

Sécurité incendie dans les constructions en bois



Brandweerkazerne - Berenrecht (c) Filip Dujardin/photographie

- Introduction	p. 3	- France : contexte réglementaire vis-à-vis du bois et cas des façades en bardage bois	p. 14
- Fondamentaux de la sécurité incendie	p. 4	- Solutions constructives spécifiques aux murs et planchers bois	p. 18
- Le matériau bois	p. 7	- Conclusions et perspectives	p. 21
- Belgique : contexte réglementaire vis-à-vis du bois et cas des façades en bardage bois	p. 8		

Le projet FormaWood

La fiche technique « Sécurité incendie dans les constructions en bois » s'inscrit dans le cadre de programme de formations mis en place par le projet transfrontalier Interreg V France-Wallonie-Vlaanderen, FormaWood, qui rassemble cinq partenaires franco-wallons : Ligne Bois, Fibois Hauts-de-France, Hout Info Bois, Savoir Faire & faire savoir et Woodwize.

Le projet FormaWood a pour objectif de développer des outils de formation dans les techniques de mise en œuvre du matériau bois dans la construction, et de créer les conditions permettant une montée en qualification des professionnels.

Plus spécifiquement, il s'agit de développer une filière bois construction fortement qualifiée sur le territoire transfrontalier, de permettre l'acquisition des bons gestes techniques, d'accroître le transfert et la diffusion des bonnes pratiques et des pratiques innovantes, de dynamiser un secteur économique en plein essor et de favoriser le maintien et le développement des entreprises de la zone transfrontalière.

Concrètement, FormaWood s'illustre sur le terrain par un programme de modules de formation en accord avec les besoins des professionnels, l'organisation de journées de visites de chantiers, de réalisations et de voyages d'études à l'étranger, la conception de supports pédagogiques (référentiels de formations, maquettes, fiches techniques, vidéos-tutoriels) et la publication d'ouvrages d'architecture.

Auteurs :

Efectis (Sébastien Boninsegna et Emmanuelle Gaud)

Avec plus de 65 ans d'expérience, Efectis est un acteur majeur dans le domaine de la science du feu. Il maîtrise toutes les compétences en sécurité incendie pour les essais, l'ingénierie et les modélisations, la certification et les inspections, la formation et l'expertise. A petite ou à grande échelle, du matériau à l'ouvrage final en passant par le produit de construction, Efectis est en mesure d'apprécier la performance au feu de tous produits, systèmes ou projet dans son intégralité, quelque soit le domaine d'activité.

ISSeP (Hervé Breulet)

L'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP) est une unité d'administration publique soumise à l'autorité du Gouvernement wallon. Ses activités s'articulent autour de 3 axes de compétence principaux :

- *Surveillance et caractérisation des milieux environnementaux (air, eaux, sols, déchets, sédiments) pour diagnostiquer l'état chimique, physique, écologique et sanitaire de ces milieux ;*
- *Evaluation et prévention des risques des activités économiques et anthropiques pour la population et l'environnement ;*
- *Surveillance et assistance aux laboratoires agréés pour les analyses d'eau, d'air et de déchets.*

Cette fiche technique sur la sécurité incendie dans les constructions en bois est rédigée avec la collaboration active des partenaires du projet FormaWood : Ligne Bois, Fibois Hauts-de-France, Hout Info Bois, Savoir Faire & faire savoir et Woodwize.

Introduction

L'évolution actuelle du contexte national et international est marquée par des préoccupations croissantes du grand public et des décideurs concernant la dégradation de l'environnement, les conséquences du changement climatique, ainsi que la demande grandissante en énergie et en matières premières de la part des pays industrialisés et de ceux en cours d'industrialisation rapide.

La France s'est notamment engagée, au travers des lois d'août 2009 et de juillet 2010 mettant en œuvre les décisions du Grenelle Environnement, à une réduction par quatre de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050 par rapport à 1990. Ceci grâce à la construction, à compter de 2020, de bâtiments neufs produisant plus d'énergie qu'ils n'en consomment et à la rénovation de bâtiments existants à un bon niveau de performance énergétique.

Le projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte de 2014 a confirmé ces objectifs, en précisant les niveaux à atteindre pour la production d'énergies renouvelables et pour la réduction des émissions de GES. Lancé en novembre 2016, le label E+C-, préfigurant la future réglementation thermique, est venu accentuer l'objectif d'une empreinte carbone la plus réduite possible sur l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment, de sa conception jusqu'à sa démolition.

De son côté, dans le cadre du protocole de Kyoto II et de son plan national énergie-climat (PNEC), la Belgique s'est également engagée à réduire ses émissions de GES. Or, avec le transport, le secteur belge du bâtiment constitue la principale source de celles-ci. L'objectif à long terme est de se rapprocher, pour tout nouveau bâtiment voire pour les rénovations majeures, du Near Zero Energy Building (NZEB - Directive 2010/31/EU).

Cette évolution « forcée » se complète de tendances et démarches plus ou moins volontaristes que sont les concepts de construction durable et/ou d'éco-construction qui intègrent, en plus des enjeux énergétiques, d'autres critères sociaux et environnementaux (circuits courts, savoir-faire local, matériaux naturels, analyse de cycle de vie des matériaux, ...).

Cette politique nationale volontariste doit permettre de réduire fortement et rapidement les consommations énergétiques, et les émissions associées, de l'ensemble des secteurs économiques et notamment celui du bâtiment.

Elle nécessite une rupture vis-à-vis des procédés constructifs conventionnels et, dans ce contexte, l'utilisation du bois dans la construction est en plein développement dans de nombreux pays à travers le monde.

Au cours de la dernière décennie, les constructions en bois se sont multipliées dans un contexte parfois d'expérimentation à grande échelle, les réglementations fixées par chaque pays n'intégrant pas spécifiquement l'utilisation accrue du bois dans ce type de construction.

Dès lors, cette fiche technique sur la sécurité incendie dans les bâtiments en bois a pour but d'appréhender au mieux les objectifs et les exigences de ces nouvelles réglementations, le comportement au feu du matériau bois et les solutions constructives permettant d'offrir aux futurs bâtiments en bois un niveau de sécurité incendie répondant aux critères actuels (2020) des normes françaises et belges en la matière.

Fondamentaux de la sécurité incendie

Les objectifs de sécurité incendie sont, la plupart du temps, implicites ou très généraux dans les réglementations, et ce, quels que soient les bâtiments et leur structure.

La Directive européenne 89/106/CEE sur les produits de construction définit de la façon suivante les objectifs en matière de sécurité incendie : « *L'ouvrage doit être conçu et construit de manière qu'en cas d'incendie :*

- *la stabilité des éléments porteurs de l'ouvrage puisse être présumée durant une durée déterminée ;*
- *l'apparition et la propagation du feu et de la fumée à l'intérieur de l'ouvrage soient limitées ;*
- *l'extension du feu à des ouvrages voisins soit limitée ;*
- *les occupants puissent quitter l'ouvrage indemnes ou être secourus d'une autre manière ;*
- *la sécurité des équipes de secours soit prise en considération ».*

L'objectif prédominant est donc la protection des personnes, qu'il s'agisse des occupants (habitants ou public), des secours ou des riverains.

Ces objectifs sont retranscrits dans les règlements de sécurité et imposent des performances en termes de sécurité incendie, que ce soit en protection passive ou active, et ce, pour chaque élément d'ouvrage afin de limiter la propagation du feu d'un compartiment à l'autre, y compris dans le cas d'un feu se propageant par les baies.

Dans le cas du développement d'un feu dans un local, plusieurs phases se succèdent tel qu'illustré sur le schéma ci-dessous.

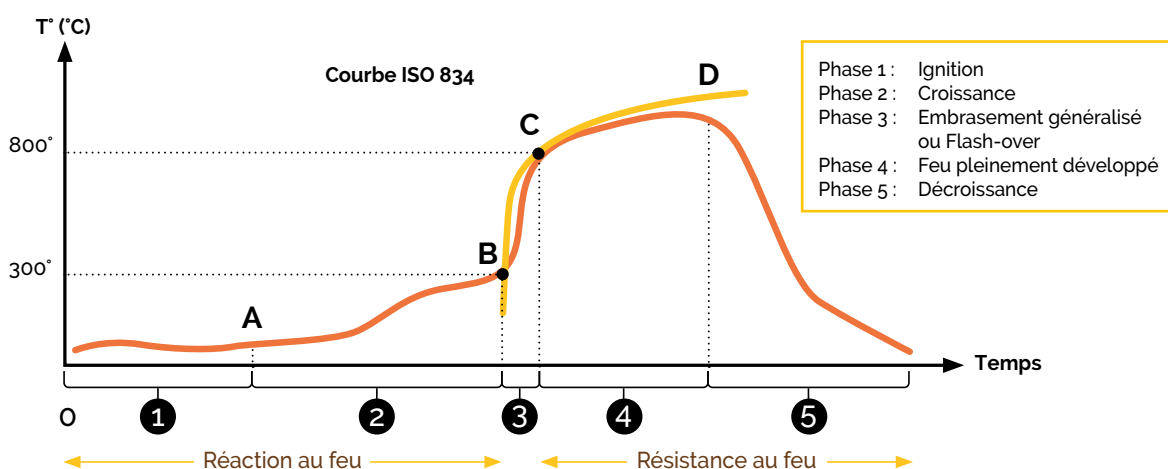


Fig. 1 : Développement au feu dans un local.

La naissance de l'incendie ❶ nécessite une source de chaleur (appareil électrique, sources extérieures, comportement des occupants), des matériaux combustibles (contenu et contenant du bâtiment) et un comburant (oxygène). Lors de cette phase, la capacité d'un matériau à s'enflammer et à propager l'incendie va impacter la durée entre l'origine du feu et l'embrasement généralisé. C'est la notion de **réaction au feu** du matériau qui prédomine ici.

S'agissant de matériaux de construction, ils font l'objet d'un rapport de classement et d'une déclaration de performance, conformément aux exigences du marquage CE lié au règlement Produit de Construction en ce qui concerne la réaction au feu. Les essais sont réalisés selon la norme européenne EN 13501-1 qui comporte 3 classements principaux pouvant varier en fonction du support utilisé lors de l'essai :

- l'Euroclasse : A1, A2, B, C, D, E et F qui va caractériser la contribution du matériau et sa capacité à résister à l'attaque d'une flamme ou d'un objet isolé en feu ;
- le classement s : s1, s2 ou s3 qui va caractériser la production de fumées ;
- le classement d : d0, d1 ou d2 qui va caractériser la production de gouttes enflammées.

A noter que les cheminements d'évacuation sont généralement soumis à des exigences de réaction au feu plus sévères que celles des locaux adjacents, et ce, afin de sécuriser ces parties d'ouvrages.

Des tableaux de transposition permettent de connaître le classement européen du produit satisfaisant aux exigences réglementaires nationales.

Euroclasse de produit à mettre en œuvre			Correspondance avec les anciennes exigences réglementaires françaises	Correspondance avec les anciennes exigences réglementaires belges
A1			Incombustible	A0
A2	s1	d0	M0	A0
A2	s1 s2 s3	d1 d0 d1 d2*	M1	
B	s1 s2 s3	d0 d1 d2*		A1
C	s1 s2 s3	d0 d1 d2*	M2	A2
D	s1 s2 s3	d0 d1 d2*	M3	A3
			M4 (non gouttant)	
E		d2*	M4	A4
F				

* non applicable sur le versant français.

Tab. 1 : Correspondance réglementaire entre les Euroclasses et les anciennes classes nationales.

Les Euroclasses
A1 : incombustible A2 : pratiquement incombustible B : produit faiblement combustible C : produit combustible D : produit très combustible E : produit très inflammable et propagateur de flamme F : produit non classé ou non testé
Chaque classement additionnel comprend 3 niveaux
Classe d'opacité des fumées
s1 : Quantité et vitesse de dégagement faibles s2 : Quantité et vitesse de dégagement moyennes s3 : Quantité et vitesse de dégagement élevées
Classe de particules enflammées
d0 : Pas de gouttes ou débris enflammés d1 : Pas de gouttes ou débris dont l'inflammation dure plus de 10 secondes d2 : Ni d0, ni d1

Le bois et les panneaux dérivés du bois présentent généralement un classement D,s2-d0 permettant de répondre à une exigence réglementaire A3 ou A4 pour la Belgique et M3 ou M4 pour la France. Seuls les panneaux de particules liés au ciment et certains mélèzes peuvent présenter de meilleurs classements (respectivement B,s1-d0 et C,s1-d0).

Dans la seconde phase de l'incendie ②, la température s'élève lentement jusqu'à l'embraselement généralisé ③ qui conduit à un feu pleinement développé ④. A ce stade, il faut éviter que le feu se propage aux locaux voisins via les éléments de compartimentage⁽¹⁾. C'est à ce stade qu'apparaît la notion de **résistance au feu** qui caractérise la capacité d'un élément de construction à jouer le rôle qui lui est dévolu pendant la durée de l'incendie. Les éléments de construction sont classés selon la norme européenne EN 13501-2 qui comporte 3 classements principaux :

- la capacité portante R : caractérise l'aptitude d'un matériau à résister à l'incendie sans perte de stabilité structurelle (anciennement stable au feu) ;
- l'étanchéité au feu E : caractérise l'aptitude d'un élément à empêcher le passage de flammes et de gaz chaud (anciennement pare-flammes) ;
- l'isolation thermique I : caractérise l'aptitude d'un élément à empêcher l'élévation de température de la face non exposée à l'incendie (anciennement coupe-feu).

Chaque élément de construction est testé suivant sa méthode d'essai européenne spécifique et suivant la courbe de feu normalisée ISO 834. Cet essai donne ensuite lieu à un document de classement définissant le domaine d'emploi de l'élément.

⁽¹⁾ Compartimentage : division du bâtiment en volumes délimités par des parois ayant une résistance au feu suffisante qui permet de limiter, durant un temps déterminé, le développement de l'incendie au compartiment où le feu a débuté.

Le matériau bois

Le matériau bois est un matériau composite complexe de par sa structure hiérarchisée (de la macrostructure à la nanostructure) et un matériau polymère de par sa composition chimique basée sur la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

On distinguera ainsi, d'un point de vue macrostructure, l'écorce qui va protéger le bois des attaques extérieures, l'aubier composé de cellules encore vivantes (et donc naturellement non durable) et le duramen, bois parfait ou de cœur, composé de cellules mortes et de meilleure qualité.

D'un point de vue chimique, la cellulose qui se retrouve essentiellement sous forme de fibres dans le matériau va assurer les bonnes propriétés mécaniques du bois. L'hémicellulose et la lignine vont jouer un rôle de matrice, liant les polymères et les cellules ensemble, et aussi réguler la teneur en eau du bois, matériau hygroscopique par excellence. En effet, sa teneur en eau va varier en fonction du taux d'humidité de son environnement, et va influencer sur les caractéristiques mécaniques et thermiques du bois que l'on peut retrouver définies dans l'Eurocode 5.

La combustion du bois va se décomposer en 3 phases : séchage, pyrolyse et combustion.

La phase de séchage correspond à l'évaporation de l'eau, jusqu'à ce que le bois atteigne sa masse anhydre. Ce phénomène se produit lorsque le bois est exposé à des températures allant jusqu'à environ 200°C. Le taux d'humidité du bois mis en oeuvre dans le bâtiment, variant entre 8 et 15 %, influe directement sur la durée de cette phase de séchage.

Dans un deuxième temps, **la pyrolyse** correspond à la décomposition chimique du matériau, libérant ainsi des gaz de pyrolyse (principalement du CO₂ et du CO). La pyrolyse du bois va également entraîner la formation de charbon de bois (dégradation de la lignine, 75 % de la masse anhydre du bois). La température de carbonisation est fixée conventionnellement à 300°C par l'Eurocode 5. Le charbon forme une couche isolante, ralentissant la montée en température dans le bois encore sain. La vitesse de carbonisation du bois est ainsi définie à 0,7 mm/min par l'Eurocode 5, pour un bois résineux dont la densité est $\geq 290 \text{ kg/m}^3$.

Enfin, **la phase de combustion** des gaz de pyrolyse apparaît dès que ceux-ci (gaz combustibles) sont soumis à une température importante (activateur, autour de 600°C) dans un environnement suffisamment ventilé (comburant). La phase de combustion se caractérise par la présence de flammes.

Les vitesses d'inflammation et de combustion du bois dépendent de la masse volumique, du temps d'exposition au feu, de la section de l'élément et de l'éventuelle protection du bois pouvant limiter sa surface exposée.

D'un point de vue mécanique, on va distinguer 3 référentiels en fonction des classes mécaniques. Les résineux et le peuplier seront classés selon l'indice C, les feuillus selon l'indice D et les lamellés-collés suivant l'indice GL. Un indice type C24 caractérisera donc un bois résineux dont la valeur caractéristique de résistance en flexion est de 24 MPa.

L'annexe B de la norme EN 1995-1-2 définit les coefficients de réduction des propriétés mécaniques (résistance, module d'élasticité) en fonction de la température. On notera une décroissance rapide de 20 à 100°C.

D'un point de vue thermique, on notera que la conductivité thermique et la chaleur spécifique dépendent notamment de la masse volumique et de la teneur en eau du bois.

Belgique : contexte réglementaire vis-à-vis du bois et cas des façades en bardage bois

Contexte réglementaire

La Belgique est un état fédéral, avec une répartition des compétences entre plusieurs niveaux de pouvoir. Ce fonctionnement de l'Etat belge impacte les dispositifs réglementaires pour la sécurité incendie dans les bâtiments. L'utilisation du bâtiment détermine quel(s) niveau(x) de pouvoir est (sont) compétent(s).

Sans prétention d'exhaustivité, les principales réglementations incendie applicables aux bâtiments en Belgique peuvent se résumer à :

- *L'arrêté royal du 7 juillet 1994 (modifié en profondeur par les A.R. du 19 décembre 1997 et du 12 juillet 2012), fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auquel les nouveaux bâtiments doivent satisfaire. Cette réglementation est généralement désignée par le vocable « normes de base » et est notamment articulée selon la hauteur du bâtiment (Bâtiment bas – Bâtiment moyen – Bâtiment élevé) :*

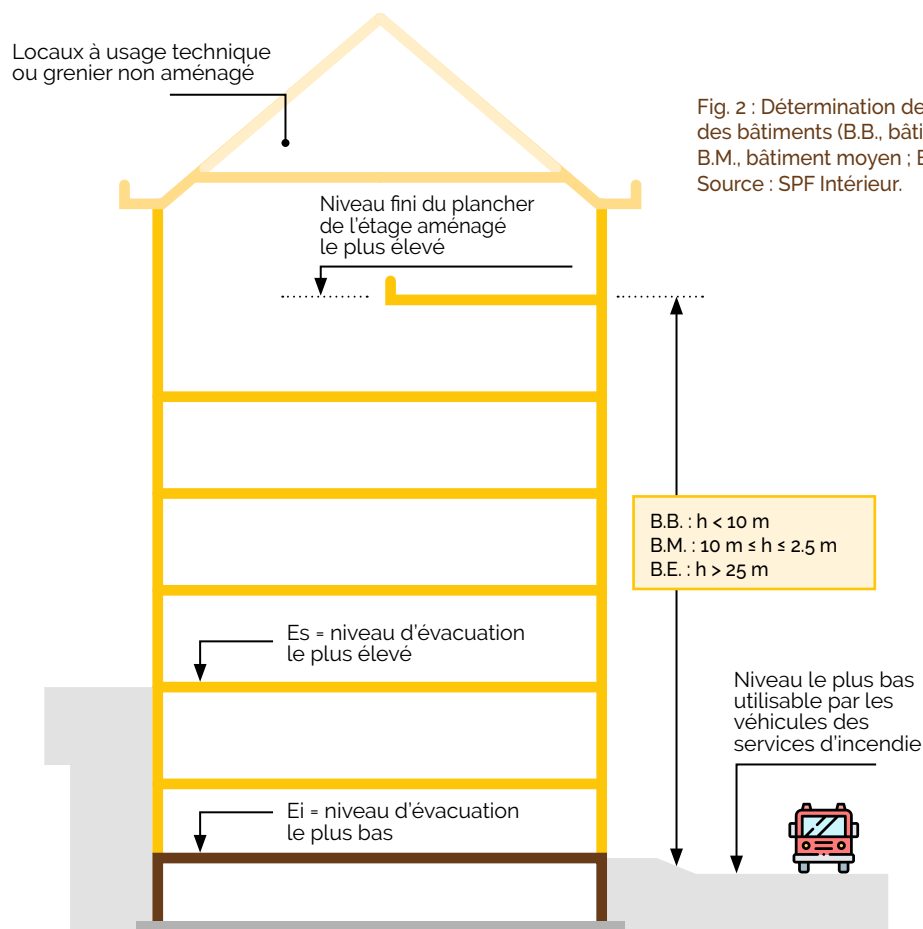


Fig. 2 : Détermination de la hauteur des bâtiments (B.B., bâtiments bas ; B.M., bâtiment moyen ; B.E., bâtiment élevé).
Source : SPF Intérieur.

- *Le règlement général pour la protection du travail (RGPT) - Titre II - Dispositions générales concernant l'hygiène du travail ainsi que la sécurité et la santé des travailleurs. Chapitre I : Dispositions relatives à la sécurité des travailleurs. Section V : Précautions contre les incendies, les explosions et les dégagements accidentels de gaz nocifs ou inflammables (RGPT art. 52).*

Réglementation	Champ d'application (résumé)
Normes de base	Tous les bâtiments dont la demande de permis est postérieure au 26/04/1995 (01/01/1998 pour les bâtiments bas) à l'exception : <ul style="list-style-type: none"> > Des maisons unifamiliales. > Des bâtiments bas ayant une superficie $\leq 100\text{m}^2$ et ayant maximum 2 étages.
RGPT art. 52	Tous les bâtiments au sein desquels est présent au moins un travailleur (au sens de l'art. 23 du Code du bien-être).

Tab. 2 : Principales réglementations en vigueur en Belgique.

Il est intéressant de noter qu'une part importante du parc immobilier, à savoir les maisons unifamiliales, échappe à quasi toute réglementation incendie, sauf par exemple l'exigence (R) EI (généralement EI60) pour le mur mitoyen.

Les réglementations susmentionnées incluent des exigences prescriptives qui visent à :

- > prévenir la naissance, le développement et la propagation d'un incendie ;
- > assurer la sécurité des occupants ;
- > faciliter l'intervention des services de secours.

Exigences réglementaires

Là où elles s'appliquent, les réglementations ne proscrivent pas l'utilisation de quelque matériau que ce soit, et c'est également vrai pour le bois. Cependant, les exigences de réaction au feu (niveau d'Euroclasse), telles que décrites dans l'Annexe 5/1 des normes de base, conduisent à l'impossibilité d'utiliser du bois apparent (ou matériau à base de bois) dans un certain nombre de locaux en fonction de la hauteur du bâtiment et du profil des utilisateurs (voir ci-dessous), notamment dans les locaux dits techniques et dans les chemins d'évacuation. Toutefois, le recours à un traitement ignifugeant peut aider à contourner ces limitations.

Les exigences en termes de réaction au feu sont également fonction du risque lié à l'occupation⁽²⁾. Les bâtiments sont répartis en 3 catégories en fonction du type d'occupation :

- type 1 : occupants non-autonomes ;
- type 2 : occupants autonomes et dormants ;
- type 3 : occupants autonomes et vigilants.

Si le bâtiment comprend plusieurs compartiments, le profil des utilisateurs se déterminera pour chacun de ceux-ci.

Cette fiche technique n'a pas pour vocation d'être exhaustive. Toutes les exigences relatives à la réaction au feu sont renseignées dans les normes de base. Par exemple, en ce qui concerne les locaux, voici ce qu'elles imposent en termes de réaction au feu des parois.

Type		1			2 et 3		
		B.E.	B.M.	B.B.	B.E.	B.M.	B.B.
Salles	Parois verticales	B-s1, d2	B-s1, d2	B-s1, d2	C-s2, d2	C-s2, d2	C-s2, d2
	Plafonds et faux-plafonds	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	C-s2, d0	C-s2, d0	C-s2, d0
	Sols	B _{FI} -s1	B _{FI} -s1	B _{FI} -s1	C _{FI} -s2	C _{FI} -s2	C _{FI} -s2
Tous les autres locaux	Parois verticales	C-s2, d2	C-s2, d2	C-s2, d2	D-s3, d2	E-d2	E-d2
	Plafonds et faux-plafonds	C-s2, d1	C-s2, d1	C-s2, d1	D-s3, d1**	E**	E**
	Sols	C _{FI} -s1	C _{FI} -s1	C _{FI} -s1	D _{FI} -s2	E _{FI}	E _{FI}
B.E. bâtiments élevés B.M. bâtiments moyens B.B. bâtiments bas ** d2 dans locaux ≤ 30 m ²							

Tab. 3 : Exigences en termes de réaction au feu selon l' A.R. du 7 juillet 1994.

La notion de « salle » est à comprendre comme un grand espace dans lequel se réunissent en grand nombre (+ de 50) des personnes qui ne sont pas familiarisées au bâtiment, comme des salles de spectacles, d'expositions, de restaurants, ... Dans tous les autres locaux (hors chemin d'évacuation, salle technique... qui disposent de leurs propres exigences), l'utilisation du bois massif non ignifugé est autorisé pour les occupants de type 2 et 3.

Les éléments « structurels » en bois peuvent sans difficulté offrir le degré de résistance au feu requis (R30 ou supérieur) et, puisqu'ils ne représentent qu'une surface relativement faible, sont exonérés des exigences de réaction au feu.

Pour le compartimentage (exigence EI/REI30 ou supérieure), les solutions à base de bois nécessitent de recourir à des techniques de protection par écran (comme l'utilisation des plaques de plâtre) ou, pour les éléments en CLT par exemple, de prévoir une épaisseur suffisante (à calculer selon EC5).

Les terrasses en bois sur toitures doivent répondre à l'exigence BROOF (t1) qui a été démontrée pour des planches en bois de haute densité (et de dimensions données) installées sur lambourdes.

Réaction au feu des façades

L'Annexe 5/1 des normes de base exige une réaction au feu minimale pour les façades :

- > D-s3, d1 pour les bâtiments bas ;
- > B-s3, d1 pour les bâtiments moyens et élevés.

Ces exigences devraient se durcir prochainement, comme suit :

- > D-s3, d1 ou C-s3, d1 (selon le type d'occupants) pour les bâtiments bas ;
- > B-s3, d1 pour les bâtiments moyens ;
- > A2-s3, d0 (soit « incombustible ») pour les bâtiments élevés.

Dans le cas des façades avec bardage bois, c'est le système (bardage / latte / pare-pluie / isolation /...) pour lequel il faut démontrer le respect de l'exigence via essai normalisé (principalement SBI - EN 13823). Avec un peu de recul, force est de constater que le respect de ces exigences pose souvent problème :

- > la classe de réaction au feu B ne peut généralement pas être atteinte ;
- > pour le niveau D, il est fréquent que l'essai officiel doive être arrêté avant son terme (pour raison de sécurité), rendant impossible la détermination du classement.

Pour les bâtiments bas, il est possible de faire appel à des solutions « standards » pour lesquelles les essais de réaction au feu ne sont plus nécessaires pour démontrer leur performance au feu. Il s'agit de solutions soit décrites dans une décision européenne (2006/213/CE) soit testées et approuvées par le CSTC (voir CSTC-Contact 2020/2).



Composition (extérieur > intérieur) :

- Bardage rainuré-languetté ou à recouvrement
- Planches en bois
 - Densité $\geq 380 \text{ kg/m}^3$ à 15 % de taux d'humidité
 - Épaisseur $\geq 18 \text{ mm}$ et largeur **130 mm**
- Pose verticale ou horizontale
- lame d'air ventilée 40 mm (38 mm acceptable)
- Support derrière la lame d'air
 - Soit **panneau à base de bois** (D-s2, d0 / $\geq 10 \text{ mm}$, $\geq 510 \text{ kg/m}^3$)
 - Soit panneau / support **incombustible** (A2-s1, d0 / $\geq 10 \text{ mm}$ / $\geq 510 \text{ kg/m}^3$)

Fig 3 : Système de bardage en bois rainuré-languetté approuvé D-s2, d0.



Composition (extérieur > intérieur) :

- Planches en bois
 - Mélèze de densité $\geq 655 \text{ kg/m}^3$ à 15 % d'humidité
 - Épaisseur $\geq 21 \text{ mm}$ et largeur de **90 à 100 mm**
- Pose verticale - Joint ouvert de **max 10 mm**
- lame d'air ventilée 40 mm
- Support derrière la lame d'air :
 - Soit panneau / support **incombustible** (A2-s1, d0 / $\geq 10 \text{ mm}$ / $\geq 510 \text{ kg/m}^3$)
 - Soit panneau de **particules liées au ciment** (B-s2, d0 / 12 à 16 mm / $\geq 1000 \text{ kg/m}^3$)
 - Soit membrane pare-pluie (B-s2, d0).

Fig. 4 : Système de bardage en bois ajouré D-s2, d0.

Lorsqu'un traitement du bois (ignifugation) est nécessaire pour atteindre la classe de réaction au feu requise, il convient de vérifier la durabilité dudit traitement (selon EN 16755).

Consciente de ces difficultés, l'autorité fédérale (SPF intérieur – sécurité civile) a mis sur pied une Commission dédiée aux façades avec bardage bois. Dans l'attente de ses conclusions, la Notice d'Information Technique 243 du CSTC reste une référence pertinente.

La conception de la façade ne peut pas permettre la propagation du feu entre compartiments, ce qui peut nécessiter que la cavité de la façade soit interrompue par un élément E60 au moins. Pour les bâtiments moyens et élevés, afin de limiter le risque de propagation d'un compartiment à l'autre via la façade (horizontalement ou verticalement), il convient :

- soit que la façade soit \geq E30 sur toute sa hauteur ;
- soit que la façade soit \geq E60 un étage sur deux ;
- soit que les compartiments touchant la façade soient équipés d'un système de sprinklage ;
- soit que la façade dispose d'un élément E60 selon une des dispositions telles que décrites au point 3.5.1.1 de la norme de base.

Cas particulier : les escaliers en bois

L'escalier qui est un chemin d'évacuation doit offrir une stabilité au feu d'au moins R30 (BB) ou R60 (BM et BE). Pour un escalier protégé sur sa face inférieure (par exemple par une plaque de plâtre), sur base de l'EC5, l'épaisseur requise pour un escalier en bois a été déterminée (option 2 : contremarches porteuses) :

Élément à dimensionner		Bois résineux (épicéa) ou hêtre		Bois feuillu (chêne, ...)	
		Option 1	Option 2	Option 1	Option 2
Stabilité au feu de 30 minutes (R 30)	Marches	44 mm	35 mm	37 mm	35 mm
	Contremarches	27 mm	38 mm	22 mm	32 mm
	Limon avec protection côté extérieur	56 mm		49 mm	
	Limon sans protection	87 mm		72 mm	
Stabilité au feu de 60 minutes (R 60)	Marches	63 mm	50 mm	52 mm	42 mm
	Contremarches	46 mm	56 mm	37 mm	47 mm
	Limon avec protection côté extérieur	80 mm		65 mm	
	Limon sans protection	135 mm		105 mm	

Tab. 4 : Epaisseurs des éléments d'un escalier en bois de largeur 80 cm répondant aux critères R 30 et R 60. Source : ISISB / CSTSC.







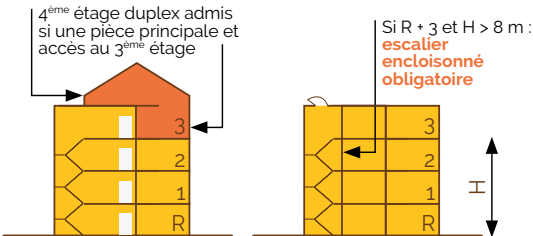
France : contexte réglementaire vis-à-vis du bois et cas des façades en bardage bois

En France, les objectifs de sécurité incendie sont fixés par le Code de la Construction et de l'Habitation et repris dans les différents arrêtés fixant les exigences applicables à chaque type de bâtiment :

- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 pour les bâtiments d'habitation.

Les différents bâtiments d'habitation sont classés en 4 familles suivant les dispositions définies à l'article 3 de l'arrêté précité.

La 1^{ère} famille inclut notamment les maisons individuelles de type R+1 dont l'exigence de stabilité au feu des éléments porteurs est R15. La 2^{ème} famille intègre les habitations jusqu'à R+3 avec une stabilité au feu portée à R30. Au-delà, et jusqu'à 28 m, les éléments sont classés en 3^{ème} famille A ou B avec une stabilité exigée à R60 et des conditions supplémentaires sur les façades (règle du C+D et limitation de la masse combustible). Au-delà de 28 m, les bâtiments sont classés IMH (4^{ème} famille) et la stabilité au feu imposée passe à R90 ; les dispositions façades sont également renforcées.

		Exigence de stabilité au feu des éléments porteurs
1 ^{ère} famille	 <p>Isolées — R + 1</p> <p>Jumellées — R + 1</p>	1/4h (R15)
	 <p>En bande à structures indépendantes — R + 1</p>	
	 <p>En bande — R + 0</p>	
2 ^{ème} famille	 <p>Isolées — > R + 1</p> <p>Jumellées — > R + 1</p>	1/2h (R30)
	 <p>En bande à structures non indépendantes — R + 1</p>	
	 <p>En bande — > R + 1</p>	
	 <p>4^{ème} étage duplex admis si une pièce principale et accès au 3^{ème} étage</p> <p>Si R + 3 et H > 8 m : escalier encloisonné obligatoire</p>	

Tab. 5 : Exigences requises pour les 1^{ère} et 2^{ème} familles définies à l'article 3 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 pour les bâtiments d'habitation.

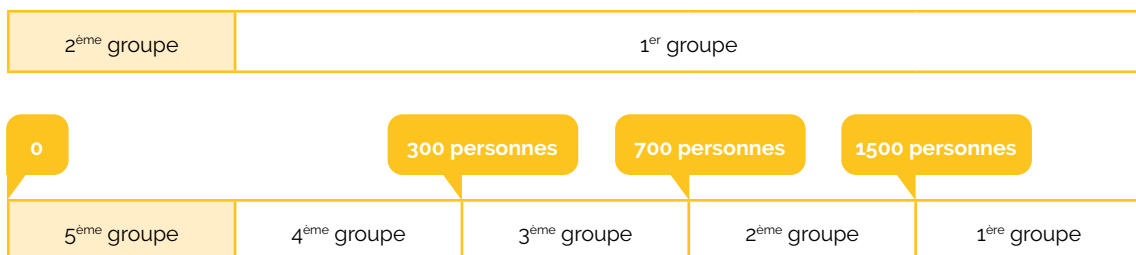
		Exigence de stabilité au feu des éléments porteurs	Exigence de C + D sur les façades		
3 ^{ème} famille A (*)		1h (R60)	Masse combustible mobilisable en M.J/m ²	M ≤ 80	
			Valeur minimale de C + D en 3 ^{ème} famille A, en cm	60	
			Valeur minimale de C + D en 3 ^{ème} famille B et 4 ^{ème} , en cm	80	
IMH (ex-4 ^{ème} famille)		1h30 (R90)	Masse combustible mobilisable en M.J/m ²	80 < M ≤ 130	M > 130
			Valeur minimale de C + D en 3 ^{ème} famille A, en cm	80	110
			Valeur minimale de C + D en 3 ^{ème} famille B et 4 ^{ème} , en cm	100	130

(*) Classé en 3^{ème} famille B si une des conditions non satisfaite.

Tab. 6 : Exigences requises pour les 3^{ème} et 4^{ème} familles (IMH) définies à l'article 3 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 pour les bâtiments d'habitation.

- Arrêté du 25 juin 1980 modifié pour les bâtiments recevant du public (ERP).

Les bâtiments ERP (Etablissement Recevant du Public) sont classés suivant leur type (basé sur la nature de l'exploitation) et suivant leur catégorie (de la 1^{ère} à la 5^{ème} catégorie) relative à l'effectif susceptible d'être présent dans l'exploitation considérée.



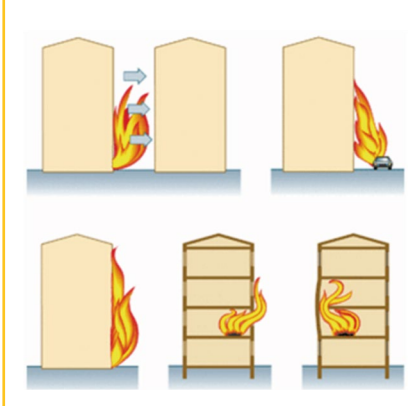
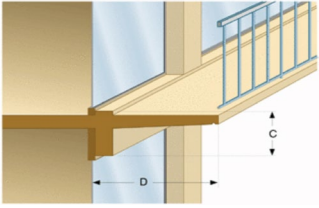
Tab. 7 : Catégories de bâtiments ERP.

Le tableau ci-dessous résume les exigences applicables aux éléments structurels.

Etablissement occupant entièrement le bâtiment	Etablissement occupant partiellement le bâtiment	Catégorie	Résistance au feu
Simple RDC	Etablissement à un niveau	Toutes catégories	Structures SF 1/2h Plancher CF 1/2h
Plancher bas du niveau le plus haut à moins de 8 m	< 8 m	1 ^{ère} catégorie	Structures SF 1h Plancher CF 1h
		2 ^{ème} catégorie 3 ^{ème} catégorie 4 ^{ème} catégorie	Structures SF 1/2h Plancher CF 1/2h
		1 ^{ère} catégorie	Structures SF 1h1/2 Plancher CF 1h1/2
Plancher bas du niveau le plus haut à plus de 8 m et moins de 28 m	> 8 m	1 ^{ère} catégorie	Structures SF 1h1/2 Plancher CF 1h1/2
		2 ^{ème} catégorie 3 ^{ème} catégorie 4 ^{ème} catégorie	Structures SF 1h Plancher CF 1h

Tab. 8 : Exigences applicables aux éléments structurels des ERP.

Concernant les façades, les articles CO 19 à CO 22 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié définissent les dispositions ayant pour but d'empêcher la propagation du feu par les façades, et dont certaines exigences sont reprises dans le tableau suivant :

	Exigence de réaction au feu applicable aux revêtements extérieurs de façade : Catégorie	Les valeurs C + D sont liées à la masse combustible mobilisable en façade
	<ul style="list-style-type: none"> M3 ou D s3-d0 et C+D ; M2 ou C s3-d0 si C+D non appliqué sur toute la façade. <p><u>Sont exclus :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> les éléments d'occultation des baies ; les menuiseries ; les éléments transparents des fenêtres ; les garde-corps. 	<ul style="list-style-type: none"> C + D supérieur ou égal à 1,00 mètre si M inférieur ou égal à 130 MJ/m² ; C + D supérieur ou égal à 1,30 mètres si M > 130 MJ/m². 

Tab. 9 : Exigences de réaction au feu applicables aux revêtements de façade.

La règle du C + D est applicable :

- > aux bâtiments comportant des locaux réservés au sommeil ;
- > aux bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau accessible est à plus de 8 m du sol et qui sont divisés en secteurs ou compartiments ;
- > aux parties de façades situées au droit des planchers hauts des locaux à risques importants, quelles que soient la configuration et l'activité du bâtiment ;
- > aux parties de façades situées au droit des planchers d'isolement avec un tiers pour ne pas amoindrir cet isolement au niveau des façades.

- *Arrêté du 30 décembre 2011 pour les immeubles de grande hauteur (IGH).*

Cet arrêté concerne les bâtiments d'habitation de plus de 50 m et tous les autres bâtiments de plus de 28 m. Il impose une stabilité au feu des éléments porteurs de 2h (R120), une masse combustible limitée à 130 MJ/m² et un C+D de minimum 1 m 20.

Le classement de réaction au feu imposé aux constituants de la façade (M0 ou A2,s3-d0) interdit l'utilisation du bois en bardage sur ce type de bâtiment.

A noter que ces bâtiments limitent aussi le potentiel calorifique des éléments de construction à 255 MJ/m², et la charge calorifique du mobilier et des revêtements intégrés à la construction.

Dans le cadre de bâtiments en bois, des études spécifiques sont à mener conformément aux exigences ministérielles « note du Ministère de l'Intérieur de juillet 2017 » imposant le recours à l'Ingénierie de Sécurité Incendie pour : à la fois évaluer l'impact de l'utilisation du bois sur l'ensemble des dispositions du règlement de sécurité (compartimentage, désenfumage, façade, réaction au feu, intervention...) et, par ailleurs, justifier de la non-ruine de l'édifice.

Cas particulier des façades

Quel que soit le bâtiment, les performances des façades sont évaluées expérimentalement dans le cadre du protocole d'essai LEPIR II défini par l'arrêté du 10 septembre 1970 modifié. Ces essais ont ainsi permis de définir initialement des solutions réputées satisfaisantes et ne nécessitant pas de vérifications expérimentales complémentaires.

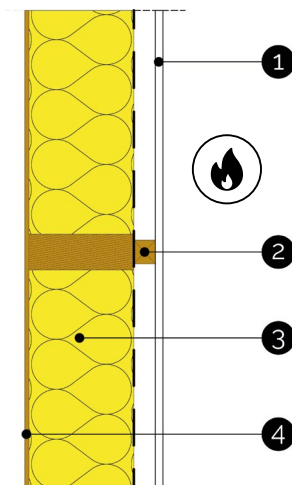
Celles-ci sont définies au sein de l'Instruction Technique n°249 relative aux façades complétée par le Guide Bois Construction et propagation du feu par les façades v2.0 du 29/03/2019, venant préciser les conditions d'application du paragraphe 2.4 de l'IT 249.

Ce guide est à considérer comme une appréciation de laboratoire au sens de l'annexe 3 de l'Arrêté du 7 août 2019 modifiant l'arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation. Il permet de justifier de la conformité des façades des bâtiments d'habitation de 3^{ème} et 4^{ème} famille, l'arrêté excluant cependant la mise en œuvre de bardage bois sur cette dernière famille.

L'exigence de réaction au feu du bardage seul n'étant pas suffisante, elle est complétée par d'autres dispositions constructives (déflecteur, encadrement des baies, obturateurs de lame d'air, recoupement des vides, mise en place d'écran thermique sur la façade support, ...). Parmi les dispositions à envisager, le déflecteur a pour rôle de recouper les vides et d'éloigner les flammes de la façade, son débord étant défini selon le classement de réaction au feu du bardage et sa nature, et pouvant atteindre 250 mm. Il est complété par un obturateur de lame d'air classé EI 30 pour les bardages présentant des classements de réaction au feu C,s2-d0 ou D,s2-d0.

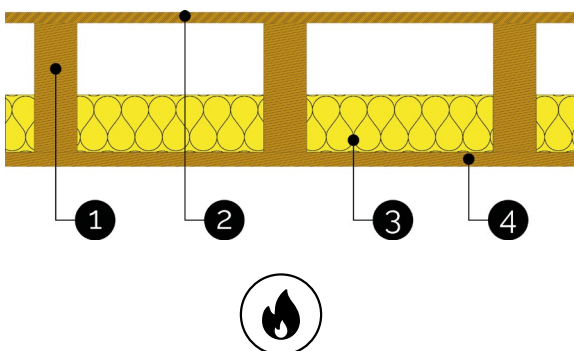
Solutions constructives spécifiques aux murs et planchers bois

REI30 - mur

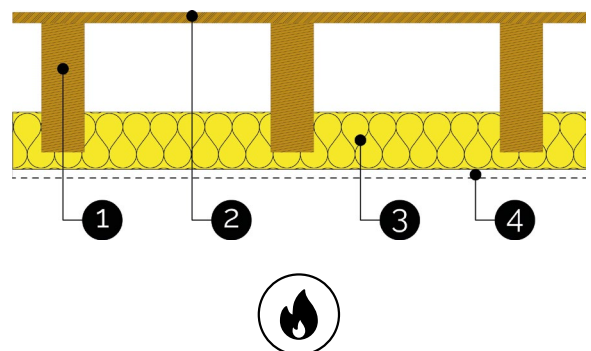


- 1: • 1 BA18 type D
• 2 BA13 type A
- 2: tasseaux bois
- 3: laine de verre 15 kg/m³
- 4: panneau OSB/3 - 9 mm

REI30 - plancher

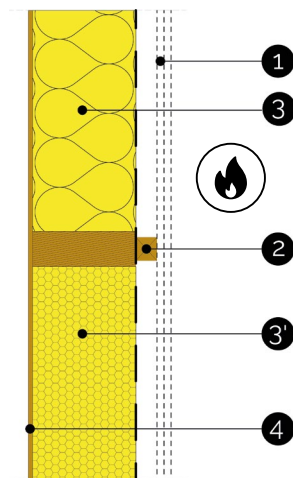


- 1: solive de plancher
- 2: panneau OSB/3 - 15 mm
- 3: laine de verre 17 kg/m³
- 4: panneau contreplaqué 25 mm



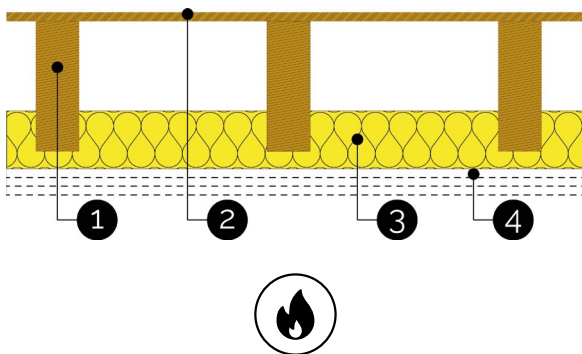
- 1: solive de plancher
- 2: panneau OSB/3 - 15 mm
- 3: laine de verre 17 kg/m³
- 4: • 1 BA15 type F
• 1 BA18 type D
• 1 BA25 type A

REI60 - mur

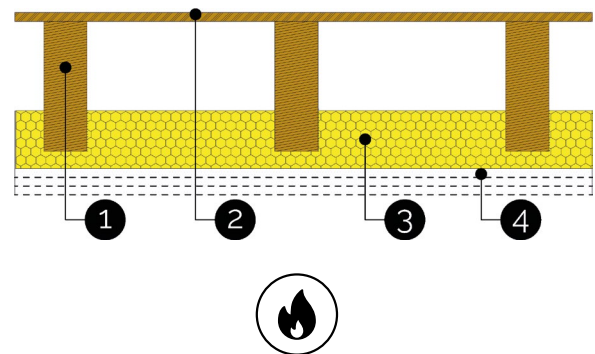


- 1: • 2 BA18 type D
• 2 BA15 type F
- 2: tasseaux bois
- 3: • laine de verre 15 kg/m³
• fibre de bois 55 kg/m³ (voir N.B. p20)
- 4: panneau OSB/3 - 12 mm

REI60 - plancher



- 1: solive de plancher
- 2: panneau OSB/3 - 15 mm
- 3: laine de verre 17 kg/m³
- 4: • 3 BA15 type F
• 2 BA18 type D



- 1: solive de plancher
- 2: parquet massif 23 mm
- 3: fibre de bois 55 kg/m³ (voir N.B. p20)
- 4: 2 BA18 type D

N.B. : utilisation d'isolants biosourcés (paille, fibre de bois, laine de chanvre, lin, coton, ...).

En France, ils peuvent être utilisés en façade en tant qu'ITE ou intégrés au MOB à condition d'être protégés par un écran thermique et uniquement dans le cas d'un bardage classé B,s3-d0.

Ils peuvent aussi être intégrés en cloison/plafond en lieu et place des laines minérales, sous réserve d'une validation par l'industriel propriétaire du PV du système concerné, et en doublage intérieur, sous réserve du respect du Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP ou du Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation.

En Belgique, les matériaux isolants biosourcés peuvent être intégrés dans les murs et les planchers, sous réserve d'une validation du système, par le fabricant du matériau isolant, auprès d'un organisme agréé.

Conclusions et perspectives

Les réglementations actuellement en vigueur en France et en Belgique n'ont pas encore complètement intégré les évolutions constructives qui font l'objet de travaux aux niveaux national et international en vue d'améliorer les connaissances sur le sujet et permettre ainsi une construction plus sûre du point de vue de la « sécurité incendie ».

Néanmoins, dans ce contexte, de nombreuses solutions sont d'ores et déjà à disposition des entreprises et des acteurs du secteur pour intégrer au mieux le bois dans la construction, avec des solutions désormais éprouvées ou des méthodes de justification robustes.

Dans le cas d'un bâtiment en bois, les dispositions retenues peuvent faire l'objet d'une évaluation particulière afin de ne pas brider la créativité et l'évolution du secteur (matériaux, design, méthodes constructives, ...). Une commission de dérogation statue, d'ailleurs, sur les demandes d'écart aux exigences prescriptives. Un avis favorable reste conditionné à la démonstration d'un niveau de sécurité équivalent, ce qui souvent requiert la mise en œuvre de mesures compensatoires.

L'avis de la Commission de dérogation est basé sur les jurisprudences de la Commission et sur des études scientifiques ou compte-rendus de groupes de travail, une attention particulière étant portée sur le suivi des innovations techniques du marché et des évolutions des autres réglementations, en ce compris internationales. Ces évaluations, considérées comme des dérogations, sont réalisées dans le cadre des principes définis par les arrêtés en vigueur dans chaque pays et peuvent s'appuyer sur des études de type avis de chantier ou étude d'ingénierie.

En effet, lorsque pour un ouvrage donné, les performances de résistance ou de réaction au feu ne peuvent pas être directement justifiées suivant un rapport de classement ou une note de calcul établie selon les règles données dans les Eurocodes, une appréciation d'un laboratoire agréé peut être sollicitée. Cette appréciation prend alors la forme d'un avis de chantier valable spécifiquement pour cette construction. Cette procédure est particulièrement adaptée en cas de modification de réalisation ou d'installation d'un élément. Elle permet ainsi de traiter, par exemple, l'intégration d'éléments testés et validés dans une construction en bois en définissant des principes évitant la réalisation d'un nouvel essai.

Les dérogations concernent aussi les ouvrages dans leur ensemble. Dans certains cas, il peut être pertinent de réaliser une évaluation de l'ouvrage sous feux réels. Cela est particulièrement intéressant dans le cas d'anciens bâtiments en cours de rénovation, de bâtiments innovants ou avec une architecture originale, de bâtiments à faible ou à fort potentiel calorifique.

Les actions thermiques sont établies à partir de l'examen de scénarios d'incendie, ces derniers étant retenus en accord avec les autorités publiques, locales ou nationales,

compétentes pour l'évaluation des performances de résistance au feu.

Ainsi, il est recommandé aux différents acteurs de prendre dès à présent la mesure des évolutions et d'appliquer les dispositions complémentaires, telles que définies au sein de groupes de travail. Celles-ci visant notamment à sanctuariser les voies d'évacuation et à protéger certaines parties de bois, même si ces dernières peuvent faire état de performances intrinsèques adéquates par rapport aux exigences réglementaires.

Dans de nombreux pays impliqués de longue date dans la construction bois, notamment l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche, le Danemark, mais aussi la France et la Belgique, les filières bois locales, en collaboration avec les experts de la sécurité incendie, ont mené - et mènent encore - un important travail normatif sur la question de la tenue au feu dans ce type de bâtiment. Ces travaux de recherche ont permis, au cours des dernières années, de développer un véritable savoir-faire en matière de sécurité incendie et d'édifier des bâtiments de plus en plus hauts, satisfaisant aux normes les plus pointues. Ces avancées ont également contribué à briser nombre d'idées reçues, ce qui explique que le bois prend une place toujours plus importante dans les bâtiments collectifs et que les assureurs comme les pompiers le voient d'un très bon œil.

Dans ces conditions, le bois continuera à prendre de la hauteur et à s'intégrer au mieux dans les différents projets, publics et privés, permettant à la construction bois d'occuper la place que les pouvoirs publics entendent lui réserver dans un contexte de crise

Les partenaires



**Centre d'information
et d'animation du bois
dans la construction**

Ligne Bois est un centre d'information et d'animation qui valorise le matériau bois dans la construction, les aménagements intérieurs et extérieurs, auprès des particuliers, des professionnels et des pouvoirs publics. C'est, par ailleurs, un groupement professionnel composé de bureaux d'architecture, bureaux d'études et entreprises bois.

Les actions de Ligne Bois sont diversifiées et consistent en l'organisation de rencontres entre acteurs afin de favoriser les contacts et les synergies entre professionnels, la mise en place de journées de visites, de voyages d'études, de conférences, de formations, la publication d'ouvrages didactiques et d'architecture mettant en valeur des réalisations en bois, la rédaction d'articles de presse, la mise à disposition d'aides à l'innovation accordées aux professionnels... autant d'outils qui permettent à Ligne Bois de soutenir et d'accompagner le développement de tout un secteur.

Rue Nanon, 98 | B - 5000 Namur | T +32 (0)81 39 06 46 | www.lignebois.be



**Interprofession de
la filière forêt-bois
Hauts-de-France**

Fibois Hauts-de-France est l'interprofession de la filière forêt-bois en Hauts-de-France. Chargée d'animation, elle regroupe tous les professionnels de la filière – propriétaires et exploitants forestiers, scieurs, menuisiers, charpentiers, constructeurs bois, etc. – dont elle assure la stratégie de développement autour de la structuration de filières courtes et la valorisation d'essences locales.

À ce titre, l'interprofession développe des actions au bénéfice des professionnels : accompagnement technique, actions collectives d'information, de formation et/ou de mise en réseau, aide à l'innovation, etc. Elle assume également le rôle d'observatoire économique du secteur.

Rue Émile Zola, 34 bis | F - 59650 Villeneuve d'Ascq | T +33 (0)3 75 14 01 70 | www.bois-et-vous.fr



**Association de
développement et
de promotion du bois**

Hout Info Bois est un organisme d'information technique et de promotion valorisant le bois et son utilisation. Par le biais de publications, de formations, de conférences, Hout Info Bois accompagne les architectes, les professionnels du bois, les designers et le grand public qui souhaitent des informations générales ou plus techniques sur le bois.

Hout Info Bois informe sur la filière forêt-bois et ses activités, les essences de bois, leurs usages, l'entretien, les techniques de mise en œuvre, la conception, ... Hout Info Bois met l'ensemble de ces ressources techniques sur l'ingénierie bois à disposition des architectes et professionnels.

Rue Royale, 163 | B - 1210 Bruxelles | T +32 (0)2 219 27 43 | www.houtinfobois.be



**Association de
développement
de la construction
durable**

Savoir Faire & faire savoir est une association qui vise la transmission de savoir-faire en matière de construction et de rénovation durable. Ses différents objectifs sont la promotion, la formation et l'initiation au développement durable, à la qualité de vie, aux économies d'énergie et à la conception d'habitats performants, respectueux de l'homme et de l'environnement.

Savoir Faire & faire savoir développe également des actions de sensibilisation et de formation auprès d'un réseau de professionnels de l'écoconstruction (charpentiers, constructeurs bois, menuisiers, architectes, bureaux d'études, acteurs du secteur public, enseignants et formateurs...).

Rue de la Malcense, 40 | B | 7700 Luignee | T +32 (0)470 50 88 60 | www.savoirfaireetfaresavoir.be

WOODWIZE

**Centre
sectoriel des
secteurs bois**

Woodwize est le centre sectoriel belge des entreprises des secteurs bois. Il dispose à ce titre d'une connaissance approfondie de l'ensemble de la filière bois et partage ces informations avec les employeurs, les travailleurs, les professeurs et les apprentis.

Sur la base des besoins en formation et des nouvelles compétences nécessaires au sein du secteur bois, Woodwize élabore des programmes de formation dans de nombreuses disciplines et contribue, par ce biais, à un travail sûr et durable dans toutes les entreprises de la filière bois. En tant que centre national, il assure également les contacts avec les opérateurs d'actions et de formations sur le versant flamand.

Allée Hof ter Vleest, 3 | B - 1070 Bruxelles | T +32(0)25 58 15 51 | www.woodwize.be

Fiche technique

Sécurité incendie dans les constructions en bois

Edition septembre 2020. Toute reproduction interdite.