
**Plastiques — Lignes directrices pour
l'évaluation des caractéristiques au feu et
des performances au feu de composites
polymères renforcés de fibres**

*Plastics — Guidance on the assessment of the fire characteristics and
fire performance of fibre-reinforced polymer composites*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25762:2009

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-
ebee6ad0c01f/iso-25762-2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25762:2009

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-
ebee6ad0c01f/iso-25762-2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-
ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2011

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et termes abrégés	1
3.1 Généralités	1
3.2 Types de matériaux	3
4 Renforcement par fibres	4
4.1 Forme	4
4.2 Teneur en fibres	4
4.3 Matériaux d'âme	4
4.4 Procédés de fabrication	4
5 Caractéristiques au feu	5
5.1 Réaction au feu	5
5.2 Performances structurales	6
6 Méthodes d'essai au feu	8
6.1 Évaluation du risque d'incendie	8
6.2 Essais au feu permettant de déterminer les exigences de performance	8
6.3 Applicabilité des méthodes d'essai au feu normalisées aux composites PRF	8
6.4 Essais à grande échelle	9
6.5 Essais au feu normalisés pour des besoins de conformité	9
Annexe A (informative) Mesurages du débit calorifique de composites PRF	10
Annexe B (informative) Résultats types pour des composites polymères renforcés de fibres de verre obtenus par les méthodes d'essai au feu ISO et EN	12
Annexe C (informative) Recommandations pour la manutention et le stockage des composites polymères renforcés de fibres	21
Annexe D (informative) Procédure à suivre en cas d'incendie impliquant des composites polymères renforcés de fibres	23
Annexe E (informative) Montage et fixation des éprouvettes de composites polymères renforcés de fibres	24
Bibliographie	28

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 25762 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 4, *Comportement au feu*.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 25762:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009>

Introduction

Les informations données dans la présente Norme internationale sont conformes aux principes recommandés dans l'ISO 10840 qui a été élaborée dans le but de définir une politique et une philosophie générales pour le développement et l'utilisation d'essais au feu pour les plastiques.

Les composites polymères renforcés de fibres (PRF) sont produits dans une grande variété de formes chimiques et physiques, certaines d'entre elles soulevant des difficultés pour les laboratoires d'essais au feu car les éprouvettes requises pour certains essais ne sont pas représentatives du composite PRF dans sa configuration d'utilisation finale.

La présente Norme internationale identifie les essais pouvant être utilisés pour déterminer les caractéristiques au feu de divers composites PRF et fournit des lignes directrices sur la façon d'évaluer les performances au feu des composites PRF dans différentes applications. Étant donné que les composites PRF peuvent être utilisés comme des matériaux de construction légers, l'expérience des utilisateurs dans des applications de transport a été utile lors de l'élaboration de la présente Norme internationale. Les données d'essai obtenues par des méthodes spécifiées par les organismes de réglementation des produits maritimes et ferroviaires ont été fournies pour illustrer les performances au feu de certains composites PRF.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 25762:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25762:2009

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-
ebee6ad0c01f/iso-25762-2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-
ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

Plastiques — Lignes directrices pour l'évaluation des caractéristiques au feu et des performances au feu de composites polymères renforcés de fibres

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices pour l'évaluation des caractéristiques au feu et des performances au feu des composites polymères renforcés de fibres (PRF), en particulier dans des applications structurales dans le bâtiment et les transports.

Elle s'applique aux composites PRF préparés à partir de résines thermodurcissables ou thermoplastiques et renforcés de fibres inorganiques de plus de 7,5 mm de longueur.

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices relatives:

- à l'applicabilité des types de produit (par exemple plaques, stratifiés, profilés et certaines constructions sandwich) en fonction des performances finales;
- aux méthodes d'essai et aux critères de performance pour différentes formes physiques d'éprouvette de PRF.

NOTE 1 La forme physique des composites PRF varie largement (par exemple en épaisseur, en masse volumique et en forme).

NOTE 2 Les composites PRF peuvent également être des produits assemblés contenant d'autres matériaux (tels que des métaux ou des charges inorganiques non fibreuses) et des produits assemblés en systèmes contenant des lames d'air, des joints et des accessoires de fixation.

NOTE 3 Des recommandations pour la manutention et le stockage des composites PRF, en rapport avec le management de la sécurité incendie, sont données à l'Annexe C. De plus, quelques recommandations en matière de lutte contre des incendies impliquant des composites PRF sont données à l'Annexe D.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 472, *Plastiques — Vocabulaire*

ISO 13943, *Sécurité au feu — Vocabulaire*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et termes abrégés donnés dans l'ISO 13943 et l'ISO 472 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Généralités

3.1.1

composite polymère renforcé de fibres

composite à matrice polymère constitué de résine thermodurcissable ou de matériaux thermoplastiques et de fibres d'une longueur supérieure à 7,5 mm avant transformation

NOTE Les compositions plastiques contenant des fibres d'une longueur inférieure ou égale à 7,5 mm sont traitées comme des plastiques.

3.1.2
capacité portante

R

aptitude d'un élément à conserver sa stabilité structurale malgré une exposition au feu d'une ou de plusieurs de ses faces pendant une durée donnée

3.1.3
étanchéité au feu

E

aptitude d'un élément ayant une fonction de séparation à résister à une exposition au feu sur une seule de ses faces, sans propagation du feu à la face non exposée résultant du passage d'une quantité importante de flammes ou de gaz chauds du côté exposé vers le côté non exposé, provoquant ainsi l'inflammation de la surface non exposée ou d'un matériau adjacent à cette surface

NOTE Ce terme peut inclure l'aptitude d'un élément à résister à la délamination (séparation des couches du matériau) lorsque celui-ci est soumis à une charge et exposé au feu.

3.1.4
pouvoir isolant

I

aptitude d'un élément à résister à une exposition au feu sur l'une de ses faces, sans transfert significatif de chaleur de la face exposée vers la face non exposée

3.1.5
produit

matériau, composite ou assemblage à propos duquel des informations sont requises

3.1.6
composite

combinaison structurée de deux ou plusieurs matériaux discrets, l'un des matériaux (matrice) formant une phase continue

[ISO 25762:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89->

NOTE 1 La structure d'un composite peut être constituée d'une ou plusieurs couches.

NOTE 2 Pour les besoins de la présente Norme internationale, au moins l'un des matériaux est un plastique ou un polymère à base organique.

3.1.7
ARHE(t_n)
taux moyen d'émission de chaleur au temps t

cumul de l'émission de chaleur du temps 0 au temps t , divisé par t

NOTE Il est exprimé en kW/m² pour les résultats obtenus à l'aide d'un calorimètre conique (voir l'ISO 5660-1).

3.1.8
MARHE
taux maximal d'émission de chaleur moyen

valeur maximale de l'ARHE de $t = 0$ à $t = t_{fin}$

NOTE Il est généralement exprimé en kW/m².

3.1.9
indice FIGRA
indice de croissance du débit calorifique

valeur maximale du quotient du débit calorifique de l'éprouvette et de la durée d'observation

NOTE Il est généralement exprimé en W/s. De plus amples détails concernant son calcul sont donnés dans l'EN 13823.

3.1.10**indice SMOGRA****indice de croissance du débit de fumée**

valeur maximale du quotient du taux de dégagement de fumée produit par l'éprouvette et de la durée d'observation

NOTE Il est généralement exprimé en m^2/s^2 . De plus amples détails concernant son calcul sont donnés dans l'EN 13823.

3.1.11**résistance aux rayonnements***W*

aptitude d'un produit/élément de construction à résister à une exposition au feu sur une seule de ses faces, réduisant ainsi la probabilité de propagation du feu par transfert d'une grande quantité de chaleur rayonnée à travers le produit/élément jusqu'à des matériaux adjacents ou par rayonnement de la chaleur depuis la surface non exposée jusqu'à des matériaux adjacents

NOTE 1 Le produit/élément peut également avoir pour fonction de protéger les personnes situées à proximité. Un produit/élément qui remplit le critère de pouvoir isolant, *I*, est également censé satisfaire à l'exigence relative à *W* pendant la même durée.

NOTE 2 Un défaut d'étanchéité au feu déterminé par le critère «fissures ou ouvertures dépassant les dimensions indiquées» ou le critère «combustion prolongée du côté non exposé» (voir 5.2.1) correspond automatiquement au non respect du critère de résistance aux rayonnements.

3.1.12**TSP_{600s}**

quantité totale de fumée produite par l'éprouvette pendant les 600 premières secondes d'exposition à la flamme d'un brûleur

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.2 Types de matériaux

ISO 25762:2009

3.2.1

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

matériau thermodurcissable

[ebee6ad0c01f/iso-25762-2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

matériau pouvant être transformé en un produit sensiblement non fusible et insoluble lorsqu'il est durci par la chaleur ou d'autres moyens, tels que des rayonnements et des catalyseurs

NOTE 1 Ces matériaux sont des résines et comprennent des polymères tels que des polyesters, des époxydes, des acryliques, des uréthanes et des phénoliques.

NOTE 2 Les résines peuvent incorporer des charges non fibreuses, des retardateurs de flamme, des pigments et des stabilisants.

3.2.2**matériau thermoplastique**

matériau polymère qui se ramollit et devient plastique lorsqu'il est chauffé

NOTE 1 Ces polymères comprennent le polypropylène (PP), le polyétheréthercétone (PEEK) et le polyéthersulfone (PES).

NOTE 2 Les polymères peuvent incorporer des charges non fibreuses, des retardateurs de flamme, des pigments et des stabilisants.

3.2.3 **fibre de renfort**

matériau fibreux ajouté à une résine ou un polymère constituant la matrice essentiellement dans le but d'améliorer ses propriétés mécaniques

NOTE Ces matériaux comprennent des fibres de verre, de carbone, d'aramide, de thermoplastiques (tels que le polypropylène, le polyamide et le polyester) et des fibres naturelles (telles que la cellulose et le bois).

4 Renforcement par fibres

4.1 Forme

Le renforcement peut prendre la forme de stratifils ou fils unidirectionnels, de tissus, de fils coupés (individuels ou en mats), de couches ou tricots totalement alignés, de tresses ou de mats à fil continu.

NOTE Il convient de décrire le type de fibre et sa forme dans tous les rapports d'essai relatifs au composite PRF.

4.2 Teneur en fibres

La teneur en fibres du composite peut aller de 10 % en volume à 75 % en volume.

4.3 Matériaux d'âme

Les matériaux d'âme peuvent comprendre:

- a) des structures en nid d'abeilles (aluminium, aramide, papier, polypropylène ou fibres de verre imprégnées de résine phénolique);
- b) du contreplaqué;
- c) une mousse (acétate de cellulose, polystyrène, polyuréthane, phénolique ou PVC);
- d) du bois de balsa.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.4 Procédés de fabrication

Les composites PRF peuvent être fabriqués par divers procédés tels que décrits dans les différentes parties de l'ISO 1268, par exemple:

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebec6ad0c01f/iso-25762-2009>

- a) pultrusion;
- b) superposition de couches par voie humide (manuellement ou par projection);
- c) enroulement filamentaire;
- d) moulage par compression;
- e) moulage de pré-imprégnés;
- f) moulage par transfert de résine;
- g) infusion sous vide;
- h) stratification en continu.

Les surfaces de certains composites PRF sont revêtues de gel coats. Le gel coat peut être similaire à la résine non renforcée, mais une autre résine est le plus souvent utilisée.

Les composites PRF sont souvent utilisés comme peaux dans les constructions sandwich, en combinaison avec des mousses plastiques ou un matériau d'âme en nid d'abeilles. Lors de la fabrication ou de l'installation de produits en composites PRF, il convient que le laboratoire d'essais feu réalisant un essai ou une évaluation enregistre les détails de la composition et de l'assemblage de l'éprouvette qui sont caractéristiques de l'application finale du produit. Ces détails peuvent comprendre les types de joint ou d'accessoires de fixation, les lames d'air, les recouvrements de bord, les peaux ou les parements, les inserts métalliques ou les renforts.

5 Caractéristiques au feu

5.1 Réaction au feu

5.1.1 Généralités

Il convient de réaliser plusieurs essais au feu pour caractériser de manière adéquate les propriétés de réaction au feu des composites PRF.

NOTE Les résultats des essais de réaction au feu de certains composites PRF types sont fournis à l'Annexe B. Ces données viennent à l'appui des recommandations données en 5.1.1 à 5.1.7.

5.1.2 Combustibilité

Lorsqu'ils sont soumis à essai conformément à l'ISO 1182, tous les composites PRF, quels que soient leur qualité, leur type et leur masse volumique, sont généralement classés en tant que matériaux combustibles en raison de la contribution de leur teneur en polymère.

5.1.3 Allumabilité

Dans certaines conditions de chaleur, d'orientation et de ventilation, une flamme nue peut enflammer des composites PRF. Il convient d'éviter tout contact avec des sources à flamme nue lors de la manutention et du stockage de ces composites avant et pendant l'installation.

L'allumabilité des composites PRF peut être évaluée en utilisant les sources d'allumage normalisées décrites dans l'ISO 10093, qui comprennent des sources avec flammes, des sources à chaleur rayonnante et des sources électriques. Ces sources peuvent être utilisées dans les essais au feu normalisés (voir l'ISO 10840) ou dans des essais *ad hoc*, dont certains peuvent fournir des informations sur l'allumabilité des composites PRF dans les conditions d'utilisation finale.

ISO 25762:2009

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

[ebee6ad0c01f/iso-25762-2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81d9e870-31e2-47e8-9d89-ebee6ad0c01f/iso-25762-2009)

5.1.4 Débit calorifique

Il convient de déterminer le débit calorifique des composites PRF à l'aide des essais normalisés suivants.

- a) Pour des éprouvettes de petites dimensions, il convient d'utiliser l'ISO 5660-1 ou l'ISO 13927.
- b) Pour des éprouvettes d'échelle intermédiaire, il convient de suivre les lignes directrices de l'ISO 15791-1. Des essais tels que décrits dans l'ISO 21367 ou l'EN 13823 peuvent être utilisés.
- c) Pour des éprouvettes de grandes dimensions, il convient d'utiliser l'ISO 9705 et l'ISO/TR 9705-2 ou l'ISO 24473.

NOTE Des informations complémentaires sur le mesurage du débit calorifique sont données à l'Annexe A.

5.1.5 Propagation de la flamme

Il convient de se reporter à l'ISO/TS 5658-1 pour les lignes directrices relatives à la pertinence d'un essai de propagation de la flamme (notamment en ce qui concerne la nature de la source d'allumage, l'orientation de l'éprouvette et les conditions de ventilation à proximité de l'éprouvette). La propagation latérale de la flamme dans une éprouvette orientée verticalement peut être déterminée conformément à l'ISO 5658-2, et la propagation de la flamme sur les revêtements de sol montés horizontalement peut être déterminée conformément à l'ISO 9239-1.

NOTE 1 Le degré et la vitesse de propagation de la flamme dépendent en grande partie de l'allumabilité et du débit calorifique d'un produit combustible.

NOTE 2 Étant donné que les performances au feu des produits, y compris la propagation de la flamme, dépendent dans une large mesure de la composition du produit (par exemple type de substrat), y compris les accessoires de fixation ou de montage pertinents pour l'application finale, les essais normalisés à petite échelle ne conviennent pas toujours pour l'évaluation des composites PRF. Les méthodes d'essai à grande échelle, qui reproduisent mieux les conditions d'utilisation finale des composites dans les applications structurales, sont brièvement traitées en 6.4.

5.1.6 Fumée

La combustion de certains composites PRF peut produire une fumée noire et dense. Lors de l'évaluation du dégagement potentiel de fumée des composites PRF dans un bâtiment ou un autre espace clos, dans des conditions d'incendie, les facteurs essentiels qu'il convient de prendre en compte comprennent le degré possible de propagation de la flamme sur la surface du composite, les conditions de ventilation et la vitesse de décomposition de la résine.

La densité de fumée peut être mesurée par un essai dynamique impliquant un feu bien ventilé (tel que celui décrit dans l'ISO 5660-2) ou par un essai réalisé dans une enceinte dans laquelle la fumée s'accumule (tel que celui décrit dans l'ISO 5659-2).

NOTE Il est difficile de prédire avec exactitude le potentiel de production de fumée des composites PRF en raison de la vaste gamme de conditions de combustion susceptibles d'être rencontrées dans un incendie réel. Les conclusions généralisées à partir d'essais à petite échelle ont été corroborées par les données provenant d'incendies. La densité de la fumée produite augmente avec la température et l'intensité du flux de chaleur sur le matériau. Dans un feu couvant, où la décomposition se produit dans des conditions de déficit en oxygène, de petites particules grises sphériques sont prédominantes et les valeurs spécifiques de densité optique peuvent être inférieures à celles relevées dans le cas d'une combustion avec flammes.

5.1.7 Toxicité

Il convient de suivre les lignes directrices du comité technique ISO/TC 92/SC 3, telles qu'énoncées dans l'ISO 16312-1, l'ISO 16312-2, l'ISO 13571 et l'ISO 19706, lors de l'évaluation du danger toxique probable d'un scénario défini.

NOTE Lorsque des matériaux organiques comme le bois, le papier ou le plastique sont brûlés, ils dégagent des gaz chauds et de la fumée. Tous les gaz de combustion produits peuvent s'avérer rapidement mortels s'ils sont inhalés en concentration suffisante. Cependant, le danger toxique d'un incendie dépend de nombreux facteurs incluant la vitesse de développement du feu et les conditions de ventilation ambiante, ainsi que la toxicité inhérente aux produits de combustion. Cette philosophie est décrite dans les lignes directrices de l'ISO/TC 92/SC 3.

Il convient généralement d'adopter une approche par étapes, incluant des facteurs tels que le risque d'inflammation, la vitesse de développement du feu, la propagation de la flamme, le potentiel de production de fumée, la localisation et la mobilité des occupants et les mesures de protection contre l'incendie. Il convient également de réaliser une estimation du risque (c'est-à-dire la probabilité d'apparition d'un tel danger).

Certains essais à petite échelle peuvent être utilisés pour déterminer la composition des effluents du feu en cas de combustion de composites PRF. Par exemple, l'ISO 5659-2 pourrait être utilisée comme modèle de feu en réalisant une analyse des gaz par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier ou une autre méthode (par exemple chromatographie ionique). Un indice de toxicité peut être déduit des résultats pour dix gaz d'incendie courants au maximum.

5.2 Performances structurales

5.2.1 Généralités

Une exigence réglementaire essentielle dans les bâtiments et les autres espaces clos (comme les bateaux et les trains) est la nécessité de confiner autant que possible le feu dans le compartiment où il s'est déclaré. Les performances structurales requises sont généralement évaluées par des essais de résistance au feu sur des éléments de la structure du bâtiment. Différents niveaux d'action thermique peuvent être utilisés pour simuler différents scénarios d'incendie. L'élément le plus utilisé est sans doute la courbe normalisée température/temps, qui permet de simuler un feu pleinement développé (voir l'ISO 834-1). Les autres feux d'essai utilisés dans certaines situations comprennent le feu couvant, le feu naturel semi-naturel, le feu d'hydrocarbures et le feu extérieur (tel qu'une exposition au feu provenant d'une fenêtre de bâtiment ou d'un feu extérieur non maîtrisé).

Les caractéristiques de performance à évaluer en termes de résistance au feu comprennent la capacité portante, R , l'étanchéité au feu, E , et le pouvoir isolant, I (voir 3.1.2 à 3.1.4). Les autres caractéristiques pouvant être spécifiées dans certaines conditions pour certains éléments sont la résistance aux rayonnements, W (voir 3.1.11), les aspects mécaniques, la capacité de fermeture automatique et l'étanchéité aux fumées.