
**Principes et analyse servant de base aux
méthodes de calcul portant sur la résistance au
feu des éléments structuraux**

iTeh STANDARD PREVIEW

*(Principles and rationale underlying calculation methods in relation to fire
resistance of structural elements)*

ISO/TR 10158:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f7d9b79-1cb6-4668-859a-3ac145c58cf2/iso-tr-10158-1991>



Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Définitions	1
4 Critères associés	2
5 Application de la résistance au feu	3
6 Signification de la résistance au feu	3
7 Extension des données obtenues à partir des essais de résistance au feu	4
8 Conception des ouvrages en vue de leur comportement au feu — Étude générale	8
9 Conception des ouvrages en vue de leur résistance au feu — Détermination analytique de la résistance au feu	14

Annexe

A Bibliographie	19
-----------------------	----

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10158:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f7d9b79-1cb6-4668-859a-3ac145c58cf2/iso-tr-10158-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f7d9b79-1cb6-4668-859a-3ac145c58cf2/iso-tr-10158-1991>

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.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales, mais, exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- (standards.iteh.ai)
- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
 - type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour toute autre raison, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
 - type 3, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 10158, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 92, *Essais au feu sur les matériaux de construction, composants et structures*.

L'annexe A du présent Rapport technique est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Le présent Rapport technique a été établi au sein de l'ISO/TC 92/SC 2/GT 2 dans l'intention de fournir la base générale, selon les principes qu'il convient de suivre et l'analyse qu'il convient d'utiliser, pour l'élaboration de documents d'information sur

- l'interpolation et l'extrapolation par analogie et calcul des résultats d'essais de résistance au feu;
- la détermination analytique de la résistance au feu d'éléments structuraux.

Le groupe de travail prépare actuellement ces documents d'information prévus pour être publiés sous forme de rapports techniques ISO. Parallèlement, le groupe de travail est chargé d'une étude des besoins d'essais afin de déterminer les données utilisées comme valeurs d'entrée pour la conception analytique des structures et éléments structuraux exposés au feu.

Rôle de l'ISO/TC 92

Le rôle de l'ISO/TC 92 dans le développement international des méthodes analytiques et informatisées pour la conception de feux structuraux est défini par les termes de référence du SC 2/GT 2 qui sont les suivants:

- a) élaborer des documents qui expliquent la façon d'étendre les résultats des essais ISO de résistance au feu des structures par interpolation et extrapolation et de les appliquer dans la pratique;
- b) étudier l'interrelation entre les méthodes expérimentales et analytiques pour la détermination de la résistance au feu et proposer des solutions garantissant la compatibilité entre les deux;
- c) analyser les besoins et suggérer des essais supplémentaires pour obtenir des données d'entrée pour les méthodes analytiques;
- d) maintenir ses activités à l'intérieur du champ d'action du SC 2.

Le groupe de travail a identifié un certain nombre de tâches bien définies à partir de ces termes de référence et prépare actuellement une série de documents de base prévus pour être publiés sous forme de rapports techniques ISO, comme suit:

- a) rapport sur l'état actuel des connaissances et document d'information sur l'interpolation et l'extrapolation par analogie et calcul des résultats des essais de résistance au feu pour différents types d'éléments structuraux porteurs;

- b) rapport sur l'état actuel des connaissances et document d'information sur la détermination analytique de la résistance au feu des éléments structuraux porteurs;
- c) étude des besoins d'essais permettant de déterminer les données d'entrée pour les méthodes de conception analytiques.

Un questionnaire simplifié a été envoyé à tous les pays membres de l'ISO/TC 92/SC 2; il porte sur l'interpolation et l'extrapolation des données d'essai de résistance au feu et sur la détermination analytique de la résistance au feu des éléments structuraux.

Les réponses obtenues indiquent que les autorités de plusieurs pays acceptent les procédures de calcul pour l'interpolation et l'extrapolation des résultats d'essais de résistance au feu. Les pratiques, cependant, varient en ce qui concerne les limites de l'application de la procédure pour les modifications des prototypes soumis aux essais.

Les réponses ont également confirmé qu'on ne dispose pas d'autres connaissances pour évaluer l'influence des modifications sur les prototypes soumis aux essais pour les performances des portes, fenêtres, volets, clapets ou conduits, que celles portant sur les dimensions de l'ouvrage soumis aux essais.

Il y a également une indication de base de calcul un peu plus fragmentaire pour les éléments de séparation non porteurs que pour les éléments structuraux porteurs tels que planchers, poutrelles, poteaux et murs. Il y a aussi une variation du caractère des procédures d'interpolation et d'extrapolation qui vont de l'évaluation approximative à l'analyse exhaustive.

Le nombre de pays où les autorités acceptent une classification fondée sur une résistance au feu déterminée de façon analytique est un peu plus limité. Cependant, dans la plupart des pays où ces classifications ne sont généralement pas acceptées, une détermination analytique peut être élaborée et acceptée pour une conception particulière.

À l'aide du questionnaire et par la suite, on s'est aperçu que les références [1] à [29] (voir annexe A) étaient des bases utiles à la détermination analytique de la résistance au feu des éléments de construction et à la conception des ouvrages en vue de leur comportement au feu.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 10158:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6f7d9b79-1cb6-4668-859a-3ac145c58cf2/iso-tr-10158-1991>

Principes et analyse servant de base aux méthodes de calcul portant sur la résistance au feu des éléments structuraux

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique est destiné à fournir une base définissant les principes qu'il convient de suivre, ainsi que l'analyse utilisée pour élaborer des méthodes de calcul permettant de déterminer la résistance au feu des éléments de construction.

L'article 3 contient des explications de certains termes de base utilisés dans l'élaboration et l'application du concept de résistance au feu, et les relie d'abord à la méthode d'essai, puis aux exigences qui sont généralement envisagées dans les documents courants régissant le bâtiment. Le chapitre se termine par une discussion portant sur la signification de la résistance au feu.

L'article 7 étudie l'élaboration et l'application de méthodes de calcul qui sont associées aux résultats obtenus à partir d'essais de résistance au feu et conclut par un recensement des considérations qu'impliquent leur élaboration et leur amélioration continues.

L'article 8 commence par une étude des méthodes dont on dispose actuellement pour la conception des ouvrages en vue de leur comportement au feu, suivie d'une énumération des préceptes qui s'avèrent applicables à leur utilisation. Cet article se termine par l'énumération de certaines conclusions qui semblent appropriées à ce stade, ainsi que de certaines actions qui sont indiquées après cette étude.

L'article 9 traite plus en détail des considérations qu'impliquent l'élaboration et l'application des méthodes de calcul ayant directement trait à la détermination analytique de la résistance au feu.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication, les

éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur le présent Rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 834:1975, *Essais de résistance au feu — Éléments de construction.*

ISO 3261:1975, *Essais au feu — Vocabulaire.*

3 Définitions

Pour les besoins du présent Rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 résistance au feu: Tel qu'il est actuellement défini dans l'ISO 834, le terme «résistance au feu» signifie durée d'échauffement exprimée en unités de temps, conformément à l'essai normalisé de résistance au feu jusqu'à ce qu'un défaut apparaisse, dans les conditions — capacité portante, isolation, étanchéité aux flammes et aux gaz chauds — appropriées à l'éprouvette. Dans l'essai, l'éprouvette est exposée dans un four à une élévation de la température en fonction du temps, dans des limites spécifiées, conformément à la relation:

$$T - T_0 = 345 \log_{10}(8t + 1) \quad \dots (1)$$

où

t est la durée, en minutes;

T est la température du four, en degrés Celsius, à l'instant t ;

T_0 est la température du four, en degrés Celsius, à l'instant $t = 0$.

NOTE 1 La résistance au feu des éléments de construction soumis aux essais est généralement exprimée par le nombre de minutes, d'heures ou de fractions

d'heure pendant lesquelles l'élément de construction satisfait à certains critères fonctionnels en matière de capacité portante d'un élément structural porteur; isolation et étanchéité aux flammes et aux gaz chauds d'un élément de partition; la totalité de ces trois critères d'un élément porteur et de partition.

Pour les éléments structuraux porteurs, la méthode d'essai prescrit que l'échantillon soumis aux essais ne doit pas s'effondrer.

Dans la pratique, la capacité portante ultime d'un élément structural est déterminée soit par une valeur critique de déformation, soit par un taux maximal de déformation, soit par une température critique, selon les circonstances.

Pour les éléments ayant une fonction de partition, la méthode d'essai spécifie que la température moyenne de la face non exposée de l'éprouvette soumise aux essais ne doit pas augmenter au-delà de la température initiale de plus de 140 °C. Il est également prescrit que la température maximale en tout point de cette face ne doit pas dépasser la température initiale de plus de 180 °C et qu'au même moment, elle ne doit pas dépasser 220 °C quelle que soit la température initiale¹⁾.

Pour ce qui est de l'étanchéité, on dit que l'éprouvette soumise aux essais a donné des résultats négatifs lorsque des flammes ou des gaz chauds peuvent traverser les fissures, trous ou autres ouvertures qui peuvent exister au départ ou s'être formées pendant l'essai. On suppose que l'essai d'étanchéité n'a pas réussi si un tampon de coton parfaitement défini s'enflamme lorsqu'il est appliqué sur l'ouverture.

D'autres termes utilisés dans le présent Rapport technique et non encore inclus dans les vocabulaires ISO tels que l'ISO 3261, sont définis comme suit:

3.2 compartiment «incendie»: Espace clos dans un bâtiment, séparé de toutes les autres parties du bâtiment par des parois ayant une durée de résistance au feu spécifiée, dans lequel un feu peut être contenu sans se propager dans une autre partie du bâtiment. La construction délimitant le compartiment à l'épreuve du feu peut comprendre des sections (par exemple, portes et fenêtres) nécessaires à son fonctionnement, dont la résistance au feu est inférieure à la période spécifiée. Un compartiment «incendie» peut être divisé en sous-compartiments. Il peut également s'étendre sur un ou plusieurs étages, auquel cas il devient un compartiment «incendie» multi-niveaux ou multi-étages.

3.3 Incendie réel: Feu qui se développe dans un bâtiment et qui est influencé par des facteurs tels que: le type du bâtiment et son occupation; le contenu combustible (la charge calorifique); la ventilation, la géométrie et les propriétés thermiques du compartiment; les systèmes d'extinction dans le bâtiment et les actions des sapeurs-pompiers. Les feux réels sont des phénomènes complexes. Par conséquent, dans la conception des ouvrages en

vue de leur comportement au feu, on utilise des versions idéalisées d'incendies réels.

3.4 incendie expérimental: Feu à échelle réduite ou en vraie grandeur, dont les caractéristiques sont spécifiées et contrôlées.

3.5 modèle d'incendie: Feu dont les sollicitations thermiques sont spécifiées et qui est utilisé en relation avec des calculs de conception des ouvrages en vue de leur comportement au feu.

Un «modèle d'incendie» peut être soit représentatif de l'exposition thermique décrite par la courbe normalisée temps-température conformément à l'ISO 834 [équation (1)], soit une exposition autre prévue pour simuler des conditions particulières d'exposition au feu.

4 Critères associés

L'élément de base couramment employé pour la détermination de la résistance au feu est l'essai normalisé de résistance au feu conformément à l'ISO 834 ou à l'un des divers équivalents nationaux. L'élément de construction soumis aux essais doit généralement être représentatif de la construction réelle pour laquelle l'information sur la résistance au feu est prescrite par rapport aux matériaux, à la forme et à la conception et doit également avoir des dimensions minimales prescrites.

Sur ce point, il y a actuellement des divergences entre les pays pour ce qui est de l'utilisation et de l'acceptation des données provenant des ouvrages soumis aux essais. La plupart des autorités acceptent le concept d'une analogie entre la résistance au feu obtenue à partir d'un essai et celle d'un élément de construction généralement de dimension supérieure. On accepte également de plus en plus d'utiliser des résultats d'essai combinés à des études d'ingénierie afin de déterminer l'acceptation de composants et matériaux autres que ceux qui sont qualifiés à partir des ouvrages soumis aux essais. Ces considérations ainsi que l'utilisation de l'interpolation et de l'extrapolation pour l'extension de l'applicabilité des données d'essai sont discutées à nouveau à l'article 7.

Comme nous l'avons noté dans les remarques d'introduction au présent article, une étude actuelle indique que la résistance au feu obtenue par des calculs tenant compte des propriétés de base des matériaux à des températures élevées, prévisibles dans des conditions d'exposition à l'incendie, a reçu jusqu'à présent une approbation limitée de la part des autorités. Cependant, les autorités de plus en plus de pays ont en plus tendance à accepter les méthodes de calcul à la place d'essais.

1) Dans la révision de l'ISO 834:1975, le critère de limitation de la température à 220 °C a été supprimé.

Les recommandations européennes et le manuel annexe concernant la conception des structures en acier exposées à des conditions d'incendie normalisées, récemment rédigé par la Convention européenne de la construction métallique (CECM), [23], [26], avec le guide de conception correspondant pour les structures en béton exposées au feu, préparé sous les auspices du Comité euro-international du béton (CEB), [20], [29], continueront à favoriser ce type d'acceptation.

5 Application de la résistance au feu

La prescription de la résistance au feu dans les codes, réglementations de construction, etc., est un moyen d'empêcher la propagation du feu en divisant un bâtiment en compartiments «incendie» par des séparations coupe-feu ayant un degré approprié de résistance au feu, ou en empêchant toute défaillance des structures porteuses ou des éléments structuraux.

Le niveau requis de résistance au feu dépend de facteurs tels que la hauteur et le volume de construction, le type d'activité et l'importance de la structure ou des éléments structuraux par rapport à la stabilité globale du bâtiment. Il dépend également de la charge d'incendie qui détermine la sévérité de l'exposition au feu. C'est Ingberg qui l'a quantifié le premier en utilisant la relation

$$t_d = f(Q/A_f) = f(q_f)$$

où

- t_d est la durée du feu type;
- Q est la charge d'incendie dans le compartiment;
- A_f est la surface au sol du compartiment à l'épreuve du feu;
- q_f est la densité correspondante de la charge d'incendie.

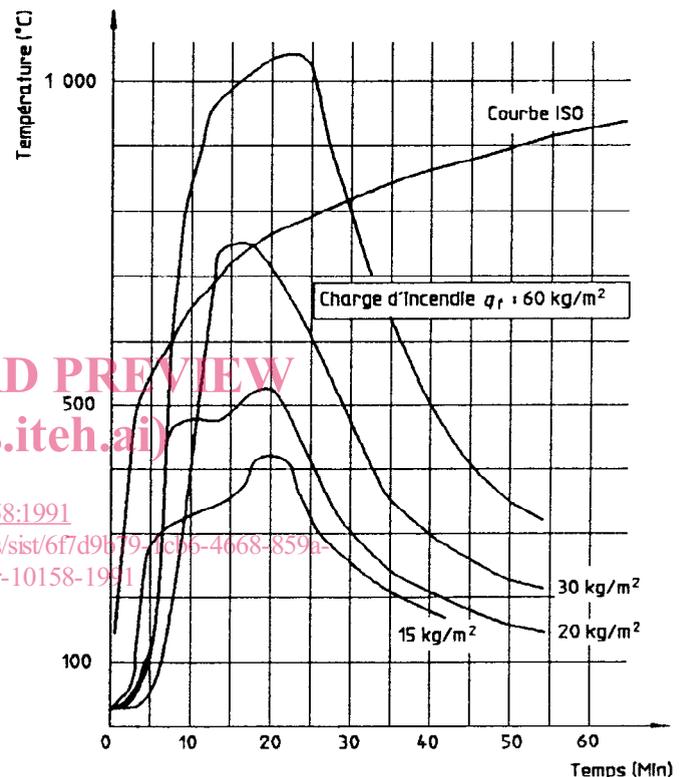
Cette relation est toujours la base des codes et réglementations les plus courants. Dans des relations établies plus récemment, l'importance additionnelle de la ventilation, de la géométrie et des matériaux des séparations du compartiment «incendie» a également été considérée [voir équation (3)].

6 Signification de la résistance au feu

La méthode d'essai de résistance au feu prescrit un environnement d'essai au feu normalisé qui se caractérise par la courbe normalisée température/temps exprimée mathématiquement par l'équation (1).

La figure 1 présente la courbe température/temps du four, T , pour $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Dans un but de com-

paraison, la figure 1 comprend également des courbes représentant les températures moyennes de gaz obtenues à l'intérieur d'un compartiment incendie pendant des essais en grandeur réelle pour lesquels on a utilisé différentes densités de charge d'incendie (q_f) avec une ventilation et des caractéristiques thermiques spécifiées pour le compartiment [30]. Les courbes démontrent que l'exposition à la chaleur dans un incendie réel (expérimental) peut s'écarter fortement de l'exposition à la chaleur prescrite par l'essai normalisé de résistance au feu.



NOTE – Le compartiment utilisé pour l'essai avait une surface au sol d'environ 12 m^2 et un volume d'environ 40 m^3 [30].

Figure 1 — Comparaison de la courbe ISO température/temps avec des courbes température/temps obtenues à partir de feux de compartiment avec des densités de charge d'incendie de 15 kg, 20 kg, 30 kg et 60 kg de bois par mètre carré de surface au sol

L'environnement du feu normalisé, représenté par la courbe normalisée température/temps, a pour objet d'assurer des conditions d'essai suffisamment représentatives d'une exposition sévère au feu afin de comparer les performances des divers éléments de construction représentatifs. Il est cependant important de noter que cette exposition type à l'incendie ne représente pas nécessairement une situation réelle et que les résultats d'essai ne sont pas né-

cessairement représentatifs du comportement des éléments de construction dans des conditions réelles d'exposition au feu. Néanmoins, l'essai classe les performances des éléments de construction porteurs ou séparatifs sur une base commune.

7 Extension des données obtenues à partir des essais de résistance au feu

7.1 Généralités

Les méthodes de calcul les plus susceptibles d'être acceptées par les concepteurs et les autorités sont celles qui étendent les données obtenues à partir d'essais normalisés de résistance au feu effectués sur des éléments de construction représentatifs et ayant trait aux conditions, aux performances, aux exigences et aux critères d'acceptation actuellement prescrits par la méthode d'essai. Le présent article traite de l'analyse et des principes associés à ce type de méthodes.

7.2 Préceptes généralement acceptés comprenant l'extension des résultats d'essai

7.2.1 L'application la plus simpliste des résultats d'essai obtenus à partir d'un essai d'incendie normalisé consiste à reproduire entièrement le sous-ensemble de la structure de bâtiment qui doit faire l'objet d'une étude de comportement au feu.

7.2.2 Il est cependant nécessaire de faire un certain nombre de compromis dans la représentation de la construction réelle, à commencer, dans la plupart des cas, par le fait que la construction soumise aux essais est invariablement d'une taille inférieure à la construction qu'elle est censée représenter.

7.2.3 L'un des préceptes généralement acceptés par les autorités est que la résistance au feu obtenue par l'application de la méthode d'essai à un modèle représentatif d'une structure réelle en vraie grandeur convient à l'utilisation dans les structures de bâtiment utilisant des composants ayant des portées plus grandes et étant donc de plus grande taille (masse par mètre, aire de la section ou module de la section) que ceux que l'on utilise dans le prototype soumis aux essais. Ce type d'acceptation se fonde sur le fait que les composants structuraux concernés ont été chargés de façon appropriée pendant l'essai de résistance au feu afin d'être soumis à leurs propres contraintes théoriques de conception.

7.2.4 Une adaptation des prescriptions de comportement au feu d'une grande variété de constructions en raison du nombre limité d'essais de résistance au feu, que l'on peut effectuer est progressivement apparue, ainsi que l'acceptation d'un certain nom-

bre de pratiques fondées sur ce que l'on pourrait appeler «une proposition du cas analogue le pire». Par exemple, on s'est aperçu que les éléments porteurs tels que poutres, poutrelles et solives obtiennent une résistance au feu plus importante lorsqu'ils sont soumis aux essais de résistance au feu en tant que partie de plancher, ou de toiture associés à un plafond que lorsqu'ils sont testés séparément.

Certaines autorités ont donc accepté l'hypothèse que les éléments structuraux dans les ouvrages soumis aux essais peuvent être remplacés par d'autres éléments porteurs qui, lorsqu'ils sont testés séparément, donnent des résistances au feu qui ne sont pas inférieures à celles de l'ouvrage dans lequel ils seront substitués afin que l'ouvrage de référence soit plus représentatif de la structure réelle étudiée.

7.2.5 La question de la substitution d'éléments structuraux d'un type de structure soumise aux essais au feu à un autre lors du choix d'un spécimen d'essai qui représente d'aussi près que possible un élément particulier de structure de bâtiment est réglée par certaines autorités conformément aux préceptes suivants:

- la capacité de l'élément structural à dissiper de la chaleur dans l'ouvrage où l'on substitue un élément structural doit être égale ou supérieure à celle de l'ouvrage dans lequel à l'origine, il a été soumis à l'essai au feu;
- la capacité de transfert thermique vers l'élément de structure dans l'ouvrage où l'on a substitué un élément de structure doit être égal ou inférieur à celui de l'ouvrage dans lequel il a été testé à l'origine;
- les caractéristiques de déformation sous charge de l'ouvrage dans lequel l'élément structural est substitué doivent être égales ou inférieures à celles de l'ensemble dans lequel il a été testé à l'origine.

Il convient de noter que le précepte énoncé en a) exclut la substitution d'éléments structuraux testés en tant que partie d'un plancher béton à bec acier à une structure de toiture en construction métallique protégée.

De même, le précepte énoncé en b) exclut le remplacement des éléments de structure, comprenant des profilés en acier laminé à large semelle, par des éléments comprenant des solives en acier préfabriquées de type treillis. Cependant, un profilé acier plus grand peut toujours en remplacer un plus petit.

En outre, les autorités de certains pays, reconnaissant la différence de performances entre les éléments structuraux qui ont été soumis à des empêchements partiels de dilatation thermique

pendant un essai au feu et ceux qui ne l'ont pas été, et essayant de relier ce type d'information aux performances prévues de la construction réelle dans diverses conditions d'entrave à la dilatation, ont imposé les critères additionnels suivants pour ce qui concerne la substitution d'éléments structuraux:

- d) la résistance au feu de l'élément de structure non entravé qui est substitué doit être égale ou supérieure à celle de l'élément de structure remplacé.
- e) la résistance au feu de l'élément de structure entravé que l'on a substitué ou de l'ouvrage dans lequel l'élément a été testé doit être égale ou supérieure à celle de l'ensemble dans lequel l'élément est substitué.

7.2.6 La résistance au feu d'un élément fléchi ayant ses extrémités libres (poutrelles, planchers, toitures) est généralement inférieure à celle du même élément soumis à un encastrement. Les éléments qui ont été testés avec leurs extrémités libres peuvent donc être substitués de façon appropriée dans des spécimens d'essais de constructions de bâtiments réels, qui seront dans la pratique soumis à des encastrements. L'inverse de cette procédure n'est cependant pas approprié.

7.2.7 La résistance au feu d'un élément fléchi encastré peut être inférieure à la résistance au feu d'un élément fléchi ayant ses extrémités libres dans le cas où la charge longitudinale, due à l'empêchement de dilatation, est appliquée au-dessus de l'axe de gravité de la section, ce qui a pour effet une augmentation de la flèche due à l'échauffement de l'élément.

7.2.8 Autre élément en relation avec la substitution des éléments de structure: l'effet de la substitution d'éléments structuraux composites par des éléments structuraux non composites et vice versa. On accepte généralement le fait que, par exemple, des éléments structuraux, qui ont été soumis à des essais au feu avec des unités de plancher en acier conçues pour une action composite et chargées de façon à présenter les contraintes théoriques envisagées par la conception, ont été qualifiés pour être utilisés dans la construction pour des planchers soumis ou non à une section composite. Par ailleurs, il faut savoir que le niveau de résistance au feu peut ne pas être maintenu si l'on utilise des éléments composites dans la construction supposée reproduire les détails d'un ouvrage auquel on a attribué un niveau de résistance au feu sur la base de ses performances lorsqu'il a été testé avec des éléments non composites.

7.2.9 Pour l'extension par analogie des résultats d'essai au feu aux éléments structuraux, il faut également tenir compte des prescriptions en matière de résistance, d'épaisseur et de type de béton. Certaines autorités admettent que l'on réduise d'une quantité spécifiée la résistance à la compression du béton lorsque l'on compare la résistance du béton dans l'élément structurel testé à l'exigence de conception dans la structure réelle à représenter. D'autre part, il n'y a aucune limite imposée en matière de résistance maximale du béton dans la structure réelle représentée par le prototype soumis aux essais. D'un point de vue structural il n'y a pas de limite à l'épaisseur du béton, mais il n'y a pas de clause prévoyant le remplacement entre du béton de faible densité et du béton de densité normale.

7.2.10 L'extension des résultats d'essai par interprétation analogique peut également s'appliquer au domaine de la résistance au feu appliquée à l'isolation des ouvrages testés de façon plus spécifique. Par exemple, dans le cas d'ouvrages de plancher et de toiture utilisant un plafond suspendu au-dessous d'éléments structuraux, le principe selon lequel on peut augmenter la hauteur du plénum entre la surface inférieure du plancher et le haut du plafond protecteur pour y placer des éléments structuraux plus grands sans amoindrir les performances établies à partir des résultats obtenus sur le prototype testé est généralement accepté.

7.2.11 Est également accepté le fait qu'augmenter l'épaisseur de la dalle en béton d'un ouvrage plancher/plafond, aura un effet bénéfique sur la résistance au feu en matière d'isolation et, sur un plan moins spécifique, sur les performances structurales de l'ouvrage testé au feu.

7.2.12 Bien que l'on reconnaisse qu'en augmentant l'épaisseur ou le nombre des couches d'isolation et en prévoyant des espaces d'air, on augmente généralement la résistance thermique d'un ouvrage, il n'est pas toujours possible d'appliquer cette théorie à cause des effets d'une isolation accrue, dans certaines circonstances, sur les performances des éléments structuraux. Il est donc généralement nécessaire de recourir à d'autres essais en vraie grandeur ou à échelle réduite appuyés par des calculs pour évaluer les performances de ce type d'ouvrages.

7.2.13 Dans certains cas, une isolation additionnelle ou améliorée peut provoquer une diminution de la résistance au feu d'un ouvrage structural. Ce sera le cas si une dalle de béton ordinaire est remplacée par une dalle de béton cellulaire dans un ouvrage de toiture ou de plancher, composé d'une dalle supérieure, de poutrelles en acier et d'un plafond suspendu. L'amélioration de l'isolation de la dalle provoque alors un accroissement de l'échauffement des poutrelles porteuses. Pour une structure en béton exposée au feu, une isolation supplémen-