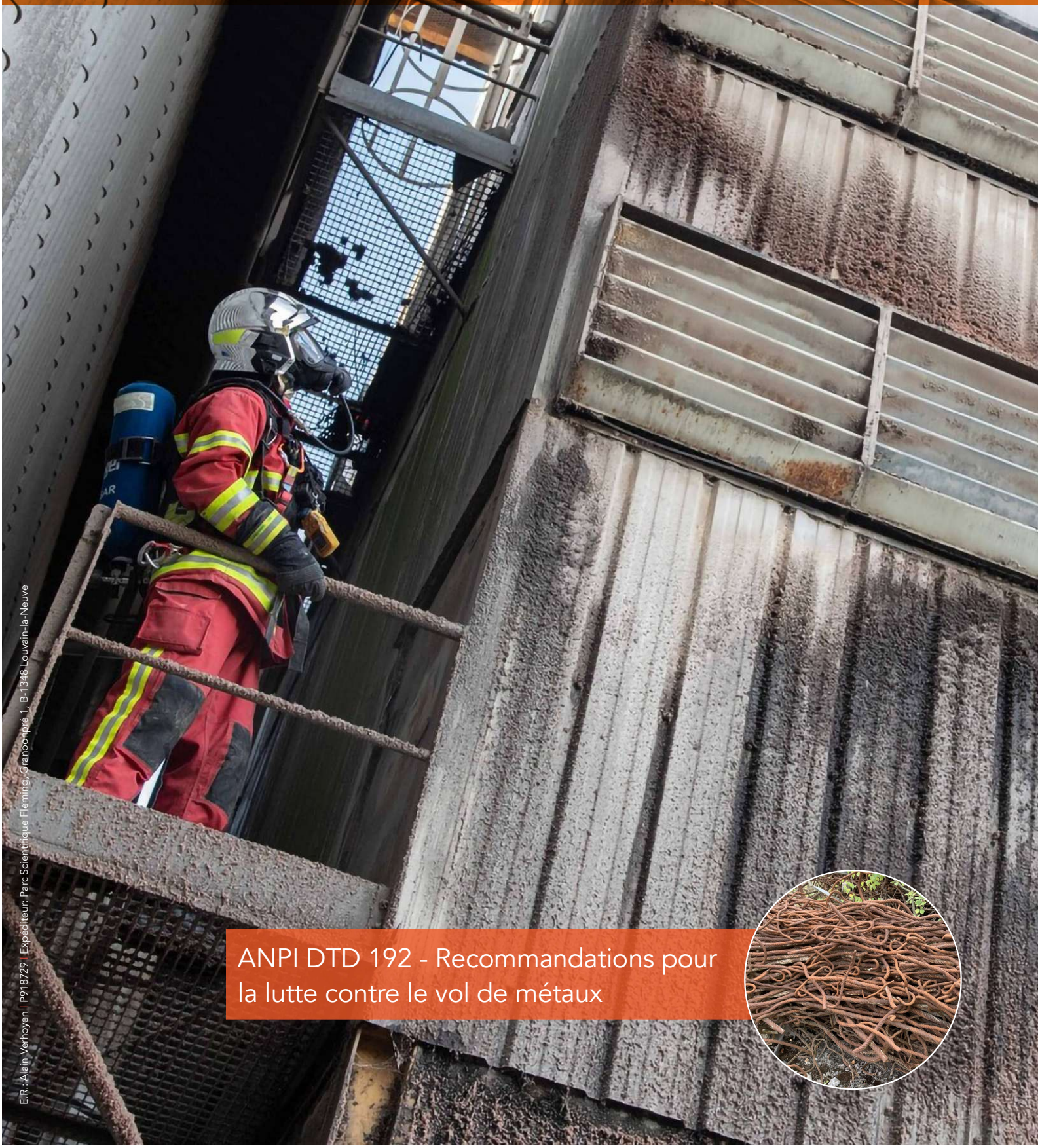




PB-PP|B-02111
BELGIE(N)-BELGIQUE

Bureau de dépôt
3000 Leuven Masspost



ANPI DTD 192 - Recommandations pour
la lutte contre le vol de métaux



Éditeur

ANPI Magazine est la revue trimestrielle de ANPI asbl, l'association nationale pour la protection contre l'incendie et le vol
ISSN 2466-6467

Rédaction

ANPI Information, Marketing & Communication
Parc Scientifique Fleming
Granbonpré 1
1348 Louvain-la-Neuve
Belgique
E-mail : imc@anpi.be

Rédacteur en chef

Alain Verhoyen

Rédaction finale

Delphine Rasseneur, Christopher Boon

Ont collaboré à ce numéro

Christopher Boon, Michel Delruelle,
Vincent Detremmerie, Jean-Marc Franssen,
Daniel Madrzykowski, Marie Majerus, Ilse Mestdagh,
Delphine Rasseneur, Nicolas Schömig, Jort Stassen,
Freddy Steenackers, Craig Weinschenk

Abonnements, publicité et administration

ANPI Information, Marketing & Communication
Parc Scientifique Fleming
Granbonpré 1
1348 Louvain-la-Neuve
Belgique
E-mail : publications@anpi.be
Website : www.anpi.be
Abonnement annuel à ANPI Magazine (4 numéros) :
165 € HTVA

Éditeur responsable

Alain Verhoyen

Aucun élément de ce magazine ne peut être repris sans l'accord explicite et obtenu au préalable de l'éditeur responsable.

Les textes figurant dans ANPI Magazine sont publiés sous la responsabilité de leur auteur. Ceci vaut également pour les insertions publicitaires pour lesquelles l'annonceur est entièrement responsable.

ANPI Magazine verschijnt ook in het Nederlands.

En couverture

Les sapeurs-pompiers de l'Oise (SDIS 60) interviennent sur un feu de séchoir contenant 120 tonnes de maïs.
© SDIS de l'Oise / Facebook, 13 novembre 2024

SOMMAIRE

Éditorial _____	5
ANPI Y ÉTAIT POUR VOUS _____	6
FAITS MARQUANTS CHEZ NOS MEMBRES _____	9
FEU INSTRUCTIF	
Feu dans un séchoir à maïs _____	10
Séchoirs à grains et risques d'incendie _____	13
ENQUÊTE PRODUIT	
Passer un soirée chaleureuse ? ...ou aux urgences ? _	18
PRÉVENTION INCENDIE	
Relations entre essais de résistance au feu et incendies réels _____	21
Sécurité incendie des batteries et des dispositifs de micromobilité (Partie 2) _____	29
PRÉVENTION VOL	
Quel vitrage choisir pour une menuiserie retardatrice d'effraction ? _____	27
DOSSIER TECHNIQUE	
ANPI DTD 192 : Recommandations pour la lutte contre le vol de métaux	
CYBERSÉCURITÉ	
Sécurisez votre organisation à l'aide du Cyber-Fundamentals (CyFun®) Framework du CCB _____	32
BON À SAVOIR	
Les opérations d'exploitation doivent être prises en compte dès la phase de conception d'un bâtiment _	34
Impact financier des interventions et « valeur du sauvé » _____	36
La certification volontaire : un levier stratégique pour la création de valeur ajoutée _____	38
RÉGLEMENTATION & NORMES	
Détecteurs de fumée dans les logements - Obligations légales _____	40
Conformité en pratique des conduites et câbles : normes et réglementations en Belgique _____	41
Interdiction des PFAS dans les mousses anti-incendie _____	46
ANPI À VOTRE SERVICE	
10 ans de reconnaissance par les Émirats arabes unis	50
Dans notre magazine... il y a 50 ans ! _____	52
LU POUR VOUS	
Crimes et contrôles sociaux - Classifications et triangulation criminologique _____	53
AGENDA _____	54



© Laboratoire d'essai au feu de l'ULiège

Relations entre essais de résistance au feu et incendies réels

Fig. 1 : Colonne en béton avant essai standard.

Dans un article précédent¹, nous avons discuté d'une des limitations inhérente aux essais de résistance au feu standards réalisés sur des éléments structurels chargés, à savoir le fait que les conditions d'appuis et les efforts appliqués aux extrémités de l'élément testé restent constants pendant toute la durée de l'essai alors que, le plus souvent, en réalité, l'élément fait partie d'une structure plus large qui, par sa propre raideur, l'influence en modifiant constamment les efforts aux extrémités de l'élément. L'exemple le plus simple est celui d'une colonne dont la dilatation empêchée produit une augmentation de l'effort normal de compression. Nous avons aussi expliqué comment les essais hybrides peuvent apporter une réponse à ce problème, au prix d'une complexité bien plus élevée il est vrai.

Nous voudrions discuter ici d'une autre limite des essais standards, à savoir le caractère unique et invariable de la courbe de température suivie dans le four d'essai, et donc appliquée à l'élément d'épreuve.

Cette courbe est définie dans la norme ISO 834-1², d'où son nom usuel de « courbe ISO ». Il s'agit d'une courbe logarithmique dont l'allure et quelques valeurs caractéristiques sont données à la Fig. 2.

¹ Franssen, Jean-Marc. Les essais de résistance au feu hybrides, dans ANPI Magazine n° 38, mars 2025, pp. 25-28.

² ISO 834-1:2025 - Essai de résistance au feu - Éléments de construction - Partie 1 : Exigences générales.

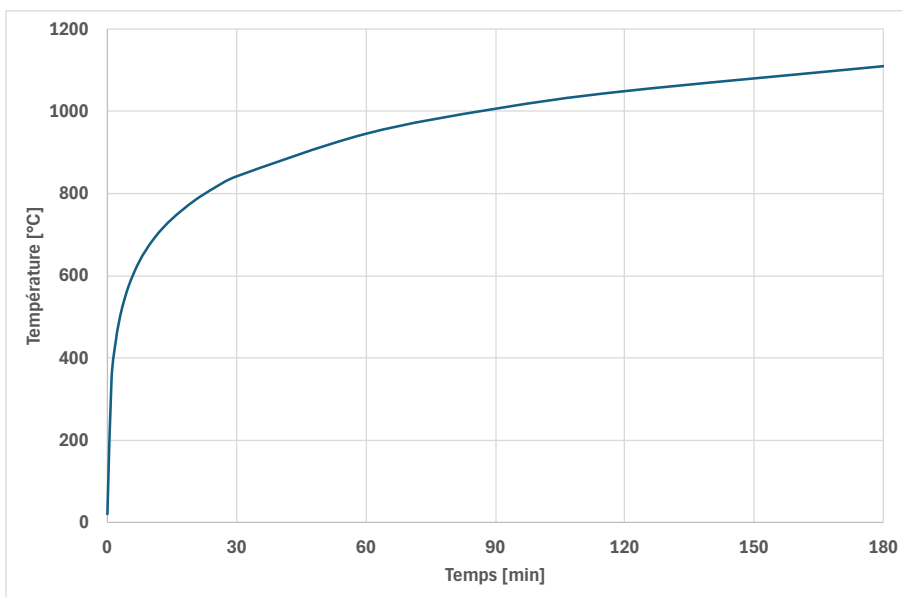


Fig. 2 : La courbe ISO.

Nous ne discuterons pas longuement du fait que la définition d'une température ne suffit pas pour définir l'agression thermique que subit l'élément d'épreuve placé dans un four. Le flux reçu par l'élément dépend en effet aussi d'autres paramètres, comme la nature du revêtement intérieur du four, la nature du combustible utilisé... Cette question est en effet en principe résolue par l'adoption des thermocouples à plaque, qui ont depuis longtemps remplacé les thermocouples à bulbe utilisés précédemment.

Nous voulons ici discuter de la forme de cette courbe, de l'utilisation de cette courbe et de son adéquation avec la performance d'un élément de structure lors d'un incendie réel.

Le caractère le plus étonnant de cette courbe est lié à son démarrage très rapide. Elle ignore en fait toute la phase initiale qui caractérise la plupart des incendies. Le démarrage peut être très rapide si, par exemple, on a utilisé un accélérateur pour un incendie volontaire, ou même soudain, par exemple en cas de fuite de gaz. Mais, le plus souvent, l'incendie démarre de manière localisée pour se propager progressivement, jusqu'à l'apparition d'un embrasement généralisé. Pendant cette phase initiale, les températures dans le local sont encore assez faibles et impactent peu les éléments de construction. C'est pourquoi elle est ignorée lors des essais standardisés, alors qu'il s'agit peut-être là de la phase la plus critique, celle pendant laquelle une alarme et une intervention rapides peuvent faire toute la différence. C'est pourquoi il ne faut pas assimiler la durée de résistance au feu d'un élément de structure au temps qui va s'écouler entre le début de l'incendie, et le moment où l'élément va s'effondrer. Il est à cet égard regrettable qu'on n'ait pas choisi de caractériser la résistance au feu par une classification sous forme de lettres, comme c'est le

cas pour la réaction au feu des matériaux. On dirait ainsi par exemple qu'un élément présente une résistance au feu de classe E, ce qui signifie qu'il satisfait aux critères de l'essai standardisé pendant une durée de 30 minutes. Après tout, les classes de réaction au feu cachent aussi des durées pendant lesquelles certains critères doivent être respectés lors des essais, mais ces durées ne sont en général pas connues des utilisateurs qui ne lient donc pas ces classes à la durée d'un incendie réel.

On entend aussi parfois reprocher à la courbe ISO le fait qu'elle ne dépend pas des caractéristiques physiques du local dans lequel l'incendie va faire rage : quantité de combustible, conditions de ventilation, nature des parois... C'est évidemment exact, mais s'en plaindre est méconnaître la différence entre un système de classement, qui permet de comparer entre eux différents éléments, et une analyse d'ingénierie de la sécurité incendie, qui a pour ambition de prendre en compte au mieux la réalité d'une situation particulière. Lorsqu'il s'agit de développer un nouveau système ou un nouveau type d'élément de construction, la courbe ISO convient parfaitement pour voir comment les performances du nouveau produit se comparent à ce qui existait déjà. En effet, l'ordre de grandeur des températures développées lors d'un essai standard est bien le même que celui qui est susceptible de se développer lors d'un incendie dans un bâtiment. Et, si d'autres applications sont envisagées, il est toujours possible de faire des essais sous d'autres régimes thermiques, comme ceux de la courbe d'hydrocarbure, d'hydrocarbure majorée (HCM) ou, par exemple, la courbe RWS (Rijkswaterstaat) souvent utilisée pour les applications liées aux tunnels.

Temps [min.]	Température [°C]
0	20
5	576
10	678
15	739
30	842
60	945
90	1006
120	1049
180	1110

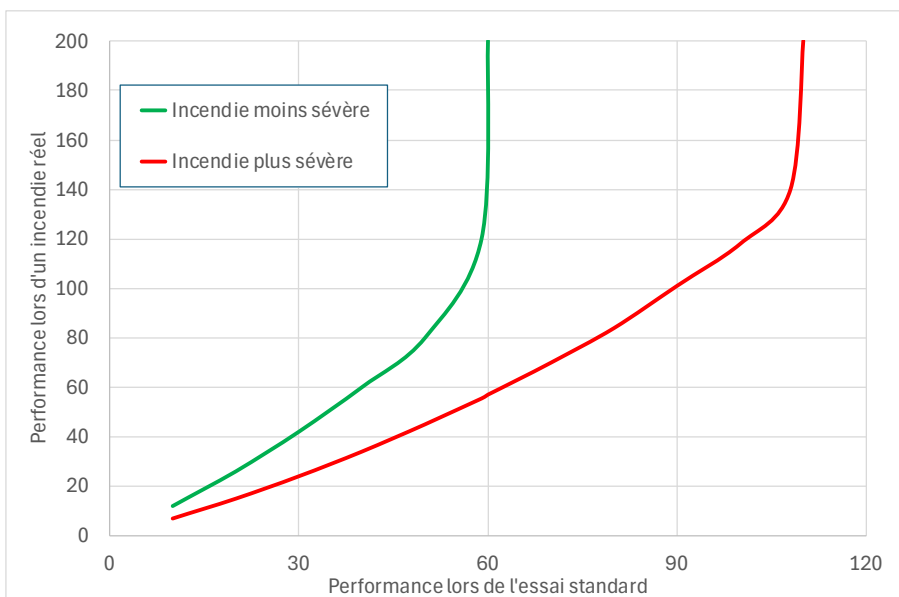


Fig. 3 : Relation essai standard - incendie réel.

Mais, derrière ce système de classement se trouvent deux postulats qui, à notre connaissance, ne sont jamais exprimés formellement et sur lesquels nous voudrions porter l'attention.

Le premier postulat est celui-ci : si un élément de construction A possède un meilleur classement de résistance au feu qu'un autre élément B, alors la performance de A sera d'office meilleure que celle de B lors d'un incendie réel, quel que soit cet incendie. Pour illustrer cela, portons sur un axe horizontal la durée pendant laquelle un élément peut satisfaire aux critères de la norme d'essai (voir Fig. 3). On peut faire varier cette durée, pour un élément en acier par exemple, en augmentant progressivement l'épaisseur de l'isolant thermique qui l'entoure. On obtient donc une courbe continue, alors que le système de classement ne retient que des valeurs discrètes, celles de l'arrondi au multiple de 30 minutes inférieur. Portons maintenant sur l'axe vertical la performance que cet élément présentera lors d'un incendie réel, si nous avons aussi quantifié cette performance par une durée, par exemple celle qui sépare le moment de l'embrasement généralisé de la ruine de l'élément. On ne peut pas connaître ces courbes si on ne connaît pas la sévérité de l'incendie réel qui va se développer, mais on sait qu'elles existent, et le premier postulat dit que ces courbes sont monotones croissantes. Si on améliore la performance obtenue lors d'un essai standard, on améliore d'office la performance que l'élément présentera lors d'un incendie réel. Ces courbes se terminent par une asymptote verticale parce que, à partir d'un certain niveau de résistance à l'essai standard, l'élément est tellement performant (il est tellement bien protégé) que la ruine ne surviendra jamais, même lorsque l'incendie sera complètement terminé par épuisement

de tout le combustible présent dans le local et que l'élément se sera refroidi complètement jusqu'à la température ambiante.

Bien qu'il soit difficile d'apporter la démonstration mathématique du caractère monotone croissant de ces courbes en toute généralité, on ne voit pas de raison de remettre en cause ce postulat.

Le deuxième postulat mérite plus de discussion. Il s'énonce comme suit : quel que soit le type d'élément de construction, un même classement lors de l'essai standard entraînera une même performance lors d'un incendie réel. Si on considère un élément de structure métallique dont on choisit l'épaisseur de la protection thermique, un élément en béton armé dont on choisit l'enrobage des armatures, ou un élément en bois dont on choisit la section, s'ils présentent une même valeur de résistance à l'essai standard, ils auront la même performance lors d'un incendie réel, quel que soit cet incendie. Ce postulat est bien présent dans la plupart des réglementations puisque les exigences portent le plus souvent sur une classe de résistance à présenter, sans préciser le matériau ni le système constructif à mettre en œuvre pour y parvenir. Dans la Fig. 3, pour un incendie donné, les trois types d'éléments précités présenteraient la même courbe.

Or, des programmes de recherche menés cette dernière décennie montrent que ce n'est probablement pas le cas pour tous les types d'éléments. Ces recherches ont porté sur des colonnes verticales, en béton armé d'une part et en bois d'autre part. Il n'y a pas eu de financement pour étudier les colonnes en acier ou mixtes acier béton.

Tant que l'incendie est suffisamment sévère pour amener la ruine de l'élément alors que les températures dans le compartiment n'ont pas encore commencé à diminuer, il n'y a pas de raison de remettre ce postulat en cause. Mais il arrive que l'incendie soit moins sévère, de sorte que les températures dans le local commencent à diminuer alors que la structure ne s'est pas effondrée. C'est d'ailleurs le résultat que l'on souhaite obtenir autant que possible en garantissant un degré de résistance au feu suffisant aux éléments de construction. Mais, hélas, l'histoire n'est pas finie une fois que les températures dans le local commencent à diminuer. En effet, la chaleur qui a déjà pénétré dans les couches périphériques de la section continue sa progression vers l'intérieur pendant un certain laps de temps, de sorte que les températures des zones intérieures continuent à s'élever pendant un certain temps avant de revenir à la normale. C'est le même phénomène qui fait que le rôti du chef continue de cuire à cœur pendant quelques minutes après qu'on l'ait retiré du four. Mais, avec les niveaux de température atteints lors d'un incendie et avec les dimensions importantes des sections des éléments, cette période de déphasage peut durer plusieurs heures, s'étendant même au-delà du moment où la température dans le local est revenue à la normale, ce qui donne un faux sentiment de sécurité. En effet, la ruine peut encore survenir, même après la fin de l'incendie.

Ce phénomène se produit dans les sections en béton, tout comme dans celles en bois. Mais, pour le béton, la résistance du matériau n'est pas très affectée tant que la température ne dépasse pas plusieurs centaines de degrés. L'Eurocode 2³, par exemple, renseigne encore une résistance de 85 % à 400 °C pour les bétons ordinaires à base de granulats de calcaire. Dans le bois, par contre, le matériau est complètement carbonisé aux environs de 300 °C ; l'Eurocode 5⁴ mentionne qu'il ne reste plus que 25 % de la résistance à la compression alors que la température n'a atteint que 100 °C. Prenons une colonne en bois non protégée qui présente une résistance au feu de 60 minutes ; il ne faut pas qu'elle soit soumise à la courbe ISO pendant plus de 30 minutes, avec par la suite une phase de chute des températures de 10 K/min, si on veut qu'elle survive jusqu'à son retour à la température initiale dans toute la section, ce qui peut prendre plusieurs heures. Dans certaines configurations de taux de charge, de longueur de flambement, de section

droite, cette période d'échauffement qui garantit qu'il n'y aura pas de ruine, peut descendre à 12 minutes ; tout échauffement qui durerait plus longtemps peut entraîner la ruine soit pendant la phase de décroissance de l'incendie, voire même après l'incendie.

Ce phénomène avait d'abord été analysé numériquement à la Johns Hopkins University de Baltimore, à l'aide du logiciel SAFIR⁵, conduisant aux chiffres alarmants de 20 % à 50 % mentionnés ci-dessus⁶. Mais on sait que les calculs numériques sont basés sur certaines hypothèses dont l'adéquation avec la réalité est parfois incertaine, notamment en ce qui concerne l'évolution des propriétés thermiques et mécaniques lors de la phase de refroidissement. Ces résultats ont tout d'abord été confirmés par des essais en vraie grandeur effectués dans le laboratoire de l'iBMB⁷ de la Technische Universität de Braunschweig⁸. Deux colonnes en bois lamellé collé de 28 x 28 cm² dimensionnées pour présenter une résistance au feu de 60 minutes ont résisté au critère de l'essai normalisé pendant 55 et 58 minutes (moyenne : 56,5 minutes). Deux autres colonnes de même section ont été soumises à la courbe ISO pendant 10 minutes, après quoi la température dans le four a été abaissée à raison de 10K/minute ; il n'y a pas eu de ruine. En revanche, deux autres colonnes qui avaient été soumises à la courbe ISO pendant 15 minutes ont péri, l'une après 1 heure et 38 minutes, l'autre après 2 heures et 33 minutes.

Dans le même programme de recherche, le Laboratoire d'Essai au Feu de l'Université de Liège⁹ a réalisé des essais sur colonnes en béton armé¹⁰. La première colonne, soumise à l'essai standard, a respecté les critères de résistance pendant 83 minutes. Deux colonnes chauffées pendant respectivement 45 minutes et 55 minutes survécurent même après la phase de refroidissement, tandis qu'une quatrième fut soumise à l'échauffement pendant 72,5 minutes. Pour cette dernière, la ruine survint après 107,7 minutes alors que la température dans le four avait chuté de 973 à 700 °C.

Cela confirme donc que les deux matériaux peuvent produire des ruines différées, mais avec une acuité bien plus sévère pour les colonnes en bois que pour les colonnes en béton armé, comme l'indiquent les ratios entre durée de la phase d'échauffement et durée de résistance au feu ; pour le béton, une durée d'échauffement de (55/83) $R = 0,66 R$ n'a

3 Série de normes NBN EN 1992-x - Eurocode 2 - Calcul des structures en béton.

4 Série de normes NBN EN 1995-x - Eurocode 5 - Calcul des structures en bois.

5 Franssen, Jean-Marc & Gernay, Thomas, Modelling structures in fire with SAFIR® Theoretical background and capabilities, *J. of Struct. Fire Engng.*, 8 (3), 2017, pp. 300-323.

6 Gernay, Thomas, Fire resistance and burnout resistance of Timber columns, *Fire Safety J.*, Vol. 122, June 2021.

7 Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) : <https://www.tu-braunschweig.de/en/ibmb>

8 Gernay, Thomas et al., Experimental investigation of structural failure during the cooling phase of a fire: Concrete columns, *Fire Safety J.*, Vol. 134, December 2022.

9 Laboratoire d'Essai au Feu : https://www.uee.uliege.be/cms/c_5554504/fr/uee-laboratoire-d-essai-au-feu

10 Gernay, Thomas, Franssen, Jean-Marc et al., Experimental investigation of structural failure during the cooling phase of a fire: Concrete columns, *Fire Safety J.*, Vol. 134, December 2022.

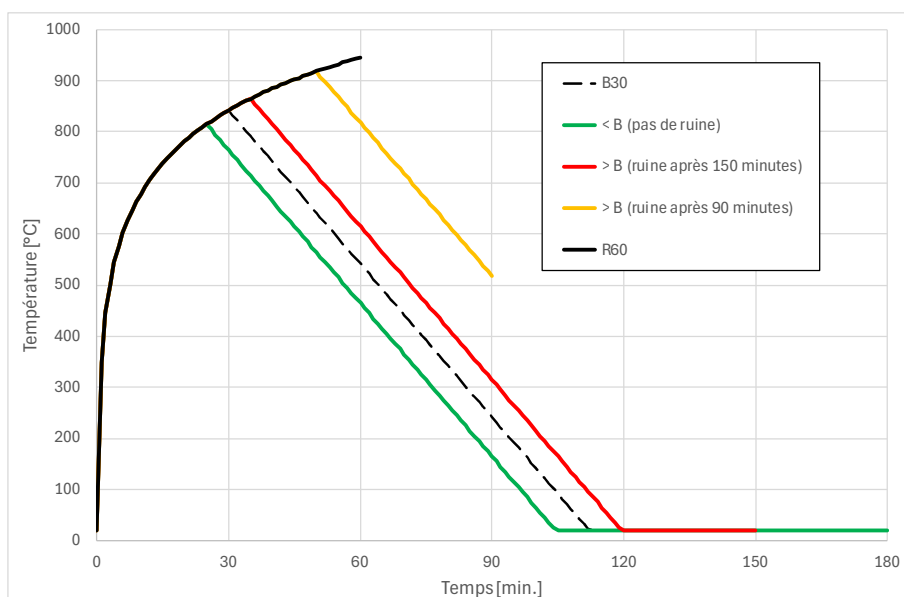


Fig. 4 : Concept de classement R-B.

pas entraîné la ruine tandis que, pour les colonnes en bois, une durée d'échauffement de (15/56,5) $R = 0,27$ a conduit à une ruine différée.

Pour caractériser la susceptibilité des éléments de structures à survivre à un incendie même après la période de refroidissement, nous avons proposé que le classement R relatif à la résistance au feu soit complété par un classement B (après tout, les classes de réaction au feu sont bien complétées par les indices 's' et 'd'). Ce classement B indiquerait la durée maximale d'exposition à la courbe ISO qu'un élément peut supporter, suivie par une phase de refroidissement de 10K/min, pour que la ruine ne se produise jamais. Ainsi, un classement R60-B30 indiquerait qu'un élément présente une résistance au feu de 60 minutes, mais qu'on peut craindre la ruine en phase de refroidissement ou même après la fin de l'incendie s'il est soumis à la courbe ISO pendant plus de 30 minutes.

Le concept est illustré à la Fig. 4 dans laquelle la courbe noire continue montre l'évolution de la courbe ISO, arrêtée après 60 minutes si c'est le temps exact après lequel un élément n'a plus satisfait aux critères de la norme de résistance au feu. La courbe pointillée en noir est la courbe limite, celle qui donne le classement B de 30 minutes. Ainsi, la courbe verte, dont la phase d'échauffement n'a duré que 25 minutes, ne conduira pas à la ruine de l'élément, même après un temps infini. La courbe rouge et la courbe orange, dont la phase d'échauffement a dépassé les 30 minutes, conduiront à la ruine, en phase de refroidissement après 90 minutes, si l'échauffement a duré 50 minutes, après 120 minutes si la phase d'échauffement n'a duré que 35 minutes. Par sa

définition, la valeur du critère B sera toujours inférieure, voire égale, à la valeur du critère R. Par contre, si la durée d'échauffement est supérieure à B et qu'il y a ruine différée, celle-ci surviendra, en principe, après un temps supérieur à R puisqu'au moins une partie du régime thermique a été moins sévère que celui de la courbe ISO pendant les R premières minutes.

Cette double classification permettrait de distinguer deux éléments ayant la même durée de résistance au feu R, ce qui est la valeur pertinente en cas d'incendie sévère risquant de se prolonger jusqu'à la ruine, mais dont on comprendrait que celui qui est classé R60-B40 est moins susceptible de subir une ruine différée que celui qui serait classé R60-B20.

L'inconvénient de cette nouvelle classification réside dans le fait que, par des essais expérimentaux, elle ne peut qu'être encadrée. En effet, un essai pendant lequel la phase d'échauffement a duré un certain temps nous enseignerait que le classement B est supérieur à cette durée si l'élément survit, ou qu'il est inférieur à cette durée si l'élément périt. Les calculs numériques, sur base de modèles bien calibrés pour un élément donné, seraient par contre un outil idéal par la facilité avec laquelle ils permettent une analyse paramétrique avec, en plus, l'avantage d'éliminer la variabilité inhérente aux essais expérimentaux.

Pour vérifier ce qu'il en serait du comportement des colonnes en bois, pas dans un four d'essai, mais dans des conditions plus proches de la réalité, deux séries totalisant 12 essais¹¹ ont été réalisées au centre d'essai au feu du

¹¹ Robert, Fabienne, et al., Natural fire tests on GLT columns including the cooling down phase, in Proc. of the World Conference on Timber Engineering, Oslo, 2023, pp. 1848-1854.

CERIB¹² à Epernon, dans des compartiments de quelque 6 x 4 m² avec une charge au feu constituée de bûchers de bois (voir Fig. 5). Là aussi, lorsque la colonne survit à la phase d'échauffement (qui dure de 30 à 40 minutes avant que le combustible ne soit épuisé), on a observé des ruines différées, parfois bien longtemps après que les flammes se sont éteintes, y compris sur la colonne elle-même (phénomène d'auto-extinction). Lors de la deuxième série d'essais¹³, on a même observé des ruines survenues après 11 heures, 12 heures et même 16 heures pour l'un des essais. Dans ces derniers cas, un phénomène de combustion lente très localisée a été observé (comme il avait déjà été rapporté dans deux publications d'autres auteurs en 2021¹⁴ – où on mentionne une ruine après 29 heures – et 2023¹⁵), dont l'explication reste encore à trouver.

Dans l'un des essais, une intervention énergique de deux sapeurs-pompiers a consisté à éteindre le foyer après 35 minutes, pour ensuite asperger d'eau la colonne et enfin retirer mécaniquement la couche externe de bois carbonisé (cette fameuse couche dont on répète sans cesse qu'elle protégerait le bois de la combustion et qui, en phase de refroidissement, joue le rôle négatif de retenir la chaleur à l'intérieur de la section). Dans ce cas, il n'y a pas eu de ruine.



Fig. 5 : Essai dans un compartiment avec charge au feu en bois.

Ces informations constituent comme un écueil pour la vague déferlante qui veut voir dans la construction en bois une des pierres à l'édifice de la limitation du réchauffement climatique. Rappelons d'abord que nous avons traité ici de colonnes non protégées, même si la protection des éléments porteurs en bois pose aussi d'autres questions. Aussi, dans

des bâtiments de taille raisonnable, on peut compter que la stabilité au feu sera garantie pour permettre une évacuation des habitants et que le nombre limité d'éléments structurels à traiter permettra une intervention efficace des services d'incendie. Il faudra juste garder à l'esprit que tout danger de ruine n'est pas écarté dès lors que les flammes sont éteintes. Mais qu'en sera-t-il lorsqu'un incendie de grande ampleur aura eu lieu dans une de ces tours en bois dont on célèbre partout la grandeur de plus en plus élevée ? En principe, un dimensionnement correct vis-à-vis de la résistance au feu devrait aussi garantir la stabilité pendant la durée nécessaire à l'évacuation. Mais les difficultés d'accès et le nombre potentiel d'éléments structurels affectés n'écartent pas la possibilité que certains éléments ne soient pas examinés ni traités avant plusieurs heures. Lourde sera la responsabilité de celui qui devra décider s'il convient de mobiliser un maximum de personnel dans la tour pour continuer à refroidir les porteurs verticaux affectés (colonne et/ou panneaux en CLT) afin d'éviter une ruine différée, ou s'il convient, au contraire, de retirer tout le personnel d'intervention dès que l'évacuation est assurée et d'attendre de nombreuses heures avant de faire la première inspection du bâtiment.

Face à ces informations, plusieurs pays sont en train de revoir leur réglementation incendie alors même que des travaux de recherche sont en cours afin de trouver des solutions : comment, au final, concevoir et dimensionner des éléments en bois afin de garantir contre toute ruine, jusque et y compris après la fin d'un incendie. C'est le cas notamment en France et en Nouvelle-Zélande. Mais on a aussi assisté à des réactions virulentes¹⁶ contre la diffusion de ces informations. Le rôle des scientifiques n'est pas de fournir l'information qui plaît, mais de fournir de l'information factuelle et, s'il y a des problèmes, de leur trouver des solutions. Nous sommes convaincus que ces solutions viendront et que le bois pourra trouver sa place dans la construction parmi les autres matériaux disponibles, employé là où il convient et comme il convient.

Prof. Jean-Marc FRANSEN
SAFIR support s.r.l.
info@safirsupport.be
https://safirsupport.be

¹² Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton (CERIB) : <https://www.cerib.com>

¹³ Renard, Silvio et al., Parametric experimental study on GLT columns stability during natural fire tests including the cooling phase, in Proc. of the 13th int. conf. on Structures in Fire, Coimbra, 2024, pp. 1463-1474.

¹⁴ Wiesner, F. et al., Structural capacity of one-way spanning large-scale cross-laminated timber slabs in standard and natural fires. Fire Technology, 57(1), 2021, pp. 291-311.

¹⁵ Mitchell, H. et al., Structural hazards of smouldering fires in timber buildings. Fire Safety J., Vol. 140, 2023.

¹⁶ Kruppa, Joël, Commentary on DHP concept, Fire and Materials, 48(4), April 2024.