.1.- Installation pour l'essai de chute, comportant une dalle de béton horizontale, comme sol, et un dispositif de protection pour l'opérateur.

3.2.- Installation de tir et exploseur, permettant de vérifier le bon fonctionnement des amorces, par tir en volée de 20 ou une à une.

3.3.- Ohmmètre de sécurité, délivrant un courant électrique d'intensité inférieure à 50 mA.

3.4.- Echantillon nécessaire : boîte complète ou contenant au moins 20 amorces (dans l'hypothèse où une boîte complète contiendrait moins de 20 amorces, nombre de boîtes complètes tel que le nombre total d'amorces atteigne au minimum 20).

4./ MODE OPERATOIRE DE L'EPREUVE SUR LES AMORCES ELECTRIQUES.

4.1.- Contrôle de la partie électrique des amorces -

Prélever 20 amorces dans leur boîte. Vérifier avec l'ohmmètre que la partie électrique de ces amorces est correcte. Replacer les amorces dans leur boîte, comme on les a trouvées et refermer la boîte.

Lorsque la boîte contient plus de 20 amorces, on utilise un brin de fil textile ou une petite bande de papier pour séparer les amorces contrôlées des autres.

4.2.- Réalisation de l'essai de chute -

La boîte peut être tenue par un dispositif convenable, qui est commandé à distance, par l'opérateur abrité par le dispositif de protection. La boîte peut aussi être tenue par l'opérateur abrité par le dispositif de protection, à l'exception du bras qui tient la boîte. Au moment où il lâchera la boîte, l'opérateur devra alors mettre rapidement son bras à l'abri.

Dans les deux cas, juste avant la chute, la boîte doit se trouver à 1,20 m au-dessus de la dalle de béton ; sa plus grande dimension doit être horizontale et le dessous de la boîte doit être parallèle à la dalle de béton. Elle doit être lâchée sans qu'on lui imprime de mouvement de rotation.

Si, à la fin de la chute libre, l'impact de la boîte sur la dalle de béton entraîne le fonctionnement d'une ou plusieurs amorces, le nombre d'amorces ayant fonctionné serait noté. L'épreuve serait alors terminée.

4.3.- Vérification du fonctionnement des amorces -

Après l'essai de chute, on prélève dans leur boîte les 20 amorces qui ont été contrôlées avant l'essai et on les contrôle à nouveau. On les tire ensuite avec un explosif adapté à leur nature, en volée de 20 ou une par une. On note si les amorces fonctionnent correctement ou non. On précise le nombre d'amorces défectueuses.

5./ EXPRESSION DU RESULTAT DE L'EPREUVE SUR LES AMORCES ELECTRIQUES.

Le résultat de l'épreuve est donné par l'une des expressions suivantes :

- "fonctionnement correct",
- "rupture du circuit dans ... amorces",
- "raté de ... amorces",
- "fonctionnement de ... amorces à l'impact".

6./ CAS DES AMORCES NON ELECTRIQUES.

L'essai de chute est effectué comme il est indiqué au paragraphe 4.2.

Le résultat de l'épreuve est donné par l'une des expressions suivantes :

- "pas de détérioration apparente",
- "détérioration apparente de ... amorces"
(préciser la nature de cette détérioration)
- "fonctionnement de ... amorces à l'impact".

INERIS LSE	CHUTE	EPREUVE I10
---------------	-------	----------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile.

2./ PRINCIPE.

On vérifie qu'un dispositif peut tomber en chute libre, d'une hauteur de 1,20 m, sur un sol dur, sans fonctionner à l'impact ou être détérioré de manière dangereuse.

3./ MATERIEL.

3.1.- Matériel pour l'essai de chute, comportant une dalle de béton, horizontale, comme sol, et un dispositif de protection pour l'opérateur.

3.2.- Echantillon composé d'un dispositif.

4./ MODE OPERATOIRE.

L'épreuve consiste à réaliser un essai comme suit.

Le dispositif peut être tenu par un dispositif de préhension convenable, qui est commandé à distance, par l'opérateur abrité par le dispositif de protection. Le dispositif peut aussi être tenu par l'opérateur abrité par le dispositif de protection, à l'exception du bras qui tient le dispositif. Au moment où il lâchera le dispositif, l'opérateur devra alors mettre rapidement son bras à l'abri.

.../...

Dans les deux cas, juste avant la chute, la partie basse du dispositif doit se trouver à 1,20 m au-dessus de la dalle de béton, son orientation par rapport à celle-ci étant notée. Le dispositif doit être lâché sans qu'on lui imprime de mouvement de rotation.

S'il y a fonctionnement apparent ou explosion, les restes du dispositif sont alors recueillis. Sinon l'état apparent du dispositif est noté.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

On donne les résultats de l'essai comme suit :

"fonctionnement"

"explosion"

"détérioration apparente"

...

On précise les conditions particulières d'essai (température, ...).

INERIS LSE	IMPACT	EPREUVE I11
---------------------------------	---------------	----------------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile.

2./ PRINCIPE.

Le dispositif disposé sur une enclume est soumis localement au choc d'un mouton (masse 30 kg) tombant verticalement d'une hauteur de 0,25 m et de 0,50 m. On détermine le comportement du dispositif soumis au choc.

3./ MATERIEL.

3.1.- Mouton.

Réalisé en acier (par exemple, acier 30 NCD 12 non traité), le mouton (fig. 1) a une masse de $30,0 \pm 0,1$ kg. Il comporte une tête amovible qui se termine par une calotte sphérique de rayon 115 mm et de hauteur voisine de 10 mm à l'état neuf. Au cours de l'utilisation du mouton, la tête se déforme. Elle est remplacée par une tête neuve lorsque la hauteur de la calotte se trouve réduite à 7 mm.

.../...

3.2.- Appareil.

Le mouton est mis en oeuvre dans un appareil qui comprend essentiellement :

- un portique équipé d'un dispositif pour le guidage du mouton pendant sa chute,
- un treuil pour le levage du mouton,
- un dispositif de largage à distance du mouton,
- un dispositif assurant la sécurité de l'opérateur pendant la mise en place du dispositif (risque de chute intempestive du mouton),
- une enclume réalisée en acier (par exemple acier 25 CD 4) ; cette enclume comprend un bloc (épaisseur 10 cm, largeur 21 cm et longueur 51 cm) et, fixée sur la face supérieure du bloc, une partie amovible (épaisseur 20 mm, largeur 21 cm et longueur 38 cm) ; le bloc repose sur une plaque d'acier (épaisseur 4 cm, largeur 45 cm et longueur 65 cm) qui est fixée sur une dalle de béton.

Lors de la mise en service de la nouvelle partie amovible de l'enclume, avant de commencer les essais, on laisse tomber, deux ou trois fois, le mouton sur l'enclume pour créer une souille. Cette souille s'approfondit ensuite au cours des essais. L'enclume doit être changée lorsque la profondeur de la souille atteint 5 mm.

3.3.- Echantillon composé de quatre dispositifs.

4./ MODE OPERATOIRE.

L'épreuve comporte deux essais, chacun des deux essais étant réalisé avec le dispositif orienté dans une direction différente (par exemple deux directions à 90° l'une de l'autre), à chacune des deux hauteurs de chute du mouton, soit 0,25 m et 0,50 m.

4.1.- Réalisation d'un essai.

Le dispositif de protection étant en place, on pose le dispositif sur l'enclume de façon que l'axe de chute du mouton se trouve dans le plan de symétrie du dispositif.

On règle ensuite la hauteur de chute du mouton (distance de la tête du mouton à l'enclume). Cette hauteur est de 0,25 m ou de 0,50 m.

Le dispositif de protection n'étant plus en place, on procède au largage du mouton depuis un abri.

On apprécie le résultat de l'essai d'après l'aspect des restes du dispositif : fonctionnement, explosion, détérioration apparente,

4.2.- Conduite de l'épreuve.

L'épreuve comporte deux essais à $h = 0,25$ m et à $h = 0,50$ m pour deux orientations différentes des artifices, soit au total quatre essais.

.../...

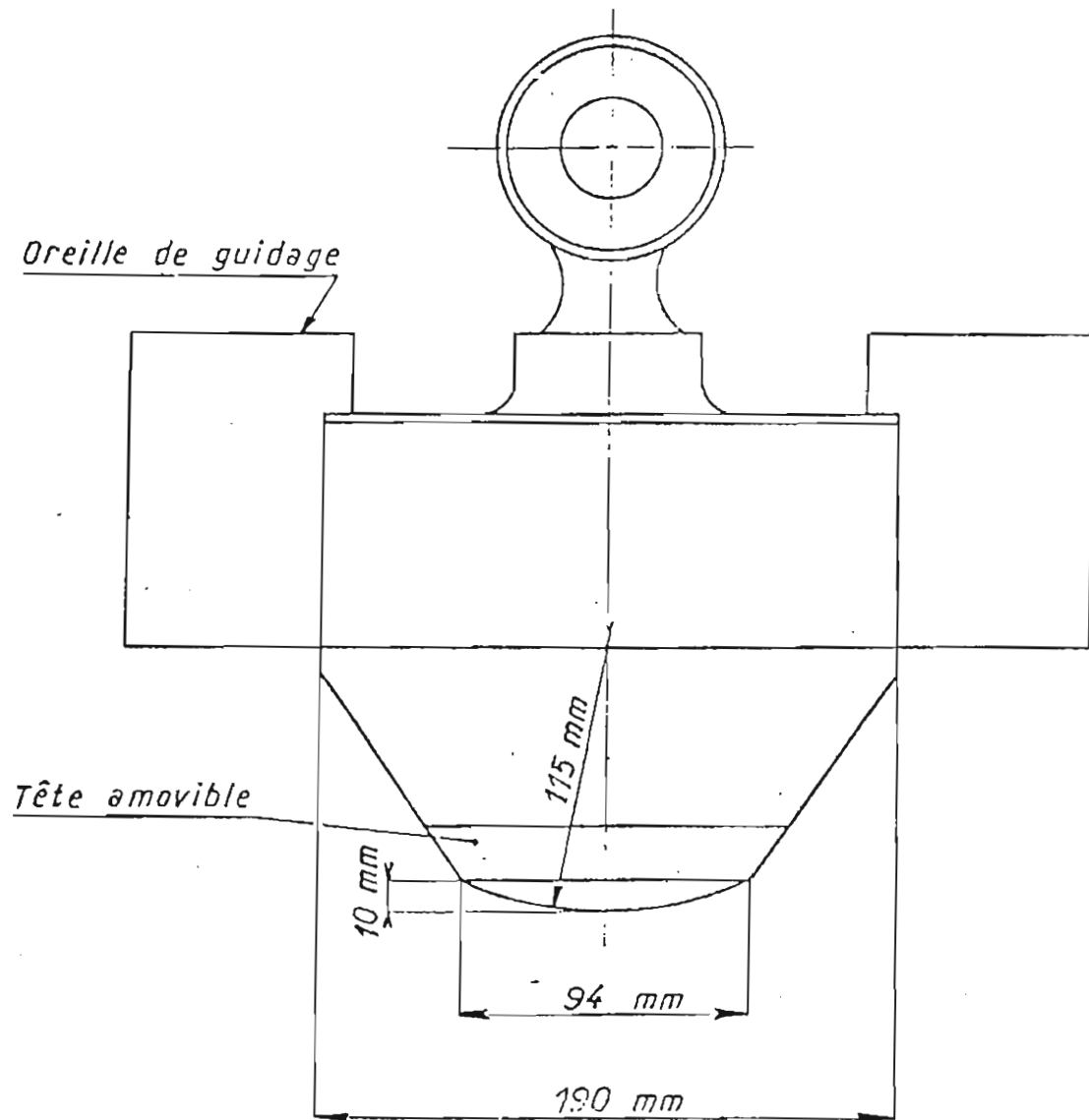
5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

On donne les résultats des quatre essais, sous l'une des formes ci-après
"fonctionnement"
"explosion"
"détérioration apparente"

...

en précisant la hauteur de chute du mouton et l'orientation du dispositif soumis au choc.

On précise les conditions particulières dans lesquelles les dispositifs ont été éprouvés (température, ...).



L

Fig. 1 - MOUTON DE 30 kg

INERIS	SENSIBILITE AU FROTTEMENT	EPREUVE
LSE		J1

Référence : La présente épreuve peut être utilisée pour répondre aux besoins de l'épreuve ONU 3 (b) (i).

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve peut s'appliquer à toute matière explosible, à l'exception des liquides.

Néanmoins, l'absence de réaction de la matière dans l'épreuve n'implique pas l'absence de risque d'amorçage par frottement dans des conditions d'essai différentes (par exemple au cours d'un frottement prolongé entre pièces métalliques).

2./ PRINCIPE.

Une faible quantité de la matière est placée entre une plaquette de porcelaine qu'on anime d'un mouvement de translation horizontal et un crayon de porcelaine fixe sur lequel on applique une force variable à l'aide d'un bras de charge.

L'épreuve consiste à déterminer la force pour laquelle on observe 50 % de réactions de la matière.

Sauf indication contraire, l'épreuve effectuée est celle qui est décrite dans les paragraphes 3 à 5. Cette épreuve ne convenant pas pour les matières très sensibles (explosifs primaires, par exemple), il est prévu pour celles-ci une variante. Cette variante fait l'objet du paragraphe 6.

3./ MATERIEL.

3.1.- Appareil.

L'appareil utilisé est désigné dans l'épreuve ONU 3 (b) (i) sous le nom d'appareil BAM. Il est représenté schématiquement sur la figure 1. Il fonctionne comme suit.

.../...

Commandé par un bouton-poussoir (interrupteur à pression sur la figure 1), un moteur communique un mouvement de va-et-vient (un seul va-et-vient par essai d'amplitude 10 mm entre les deux repères définis sur l'appareil) à une plaquette de porcelaine (§ 3.2.1) horizontale sur laquelle est appliqué un crayon de porcelaine vertical avec une certaine force.

Cette force est obtenue en accrochant une masse à un bras de levier dit bras de charge. Celui-ci comporte six entailles qui définissent les positions prévues de la masse, positions qui sont numérotées en chiffres romains de I à VI. On dispose de six masses dont la valeur approximative est 0,2 - 0,5 - 1 - 2 - 4,5 ou 10 kg et qui sont repérées respectivement par 1 - 2 - 3 - 5 - 7 ou 9. Le tableau 1 donne les 32 valeurs prévues de la force de frottement f . Ces valeurs sont numérotées de 1 à 32. Le numéro noté F est dit "niveau de force" ou "niveau".

Tableau 1.

Masse	Position	Force f (N)	Niveau F	Masse	Position	Force f (N)	Niveau F
1	I	4,9	1	5	II	47,1	17
1	II	5,9	2	5	III	54,9	18
1	III	6,9	3	5	IV	62,8	19
1	IV	7,8	4	5	V	70,6	20
1	V	8,8	5	7	I	78,5	21
2	I	9,8	6	7	II	94,2	22
2	II	11,8	7	7	III	110	23
2	III	13,7	8	7	IV	126	24
2	IV	15,7	9	7	V	141	25
2	V	17,7	10	7	VI	157	26
3	I	19,6	11	9	I	177	27
3	II	23,5	12	9	II	212	28
3	III	27,5	13	9	III	247	29
3	IV	31,4	14	9	IV	283	30
3	V	35,3	15	9	V	318	31
5	I	39,2	16	9	VI	353	32

Connaissant le niveau F , on peut calculer approximativement (à 4 % près) la force f par la relation

$$f = 4^{0,1 F} \times 4,34 \quad (1)$$

soit, en utilisant les logarithmes décimaux

$$\log f = 0,0602 F + 0,6375 \quad (2)$$

.../...

3.2.- Pièces de porcelaine (voir fig. 2).

Il s'agit de pièces de porcelaine technique, blanche, pure. Lorsqu'on en reçoit un nouveau lot, on compare ce lot au lot précédent, par des essais d'une matière de référence, par exemple penthrite, pour vérifier que la rugosité est convenable. Cette rugosité est définie dans l'épreuve ONU 3 (b) (i).

3.2.1.- Plaquettes.

Les plaquettes de porcelaine ont pour dimensions 25 x 25 x 5 mm³. Les deux faces de ces plaquettes sont striées.

3.2.2.- Crayons.

Les crayons de porcelaine ont un diamètre de 10 mm et une longueur de 15 mm. Leurs extrémités qui sont rugueuses ont une forme hémisphérique (rayon de courbure de 10 mm).

3.3.- Echantillon de la matière à éprouver.

Une masse de 10 g est suffisante.

4./ MODE OPERATOIRE.

4.1.- Préparation des prises d'essai.

La matière est essayée dans un état spécifié.

La prise d'essai a un volume d'environ 10 mm³. Ce volume est obtenu à l'aide d'une chargette ou d'un calibre (voir figure 2), suivant l'état physique de la matière. Pour une matière explosible compacte, la prise d'essai se présente sous la forme d'une lamelle d'épaisseur 0,40 ± 0,05 mm et de longueur 15 mm environ.

4.2.- Exécution de l'épreuve.

4.2.1.- Réalisation d'un essai.

L'équilibrage du bras de charge est contrôlé.

La plaquette de porcelaine est mise en place sur le chariot, les stries perpendiculaires à la direction de déplacement.

La prise d'essai est déposée sur la plaquette de porcelaine suivant une traînée parallèle à la direction de déplacement, de manière à ce que le crayon repose sur la matière tout au long du mouvement de va-et-vient.

Le bras de l'appareil est chargé pour obtenir la force de frottement désirée.

On provoque le mouvement de va-et-vient du chariot supportant la plaquette.

On observe le comportement de la prise d'essai en distinguant un essai positif (décomposition apparente - c.a.d. changement de couleur de la matière et odeur, fumées et odeur -, crépitement, inflammation, explosion) d'un essai négatif (aucune des manifestations précédentes).

Pour les forces de frottement les plus élevées (par exemple 353 N), il convient de ne pas attribuer à une réaction de la prise d'essai la luminosité provenant éventuellement du frottement des 2 pièces de porcelaine. De même, d'autres manifestations peuvent être interprétées faussement comme une réaction de la matière : il est donc nécessaire d'identifier au préalable les manifestations à prendre en compte pour une matière donnée avant l'exécution de l'épreuve.

A chaque nouvel essai, le crayon de porcelaine doit être retourné ou changé et la plaquette doit être déplacée, retournée ou changée afin que les surfaces de frottement soient toujours neuves et rugueuses.

4.2.2.- Essais préliminaires.

En l'absence d'information sur la sensibilité de la matière à éprouver, on effectue quelques essais préliminaires aux niveaux de force indiqués sur la figure 3. Il s'agit de déterminer l'ordre de grandeur du niveau moyen, niveau correspondant à la force qui donne 50 % de résultats positifs. La conduite de l'épreuve dépend de l'ordre de grandeur obtenu.

Si le niveau moyen paraît supérieur à 29 ($f = 247 \text{ N}$), on ne cherche pas à le déterminer ; on effectue une série de 30 essais au niveau 32 ($f = 353 \text{ N}$) - voir § 4.2.3 -.

Si le niveau moyen paraît compris entre les niveaux 4 et 29 ($f = 7,8 \text{ N}$ et $f = 247 \text{ N}$), on l'estime de façon plus précise par la méthode de Bruceton - voir § 4.2.5 -.

Enfin, si le niveau moyen paraît inférieur à 4 ($f = 7,8 \text{ N}$), on peut soit abandonner la présente épreuve au profit de la variante prévue pour les matières très sensibles - voir § 6 -, soit effectuer une série de 30 essais au niveau 4 ($f = 7,8 \text{ N}$) - voir § 4.2.4 -.

4.2.3.- Essais à force constante de 353 N.

Lorsque le niveau moyen paraît supérieur à 29, on effectue 30 essais au niveau 32 ($f = 353 \text{ N}$). On note la fréquence des résultats positifs obtenus.

4.2.4.- Essais à force constante de 7,8 N.

Lorsque le niveau moyen paraît inférieur à 4 et que l'on décide de ne pas utiliser la variante pour les matières très sensibles, on effectue 30 essais au niveau 4 ($f = 7,8 \text{ N}$). On note la fréquence des résultats positifs obtenus.

4.2.5.- Essais suivant la méthode de Bruceton.

Lorsque le niveau moyen paraît compris entre 4 et 29, on utilise la méthode de Bruceton (voir annexe) pour l'estimer de façon plus précise. Les essais préliminaires indiqués sur la figure 3 sont continués avec saut d'un niveau à chaque essai, suivant la méthode de Bruceton. On ne commence à prendre en compte les résultats qu'à partir du moment où deux essais successifs donnent des résultats différents. Ces deux essais constituent les deux premiers essais de la série à effectuer qui doit comporter au minimum 30 essais (nombre minimum de résultats pris en compte $n = 30$).

On calcule l'estimation \bar{F} du niveau moyen et les bornes F_1 et F_2 de l'intervalle de confiance à 95 % pour cette estimation.

En utilisant les relations (1) ou (2) données au paragraphe 3.1, on en déduit l'indice de sensibilité au frottement (i.s.f.), qui est l'estimation de la force donnant 50 % de résultats positifs ; on en déduit les bornes f_1 et f_2 de l'intervalle de confiance à 95 % pour la valeur de cet indice.

5./ EXPRESSION DU RESULTAT DE L'EPREUVE.

Lorsque l'indice de sensibilité au frottement a été déterminé, on indique sa valeur en N suivie, entre parenthèses, des valeurs des bornes f_1 et f_2 :

$$\text{i.s.f.} = \dots \text{ N } (\dots \text{ à } \dots \text{ N}).$$

Pour les essais effectués à force constante de 353 N, on indique le nombre de résultats positifs :

$$\text{fréquence} = \dots/30 \text{ pour } 353 \text{ N.}$$

Pour les essais effectués à force constante de 7,8 N, on indique le nombre de résultats positifs :

$$\text{fréquence} = \dots/30 \text{ pour } 7,8 \text{ N.}$$

.../...

On précise les conditions particulières dans lesquelles la matière a été éprouvée (traitement préalable, granulométrie, humidité, ...).

N.B. : Si la valeur de l'indice de sensibilité au frottement est supérieure ou égale à 100 N, la force limite suivant le mode opératoire de l'épreuve ONU 3 (b) (i) est considérée comme supérieure ou égale à 80 N. Il en est de même lorsque les essais ont été effectués à force constante de 353 N.

6./ VARIANTE POUR MATIERES TRES SENSIBLES.

La variante prévue pour l'épreuve des matières très sensibles ne diffère de l'épreuve précédente que par l'appareil utilisé. Il s'agit également d'un appareil de frottement qui est dit "petit appareil de frottement" et qui fonctionne comme le "grand appareil" décrit au paragraphe 3.1. A l'aide de 10 masses repérées 1 à 11, 8 excepté, pouvant prendre trois positions I à III sur le bras de charge, on peut obtenir les 21 valeurs de la force de frottement indiquées dans le tableau 2. Comme précédemment, on associe un nombre F appelé niveau à chacune de ces valeurs.

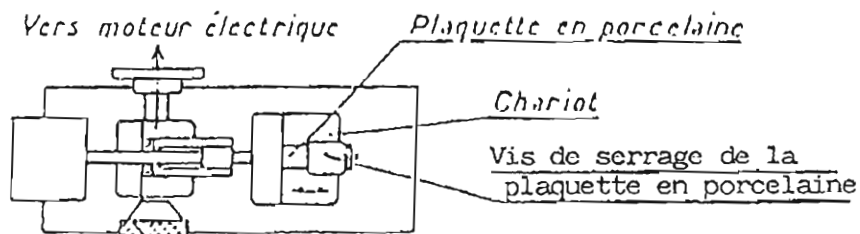
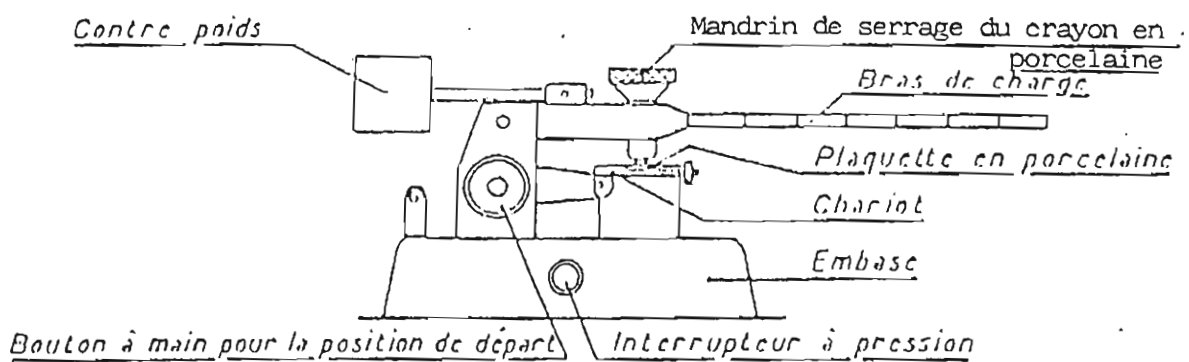
Tableau 2.

Masse	Position	Force f (N)	Niveau F	Masse	Position	Force f (N)	Niveau F
1	II	0,15	1	4	II	1,47	11
2	I	0,20	2	5	I	1,96	12
1	I	} 0,25	3	6	I	2,45	13
1	II		3	5	II	2,94	14
2	II	0,29	4	5	III	3,92	15
2	III	0,39	5	6	III	4,90	16
3	I	0,49	6	7	III	5,87	17
2	I	} 0,59	7	9	III	7,85	18
2	III		7	11	III	9,81	19
3	II	0,74	8	10	I	} 12,3	20
4	I	0,98	9	9	I		20
2	I	} 1,18	10	9	II	} 14,7	21
3	III			10	10		

Connaissant le niveau F, on peut calculer approximativement (à $\pm 3,5\%$ près) la force f par la relation (logarithmes décimaux) :

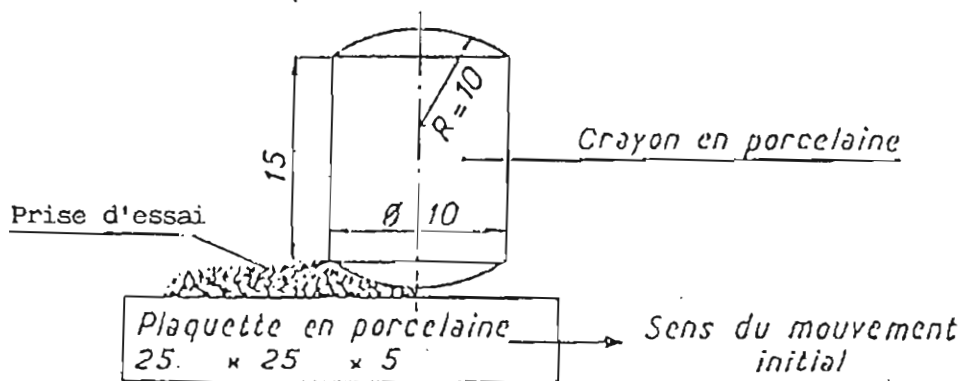
$$\log f = 0,1 F - 0,92 \quad (3)$$

On estime le niveau moyen par la méthode de Bruceton lorsque ce niveau moyen paraît compris entre les niveaux 4 et 18. La formule (3) permet alors de calculer l'indice de sensibilité au frottement.

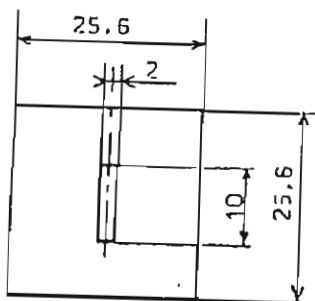


- Fig. 1 -

MISE EN PLACE DU CRAYON SUR LA PRISE D'ESSAI DANS SA POSITION DE DEPART



- Fig. 2 -



(mesures en mm)

Épaisseur 0,5

CALIBRE

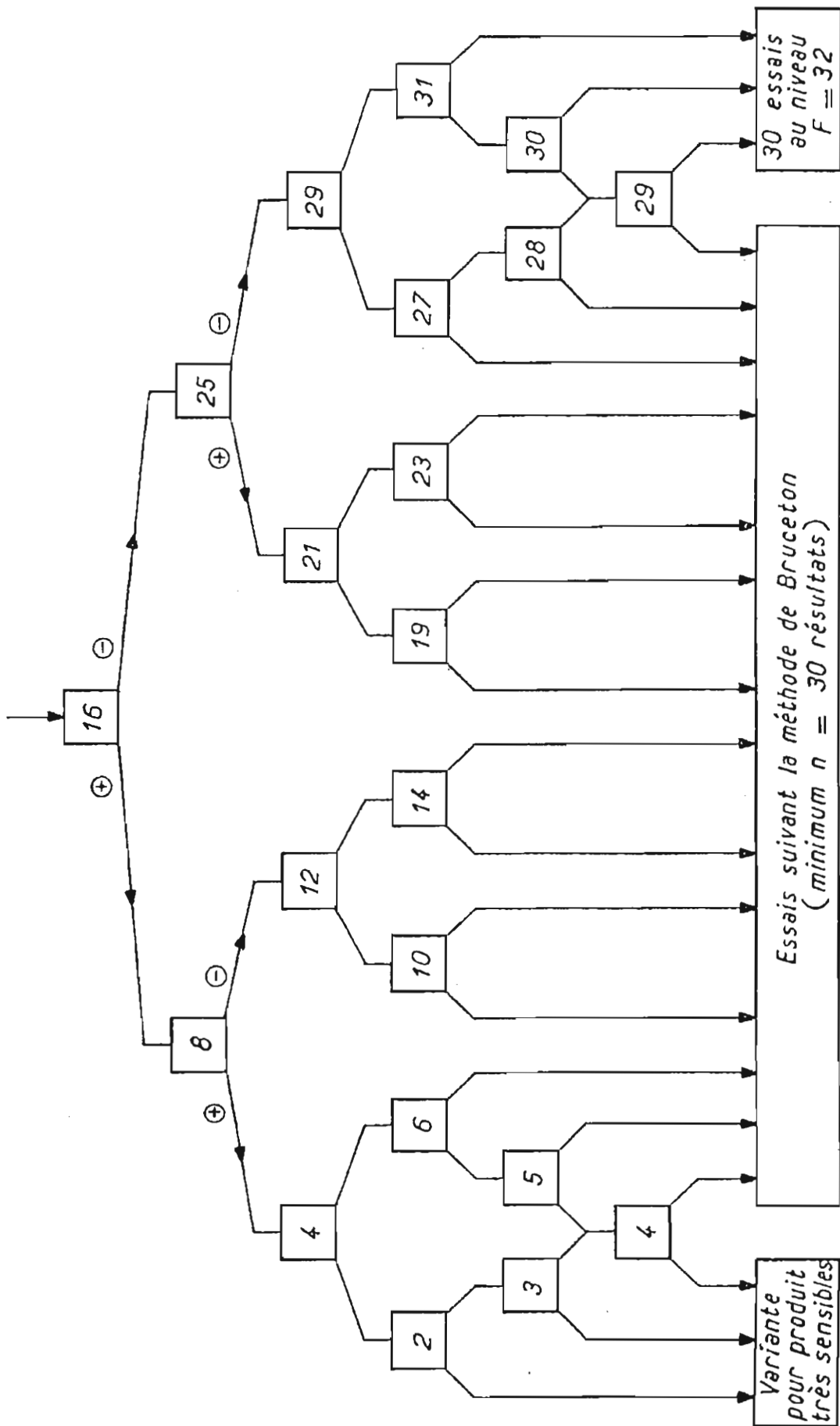


Fig. 3_ NIVEAUX F DANS LES ESSAIS PRELIMINAIRES

ANNEXEMETHODE DE BRUCETON1./ CONDITIONS D'APPLICATION ET OBJECTIF.

La méthode de Bruceton peut être utilisée dans une épreuve, lorsque les conditions suivantes sont remplies.

a) Pour tout essai, il n'y a que deux résultats possibles ; ces résultats sont dits ici "résultat positif" et "résultat négatif".

b) La probabilité P d'obtenir un résultat positif croît avec le paramètre d'essai x , grandeur physique que l'on peut faire varier d'un essai à l'autre.

c) Dans un intervalle assez grand, de part et d'autre de $P = 0,5$ (par exemple, entre $P = 0,1$ et $P = 0,9$), on peut admettre que la loi statistique donnant P en fonction d'une certaine variable X est une loi statistique normale de moyenne M et d'écart-type S (M et S a priori inconnus). La variable X est soit le paramètre x , soit une fonction croissante de x (par exemple $\log x$).

d) On peut donner au paramètre d'essai x une série de valeurs x_1, x_2, x_3, \dots , telles que X_1, X_2, X_3, \dots , valeurs correspondantes de X , qui sont dites "niveaux", forment une progression arithmétique de pas D . Ce pas doit être compris entre $0,5 S$ et $2 S$. Si l'expérience montre que cette condition n'est pas réalisée, la valeur de D doit être modifiée.

Dans ces conditions, la méthode de Bruceton permet d'obtenir, en effectuant relativement peu d'essais, une estimation assez précise de la moyenne M , c'est-à-dire de la valeur de X pour laquelle $P = 0,5$. La précision dépend naturellement du nombre N de résultats d'essais pris en compte dans l'épreuve. Il s'agit d'un nombre pair, dont la valeur minimale n est fixée (par exemple $n = 30$ ou 50).

2./ REGLES POUR LA CONDUITE DES ESSAIS.a) Changements de niveau.

On change de niveau à chaque essai, en respectant la règle suivante. Selon que le résultat de l'essai effectué au niveau X_k est positif ou négatif, l'essai suivant doit être réalisé respectivement au niveau immédiatement inférieur X_{k-1} ou au niveau immédiatement supérieur X_{k+1} .

.../...

b) Essais préliminaires et début de l'épreuve.

Les essais préliminaires de cadrage où l'on ne respecte pas la règle a (sauts d'amplitude supérieure à un pas à chaque essai) ne sont pas pris en compte. On admet que l'épreuve commence quand, la règle a étant appliquée, deux essais successifs donnent des résultats différents (positif puis négatif ou vice-versa). Ces essais constituent les deux premiers essais de l'épreuve.

c) Condition de fin d'épreuve.

Le nombre de résultats pris en compte étant le nombre pair N , il doit y avoir seulement une différence d'un pas (D) entre le niveau auquel le 1er essai pris en compte a été effectué et le niveau auquel l'essai terminant l'épreuve a été effectué. Le résultat de ce dernier essai doit être positif si son niveau est supérieur au niveau du 1er essai pris en compte. Il doit être négatif si le niveau du dernier essai est inférieur au niveau du 1er essai pris en compte.

Le tableau suivant montre comment cette règle est appliquée. Si besoin est, on augmente le nombre d'essais en éliminant éventuellement les premiers résultats. Dès qu'un cas satisfaisant à la règle est obtenu, l'épreuve est terminée.

Cas	Numéros des résultats dont on compare les niveaux		Si la différence des niveaux est égale à D	
	dernier résultat	premier résultat pris en considération	numéros des résultats à éliminer	nombre de résultats retenus N
1	n ($n = 30$)	1	-	n
2	$n + 1$	2	1	n
3	$n + 2$	1	-	$n + 2$
4	$n + 2$	3	1 et 2	n
5	$n + 3$	2	1	$n + 2$
6	$n + 3$	4	1 à 3	n
7	$n + 4$	1	-	$n + 4$
8	$n + 4$	3	1 et 2	$n + 2$
9	$n + 4$	5	1 à 4	n
etc.

3./ EXPLOITATION DES RESULTATS.

Les N résultats retenus sont répartis sur différents niveaux. Le nombre de niveaux doit normalement être compris entre 4 et 7 (bornes comprises). On compte le nombre n_k de résultats obtenus sur chacun des niveaux X_k . On vérifie que leur somme est bien égale à N :

$$\sum_k n_k = N.$$

L'estimation \bar{X} de la moyenne M est obtenue en calculant :

$$\frac{1}{N} \sum_k n_k X_k = \bar{X}.$$

On calcule ensuite successivement la variance :

$$V = \left(\frac{1}{N} \sum_k n_k X_k^2 \right) - \bar{X}^2$$

l'estimation \hat{S} de l'écart-type S (loi normale donnant P en fonction de X) :

$$\hat{S} = 1,62 \frac{V}{D} - 0,358 D$$

l'estimation s de l'écart-type qui caractérise la répartition de la moyenne X, H étant une fonction de S/D comme l'indique le tableau ci-après :

$$s = \frac{H \cdot \hat{S}}{\sqrt{N}}$$

et, enfin, les bornes de l'intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne :

$$X_1 = \bar{X} - 2 s$$

$$X_2 = \bar{X} + 2 s$$

Valeurs approximatives de H en fonction de S/D :

S/D	H	S/D	H
0,50	1,62	0,9	1,44
0,55	1,58	1,0	1,42
0,60	1,55	1,2	1,39
0,65	1,53	1,4	1,37
0,70	1,50	1,7	1,35
0,75	1,49	2,0	1,33
0,80	1,47		

INERIS LSE	VIBRATIONS	EPREUVE J8
---------------------------------	-------------------	---------------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile.

2./ PRINCIPE.

On apprécie la résistance aux vibrations dans des essais sur table vibrante. On estime pour cela la perte éventuelle de matière active que subit l'objet, dans des conditions expérimentales données.

3./ MATERIEL.

3.1.- Table vibrante (voir figure 1).

Il s'agit d'une table vibrante à plateau horizontal, équipée, par exemple, d'un vibreur magnétique et telle qu'elle produise, en tout point de son plateau, des vibrations sinusoïdales verticales de même amplitude à vide et de fréquence 50 Hertz.

3.2.- Porte-objet.

Réalisé en métal et fixé de manière rigide sur la table vibrante, il est destiné à recevoir l'objet et à retenir la matière active s'échappant éventuellement de l'objet au cours de l'épreuve. Sa forme et ses dimensions sont adaptées à celles de l'objet à éprouver.

3.3.- Cales et tendeurs.

L'objet sera maintenu de manière rigide dans le porte-objet à l'aide de cales et de tendeurs de matières appropriées.

.../...

3.4.- **Balance** permettant d'effectuer des pesées à 5 mg près.

3.5.- **Echantillon** composé d'un dispositif.

4./ **MODE OPERATOIRE.**

L'épreuve consiste à réaliser un essai comme suit.

4.1.- **Préparation de l'essai.**

- Fixer de manière rigide le porte-objet (3.2) sur la table vibrante (3.1).
- Disposer l'objet dans le porte-objet et placer les cales et tendeurs (3.3) qui le maintiendront en place.

4.2.- **Conduite d'un essai.**

L'objet étant en place dans le porte-objet,

- régler l'amplitude maximale de vibration à 0,5 mm,
- mettre en marche le vibreur (temps 0),
- arrêter celui-ci au bout de 60 minutes (durée d'essai),
- retirer l'objet de la table vibrante,
- recueillir avec soin la matière éventuellement déposée dans le fond du porte-objet,
- apprécier l'importance (3.4) et la nature des pertes éventuelles de matière.

S'il y a fonctionnement apparent ou explosion, l'essai est immédiatement interrompu. Les restes du dispositif sont alors recueillis.

5./ **EXPRESSION DES RESULTATS.**

On donne les résultats de l'essai comme suit :

"fonctionnement"

"explosion"

"détérioration apparente"

"perte de masse ... %"

...

On précise les conditions particulières d'essai (température, ...).

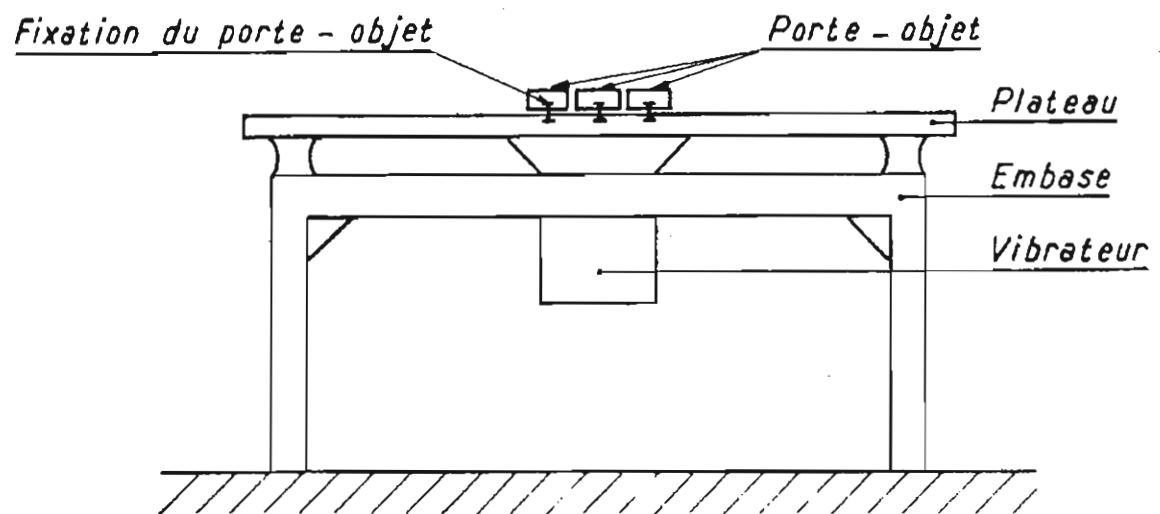


Fig. 1 - TABLE VIBRANTE

<p>INERIS</p> <p>LSE</p>	<p>SENSIBILITE A L'ETINCELLE ELECTRIQUE, EN COUCHE.</p>	<p>EPREUVE</p> <p>K1</p>
--------------------------	---	--------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux matières explosibles qui se présentent sous la forme d'un solide granulaire et qui contiennent, en proportion notable, des grains de dimensions inférieures à 1 mm (voir § 4.1.).

2./ PRINCIPE.

On détermine l'ordre de grandeur de l'énergie minimale de l'étincelle électrique qui, en traversant la matière, provoque une réaction de décomposition de celle-ci.

3./ MATERIEL.

3.1.- Cellules et couvercles (voir figure 1) -

Les cellules sont préparées à l'avance. Une cellule comprend les deux éléments suivants, assemblés par collage :

- un disque de matière plastique (chlorure de polyvinyle "Lucoflex" par exemple), d'épaisseur $3,0 \pm 0,1$ mm et de diamètre 32 mm environ, au centre duquel est percé un trou de diamètre $6,3 \pm 0,1$ mm ;
- un disque de cuivre, d'épaisseur 1 mm environ et de diamètre 19 mm environ, constituant le fond de la cellule.

L'assemblage des deux éléments se fait comme suit. Le disque de cuivre est posé sur le disque de matière plastique, les axes des deux disques coïncidant approximativement. Une colle de nature convenable est déposée sur tout le pourtour du disque de cuivre ; elle ne doit pas pénétrer entre les deux éléments. Après séchage, les bavures de colle qui se trouvent éventuellement sur le fond de la cellule sont éliminées.

Chaque cellule est munie d'un couvercle. Il s'agit d'un disque de cuivre d'épaisseur 0,12 mm environ et de diamètre 16 mm environ.

3.2.- Appareillage électrique (voir figure 2) -

Un commutateur permet de sélectionner l'un des trois condensateurs de capacité 10^{-9} , 10^{-8} ou 10^{-7} F (tolérances $\pm 10\%$). Un générateur fournissant une tension continue de 10^4 V est utilisé pour charger le condensateur. Par manoeuvre d'un relais inverseur, on peut ensuite décharger le condensateur par étincelle électrique jaillissant dans la cellule.

Celle-ci est placée entre les extrémités planes de deux électrodes cylindriques, en laiton. Un dispositif approprié permet d'éloigner ou de rapprocher l'électrode supérieure de l'électrode inférieure. Le diamètre de l'électrode inférieure est, au minimum, de 19 mm. Le diamètre de l'électrode supérieure est compris entre 10 et 20 mm.

On admet que l'énergie de l'étincelle qui jaillit dans la cellule est égale à l'énergie préalablement stockée dans le condensateur, c'est-à-dire 0,05 - 0,5 ou 5 J.

4./ MODE OPERATOIRE.

4.1.- Tamissage éventuel de la matière -

La matière est éprouvée dans la granulométrie où elle se présente, si elle ne contient pas, ou pratiquement pas, de grains de dimensions supérieures à 1 mm.

Dans le cas contraire, on tamise la matière pour éliminer les grains de dimensions supérieures à 1 mm et l'on soumet à l'épreuve la fraction restante à condition qu'elle soit suffisamment importante. En donnant le résultat de l'épreuve, il faut alors indiquer que l'épreuve a été effectuée sur la fraction inférieure à 1 mm.

4.2.- Réalisation d'un essai -

On charge la matière, sans la tasser, dans la cellule qui doit être remplie à ras bord ; pour cela, on verse un peu de matière en excédent, puis on arase la surface du chargement. On pose ensuite le couvercle sur la cellule, l'axe du couvercle devant coïncider approximativement avec l'axe de la cellule.

La cellule ainsi préparée est placée sur l'électrode inférieure. On amène ensuite l'électrode supérieure au contact du couvercle de la cellule.

On sélectionne le condensateur convenable et on le charge sous 10 kV. Par manoeuvre du relais inverseur, on le décharge ensuite par étincelle jaillissant dans la cellule.

Le résultat de l'essai est dit positif si l'on observe un ou plusieurs des phénomènes suivants : bruit d'explosion, flamme ou trace de flamme sur le cuivre, émission de fumées, déformation de la cellule ou de son couvercle, transformation en scories de la matière ou disparition de la majeure partie de la matière. Sinon, le résultat est dit négatif.

On notera que dans un essai négatif, la face inférieure du couvercle porte une petite trace d'échauffement au point d'impact de l'étincelle. On peut observer cette trace en effectuant des essais à blanc, avec une matière inerte. Il convient de ne pas la confondre avec une trace de flamme due à la décomposition partielle de la matière explosible.

4.3.- Conduite de l'épreuve -

Si c'est possible, on détermine l'énergie limite de l'étincelle (5 - 0,5 ou 0,05 J) pour laquelle on obtient 20 résultats négatifs sur un total de 20 essais. Si ce n'est pas possible (cas où l'on obtient au moins un résultat positif avec étincelle de 0,05 J), on effectue un total de 20 essais avec l'énergie de 0,05 J.

On commence l'épreuve avec l'énergie de 5 J (capacité 10^{-7} F). Les essais sont effectués avec cette énergie, jusqu'à concurrence de 20 essais, tant que les résultats obtenus sont négatifs. Si le 20ème essai donne un résultat négatif, l'épreuve est terminée, l'énergie limite étant 5 J.

Dès qu'un résultat positif est obtenu avec l'énergie de 5 J, on continue l'épreuve avec l'énergie de 0,5 J (capacité 10^{-8} F). Les essais sont effectués avec cette énergie, jusqu'à concurrence de 20 essais, tant que les résultats obtenus sont négatifs. Si le 20ème essai avec l'énergie de 0,5 J donne un résultat négatif, l'épreuve est terminée, l'énergie limite étant 0,5 J.

Dès qu'un résultat positif est obtenu avec l'énergie de 0,5 J, on termine l'épreuve en effectuant 20 essais avec l'énergie de 0,05 J (capacité 10^{-9} F). Si ces 20 essais ne donnent que des résultats négatifs, l'énergie limite est 0,05 J. Sinon, on note la fréquence des résultats positifs.

5./ RESULTAT DE L'EPREUVE.

On donne la valeur de l'énergie limite trouvée :

- $E_0 = 5 \text{ J}$
- ou $E_0 = 0,5 \text{ J}$
- ou $E_0 = 0,05 \text{ J}$
- ou $E_0 < 0,05 \text{ J}$ (fréquence / 20).

Dans le dernier cas, on indique la fréquence des coups positifs.

Dans tous les cas, on précise la température à laquelle ont été effectués les essais, l'humidité de la matière ou les traitements préalables subis éventuellement par la matière (tamisage par exemple).

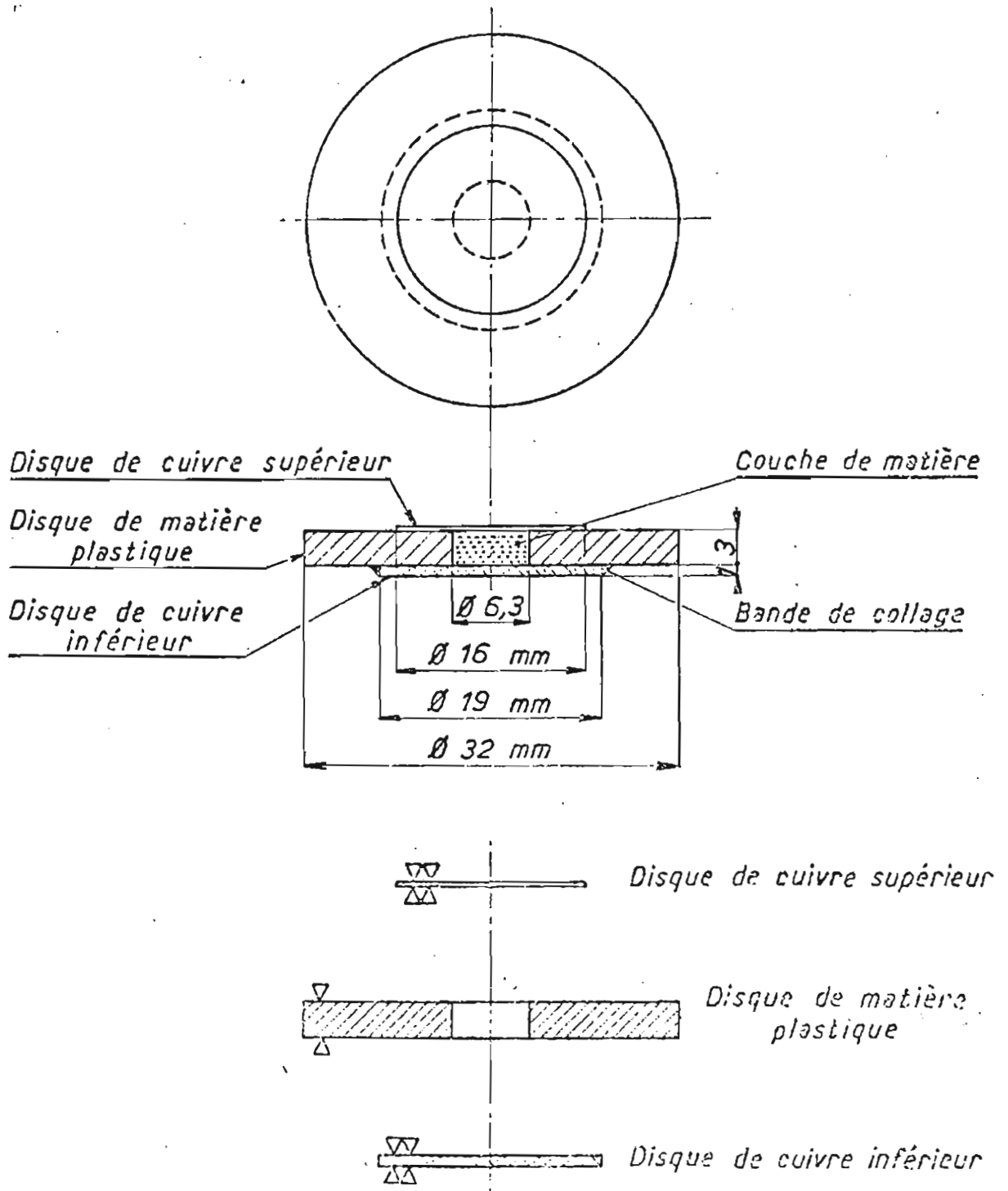


Fig. 1 - CELLULE

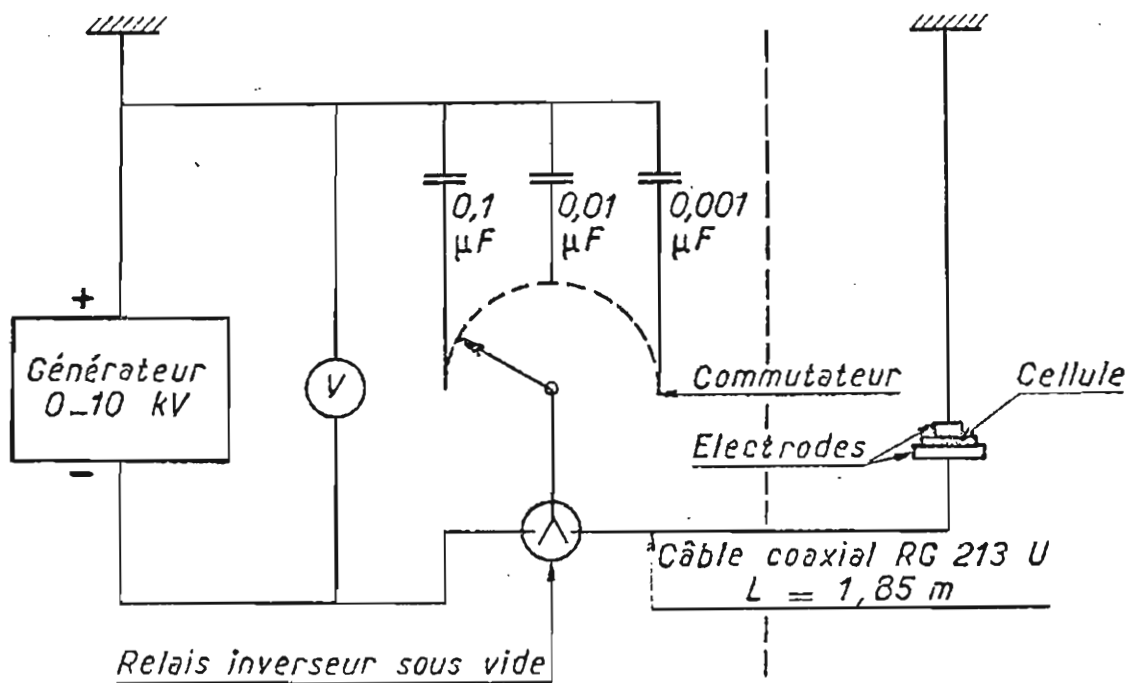


Fig. 2. SCHEMA ELECTRIQUE DE L'APPAREIL

INERIS LSE	CHAUFFAGE	EPREUVE M7
-----------------------------	------------------	-----------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux générateurs de gaz des dispositifs pyrotechniques de sécurité automobile destinés aux systèmes de type "air bag".

2./ PRINCIPE.

L'épreuve consiste à chauffer le générateur de gaz à l'aide d'un brûleur à gaz jusqu'à réaction des matières actives contenues.

3./ MATERIEL.

3.1.- Enceinte résistante,

par exemple métallique, dont l'une des faces comprend un hublot pour l'observation visuelle à distance. Une alternative consiste à faire un enregistrement vidéo de l'essai, sans observation visuelle directe.

3.2.- Brûleur à gaz,

alimenté en gaz de ville ou en gaz autre, par exemple propane. Ce brûleur est fixé en position verticale à l'intérieur de l'enceinte, approximativement au centre du socle. La puissance thermique est telle que, à l'emplacement occupé par le générateur de gaz, la vitesse de chauffage soit de $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ entre 50°C et 400°C , la mesure étant effectuée au préalable à l'aide d'un thermocouple placé dans le puits axial vertical d'un cube d'acier d'arête 5 cm. A titre d'exemple, on peut utiliser comme brûleur à gaz un brûleur à gaz de ville consommant 100 l/min.

.../...

3.3.- Dispositif de fixation,

apte à maintenir le générateur de gaz pendant toute la durée de l'essai.

3.4.- Echantillon composé d'un générateur de gaz.

4./ MODE OPERATOIRE.

Le générateur de gaz (3.3) est mis en place dans l'enceinte (3.1) à l'aide du dispositif de fixation (3.2) à la verticale du brûleur (3.2) et à environ 15 mm de celui-ci, de façon à ce que la totalité du générateur ou la majeure part de celui-ci soit dans la flamme de gaz.

Après allumage du brûleur et réaction du contenu pyrotechnique du générateur de gaz, l'alimentation du brûleur est interrompu.

En observant un délai d'attente et en prenant les précautions adéquates pour l'ouverture de l'enceinte et la récupération des restes du générateur de gaz, l'état du générateur est déterminé : pas de fragmentation du corps métallique du générateur de gaz ou fragmentation en 2 morceaux ou plus. S'il n'y a pas de fragmentation, mais une ouverture du générateur susceptible de générer ces fragments, ce résultat est assimilé à une fragmentation.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Le résultat de l'épreuve est exprimée par "fragmentation" ou "pas de fragmentation".

INERIS LSE	PASSAGE DE LA DEFLAGRATION A LA DETONATION	EPREUVE M8
---------------------------------	---	---------------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux poudres de relais des dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile.

2./ PRINCIPE.

L'épreuve consiste à déterminer la longueur de prédétonation (LPD) dans une charge confinée lorsque la détonation se produit.

3./ MATERIEL.

3.1.- Dispositif d'allumage. Il s'agit d'un dispositif électrique constitué d'un fil chauffant en nickel/chrome (nichrome) 80/20 de diamètre 0,4 mm et longueur 15 mm environ. Il est parcouru par un courant électrique continu d'intensité 4 A pendant un temps maximal de 3 min.

3.2.- Plaques de plomb tendre servant de témoins de détonation d'épaisseur 30 mm et de largeur minimale 10 cm. La longueur de la plaque ou de la file continue de plaques jointives est telle que la charge y repose sur toute sa longueur. Ces plaques reposent elles-mêmes sur un support résistant horizontal (enclume d'acier).

3.3.- Echantillon de la matière à éprouver.

Un échantillon de 0,5 kg environ est nécessaire.

.../...

3.4.- Etuis pour la réalisation de charges.

L'étui est constitué d'un tube d'acier (TU 37-b) sans soudure - série moyenne -, dimension 1 répondant à la norme NF A 49-310, état NBK (diamètre extérieur 33,7 mm, épaisseur 3,2 mm), de longueur 270 mm (tolérance $\begin{matrix} + 0,5 \\ - 0 \end{matrix}$ mm). Il est fileté aux deux extrémités au pas du gaz, mâle, 1 A selon la norme NF E 03-005, sur une longueur de 15 mm avec une longueur décollée de 5 mm du diamètre 30 mm.

Le volume intérieur du tube est défini par jaugeage.

3.5.- Bouchons en fonte malléable, répondant à la norme NF E 29-801, filetés au pas du gaz femelle, 1 A (norme NF E 03-004). Les bouchons sont préparés de l'une des trois manières suivantes :

- (a) bouchon percé de deux trous de diamètre 5,5 mm espacés de 15 mm environ,
- (b) bouchon tel quel.

Le bouchon (a) est destiné à recevoir deux douilles isolées femelles (embases pour fiches "banane" de diamètre 2 mm) pour le montage du dispositif d'allumage (§ 3.1).

Le bouchon (b) sert à fermer le tube d'acier (§ 3.4) à l'extrémité opposée à l'allumage.

4./ MODE OPERATOIRE.

Deux essais sont réalisés comme suit.

4.1.- Préparation du tube d'acier.

Les deux filetages du tube d'acier (§ 3.4) sont recouverts par du ruban en PTFE. L'une des extrémités est fermée à l'aide du bouchon b (§ 3.5) serré à la clé.

4.2.- Chargement du tube d'acier.

Charger la matière dans le tube. Sauf indication contraire, la masse volumique de chargement est la masse volumique normale de tassement.

Le chargement est effectué par fractions successives (lanternées) d'importance constante, correspondant par exemple à une hauteur de 27 mm dans le tube.

N.B. : pour régler la hauteur de chargement d'une fraction, divers procédés sont utilisables, suivant la nature de la matière : coups réguliers sur la paroi externe du tube,

Le tube est rempli jusqu'à 5 mm de l'extrémité ouverte.

Le bouchon (a) (§ 3.5) équipé du dispositif d'allumage (§ 3.1) est vissé manuellement sur l'extrémité ouverte du tube.

.../...

4.3.- Détermination de la longueur de prédétonation (LPD).

Le tube est disposé alors sur la plaque ou la file de plaques de plomb.

Brancher le dispositif d'allumage sur la source de courant électrique.

Procéder au tir.

Juger du résultat de l'essai par l'aspect des restes du tube et des bouchons après tir et par l'aspect des empreintes laissées sur la(les) plaque(s) de plomb : passage de la déflagration à la détonation ou absence de passage. En cas de passage de la déflagration à la détonation, déterminer la longueur de prédétonation (LPD) à 1 cm près, l'origine de la charge étant comptée dans le plan d'appui du bouchon sur le côté de la plaque de plomb du côté de l'allumage.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Le résultat résumé de l'épreuve est exprimé comme suit, pour chacun des deux essais effectués :

"LPD = ... mm".

Si l'on n'a pas obtenu de passage de la déflagration à la détonation, le résultat résumé est exprimé comme suit :

"LPD \geq 270 mm".

On donne, dans tous les cas, les précisions utiles quant à la matière éprouvée (masse volumique d'essai, humidité, granulométrie, traitement préalable, température, ...).

INERIS LSE	FONCTIONNEMENT	EPREUVE N7
-----------------------------	-----------------------	-----------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux dispositifs pyrotechniques pour la sécurité automobile.

2./ PRINCIPE.

On vérifie que le fonctionnement du dispositif est conforme à sa destination.

3./ MATERIEL.

3.1.- Matériel pour la mise en oeuvre du dispositif.

3.2.- Dispositif de mise à feu à distance, le cas échéant.

3.3.- Echantillon.

4./ MODE OPERATOIRE.

4.1.- Réalisation d'un essai.

- Après avoir éventuellement préparé, conditionné ou éprouvé le dispositif dans une ou plusieurs épreuve(s) autre(s) que la présente épreuve, placer celui-ci en position d'essai : il est fait appel pour cela au matériel normalement prévu pour sa mise en oeuvre (3.1).

.../...

- Raccorder, le cas échéant, le dispositif de mise à feu à distance (3.2).
- Après un délai d'attente éventuel, noter le résultat de l'essai.
 - . Fonctionnement normal du dispositif.
 - . Fonctionnement anormal.
 - Préciser en quoi le fonctionnement est ou paraît anormal : fonctionnement partiel,
 - . Absence de fonctionnement.
 - Indiquer, si c'est possible, son origine.

Dans les deux derniers cas, décrire avec le maximum de détails l'état dans lequel est retrouvé le dispositif après essai.

4.2.- Réalisation de l'épreuve.

L'épreuve consiste à effectuer, le cas échéant, plusieurs essais.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Les résultats de l'épreuve sont donnés par l'une des expressions suivantes :

"fonctionnement normal"

"fonctionnement anormal"

"absence de fonctionnement".

Dans les deux derniers cas, on indique le nombre d'essais dans lequel le résultat correspondant a été obtenu.

INERIS LSE	APPRECIATION DU CARACTERE DETONANT/NON DETONANT DES DISPOSITIFS PYROTECHNIQUES	EPREUVE P8
---------------	---	---------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve peut s'appliquer à tout dispositif pyrotechnique.

2./ PRINCIPE.

L'épreuve consiste à déterminer si une charge d'un explosif détonant défini et sensible peut être amorcée par le dispositif pyrotechnique considéré. Elle fournit ainsi une appréciation de son caractère détonant/non détonant : caractère détonant s'il y a amorçage ; caractère non détonant sinon.

3./ MATERIEL.

3.1.- Plaques de plomb tendre servant de témoins de détonation.

3.2.- Echantillon du dispositif pyrotechnique à éprouver : 10 unités.

3.3.- Explosif détonant.

Penthrite, de qualité A, à la densité 1,00 ($\pm 0,04$), en cartouches cylindriques à étui léger (par exemple, papier kraft ou film de matière plastique souple) de diamètre 30 mm et de masse au moins 50 g. Les extrémités de ces cartouches sont des sections droites.

4./ MODE OPERATOIRE.

L'exécution de l'épreuve est la suivante.

4.1.- Réalisation d'un essai.

Un essai consiste à placer un dispositif (§ 3.2) à une extrémité d'une cartouche d'explosif (§ 3.3). La partie active du dispositif est normalement placée à l'intérieur de la cartouche, l'effet connu ou prévisible de ce dispositif étant orienté vers le centre de la cartouche. Si cette condition ne peut être remplie (taille importante du dispositif, ...), l'orientation et, de manière plus générale, la disposition précise du dispositif est choisie de manière à se trouver dans les conditions a priori les plus favorables à l'amorçage de la cartouche d'explosif. La cartouche d'explosif est alors placée sur une plaque de plomb témoin (§ 3.1), suivant une génératrice.

Après mise à feu du dispositif, on apprécie le résultat de l'essai (détonation ou raté de la cartouche d'explosif) par l'empreinte éventuelle laissée sur la plaque de plomb.

4.2.- Réalisation d'une série d'essais.

L'épreuve comporte normalement trois essais successifs dans les mêmes conditions.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Le résultat de l'épreuve est noté comme suit :

- "caractère détonant" reconnu au dispositif pyrotechnique si au moins une détonation d'une cartouche d'explosif a été obtenue au cours des essais ;
- "caractère non détonant" sinon.

La disposition précise du dispositif dans la cartouche est notée, ainsi que les conditions particulières d'essai (température, ...).

INERIS LSE	PRODUITS DE COMBUSTION	EPREUVE R8
---------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

1./ DOMAINE D'APPLICATION.

L'épreuve s'applique aux générateurs de gaz des dispositifs pyrotechniques de sécurité automobile. Ces générateurs de gaz sont éprouvés dans les modules pour lesquels ils sont conçus.

2./ PRINCIPE.

L'épreuve consiste à faire fonctionner un module dans une enceinte de 2,5 m³ et à déterminer les natures et quantités des produits de combustion formés.

3./ MATERIEL.

3.1.- Enceinte métallique résistante à la pression, de volume interne 2,5 m³, munie d'un système interne de brassage, le cas échéant, et d'un dispositif de fixation pour le module. La paroi interne comporte des passages étanches pour l'alimentation électrique de l'unité d'allumage du générateur de gaz d'une part et pour le prélèvement des produits gazeux dégagés d'autre part.

3.2.- Matériels pour le prélèvement des produits dégagés : pompe, ampoules en verre, filtres, etc., en vue de leur analyse.

La mesure in situ dans l'enceinte de certains produits peut s'avérer nécessaire dans les premiers instants après le fonctionnement : exemple dosage de NOx par chimiluminescence.

3.3.- Echantillon composé de deux modules.

.../...

4./ MODE OPERATOIRE.

Deux essais sont réalisés comme suit.

Le fonctionnement du module est provoqué dans l'enceinte, celle-ci étant sous atmosphère initiale d'air et à température et pression initiales ambiantes.

Après homogénéisation éventuelle de l'atmosphère dans l'enceinte à l'aide du système interne de brassage, les natures et les quantités de produits formés sont déterminées.

5./ EXPRESSION DES RESULTATS.

Les résultats sont exprimés pour les gaz dosés en % ou ppm (en volume) et pour les produits condensés - liquides ou particuliers - en mg/m³.

Les gaz habituellement dosés sont les suivants :

- vapeurs nitreuses NO_x = NO + NO₂
- protoxyde d'azote N₂O
- oxyde de carbone CO
- anhydride carbonique CO₂
- oxygène O₂
- azote N₂
- hydrogène H₂
- méthane CH₄
- ammoniac NH₃
- acide cyanhydrique HCN
- acide chlorhydrique HCl
- chlore Cl₂.

Les liquides organiques habituellement dosés sont les suivants :

- benzène
- toluène
- chloroforme.

Les éléments atomiques habituellement dosés dans les particules formées sont les suivants : B, Mo, Ni, Si, Mn, Fe, Cr, Al, Cu, Na, K, Cl, S.

Les température et pression initiales ambiantes dans l'enceinte avant chaque essai sont notées.

