



RÉSISTANCE AU FEU



Introduction

Définition

La résistance au feu est la propriété qu'ont les éléments de construction de continuer de remplir leur fonction malgré l'action de l'incendie.

On distingue 3 critères d'évaluation de performance :

- La durée pendant laquelle l'élément résistera mécaniquement.
- La durée pendant laquelle l'élément sera étanche aux flammes, aux gaz et aux fumées.
- La durée pendant laquelle en plus des critères précédents, l'élément assurera une isolation thermique suffisante.

Les classements sont basés sur ces trois critères.

Contexte réglementaire et normatif

Pour chaque type d'ouvrages (habitations, établissements recevant du public...) selon leur nature d'exploitation, les textes réglementaires français fixent les exigences en matière de résistance au feu.

Selon le rôle de l'élément dans l'ouvrage, les exigences sont exprimées :

- **en degré de Stabilité au feu (SF)** : il devra satisfaire à l'exigence de résistance mécanique pendant une certaine durée, par exemple : Stable au feu 1/2 h.
- **en degré pare flamme (PF)** : il devra alors satisfaire aux exigences cumulées de résistance et d'étanchéité, par exemple : Pare flamme 1/4 h.
- **en degré coupe feu (CF)** : il devra satisfaire aux trois exigences de résistance, d'étanchéité et d'isolation thermique, par exemple : coupe feu 1/2 h.

C'est l'**arrêté résistance au feu du 22 mars 2004** qui fixe les méthodes d'évaluation, les catégories de classification et les modes de justification en résistance au feu.

Cet arrêté prend en compte les actions thermiques et les critères de performance fixés par la norme européenne NF EN 13501 parties 2,3 et 4.

Au fur et à mesure de la mise en application de la directive produits de construction (DPC) le classement français des produits sera remplacé par le classement européen.

Cet arrêté peut être téléchargé sur le site du journal officiel : www.legifrance.gouv.fr

Méthodes d'évaluation

Les performances de résistance au feu peuvent être déterminées :

- par essais « conventionnels »,
- par référence à une méthode de calcul approuvée,
- par référence à un procédé approuvé,
- par appréciation d'un laboratoire agréé.

Nota : Elles font dans tous les cas l'objet d'attestation de performance.

1 Essais conventionnels

L'annexe 1 de l'arrêté résistance au feu du 22 mars 2004 répertorie pour chaque type de produit, d'élément ou d'ouvrage les méthodes d'essais à utiliser et les classifications qui en résultent.

1^{ère} partie

La première partie traite du système européen dans lequel les résultats obtenus par essais sont exprimés en conformité avec les normes européennes sous forme de symboles accompagnés de la durée de résistance exprimée en minutes.

Principaux symboles utilisés en résistance au feu		
R	Capacité portante	
E	Étanchéité	
I	Isolation	
W	Rayonnement	
M	Action mécanique	
C	Fermeture automatique	
S	Passage de fumées	
i→o	Façades, murs extérieurs	Feu intérieur
o→i		Feu extérieur
i↔o		Sens du feu indifférent
a→b	Planchers, plafonds	Feu par le dessus
b→a		Feu par le dessous
a↔b		Sens du feu indifférent

Pour les cas particuliers de produits dont les normes d'essais européennes ne sont pas publiées par l'AFNOR mais sont citées dans l'annexe 1 de l'arrêté, deux cas sont possibles au choix du demandeur :

- soit les essais sont effectués en conformité avec le projet de norme européenne (s'il est suffisamment abouti et après en avoir informé le CECMI), le classement sera alors effectué selon le système européen ;
- soit les essais sont effectués avec le système national antérieur, le classement sera alors exprimé sous la forme où il figure dans la réglementation française (SF, PF, CF).

2^e partie

Dans la deuxième partie, quelques applications nationales spécifiques sont mentionnées, faisant référence à des normes françaises ou directement explicitées.

Les essais font l'objet de rapports d'essais produits par les laboratoires français agréés ou par les laboratoires européens reconnus.

Les procès verbaux de classement sont établis par les laboratoires agréés.

Ils ne peuvent être délivrés que pour des produits, éléments ou ouvrages clairement définis et référencés.

2 Méthodes de calculs approuvées

Les normes NF P 92-701 à NF P 92-704 dont le DTU bois feu 88 (NF P 92-703) sont approuvées. Quelques eurocodes en versions « ENV » expérimentales sont également approuvés.

Le **DTU bois feu 88** présente au chapitre 5 des règles de calculs au format **CB 71**.

Ces règles permettent le calcul des sollicitations en cas d'incendie et fixent des dispositions minimales forfaitaires concernant les assemblages.

Le chapitre 6 propose également quelques solutions forfaitaires permettant de justifier les murs et planchers.

Sauf restrictions particulières, ces justifications sont effectuées sous la responsabilité du concepteur.

La mise en application de l'eurocode 5 (NF EN 1995) et de ses annexes nationales nécessitera une révision complète des règles bois feu 88. Il serait toutefois souhaitable de pouvoir conserver les solutions forfaitaires du chapitre 6 qui ne seraient pas en contradiction avec les spécifications de la partie 1-2 de l'eurocode 5.

3 Procédés approuvés

Les procédés de fabrication ou de construction approuvés sont cités à l'annexe 3.

On peut notamment distinguer :

- les solutions constructives décrites dans les règles bois feu ;
- les normes descriptives de fabrication de blocs-portes NF P 23-501 et NF P 23-502 ;
- les dispositions constructives relatives aux jonctions cloisons – plafonds réalisées en plaques de plâtre. (« Dispositions spécifiques et commentaires officiels des établissements de type U » aux éditions France Sélection) ;
- les dispositions constructives concernant les parois de cages d'escalier à ossature bois (§ 15-9 des « cahiers de la prévention » aux éditions France Sélection) ;

Il appartient aux fabricants et constructeurs de s'assurer de la conformité des produits et ouvrages avec les documents de référence.

4 Appréciations des laboratoires agréés.

Ces appréciations sont fondées sur l'une ou plusieurs des approches suivantes : analyse des résultats d'essais, exploitation des connaissances acquises lors des incendies, résultats de calculs et procédures mixtes faisant appel à des résultats expérimentaux et numériques.

Les éléments doivent être décrits et identifiés précisément et doivent être représentatifs de la fabrication ou de la construction visée.

La classification peut être attestée :

- par un procès verbal valable 5 ans ;
- par une extension de classement valable jusqu'à validité du PV auquel est associée l'extension ;
- par un avis de chantier qui peut éventuellement être généralisé après avis du CECMI.

Attestation des performances en résistance au feu

Au moment de la mise en œuvre d'un produit, d'un élément ou d'un ouvrage, la performance en résistance au feu est attestée par les informations :

- accompagnant le marquage CE ;
- accompagnant une certification volontaire ou figurant dans un procès verbal en cours de validité avec ses éventuelles extensions ;
- figurant dans une note de calculs ;
- fournies par le fabricant ou constructeur en référence à un procédé approuvé ;
- figurant dans un avis de chantier.

Nota : Les procès verbaux délivrés avant l'arrêté du 22 mars restent valables jusqu'à leur date de fin de validité, sauf pour les produits visés par la DPC.

Dans ce cas, famille de produits par famille de produits des arrêtés précisent les dates de fin de période transitoire après lesquelles les produits devront être marqués.

Les procès verbaux valides à la date du 22 mars 2004 sont prolongés jusqu'à la fin de la période transitoire du produit concerné

Pour les produits non visés par la DPC mais pour lesquels une norme d'essai européenne est mise en application, les procès verbaux en cours de validité restent valables 7 ans.

Conditions d'utilisation des produits classés

selon le système européen vis-à-vis de la réglementation incendie

Exigence de stabilité au feu : SF

Les produits qui font l'objet d'un classement R suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence SF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée.

Par exemple un élément classé R 30 dans le système européen peut être mis en œuvre lorsqu'une stabilité au feu 1/2 heure est demandée.

R 30 ⇔ SF 1/2 heure

Les plafonds classés EI 15 (b→a) ou EI 30 (b→a) peuvent être respectivement utilisés lorsque une exigence SF 1/4 heure ou SF 1/2 heure est demandée.

EI 15 (b→a) ⇔ SF 1/4 heure

EI 30 (b→a) ⇔ SF 1/2 heure

Exigence pare flamme : PF

Les produits qui font l'objet d'un classement E ou RE suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence PF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée.

E 30 ⇔ PF 1/2 heure

sans fonction porteuse

RE 30 ⇔ PF 1/2 heure

avec fonction porteuse

Les fermetures (portes, rideaux, volets) devront faire l'objet d'une série de manœuvres préalables.

Exigence coupe feu : CF

Les produits qui font l'objet d'un classement EI ou REI suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence CF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée.

EI 30 ⇔ CF 1/2 heure

sans fonction porteuse

REI 30 ⇔ CF 1/2 heure

avec fonction porteuse

Les fermetures (portes, rideaux, volets) devront faire l'objet d'une série de manœuvres préalables .

Les portes et volets bénéficiant d'un classement EI1 peuvent être mis en œuvre sans restriction.

Les portes et volets classés EI₂ nécessitent que les parois adjacentes soient classées MO ou M1 sur une zone de 100 mm à partir de la partie fixe de la porte ou du volet.

Les **plafonds suspendus** ayant fait l'objet d'un classement EI (b→a) suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence CF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée et si le plénum est supérieur à 1,50 m.

Si le plénum est inférieur à 1,50 m ; le classement EI (b→a) suivi d'un degré de performance exprimé en minutes doit être une fois reconverti en fraction d'heure, immédiatement supérieur au degré CF requis.

L'indémontabilité du plafond doit être démontrée.

Si l'exigence est supérieure à la demie heure, l'inertie thermique des matériaux constitutifs du plafond ($\sqrt{\lambda.p.c}$) doit être supérieur à 550 unités SI à 20°.

L'utilisation de plafonds possédant une résistance au feu intrinsèque est possible s'ils bénéficient d'un classement complété par (b→a) ou (a↔b)

Études et recherches

Actuellement, les justifications des structures en situation d'incendie sont menées conformément aux règles Bois Feu 88 (DTU P 92-703).

Ces règles sont basées sur une double approche : calcul de la résistance de la section réduite au format CB71 et dispositions forfaitaires pour les assemblages.

Répertoriées dans l'annexe 2 du nouvel arrêté résistance au feu du 22 mars 2004, ces règles doivent être prochainement remplacées par l'eurocode 5 partie 1-2 (norme NF EN 1995-1-2)

Cette norme prévoit une justification de la tenue au feu des éléments et des assemblages selon le taux de chargement et en situation accidentelle.

Dans ce contexte, les professionnels ont demandé à IRABOIS de conduire ce projet afin de calibrer la démarche de calcul des assemblages en situation d'incendie.

L'objectif de cette étude « **comportement au feu des assemblages** » subventionnée par le Ministère de l'Équipement et faisant intervenir laboratoires universitaires, laboratoires de résistance au feu, contrôleurs techniques et professionnels était de mettre en évidence la relation entre le taux de chargement et la durée de résistance des assemblages.

Une telle approche doit offrir des possibilités de choix éclairé afin d'éviter un surdimensionnement systématique des éléments bois dont le surcoût peut être considérable.

Une première phase a permis de déterminer par essais les efforts de rupture à froid de différents types d'assemblages bois-bois et bois métal.

La seconde phase a permis de mesurer la durée de résistance de ces mêmes assemblages chargés en situation d'incendie.

Les différents résultats obtenus lors de ce projet se traduisent par :

Des acquis pratiques :

- Mise en évidence de la nécessité d'une vérification systématique de la section nette des plats métalliques selon la norme NF EN 1993-1-1 ;
- Prise en compte des jeux de perçage relatifs à la charpente métallique dans l'annexe Nationale de la norme NF EN 1995-1-1 ;

Des acquis scientifiques :

- Validation du calcul des assemblages par broches ou boulons sur la base de la théorie de Johansen et du modèle de calcul de la rupture de bloc. Soit, en application de la norme NF EN 1995-1-1 : les règles du chapitre 8 avec $n_{ef} = n$ et l'annexe A ;
- Etablissement des relations entre le taux de chargement et la durée de résistance au feu, en référence à la résistance à froid :

$$\eta = A e^{-Bt} f_i$$

Assemblages bois-bois	A=0,8	B=0,027
Assemblages bois-métal	A=0,58	B=0,020

Développement d'une approche basée sur la résistance à froid de la section réduite. Ce travail se poursuit dans le cadre de la thèse de Melle Karine Laplanche (thèse en co-tutelle CSTB/LGC CUST)

Le rapport de synthèse est disponible auprès d'IRABOIS : tél. 01 40 55 14 60

- La directive produits de construction a entraîné la mise en place d'un **nouveau système européen d'évaluation** des performances en résistance au feu.

Un nouvel arrêté **résistance au feu** du 22 mars 2004 publié au Journal Officiel du 1^{er} avril 2004 fixe donc les méthodes et les conditions d'évaluation de performances des produits, éléments et ouvrages.

Les 5 annexes de cet arrêté définissent le classement et les symboles adoptés au niveau communautaire, les applications nationales spécifiques, les méthodes de calculs et les procédés de fabrication approuvés, le rôle des laboratoires agréés et enfin l'utilisation des nouveaux classements européens dans la réglementation nationale.

L'ensemble est résumé de manière synthétique dans ce fascicule.

De plus dans la perspective prochaine de la mise en application de **l'eurocode 5**, un important programme de recherche sur la résistance au feu des assemblages subventionné par le METL et conduit par IRABOIS entre 2001 et 2003 a permis de mettre en évidence **une nouvelle méthode de calculs de résistance au feu des assemblages.**

Elle est brièvement présentée dans ce document.

