

Etat des lieux technique par les experts sur les points saillants de la construction bois en hauteur : Incendie

Joël Kruppa
JK-Expertise Incendie
Poissy, France



1. Généralités sur la sécurité incendie

En matière de sécurité incendie, différentes réglementations sont applicables selon le type de bâtiment à construire. Il existe, principalement, une réglementation spécifique pour les bâtiments d'habitation (arrêté du 31 janvier 1986, modifié), pour les établissements recevant du public (ERP) (arrêté du 25 juin 1980, modifié), pour les établissements soumis aux prescriptions du code du travail (articles R4216-1 à R4216-34 et arrêté du 5 août 1992), pour les immeubles de grande hauteur (IGH) (arrêté du 30 décembre 2011) et pour les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) (articles L511-1 à L517-10 du code de l'environnement et arrêtés-types par rubriques concernées).

Les principes de sécurité, selon les stratégies sous-jacentes à ces réglementations en matière d'incendie, sont globalement de :

- Éviter l'éclosion d'un incendie
- Limiter la propagation du feu, à l'intérieur et à l'extérieur de la construction
- Assurer la sécurité des occupants
- Faciliter l'intervention des secours

Pour ce faire, deux approches sont généralement possibles, soit de suivre les exigences descriptives contenues dans ces réglementations, en matière de conception de l'ouvrage et de ses équipements, de comportement au feu des matériaux et éléments de construction utilisés, de désenfumage, de condition d'évacuation des occupants et d'intervention des services de secours ..., soit de recourir à une approche d'évaluation des risques en faisant appel à l'ingénierie de la sécurité incendie afin de montrer, pour une construction projetée, que le risque en situation d'incendie est d'un niveau équivalent à celui de constructions courantes conformes aux exigences descriptives.

En ce qui concerne les exigences descriptives, c'est à dire l'approche la plus couramment utilisée en France, elles ont été élaborées au fil du temps et des sinistres subis, pour les types de constructions connus, c'est-à-dire des constructions mettant principalement en œuvre des matériaux incombustibles. Pour développer la construction bois de grande hauteur, l'association ADIVbois a donc jugé nécessaire de créer plusieurs ateliers de réflexion thématique dont un atelier traitant de la sécurité incendie.

2. Réglementations descriptives

Les exigences sont hiérarchisées selon différents paramètres spécifiques à chaque réglementation incendie.

Pour la réglementation des bâtiments d'habitation, les constructions sont classées en 4 familles :

- La 1^{ère} famille concerne les habitations individuelles isolées ou jumelées à un étage sur rez-de-chaussée, au plus et les habitations à simple rez-de-chaussée groupées en bande,
- La 2^{ème} famille concerne les autres habitations individuelles et les habitations collectives comportant au plus trois étages sur rez-de-chaussée,
- La 3^{ème} famille A concerné les habitations ayant au plus 7 étages sur rez-de-chaussée présentant des circulations horizontales telles que la distance entre la porte palière de logement la plus éloignée et l'accès à l'escalier soit au plus égale à dix mètres, et dont les accès aux escaliers soient atteignables par une voie échelle,
- La 3^{ème} famille B concerne habitations ne satisfaisant pas à l'une des conditions précédentes et ayant moins de 28 m de hauteur,
- La 4^{ème} famille concerne les habitations dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de vingt-huit mètres et à cinquante mètres au plus au-dessus du niveau du sol.

Pour la réglementation des ERP, les établissements sont classés en deux groupes, le premier groupe comprenant les bâtiments des quatre premières catégories et le deuxième les établissements de la cinquième catégorie. Les catégories se caractérisent par le nombre de personnes potentiellement admises dans l'établissement, elles se répartissent comme suit :

- 1^{ère} catégorie : au-dessus de 1 500 personnes,
- 2^{ème} catégorie : de 701 à 1 500 personnes,
- 3^{ème} catégorie : de 301 à 700 personnes,
- 4^{ème} catégorie : moins de 300 personnes, à l'exception des établissements compris dans la 5^{ème} catégorie,
- 5^{ème} catégorie : seuil limite fonction du type de bâtiments, défini dans l'arrêté du 22 juin 1990.

Les ERP sont également classés en type (N,R,S,U ...) selon l'activité exercée dans l'immeuble (hôtel, établissement d'enseignement, bibliothèque, établissement de soins...)
En outre, pour la formulation de certaines exigences, il est pris en compte la hauteur du plancher bas du niveau le plus haut, cette hauteur ne devant pas excéder 28 m pour un classement en ERP.

Pour la réglementation du code du travail, les exigences sont modulées selon que le plancher bas du dernier niveau est à plus de 8 m du sol, ou non ; avec la limite maximale de 28 m.
Pour la réglementation concernant les IGH, un immeuble de grande hauteur est "tout corps de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau est situé, par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie" :

- à plus de 50 mètres pour les immeubles à usage d'habitation
- à plus de 28 mètres pour tous les autres immeubles.

Dans le cas de bâtiments à usage mixte :

- Les établissements recevant du public, auxquels sont assimilés les locaux collectifs résidentiels de plus de cinquante mètres carrés, établis dans les bâtiments d'habitation collectifs de 3^{ème} famille, doivent respecter les conditions fixées par le règlement de sécurité ERP.
- Lorsqu'un bâtiment d'habitation de la 4^e famille comporte des locaux autres que des logements ou foyers, il n'est pas considéré comme un IGH dans les cas suivants :
 - les locaux sont affectés à une activité professionnelle et font partie du même ensemble de pièces que celles où se déroule la vie familiale,
 - les locaux sont affectés à des activités professionnelles de bureaux, ou constituent un établissement recevant du public dépendant d'une même personne physique ou morale, sous conditions définies dans l'arrêté du 31/1/1986,
 - les locaux sont affectés à des activités professionnelles de bureaux, ou constituent des établissements recevant du public de 5^e catégorie, sous conditions définies dans l'arrêté du 31/1/1986.
- un établissement recevant du public du type N (hôtel) est aménagé sur les deux niveaux les plus élevés à condition qu'il ne communique pas directement avec le reste de l'immeuble, qu'il est desservi par au moins deux escaliers protégés de deux unités de passage et qu'il ne peut recevoir plus de 500 personnes.

Pour ce qui concerne les matériaux et éléments de construction, deux notions doivent être prises en compte :

- La **réaction au feu**, qui caractérise la propension d'un matériau à participer au développement du feu, à propager les flammes, ainsi qu'à la production de fumée et de gouttelettes enflammées. Elle donne lieu, suite à des essais normalisés, aux classes (européennes) A1, A2, B, C, D et E, avec les indications s1 à s3 pour les fumées et d0 à d2 pour les gouttelettes. Ces classes font suite aux classements français M0 à M4 pour les éléments intégrés à la construction,

- La **résistance au feu**, qui caractérise le comportement des éléments de structure et de compartimentage en situation d'incendie. Pour cette caractérisation, l'incendie de référence est la courbe température-temps normalisée (norme ISO 834) ; elle s'exprime en durée pendant laquelle l'élément de construction peut continuer à assurer la fonction qui lui est dévolue. Les classes (européennes) sont du type R 30, EI 60, RE 90, selon que l'élément est stable au feu pendant 30 min, limite la transmission de la température et bloque des fumées chaudes pendant 60 min, ou est stable au feu et bloque la transmission des fumées chaudes pendant 90 min). Ces classes remplacent les classements français précédents : SF ½ h, CF 1h, PF/SF 1h30.

Le cas des **façades** et des **toitures**, qui doivent présenter des qualités d'isolation thermiques, d'étanchéité aux gaz chauds et de propagation limitée des flammes, est traité de façon spécifique, selon des méthodes d'essais appropriées (arrêtés du 10 septembre 1970 - "LEPIR 2" pour les façades), par les guides qui en sont issus et les avis délivrés par les laboratoires agréés par le ministère de l'intérieur.

La justification des classes de performance fait référence, via deux arrêtés du ministère de l'intérieur (arrêté du 21 novembre 2002 modifié en 2013 pour la réaction au feu et arrêté du 22 mars 2004 modifié en 2011 pour la résistance au feu), à des normes d'essais ou de calcul (pour le comportement au feu des éléments structuraux - Eurocodes) développées au niveau européen.

3. Application de la réglementation descriptive aux immeubles en bois

Le bois étant un matériau combustible, sa réaction au feu selon l'essence, l'humidité et l'épaisseur de l'élément, varie entre D-s2,d0 et C-s1,d0, soit M3 ou M2 selon l'ancienne classification française. Des informations détaillées sur les performances de réaction au feu du bois sont disponibles dans la publication Synerbois "Réaction au feu des bois massifs en parements extérieurs et intérieurs".

En règle générale, pour les bâtiments d'habitation de moins de 50 m, les ERP et les bureaux de moins de 28 m de hauteur, l'emploi du matériau bois pour la construction est possible puisque les exigences formulées en matière de comportement au feu sont indépendantes des matériaux de construction employés. Il y a toutefois quelques restrictions liées à l'emploi de certains matériaux combustibles, selon l'activité qui sera exercée dans le bâtiment à construire. C'est le cas, par exemple, pour :

- Les **bâtiments d'habitation** :
 - o Les marches volées et paliers d'escalier doivent être construit en matériaux incombustibles (A1),
 - o Les revêtements des parois verticales, du rampant et des plafonds des cages d'escalier dans les habitations collectives, dont le plancher haut est à plus de 8 m de hauteur, doivent être classée M0 (A2-s1,d0),
 - o Les revêtements de façade doivent satisfaire à un classement de réaction au feu M2 s'il y a risque d'exposition au rayonnement thermique d'un autre bâtiment.
- Les **ERP** de la 1^{ère} à la 4^{ème} catégorie :
 - o Les parois verticales des locaux doivent être de classe C-s3,d0 et les plafonds de classe B-s3,d0
 - o Les parois des cages d'escalier enclouonné doivent être en matériaux incombustibles. Toutefois un avis de la Commission Centrale de Sécurité de juin 2007 permet l'utilisation de plaques de plâtre cartonées (sur support bois) pour l'enclouonnement d'escaliers,
 - o Les parois des gaines d'ascenseurs doivent être réalisées en matériaux incombustibles,
- Les constructions soumises au **code du travail**, avec plancher haut à plus de 8 m du sol
 - o les parois verticales et plafonds des locaux et dégagements, nécessiteront généralement l'utilisation, en tout ou partie, de bois ignifugé,
 - o Certaines restrictions pour les papiers collés et peintures appliquées sur des supports combustibles.

- Les **IGH**, d'une part, la limitation relative à la charge calorifique immobilière (art GH 16) et, d'autre part, l'imposition de l'utilisation de matériaux classés A2-s1,d0 pour les cages d'ascenseurs (art GH17), les plafonds (art GH 21), les parois support de revêtements de sol et de parois latérales (art GH 22), ne permettent pas le recours à la construction en bois massif sans une démarche en ingénierie de la sécurité incendie (voir § 4 ci-après).

Pour obtenir une meilleure **réaction au feu** du bois il est possible d'utiliser un produit d'ignifugation qui est appliqué soit en surface, soit par trempage, soit par un traitement sous vide (autoclave). Ces différents traitements d'ignifugation permettent d'atteindre des niveaux de performance B-s1,d0. Des informations sont disponibles dans la publication Synerbois "Durabilité des traitements ignifuges des bois pour des emplois en extérieur ou en ambiance humide".

En matière de **résistance au feu** des éléments de compartimentage en bois les performances EI30 et EI 60 peuvent être atteintes pour des parois verticales et des performances allant jusqu'à REI 90 peuvent être atteintes pour les planchers. Le rapport Synerbois sur "Etude du comportement au feu de parois et planchers constitués de structures bois" comprend des tableaux de résultats expérimentaux ainsi qu'une variante permettant d'optimiser par le calcul la conception de ces parois.

La détermination de la durée de résistance sous incendie normalisé (ISO 834) des éléments structuraux peut être effectuée par utilisation de la norme NF-EN 1995-1.2 (Eurocode Structural relatif au comportement au feu des structures en bois). Cette norme ne comporte toutefois pas encore les méthodes de calcul nécessaires pour certains types d'éléments. Pour le CLT, aucune information n'est donnée dans la version actuelle de cette partie d'Eurocode ; il est donc nécessaire d'avoir un avis de laboratoire en s'appuyant par exemple sur le rapport "Fire safety in timber building" de 2010 (qui peut être acquis sur le site www.sp.se/FSITB). Pour les assemblages devant présenter des durées de résistance au feu supérieure à R60, compte tenu du manque actuel de connaissances scientifiques il faudra privilégier l'encapsulation, de manière telle que l'absence de combustion de la zone d'assemblage soit assurée pendant toute la période de résistance au feu requise, validée par un avis de laboratoire agréé. Pour toute autre solution technique qui permettrait d'atteindre des performances REI 90 voire REI 120, le recours à l'essai (arrêté du 22 mars 2004 modifié) est nécessaire. L'Atelier Incendie élabore actuellement un programme expérimental concernant certains assemblages représentatifs.

Pour les fermetures/rebouchages dans les parois qui doivent justifier de classes de résistance au feu, telles que des blocs-portes, volets, clapets, calfeutrement de pénétrations, il est nécessaire de n'utiliser que des éléments ou procédés de construction dont les performances en situation d'incendie sont parfaitement justifiées pour des conditions aux limites représentatives d'éléments de compartimentage en bois.

Pour la justification de la performance au feu de façades utilisant des éléments en bois, un guide spécifique publié par Synerbois donne des règles à respecter pour la conception de façades avec bardage bois, en complément de détails constructifs sur la jonction entre façade et nez-de-dalle vis-à-vis de l'étanchéité et les performances de la partie "C" donnés dans l'instruction Technique 249 du 24/5/2010 (voir la présentation de Stéphane Hameury, dans l'Atelier Parallèle C2 " Sécurité incendie et façades bois, point sur les études en cours et nouvelles solutions à venir"). Des essais complémentaires sont en cours et l'Atelier Incendie élabore actuellement un programme supplémentaire d'essais au LEPiR 2.

Le comportement global, en situation d'incendie, d'une construction, dont les constructions en bois, est également conditionné par le soin apporté, tant au stade de la conception qu'à celui de sa mise en œuvre, aux jonctions entre éléments constitutifs, le rapport " Fire safety in timber building" donne de nombreux conseils à suivre en ce domaine. Par ailleurs un **guide spécifique sur les interfaces** des éléments de construction en bois ainsi que sur le recoupement nécessaire des vides de construction est en cours d'élaboration au sein de l'Atelier Incendie.

4. Application de l'ingénierie de la sécurité incendie (ISI)

En alternative à l'application des exigences réglementaires descriptives mentionnées ci-avant, plusieurs réglementations permettent de proposer des solutions constructives et architecturales alternatives lorsque leur bienfondé est validé par une démarche ISI. Les principales ouvertures réglementaires à une approche de sécurité fondée sur la démonstration de l'atteinte d'objectifs, et non pas sur la mise en œuvre de moyens, sont :

Pour les **bâtiments d'habitations**, l'article 105 de l'arrêté du 31/1/1986 modifié " Les dispositifs ou les dispositions constructives non décrits dans les articles ci-avant mais qui permettent de satisfaire aux exigences du présent arrêté doivent être agréés conjointement par le ministre en charge de la construction et par le ministre de l'intérieur. [...] Le dossier nécessaire à la délivrance de l'agrément interministériel présente les mesures et les éléments techniques permettant d'assurer le respect des objectifs de sécurité du présent arrêté. Le dossier comporte [...], selon le cas, une étude d'ingénierie de sécurité incendie en résistance au feu réalisée par un bureau d'étude et validée par un avis sur étude d'un laboratoire agréé, ou une étude d'ingénierie de sécurité incendie en réaction au feu réalisée par un laboratoire agréé et validée par un avis sur étude d'un laboratoire agréé, ou une étude d'ingénierie de sécurité incendie en désenfumage, réalisée par un organisme reconnu compétent. Avant la réalisation de l'étude d'ingénierie, les objectifs à atteindre doivent être validés par les ministères chargés de délivrer l'agrément".

En outre, dans le cas de surélévations d'immeubles existant, les dispositions de l'article L 111-4-1 du CCH permettent au préfet d'accorder des dérogations à l'application des dispositions réglementaires exigibles après avis des services d'incendie et de secours compétents (art R 111-1-2).

Pour les **ERP** il est possible de recourir, à l'ingénierie du comportement au feu des structures (selon les dispositions de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié, art 6, 15 et 16) et à l'ingénierie du désenfumage (art DF4, § 2 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié). De plus, les dispositions de l'article R123-13 du CCH précisent que certains établissements peuvent en raison de leur conception particulière donner lieu à des prescriptions exceptionnelles, après un avis conforme de la commission de sécurité compétente.

Pour les bâtiments soumis au **code du travail**, l'article R 4216-2 mentionne que "Les bâtiments et les locaux sont conçus et réalisés de manière à permettre en cas de sinistre

1. L'évacuation rapide de la totalité des occupants ou leur évacuation différée, lorsque celle-ci est rendue nécessaire, dans des conditions de sécurité maximale ;
2. L'accès de l'extérieur et l'intervention des services de secours et de lutte contre l'incendie ;
3. La limitation de la propagation de l'incendie à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.". Il est donc possible de justifier des conceptions alternatives en démontrant que ces objectifs sont atteints, après accord de la direction régionale en charge du travail, suite à l'avis du CHSCT et de la CCDSA (commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité).

Selon l'approche alternative devant être mise en œuvre, la démarche suivante est conseillée (voir également les travaux du Projet National Ingénierie de la Sécurité Incendie "Action 01 – Formulation de la méthodologie générale - <http://www.pn-isi.fr/Default.aspx> " et la norme NF-ISO 23932-1) :

- Identification des objectifs de sécurité à atteindre et proposition des critères de performance à utiliser,
- Sélection des scénarii d'étude (scénario d'incendie et, le cas échéant, scénario de comportement humain,
- Proposition de solution alternative aux exigences descriptives concernées. Bien souvent ces propositions devront prévoir des mesures de protection incendie complémentaires pour compenser le risque accru dû à l'emploi de matériaux combustibles,

- Analyse, avec les outils de l'ingénierie de la sécurité incendie, de la possibilité d'atteindre les critères de performances retenus, pour chacun des scénarios d'étude sélectionnés

Un guide d'étude ISI pour les bâtiments bois de grande hauteur est en cours de préparation au sein de l'Atelier Incendie.

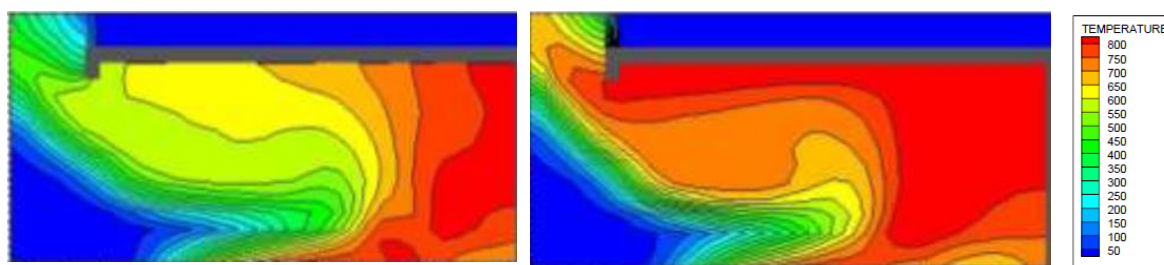
Pour les **IGH**, outre l'application de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié sur l'ingénierie du comportement au feu, une note d'information du Ministère de l'Intérieur sur les Immeubles de Grande Hauteur en bois (dont la deuxième version date du 27/7/2017) autorise le recours à l'ingénierie de la réaction au feu dans le cadre de l'alinéa 3 de l'article R122-11-1 du CCH qui permet à l'autorité délivrant l'autorisation de travaux d'émettre des prescriptions spéciales ou exceptionnelles en raison des caractéristiques particulières des bâtiments. L'application de cette note, outre la définition formelle des modalités d'application, nécessitera de suivre la démarche présentée précédemment, prenant en compte, en particulier :

- la définition des scénarios d'incendie pour les objectifs de sécurité de confinement du feu au niveau d'un étage et de non effondrement de l'édifice,
- la prise en compte de la charge incendie mobilière et celle due aux éléments structuraux en bois apparents,
- la vérification que les éléments structuraux en bois, non apparents, n'atteindront pas, pendant la durée totale des différents scénarios d'incendie, des températures telles que la pyrolyse puisse apparaître.

5. Mesures de précaution complémentaires

Bien que les exigences descriptive des réglementations en vigueur permettent d'utiliser des éléments de construction en bois apparent dans tous les locaux autres que les dégagements et circulations, pour les bâtiments d'habitation de grande hauteur (dont les habitations de la 4^{ème} famille), compte tenu de la stratégie de sécurité incendie qui conduit généralement à ce que les habitants, autres ceux de l'appartement incendié, restent dans leur logement, il est nécessaire de prendre toutes les mesures possibles pour éviter une propagation rapide de l'incendie.

Les figures ci-après (vues en coupe tirées d'un rapport CSTB/Efectis, en préparation au sein de l'Atelier Incendie) montrent l'influence que peuvent avoir des parois en bois sur les températures atteintes lors d'un incendie dans un local ayant une porte-fenêtre.



Parois bois protégées

Parois bois apparentes

Il est donc souhaitable que la contribution du bois structural au développement de l'incendie soit limitée, en mettant, par exemple, en place des protections thermiques telles que la température du bois ainsi protégé ne dépasse pas sa température d'inflammation, qui est de l'ordre de 300 °C. Le choix des parois (plafond, plancher, cloisons) à protéger tiendra compte du fait que pour brûler le bois nécessite une énergie thermique supérieure à ce que la combustion d'un élément en bois peut produire (en général la combustion d'un élément bois, seul, n'est pas auto-entretenue, il se produit un phénomène d'auto-extinction). Il y a lieu, par exemple, d'éviter que des parois bois apparentes, en vis-à-vis, conduisent à l'auto-entretien de la combustion.

Lorsque cela n'est pas possible, il y a donc lieu d'estimer quelle sera la contribution du bois structural apparent à la sévérité de l'incendie, que ce soit dans le local ou à l'extérieur (flammes en façade) et de dimensionner en conséquence les éléments de compartimentage ou de stabilité structurale pour respecter les exigences de non propagation du feu au-delà du compartiment d'origine et de non effondrement de l'édifice.

Par ailleurs, c'est en phase de construction, lorsque les mesures de protection ne sont pas encore mises en place, que le bâtiment peut être le plus vulnérable à l'incendie. Des mesures appropriées doivent donc être mises en œuvre dans cette phase de construction pour limiter le risque d'incendie et ses conséquences. Ce pourrait être, par exemple, de séparer les sources de chaleur des matériaux combustibles, la gestion des déchets et des débris, la mise en œuvre, dès que possible, des traitements ignifuges ou de protection prévue pour la construction...