

# Norme internationale



# 5657

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

## Essais au feu — Réaction au feu — Allumabilité des produits de bâtiment

*Fire tests — Reaction to fire — Ignitability of building products*

Première édition — 1986-12-15

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 5657:1986](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef71f6bd-fe46-4510-9a34-974b1f3a291c/iso-5657-1986>

CDU 669.81 : 691 : 620.1

Réf. n° : ISO 5657-1986 (F)

Descripteurs : bâtiment, matériau de construction, essai, essai de comportement au feu, essai d'inflammabilité, matériel d'essai.

Prix basé sur 32 pages

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5657 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 92.  
*Essais au feu sur les matériaux de construction, composants et structures.*

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

## Sommaire

	Page
0 Introduction .....	1
1 Objet et domaine d'application .....	1
2 Références .....	1
3 Définitions .....	1
4 Principes de l'essai .....	2
5 Aptitude d'un produit à subir l'essai .....	2
6 Construction et préparation de l'éprouvette .....	2
7 Appareillage d'essai .....	3
8 Environnement d'essai .....	5
9 Équipement additionnel .....	5
10 Procédure de mise en place et conditions requises .....	7
11 Étalonnage .....	7
12 Mode opératoire d'essai .....	7
13 Expression des résultats .....	9
14 Procès-verbal d'essai .....	9

## Annexes

A Commentaires sur le texte et directives pour les opérateurs .....	10
B Procès-verbal d'essai résumé .....	13
C Applications et limitations de l'essai .....	14
D Variabilité de la durée de l'inflammation soutenue de surface .....	15

## Figures

1 Habillage de l'éprouvette .....	17
2 Appareillage pour l'essai d'allumabilité — Vue générale .....	18
3a) Ossature support d'éprouvette — Élévation section partielle selon B-B [figure 3b)] .....	19

3b)	Ossature support d'éprouvette — Plan section partielle selon A-A [figure 3a]]	20
4a)	Ossature support d'éprouvette et radiateur conique	21
4b)	Radiateur conique	21
4c)	Méthodes de fixation des thermocouples sur le serpentin du radiateur	22
4d)	Grilles de lecture de la répartition de l'éclairement	23
5	Injecteur de flamme pilote	24
6a)	Mécanisme d'application de la flamme pilote — Bras de flamme pilote	25
6b)	Mécanisme d'application de la flamme pilote — Embase	26
6c)	Mécanisme d'application de la flamme pilote — Géométrie de la came	27
7	Plateau d'insertion et de positionnement de l'éprouvette	28
8	Plaque écran pour l'éprouvette	29
9	Hotte d'extraction et écrans contre les courants d'air pour l'appareillage d'allumabilité	30
10	Disposition schématique de l'appareillage et de l'équipement supplémentaire	31
11	Construction de la plaque d'éprouvette factice	32

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 5657:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef71f6bd-fe46-4510-9a34-974b1f3a291c/iso-5657-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef71f6bd-fe46-4510-9a34-974b1f3a291c/iso-5657-1986>

# Essais au feu — Réaction au feu — Allumabilité des produits de bâtiment

## 0 Introduction

**0.1** Le feu est un phénomène complexe ; son comportement et ses effets dépendent d'un grand nombre de facteurs étroitement liés entre eux. Le comportement des matériaux et produits dépend des caractéristiques du feu, du mode d'utilisation des matériaux et de l'environnement dans lequel ils sont exposés. La philosophie des essais de réaction au feu est expliquée dans l'ISO/TR 3814.

**0.2** Un essai tel que celui qui est spécifié dans la présente Norme internationale traite seulement d'une situation de feu potentielle schématisée par une source de chaleur rayonnante et une flamme, et il ne peut seul fournir une ligne directrice quelconque sur le comportement ou la sécurité en cas d'incendie. Un essai de ce type peut, cependant, être utilisé dans un but de comparaison ou pour assurer une certaine qualité de performance (l'allumabilité dans le cas présent) considérée comme ayant un rapport avec les performances d'incendie en général. Il serait faux d'attacher un autre sens à l'exécution de cet essai.

**0.3** Le terme « allumabilité » est défini dans l'ISO 3261 comme la faculté qu'a un matériau de s'enflammer. C'est l'une des premières propriétés évidentes du feu qui devrait être prise en considération presque toujours dans toute détermination du risque d'incendie. Elle peut ne pas être cependant la caractéristique principale du matériau qui affecte l'évolution de l'incendie dans un bâtiment.

**0.4** L'essai ne s'appuie pas sur l'utilisation de matériaux à base d'amiante.

**0.5** L'attention de tous les utilisateurs de l'essai est attirée sur l'avertissement suivant.

**AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ** — Afin que des précautions appropriées soient prises en vue de préserver la santé, nous attirons l'attention de tous ceux qui sont concernés par les essais au feu sur la possibilité que des gaz toxiques ou nocifs se dégagent durant la combustion des éprouvettes. Il faut aussi tenir compte de l'avis de sécurité donné en annexe A, chapitre A.7.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode pour examiner les caractéristiques d'allumabilité des surfaces exposées des éprouvettes composées de matériaux essentiellement plats, de composites ou d'assemblages n'excédant pas 70 mm

d'épaisseur, quand ils sont placés en position horizontale et soumis aux niveaux spécifiés d'éclairement thermique.

## 2 Références

ISO 291, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai.*

ISO 3261, *Essais au feu — Vocabulaire.*

ISO/TR 3814, *Élaboration d'essais de mesurage de la réaction au feu de matériaux de bâtiment.*

ISO 5725, *Fidélité des méthodes d'essai — Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité par essais interlaboratoires.*

ISO/TR 6585, *Risque d'incendie et conception et utilisation des essais au feu.*

## 3 Définitions

(Voir aussi chapitre A.1 de l'annexe A.)

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 3261, ainsi que les définitions suivantes, sont applicables.

**3.1 produit**: Matériau, composite ou assemblage sur lesquels une information est demandée.

**3.2 matériau**: Substance unique de base ou mélange uniformément réparti, par exemple métal, pierre, bois, béton, fibre minérale, polymères.

**3.3 composite**: Combinaison de matériaux qui sont généralement reconnus dans la construction de bâtiments comme des entités discrètes, par exemple des matériaux revêtus ou lamifiés.

**3.4 assemblage**: Fabrication de matériaux et/ou de composites, par exemple des panneaux sandwich. Il peut comporter un vide d'air.

**3.5 surface exposée**: Surface du produit soumise aux conditions thermiques de l'essai.

**3.6 éprouvette**: Élément représentatif du produit qui doit être essayé avec tout substrat ou traitement. Il peut comprendre un vide d'air.

**3.7 surface essentiellement plate:** Surface dont l'irrégularité par rapport à une surface plane ne dépasse pas  $\pm 1$  mm.

**3.8 éclairage énergétique** (en un point d'une surface): Flux total de rayonnement thermique qui tombe sur un élément infiniment petit de la surface contenant ce point divisé par l'aire de cet élément.

**3.9 inflammation soutenue en surface:** Accrochage d'une flamme sur la surface de l'éprouvette qui est encore présente à l'application suivante de la flamme pilote.

**3.10 inflammation passagère en surface:** Accrochage de la flamme sur la surface de l'éprouvette qui n'est plus présente à l'application suivante de la flamme pilote.

**3.11 inflammation du panache:** Début de flamme, soutenue ou passagère, dans le panache au-dessus de l'éprouvette.

## 4 Principes de l'essai

(Voir aussi chapitre A.2 de l'annexe A.)

Monter horizontalement des éprouvettes du produit et les exposer à un rayonnement thermique sur leur surface supérieure à des niveaux d'éclairage constant choisis dans la plage de 1 à 5 W/cm<sup>2</sup>.

Appliquer une flamme pilote à intervalles réguliers dans une position située à 10 mm au-dessus du centre de chaque éprouvette pour enflammer tous les gaz volatils dégagés. Noter l'instant où se produit l'inflammation soutenue. D'autres types d'inflammation pouvant se produire sont mentionnés en 12.5.

Le transfert par convection peut également contribuer pour une très faible part (seulement quelques pourcentages) au chauffage au centre d'une éprouvette et à l'indication du radiomètre lors de la procédure d'étalonnage. Cependant le terme « éclairage » est utilisé tout au long de la présente Norme internationale car c'est celui qui indique le mieux le mode essentiellement rayonnant de l'échange thermique.

## 5 Aptitude d'un produit à subir l'essai

(Voir aussi chapitre A.3 de l'annexe A.)

### 5.1 Caractéristiques de surface

**5.1.1** Un produit ayant l'une des propriétés suivantes est apte à l'essai:

- a) une surface exposée essentiellement plate;
- b) une surface irrégulière dont les irrégularités sont réparties d'une façon uniforme sur la surface exposée à condition que:

— au moins 50 % de la surface d'une zone représentative de diamètre 150 mm soit située à moins de 10 mm de profondeur d'un plan s'étendant sur les points les plus hauts de la surface exposée, et/ou

— pour les surfaces contenant des criques, des fissures ou des trous n'excédant pas 8 mm de largeur et 10 mm de profondeur, la somme des surfaces de ces criques, fissures ou trous n'excède pas 30 % d'une zone représentative de 150 mm de diamètre de la surface exposée.

**5.1.2** Quand une surface exposée ne satisfait pas aux exigences de 5.1.1 a) ou de 5.1.1 b), essayer, si possible, le produit dans une forme modifiée satisfaisant au mieux aux exigences données en 5.1.1. Indiquer clairement dans le procès-verbal d'essai (voir chapitre 14) que le produit a été essayé sous une forme modifiée et décrire précisément la modification.

### 5.2 Produits asymétriques

Un produit soumis à l'essai peut avoir ses deux faces qui diffèrent ou peuvent contenir des couches de matériaux différents arrangés dans un ordre différent par rapport aux deux faces. Si en pratique l'une ou l'autre des deux faces peut être exposées dans une pièce, cavité ou dans un vide, les deux faces doivent être soumises à essai.

## 6 Construction et préparation de l'éprouvette

(Voir aussi chapitre A.4 de l'annexe A.)

**6.1.1** Cinq éprouvettes doivent être essayées pour chaque niveau d'éclairage choisi et pour chaque surface différente exposée.

**6.1.2** Les éprouvettes doivent être représentatives du produit, carrées et mesurer  $165 \pm 0$  mm de côté.

**6.1.3** Les matériaux et composites d'une épaisseur normale de 70 mm ou moins doivent être essayés à leur épaisseur entière.

**6.1.4** Pour les matériaux et composites d'une épaisseur normale supérieure à 70 mm, préparer les éprouvettes en enlevant par découpe la partie non exposée pour réduire l'épaisseur à  $70 \pm 0$  mm.

**6.1.5** Lorsqu'on découpe des éprouvettes à partir de produits à surface irrégulière, le point le plus haut de la surface doit se trouver au centre de l'éprouvette.

**6.1.6** Essayer les assemblages comme spécifié en 6.1.3 ou 6.1.4 suivant le cas. Cependant quand on utilise des matériaux minces ou composites dans la fabrication d'un assemblage, la présence d'air ou d'un vide d'air/ou la nature d'une sous-couche quelconque peut affecter de façon significative les caractéristiques d'allumabilité de la surface exposée. L'influence des sous-couches doit être comprise et il faut s'assurer que le résultat d'un essai sur un assemblage quelconque est bien approprié à l'usage qui en est fait (voir A.4.1).

Lorsque le produit est un matériau ou un composite qui serait normalement fixé à un substrat, il doit être essayé en même temps que ce substrat en utilisant la technique de fixation recommandée, par exemple collé avec la colle appropriée ou fixé mécaniquement.

## 6.2 Plaques supports

**6.2.1** Une plaque support est nécessaire pour chaque éprouvette. Néanmoins, puisqu'il est parfois possible de réutiliser la plaque support après l'essai, le nombre total dépend de la fréquence des essais et du type de produit essayé.

**6.2.2** Les plaques supports doivent être carrées, mesurer  $165 \pm 0,5$  mm de côté, être faites d'une plaque isolante incombustible de masse volumique  $825 \pm 125$  kg/m<sup>3</sup> après séchage à l'étuve, et avoir une épaisseur nominale de 6 mm.

**6.2.3** Avant d'être essayée, une plaque support doit être placée pendant au moins 24 h dans une atmosphère ayant une température de  $23 \pm 2$  °C et une humidité relative de  $(50 \pm 5)$  % avec accès libre de l'air des deux côtés.

## 6.3 Conditionnement des éprouvettes

(Voir aussi paragraphe A.4.3 de l'annexe A.)

Avant l'essai, conditionner les éprouvettes jusqu'à masse constante<sup>1)</sup> à une température de  $23 \pm 2$  °C et une humidité relative de  $(50 \pm 5)$  %.

## 6.4 Préparation

**6.4.1** Placer une éprouvette conditionnée sur la plaque support conditionnée selon 6.2.3 et envelopper l'ensemble à l'aide d'une feuille d'aluminium de 0,02 mm d'épaisseur nominale dans laquelle un cercle de diamètre 140 mm aura été préalablement découpé (voir figure 1). Placer la zone circulaire découpée au centre de la surface supérieure de l'éprouvette. Après préparation, remettre l'ensemble éprouvette/plaque support en atmosphère conditionnée jusqu'à ce qu'on en ait besoin pour l'essai.

**6.4.2** Quand le dos d'un produit est habituellement au contact de l'air (voir 6.1.6), mettre si cela est possible le dos de l'éprouvette au contact de l'air pour l'essai. Créer le vide d'air en introduisant une cale entre l'éprouvette et la plaque support. Cette cale est constituée par une pièce en matière isolante incombustible de même dimension et densité que la plaque support, au centre de laquelle on aura enlevé une surface circulaire de  $140 \pm 0,5$  mm de diamètre. L'épaisseur de la cale correspond à la dimension du vide d'air, si elle est connue, et l'épaisseur de la cale plus l'éprouvette ne doit en aucun cas excéder 70 mm. Si la dimension du vide d'air est inconnue ou si l'épaisseur totale du vide d'air plus l'éprouvette excède 70 mm, essayer l'éprouvette avec une cale telle que l'épaisseur totale, cale plus éprouvette soit égale à  $70 \pm 0,3$  mm.

Placer la cale et la plaque support pendant au moins 24 h dans une atmosphère à une température de  $23 \pm 2$  °C et à une humidité relative de  $(50 \pm 5)$  % avec accès libre pour l'air des deux côtés de chaque élément. Insérer alors la cale entre la plaque support et l'éprouvette et envelopper l'ensemble dans une feuille d'aluminium comme indiqué en 6.4.1. Utiliser une cale

propre pour chaque éprouvette essayée. Après préparation, remettre l'ensemble en atmosphère conditionnée jusqu'à ce qu'on en ait besoin pour l'essai.

**6.4.3** Les plaques supports et/ou les cales utilisées sous les éprouvettes peuvent être réutilisées si elles ne sont pas salies. Avant réutilisation cependant, elles devront être conditionnées comme indiqué en 6.2.3 et 6.4.2 pendant au moins 24 h. S'il y a un doute quelconque sur l'état d'une plaque ou d'une cale, elle peut être placée dans une étuve ventilée à une température de 250 °C environ pendant une période de 2 h pour essayer d'enlever tout résidu volatil. S'il reste encore un doute quelconque sur son état, elle doit être rejetée.

## 7 Appareillage d'essai

### 7.1 Généralités

**7.1.1** Toutes les dimensions données dans la description suivante de l'appareillage d'essai sont des dimensions nominales, à moins que des tolérances ne soient spécifiées.

**7.1.2** L'appareillage d'essai consiste essentiellement en une ossature support qui coince l'éprouvette horizontalement entre une plaque d'appui et une plaque masque de telle sorte qu'une zone définie de la surface supérieure de l'éprouvette soit exposée au rayonnement. Ce rayonnement est produit par un radiateur conique positionné au-dessus et tenu par l'ossature support de l'éprouvette. Utiliser un mécanisme pour appliquer automatiquement la flamme pilote, de façon à amener, à travers le radiateur conique, la flamme au-dessus du centre de la surface de l'éprouvette. Utiliser un plateau pour insérer et positionner l'éprouvette pour mettre en place avec précision l'éprouvette sur la plaque d'appui de l'ossature support, et une plaque écran pour protéger la surface de l'éprouvette pendant son insertion dans l'appareillage.

**7.1.3** Une disposition générale d'un appareillage adéquat est indiquée à la figure 2, avec plans détaillés aux figures 3 à 6.

### 7.2 Ossature support, plaque masque et plaque de pression

**7.2.1** Construire l'ossature support d'éprouvette et les autres parties du système permettant de maintenir l'éprouvette en place en acier inoxydable. Le système consiste en un châssis à embase rectangulaire constitué par des tubes carrés de 25 mm × 25 mm, de 1,5 mm d'épaisseur de paroi et de dimensions hors tout 275 mm × 230 mm. Une plaque masque carrée, de 220 mm de côté et de 4 mm d'épaisseur, est montée au centre, à 260 mm au-dessus du haut de l'embase sur quatre tiges de 16 mm de diamètre fixées aux angles de la plaque masque. Une ouverture circulaire de 150 mm de diamètre est pratiquée au centre de cette plaque masque, les bords du trou étant chanfreinés sur la surface de la plaque à un angle de 45° et sur une largeur de 4 mm.

1) La masse constante est considérée comme étant atteinte lorsque deux pesées successives effectuées à 24 h d'intervalle ne diffèrent pas de plus de 0,1 % de la masse de l'éprouvette ou de 0,1 g, selon la valeur la plus grande.

**7.2.2** Deux tiges de guidage verticales d'au moins 355 mm de long et 20 mm de diamètre en acier sont montées sur l'embase, une au milieu de chacun des petits côtés de celle-ci. Un barreau horizontal réglable de 25 mm × 25 mm qui peut coulisser sur ces tiges et être bloqué en position par des écrous moletés est monté sous la plaque masque et entre ces tiges de guidage. Un trou central vertical et un manchon dans le barreau réglable sont utilisés pour faire coulisser une tige verticale de 12 mm de diamètre et de 148 mm de long, surmontée d'une plaque de pression carrée de 180 mm de côté et de 4 mm d'épaisseur. La plaque de pression force vers le haut sur la sous-face de la plaque masque au moyen d'un bras pivotant muni d'un contrepoids fixé hors du barreau horizontal réglable et qui vient appuyer sur l'extrémité inférieure de la tige verticale coulissante. Ceci peut être réalisé par un bras d'environ 320 mm de long.

Le bras pivotant comporte à un bout une roulette qui vient appuyer sur une saillie située à l'extrémité inférieure de la tige verticale coulissante et à l'autre bout un contrepoids réglable.

Le contrepoids doit être capable de compenser diverses masses d'éprouvettes et de maintenir une force de 20 N environ entre la surface supérieure de l'éprouvette et la plaque masque. Un contrepoids d'environ 3 kg s'est avéré approprié. Prévoir une butée réglable pour limiter à 5 mm le déplacement vers le haut de la plaque de pression dû à l'affaissement, au ramollissement ou à la fonte du spécimen pendant son essai. On peut utiliser aussi des blocs d'espacement entre la plaque de pression et la plaque masque.

**7.2.3** La figure 3 montre les détails de l'ossature support de l'éprouvette.

## 7.3 Radiateur conique

**7.3.1** Le radiateur conique comporte un élément chauffant de 3 kW de puissance nominale, contenu dans un tube d'acier inoxydable d'environ 3 500 mm de longueur et 8,5 mm de diamètre, dont les spires ont été formées en tronc de cône et ajustées à l'intérieur d'un chapeau. Ce chapeau a une hauteur hors tout de  $75 \pm 1$  mm, un diamètre intérieur en haut de  $66 \pm 1$  mm et un diamètre intérieur de base de  $200 \pm 3$  mm. Il est constitué de deux tôles d'acier inoxydable de 1 mm d'épaisseur et d'une isolation en fibres céramiques de 10 mm d'épaisseur et masse volumique nominale de  $100 \text{ kg/m}^3$  prise en sandwich entre les deux. L'élément chauffant est attaché à la face interne du chapeau au moyen de broches en acier. Des attaches sont utilisées pour empêcher la spire inférieure de descendre en dessous de la base du chapeau.

La spire supérieure de l'élément chauffant ne doit pas obstruer la zone d'ouverture du haut du couvercle de plus de 10 % lorsqu'elle est projetée verticalement.

**7.3.2** Le radiateur conique doit être capable de fournir un éclairement de 1 à 5 W/cm<sup>2</sup> au centre de l'ouverture de la plaque masque et dans un plan de référence coïncidant avec la sous-face de la plaque masque dans les conditions de mesure décrites en 11.2. La répartition de l'éclairement fourni par le cône sur le plan de référence doit être telle que la variation d'éclairement à l'intérieur du cercle de 50 mm de diamètre, ayant pour centre celui de l'ouverture de la plaque masque, ne soit pas de plus de  $\pm 3$  % de l'éclairement au centre; la varia-

tion d'éclairement à l'intérieur d'un cercle de 100 mm de diamètre ne doit pas excéder  $\pm 5$  % de l'éclairement au centre.

Déterminer la répartition d'éclairement à partir des lectures effectuées au centre des carrés de 10 mm formant les grilles présentées à la figure 4d). Les tolérances indiquées s'appliquent aux lectures effectuées dans la grille comprenant tous les carrés présentés à la figure 4d).

Pour ces mesures, l'ouverture dans la plaque masque doit être entièrement comblée, et il est nécessaire d'employer un certain nombre de plaques d'étalonnage de formes et de dimensions horizontales spéciales.

**7.3.3** Positionner et fixer le radiateur conique aux tiges guides verticales du support d'éprouvette par des attaches qui maintiennent en position le bord inférieur du chapeau du radiateur conique à  $22 \pm 1$  mm au-dessus de la surface supérieure de la plaque masque.

**7.3.4** Les détails du radiateur conique sont indiqués à la figure 4b).

**7.3.5** La température du radiateur conique doit être réglée à l'aide d'un régulateur de température (9.1) par référence aux indications d'un thermocouple (thermocouple primaire) en contact étroit et stable avec le tube de l'élément chauffant. Un deuxième thermocouple (thermocouple secondaire) doit être attaché et monté de façon semblable dans la position diamétralement opposée. Les thermocouples devront avoir un temps de réponse n'excédant pas celui d'un thermocouple à point chaud isolé dans une gaine d'acier inoxydable de 1 mm de diamètre. Chaque thermocouple doit être attaché à un enroulement de l'élément chauffant de façon à être situé entre le tiers et la moitié du radiateur conique à compter du haut. L'extrémité du thermocouple, sur une distance d'au moins 8 mm, doit être située dans une zone dont la température est approximativement uniforme.

La description de méthodes jugées satisfaisantes en pratique pour attacher les thermocouples est donnée dans l'annexe A, paragraphe A.5.1.

## 7.4 Mécanisme d'application de la flamme pilote

(Voir aussi chapitre A.5.2 de l'annexe A.)

**7.4.1** L'appareil doit être muni d'un mécanisme capable d'amener la flamme pilote depuis sa position de réallumage hors du radiateur conique jusqu'à la position d'essai à l'intérieur du cône. Le mécanisme doit être capable d'amener la flamme pilote par le radiateur et l'ouverture de la plaque masque jusqu'à une distance maximale de 60 mm en dessous de la sous-face de la plaque masque.

**7.4.2** La flamme pilote doit provenir d'un injecteur en acier inoxydable comme spécifié sur la figure 5, fixé près de l'extrémité du tube de la flamme pilote.

**7.4.3** La position normale de réallumage de la flamme pilote doit être au-dessus du radiateur conique et à l'écart du panache de fumée des produits de combustion qui peuvent s'élever par le haut du radiateur conique. Quand il est dans cette position,



l'injecteur de la flamme pilote doit être voisin d'une source d'allumage secondaire<sup>1)</sup> ayant une émission calorifique ne dépassant pas 50 W et capable de réallumer la flamme pilote en cas d'extinction.

**7.4.4** La position normale d'essai de la flamme pilote est telle que la flamme sort horizontalement au-dessus du centre de l'ouverture de la plaque masque et perpendiculairement au plan du mouvement du bras pilote, l'orifice de l'injecteur étant positionné à  $10 \pm 1$  mm au-dessus de la sous-face de la plaque masque.

**7.4.5** Le mécanisme d'application doit amener automatiquement la flamme pilote à la « position normale d'essai » toutes les  $4^{+0,4}_0$  s. La flamme pilote ne doit pas mettre plus de 0,5 s pour passer de l'orifice supérieur du chapeau du radiateur à la position d'essai où elle doit demeurer pendant  $1^{+0,1}_0$  s. Le temps passé par la flamme pour parcourir la même distance dans l'autre sens ne doit pas excéder 0,5 s.

**7.4.6** Le mécanisme est muni d'une butée réglable qui limite la position basse de la flamme pilote dans un intervalle allant de 20 mm au-dessus à 60 mm en dessous de la position d'essai. Quand on opère dans cet intervalle, la force verticale exercée sur l'éprouvette par l'injecteur de la flamme pilote doit être comprise entre 0,1 et 0,2 N. Cette force doit être mesurée en tant que force statique exercée, le mécanisme étant arrêté.

**7.4.7** Un mécanisme convenable d'application de la flamme pilote<sup>2)</sup> est donné aux figures 6a), 6b) et 6c). Le matériau recommandé pour l'embase est l'acier inoxydable.

## 7.5 Plateau pour insérer et positionner l'éprouvette

**7.5.1** Utiliser le plateau d'insertion et de positionnement pour faciliter une insertion rapide de l'éprouvette sur la plaque de pression et pour positionner avec précision la surface exposée de l'éprouvette par rapport à l'ouverture de la plaque masque.

**7.5.2** Il consiste essentiellement en une plaque métallique plane munie de tenons à sa partie supérieure pour positionner et maintenir l'éprouvette. Des guides sont également fixés à la surface inférieure pour placer le plateau dans l'appareil ainsi qu'une butée est prévue pour appuyer sur la plaque de pression, de façon à limiter la distance d'insertion. Le plateau doit être muni d'une poignée pour faciliter le maniement.

**7.5.3** Un système approprié est indiqué à la figure 7.

## 7.6 Plaque écran d'éprouvette

**7.6.1** La plaque écran est conçue pour glisser sur le haut de la plaque masque pendant la période d'insertion de l'éprouvette,

protégeant ainsi l'éprouvette du rayonnement jusqu'à ce que commence l'essai.

**7.6.2** Cette plaque est faite d'aluminium poli ou d'acier inoxydable de 2 mm d'épaisseur et possède des dimensions hors tout qui lui permettent de recouvrir la plaque masque. Elle doit être munie d'une butée, pour limiter son insertion sur la plaque masque, et d'une poignée.

**7.6.3** Un système approprié est indiqué à la figure 8.

## 8 Environnement d'essai

**8.1** L'essai doit être effectué dans un environnement parfaitement à l'abri des courants d'air, avec une protection par écran si nécessaire. La vitesse de l'air à proximité de l'appareillage d'essai ne doit pas dépasser 0,2 m/s. L'opérateur doit être protégé de tous produits de combustion engendrés par l'éprouvette. Les gaz d'émanation doivent être évacués sans créer de ventilation forcée sur l'appareillage.

**8.2** Un système approprié pour abriter l'appareillage des courants d'air et pour extraire les gaz émis est indiqué à la figure 9.

## 9 Équipement additionnel

### 9.1 Régulateur de température

Le régulateur de température du radiateur conique doit être de type proportionnel, intégral et dérivé (régulateur «3 conditions») avec régulateur en cycle rapide de l'angle de phase (voir A.5.3) par une unité de thyristors de capacité maximale d'au moins 15 A. On doit avoir la possibilité de régler les durées intégrales entre 10 et 150 s, et les durées différentielles entre environ 2 et 30 s afin qu'il y ait une correspondance correcte avec les caractéristiques de réponse du radiateur. La température à laquelle le radiateur doit être régulé doit être fixée sur une échelle que l'on pourra lire à  $\pm 2$  °C. Une gamme de températures d'entrée d'environ 0 à 1 000 °C est convenable. (Une température de radiateur aux alentours de 800 °C doit donner un éclaircissement de 5 W/cm<sup>2</sup>.) Fournir une compensation automatique de la soudure froide pour le thermocouple.

Les dispositifs souhaitables sont un thermomètre analogique ou numérique pour indiquer la température du radiateur et une sécurité qui, dans le cas d'une rupture du thermocouple de régulation, doit faire descendre la température presque à la limite inférieure de la plage.

Pour surveiller la température du radiateur, surtout pour indiquer à l'opérateur le moment où le radiateur est arrivé à un équilibre thermique, la température du radiateur doit être indiquée par un thermomètre numérique que l'on peut lire à  $\pm 2$  °C. Il pourra être incorporé au radiateur ou monté séparément.

1) La source d'allumage secondaire peut être une flamme de gaz, un fil chaud ou un allumeur à étincelles. Une flamme de propane de 15 mm de long sortant d'un injecteur ayant un diamètre interne de 1 à 2 mm a une émission calorifique de 50 W environ.

2) Le mécanisme d'application de la flamme pilote devrait être construit avec des tolérances serrées car des modifications mineures des dimensions peuvent entraîner des modifications des temps comme spécifié en 7.4.5. De petites modifications peuvent toutefois être compensées par de légères modifications du diamètre du roulement associé à la came.

## 9.2 Radiomètre («heat flux meter»)

Le radiomètre doit être de type Gardon (à feuille) avec des caractéristiques s'étendant sur environ  $10 \text{ W/cm}^2$ . La cible recevant le rayonnement et peut-être un peu la convection doit être circulaire, plate, son diamètre ne doit pas dépasser 10 mm et elle doit être revêtue d'un enduit de finition noir mat durable. La cible doit être logée dans un boîtier refroidi à l'eau dont la surface frontale doit être de préférence d'un métal très finement poli, plate, circulaire de 25 mm de diamètre, et elle doit coïncider avec le plan de réception de la cible.

Le rayonnement ne doit passer à travers aucune fenêtre avant d'atteindre la cible. L'instrument doit être robuste, simple à régler et à utiliser, insensible aux courants d'air et stable dans son étalonnage. L'instrument doit avoir une précision meilleure que  $\pm 3 \%$  et une répétabilité meilleure que  $0,5 \%$ .

Vérifier l'étalonnage du radiomètre chaque fois qu'on effectue un réétalonnage de l'appareillage (voir 11.2) en le comparant à un instrument considéré comme norme de référence et non utilisé dans d'autres buts. Étalonner entièrement l'instrument de référence tous les ans.

## 9.3 Dispositifs de mesure des millivolts

Le dispositif de mesure des millivolts doit être compatible avec la tension de sortie du radiomètre spécifié en 9.2. Il doit avoir une déviation pleine échelle, une sensibilité et une précision qui permettent une résolution de mesure de rayonnement par le radiomètre, égale à  $0,05 \text{ W/cm}^2$ .

## 9.4 Système de surveillance du thermocouple secondaire

Pour surveiller le thermocouple secondaire, on a besoin d'un instrument ayant une résolution équivalente à  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Il peut être lu directement en température ou bien en millivolts. Prendre une tolérance ou effectuer une compensation automatique pour la température de la soudure froide. Si l'on utilise un système séparé pour surveiller la température du radiateur, on pourra également l'utiliser, avec une commutation appropriée, pour surveiller le thermocouple secondaire.

## 9.5 Système de mesure de temps (chronomètre)

Le chronomètre doit être capable de mesurer le temps écoulé, à 1 s près, et doit avoir une précision meilleure que 1 s par 1 h.

## 9.6 Alimentation en air et propane

L'air et le propane doivent être fournis à la flamme pilote (voir 7.4) au moyen de valves régulatrices, de filtres (si nécessaire), de débitmètres, de clapets antiretour, d'une jonction adéquate et d'un tube d'arrêt de flamme comme indiqué à la figure 10.

### 9.6.1 Valves régulatrices de gaz

Les valves régulatrices de gaz doivent être capables d'ajuster la pression et le débit de propane et d'air à la flamme pilote aux niveaux requis comme spécifié en 10.2.

### 9.6.2 Filtres

Il peut être nécessaire d'installer des filtres sur les canalisations de propane et/ou d'air pour éviter que les indications des débitmètres ne soient affectées par des impuretés (par exemple des gouttes d'huile) véhiculées dans le courant.

### 9.6.3 Débitmètres

Les débitmètres doivent être capables de mesurer les débits de propane et d'air à la flamme pilote avec une précision de 5 % au moins.

### 9.6.4 Clapets antiretour

Un clapet antiretour approprié doit être inséré à la fois sur la conduite d'air et sur celle de propane, et situé aussi près que possible du point de jonction.

### 9.6.5 Boîtier antiretour de flamme

Un boîtier antiretour de flamme [voir figure 6a)] doit être monté au point d'entrée du mélange air/propane dans le bras de la flamme pilote.

### 9.6.6 Connexions

Toutes les connexions par tubes flexibles doivent être solidement fixées au moyen de colliers adéquats.

## 9.7 Plaque d'étalonnage

La plaque d'étalonnage doit être en fibre céramique de  $200 \pm 50 \text{ kg/m}^3$  de masse volumique, et doit être carrée, de  $165 \pm 5 \text{ mm}$  de côté et avoir une épaisseur d'au moins 20 mm.

Découper un trou ou une cavité approprié au centre de la plaque afin qu'elle s'adapte juste autour du radiomètre. La cible du radiomètre doit être dans le plan de la surface supérieure de la plaque. S'il est nécessaire d'avoir un support additionnel pour le radiomètre, le mettre sous la plaque d'étalonnage.

## 9.8 Plaque éprouvette factice

La plaque éprouvette factice doit être construite de la façon indiquée sur la figure 11. L'épaisseur totale de la plaque de fibres céramiques nécessaire peut être obtenue à partir d'un certain nombre de feuilles plus fines fixées l'une à l'autre par de la colle ou des broches longues et fines.

## 9.9 Plaque d'extinction

La plaque d'extinction doit être faite du même matériau que les plaques support (6.2) et doit avoir des dimensions nominales de  $300 \text{ mm} \times 185 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ .

## 9.10 Étuve

S'il est nécessaire de satisfaire à la recommandation donnée en 6.4.3, une étuve ventilée capable de maintenir une température d'environ  $250 \text{ }^\circ\text{C}$  est nécessaire.

## 9.11 Armoire de conditionnement des éprouvettes

L'armoire de conditionnement des éprouvettes doit être capable de maintenir une température constante de  $23 \pm 2$  °C et une humidité relative de  $(50 \pm 5)$  %.

## 9.12 Balance

La balance doit avoir une capacité nominale de 5 kg; sa précision et sa graduation doivent permettre de lire à 0,1 g près.

## 10 Procédure de mise en place et conditions requises

### 10.1 Situation de l'appareillage

L'appareillage doit être placé dans un environnement absolument exempt de courants d'air (voir chapitre 8).

### 10.2 Flamme pilote

(Voir aussi chapitre A.5.2 de l'annexe A.)

L'injecteur de la flamme pilote (voir 7.4) doit être alimenté par un mélange de propane et d'air ce qu'on obtient en réglant le débit de propane à 19 à 20 ml/min et le débit d'air à 160 à 180 ml/min. Les valeurs de ces débits doivent être mesurées après les valves régulatrices de pression et débit, et les gaz doivent alimenter directement la flamme pilote depuis les débitmètres de sorte que leur pression soit nominalement la pression atmosphérique.

### 10.3 Conditions électriques

**10.3.1** L'élément chauffant du radiateur conique (7.3) doit être connecté à la sortie du thyristor du régulateur de température comme indiqué à la figure 10. Aucun élément ni aucune connexion ne doivent être changés entre l'étalonnage et l'essai. Le thermocouple primaire doit être connecté au régulateur de température et à son système de surveillance de la température. Le thermocouple secondaire doit être connecté à son système de surveillance (9.4).

**10.3.2** L'ossature de l'appareillage doit être munie d'une bonne mise à la terre.

### 10.4 Précautions contre les interférences électriques

Le radiomètre doit être connecté au système de mesure des millivolts (9.3) au moyen de câbles qui devraient être blindés pour réduire toute interférence sur le signal. Le radiomètre doit être mis à la terre du millivoltmètre lui-même et par aucun autre moyen (par exemple l'ossature de l'appareillage mise à la terre). Toutes les connexions doivent être soigneusement vérifiées pour assurer de bons contacts électriques.

## 11 Étalonnage

### 11.1 Installation du radiomètre

Pour l'étalonnage de l'appareil, le radiomètre (9.2) doit être logé dans un trou ou une cavité de la plaque d'étalonnage (9.7).

### 11.2 Procédure d'étalonnage

La procédure d'étalonnage doit être comme suit.

a) Monter l'appareil comme décrit au chapitre 10 sauf pour le mécanisme de la flamme pilote qui doit être maintenu en position de réallumage, l'alimentation en gaz étant coupée pendant toute la procédure d'étalonnage.

b) Placer la plaque d'étalonnage (9.7) dans l'appareillage en position d'éprouvette de façon que la cible du radiomètre (9.2) soit située au centre de l'ouverture de la plaque masque, dans le plan de la face inférieure de cette plaque masque.

c) Ouvrir l'alimentation électrique et établir les réglages de température nécessaires pour produire des éclaircissements de 1, 2, 3, 4 et 5 W/cm<sup>2</sup> au centre de l'ouverture circulaire de la plaque masque. Les réglages autour de la valeur finale pour la température du radiateur doivent être suivis par une période de 5 min sans autre réglage afin de s'assurer que le reste de l'appareillage a atteint un équilibre thermique suffisant.

Pour chaque équilibre parfait, lire et enregistrer les indications de l'appareil de surveillance du thermocouple secondaire. Ces lectures permettent d'effectuer une vérification stricte et indépendante de la température du radiateur pendant l'essai.

d) Procéder de la sorte au moins deux fois, la première fois à des puissances croissantes et la seconde fois à des puissances décroissantes.

Les valeurs doivent être répétables à moins de  $\pm 5$  °C. Des valeurs de répétabilité en dehors de ces limites indiquent des défauts possibles dans l'équipement de contrôle ou de surveillance, ou des changements significatifs dans l'environnement d'essai, qui doivent être corrigés avant que se poursuivent d'autres étalonnages.

### 11.3 Vérification de l'étalonnage

L'éclaircissement produit par la puissance électrique que l'étalonnage initial a indiqué comme correspondant à un éclaircissement de 3 W/cm<sup>2</sup> doit être fréquemment vérifié (au moins toutes les 50 heures de fonctionnement) et l'appareil doit être réétalonné si une telle vérification révèle un écart supérieur à 0,06 W/cm<sup>2</sup>.

## 12 Mode opératoire d'essai

### 12.1 Procédure initiale

La procédure initiale doit être comme suit.

a) Monter l'appareil comme indiqué au chapitre 10.

b) Peser un ensemble éprouvette/plaque support (voir 6.4.1) préparé et le remettre en atmosphère conditionnée.

c) Régler le mécanisme de contrepoids pour donner une force de  $20 \pm 2$  N entre la surface supérieure de l'éprouvette et la sous-face de la plaque masque (voir 7.2.2, et A.6.1 et A.6.2 de l'annexe A) lorsque l'ensemble éprouvette/plaque support est mis en place sur la plaque de pression dans le plateau d'insertion et de positionnement. Le réglage peut s'effectuer par des méthodes indiquées en A.6.1, mais en utilisant un élément factice de même masse que l'ensemble éprouvette/plaque support à la place d'une éprouvette préparée et conditionnée.

d) Insérer la plaque éprouvette factice (9.8).

e) Régler la température du régulateur à la valeur appropriée déterminée par la procédure d'étalonnage pour qu'elle corresponde à  $5 \text{ W/cm}^2$  (ou à tout autre niveau requis).

f) Laisser l'appareil se réchauffer jusqu'à ce qu'il atteigne son équilibre. Lorsque le radiateur a atteint son équilibre thermique comme le montre l'indicateur du régulateur de température, attendre encore 5 min avant de commencer à exposer l'éprouvette.

g) Vérifier que la lecture du second thermocouple est bien dans la plage de  $\pm 2$  °C de la valeur déterminée lors de la procédure d'étalonnage (voir 11.2). Un écart supérieur à cette tolérance indique qu'il est nécessaire d'effectuer un réétalonnage complet.

h) Retirer une éprouvette préparée de l'armoire de conditionnement (9.11) et la placer sur le plateau d'insertion et de positionnement (7.5).

i) Placer la plaque écran de l'éprouvette sur le dessus de la plaque masque.

j) Commencer l'application du mécanisme de la flamme pilote (7.4).

k) Abaisser la plaque de pression, retirer la plaque éprouvette factice et la remplacer par le plateau d'insertion et de positionnement contenant l'éprouvette.

l) Relâcher la plaque de pression.

m) Quand la flamme pilote est en position de rallumage, retirer simultanément la plaque écran d'éprouvette et déclencher le chronomètre (9.5).

## 12.2 Durée autorisée pour la préparation de l'essai

Toutes les opérations détaillées en 12.1 i) à m) doivent être terminées en 15 s maximum.

## 12.3 Conduite et arrêt de l'essai

12.3.1 Si une inflammation soutenue apparaît à la surface de l'éprouvette (voir 3.9), arrêter le chronomètre. Éteindre immédiatement toutes les flammes en plaçant la plaque d'extinction (9.9) sur la plaque masque et arrêter le mécanisme d'application de la flamme pilote. Retirer alors rapidement le plateau et les résidus de l'éprouvette et les remplacer par la plaque d'éprouvette factice. Retirer ensuite aussi vite que possible la plaque d'extinction (voir paragraphe A.6.3 de l'annexe A).

12.3.2 Si aucune inflammation soutenue de surface ne se produit pendant 15 min, arrêter l'essai en plaçant la plaque d'extinction sur la plaque masque et arrêter le mécanisme d'application de la flamme pilote. Retirer alors l'éprouvette et la remplacer par l'éprouvette factice. Retirer ensuite aussi vite que possible la plaque d'extinction.

12.3.3 Les inflammations passagères de surface et/ou les inflammations de panache devraient être notées dans la mesure du possible, mais ne devraient pas mettre fin à l'essai.

## 12.4 Essais répétés

12.4.1 Répéter les opérations détaillées en 12.1 h) à m) et en 12.3 avec quatre éprouvettes de plus au même éclairage après avoir laissé un temps suffisant entre les applications pour permettre à l'appareil d'atteindre son équilibre thermique (voir paragraphe A.6.3 de l'annexe A).

12.4.2 Si une inflammation soutenue en surface se produit sur toute éprouvette d'une série de cinq éprouvettes à un niveau d'éclairage donné, essayer une nouvelle série de cinq éprouvettes au niveau d'éclairage inférieur suivant (ou à tout autre niveau inférieur prescrit).

12.4.3 Répéter l'opération 12.4.2 autant de fois que nécessaire jusqu'à ce qu'une série de cinq éprouvettes ait été essayée à chaque éclairage exigé.

12.4.4 Si aucune inflammation soutenue en surface ne se produit (voir 12.3.2) sur toutes les éprouvettes d'une série de cinq à un niveau d'éclairage donné, ne pas exécuter les essais à des éclairages inférieurs, sauf exigence spécifique (voir paragraphe A.6.2 de l'annexe A).

12.4.5 Quand on règle l'élément chauffant au niveau d'éclairage suivant, laisser à l'appareil un temps suffisant pour atteindre l'équilibre thermique suivant le changement de la température (voir chapitre A.6.3 de l'annexe A).

Lorsque l'équilibre est total, la lecture du thermocouple secondaire doit être égale à la valeur établie lors de la procédure d'étalonnage (11.2), à  $\pm 2$  °C près.

## 12.5 Observations durant l'essai

12.5.1 Pour chaque éprouvette essayée, noter l'instant auquel se produit l'inflammation soutenue en surface (voir 3.9).

12.5.2 Faire des observations durant chaque essai sur le comportement général de l'éprouvette et, en particulier, noter les faits suivants :

- durée, position et nature des autres inflammations ;
- décomposition incandescente de l'éprouvette ;
- fusion, formation de mousse, éclats, fissures, gonflement ou retrait de la surface exposée de l'éprouvette.