

12/05/2019

Comment protéger la nouvelle charpente de Notre Dame de Paris (ainsi que les autres...)

1. Rappel sur les faits :

- Le matériau, qui est indissociable de la construction même de la Cathédrale, ouvrage exceptionnel notamment d'un point de vue technique par son élévation et ses portées, n'est pas en cause : la charpente, même remaniée en partie au 19ème siècle, a rempli pleinement son usage de conservation du bâtiment pendant près de 900 ans. L'enquête doit démontrer quel type d'erreur humaine dans les interventions de restauration en cours a pu être la cause du départ de feu. Si c'est un apport de point chaud, dans ce type d'environnement de travail, c'est probablement la réglementation même sur les conditions d'intervention pour les opérations de maintenance / réparation qui pourrait / devrait évoluer. C'est à bien distinguer des prescriptions sur la construction elle-même.

- Le bois a permis, a laissé le temps, les interventions de sécurisation des œuvres d'art menées par les pompiers, les services techniques de la mairie et de l'Évêché, dans l'intérieur la Cathédrale alors même que la charpente de l'édifice était en feu aux niveaux supérieurs.

Si on fait exception du comportement spécifique de la flèche, une charpente bois soumise au feu se consume lentement sans déformation. C'est ce facteur relatif, mais très important, de différencier du risque d'effondrement, qui a très probablement autorisé ces interventions de mise en sécurité des œuvres d'art. Les pompiers ont mentionné que le risque majeur pour eux était alors celui des gouttes de métal en fusion provenant des tuiles de toiture en plomb.

2. Comportement du matériau bois au feu :

2.1. Développement d'un incendie :

Pour qu'un feu démarre et surtout se développe, il faut que trois éléments soient réunis :

- Un matériau combustible
- Une arrivée d'air apportant l'oxygène nécessaire à la combustion
- Une source d'énergie et de chaleur

On parle de triangle du feu et si un des éléments est supprimé, le feu s'arrête rapidement. Par l'exemple, l'eau permet de supprimer la flamme donc la source d'énergie, le confinement supprime l'arrivée d'air,...

En absence de moyens de lutte, un incendie se développe en plusieurs phases :

- Le démarrage qui peut être ou moins rapide suivant la nature des matériaux (plus ou moins combustibles)
- La croissance avec une élévation progressive de la température
- Le développement qui voit l'apparition de gaz de plus en plus chauds
- L'embrasement avec des températures supérieures à 600 °C et une inflammation spontanée des gaz libérés par la combustion des matériaux. On parle d'effet « flash over »
- L'extinction faute de combustible

22. Comportement des matériaux face au feu :

Le comportement des matériaux face au feu est désormais connu et normalisé pour la construction. Il existe plusieurs critères pour le caractériser :

221. La réaction au feu :

La réaction au feu se définit comme le comportement d'un matériau qui par sa propre décomposition, alimente un feu auquel il est exposé. Cette « alimentation » comprend la chaleur et la quantité de gaz émises par la combustion.

Certains matériaux sont considérés comme inertes ou quasiment inertes : l'acier, le béton, l'amiante,...

Le bois sans traitement ignifuge est plus ou moins combustible suivant les essences et l'épaisseur des pièces. Le chêne et en particulier sous forme de grosses sections de charpente est difficilement inflammable. Cela signifie que la phase de démarrage d'un incendie comme celui de Notre-Dame de Paris pourrait être due à des éléments extérieurs à la charpente qui eux, étaient beaucoup plus facilement inflammables (déchets, accumulation de poussières diverses ?).

Compte tenu des caractéristiques d'une charpente en chêne massif, la phase de démarrage est nécessairement très longue, en tout cas supérieure à une heure. Ceci aurait dû permettre la détection efficace et une intervention immédiate pour éviter que l'incendie atteigne sa phase de croissance.

222. La résistance au feu :

La résistance au feu indique le temps pendant lequel un élément de construction va résister à l'incendie en conservant ses propriétés mécaniques (portance principalement) et physiques (étanchéité aux flammes, gaz et chaleur par exemple pour les portes coupe-feu).

Cette résistance au feu et notamment la conservation des capacités de portance est une propriété essentielle de la résistance globale d'une structure constructive.

Sur ce point, les avantages du bois sont indéniables.

- Contrairement aux idées reçues, il brûle lentement
- La couche carbonisée possède une faible conductivité qui protège les couches internes et ralentit l'avancée du feu.
- Il ne dégage pas de fumées toxiques
- Il est isolant et ne transmet donc pas la chaleur par conduction
- Et surtout, Le bois ne se déforme pas pendant la combustion

Les charpentes bois brûlent lentement et ne s'effondrent rarement au alors très tardivement. Ceci laisse le temps aux secours pour procéder aux évacuations des personnes et des biens de valeur.

Autre avantage du bois, son comportement au feu est parfaitement prévisible ce qui facilite le travail des pompiers et limite leur prise de risques.

Les matériaux concurrents ne présentent pas du tout les mêmes caractéristiques.

La conduction du béton est 10 fois supérieure à celle du bois. Celle de l'acier est 25 fois supérieure à celle du béton... En outre, le béton et surtout l'acier se déforment dès 600 °C ce qui entraîne un effondrement imprévisible des édifices. On pense naturellement aux deux tours du World Trade Center détruites en 2001. Bien qu'elles aient bien résisté à l'impact des avions, l'incendie qui a suivi a entraîné un affaissement rapide des structures acier conduisant à un effondrement total des deux bâtiments en moins d'une heure et demi.

Lors de l'incendie du tunnel du Mont-Blanc en 1999, la voûte en béton n'a pas résisté aux chaleurs extrêmes. Sa réfection et la mise en place d'installation de sécurité ont nécessité trois ans de travaux.

Heureusement moins dramatiques, le violent incendie d'un entrepôt de 3600 m² à Nanterre en août 2018 a eu raison de la charpente métallique qui s'est affaissée puis effondrée en quelques heures.

« Il vaut donc mieux un matériau qui peut brûler (après une longue phase de démarrage comme pour de grosses sections de chêne) mais qui offre ensuite une bonne résistance au feu plutôt qu'un matériau non inflammable mais dont la résistance diminue fortement avec la chaleur »

(1)

C'est ce constat sans appel qui permet le développement de la construction bois en France et dans le Monde. Rappelons que des immeubles d'habitation en bois de 9, 10 étages voire plus, existent en Italie, Norvège, au Canada. En France, plusieurs édifices de grande hauteur sont **également construits ou en construction** dans le respect des normes de sécurité.

3. Les préconisations de la filière bois.

Nous venons d'exprimer que le bois est le matériau qui donne « le plus de temps » en cas d'incendie pour procéder aux opérations de sauvegarde des personnes et des biens mais l'incendie a eu lieu.

31. la maintenance ou la modification de la cathédrale.

Toute intervention humaine, la cathédrale étant reconstruite, doit être sécurisée. Toutes les procédures d'intervention doivent être réécrites (conformément à la réglementation en vigueur) et contrôlées par les équipes de suivi des travaux, mais cela ne suffit pas,

32. les mesures de prévention.

Cette liste n'est sans doute pas exhaustive.

- En intérieur, il est possible de protéger les bois par des retardateurs de feu. Des produits ignifuges, appliqués par trempage permettent d'atteindre le niveau de résistance au feu M1 soit d'obtenir des bois non inflammables.
- La conception de la charpente peut prévoir de limiter, voire d'éliminer les effets cheminée comme ce fut le cas pour la flèche ;
- Les poussières potentiellement à l'origine de l'incendie de ND peuvent être aspirées au moins de manière séquentielle.
- La structure peut être au moins une fois par an dépoussiérée
- Il existe aujourd'hui des moyens de détection quasi infaillibles surtout si on les additionne :
 - Détecteurs de fumée
 - Détecteurs de température
 - Détecteurs de flamme

 - Surveillance vidéo, dont on peut attendre aujourd'hui les plus grands services (des caméras thermiques sont en cours d'homologation).

Toutes ces informations peuvent être mises à disposition et gérées par des équipes de surveillance dédiées ou appartenant à des centres spécialisés.

33. les moyens de lutte contre l'incendie

- Lorsque qu'une anomalie est ainsi détectée les moyens de lutte contre le risque d'incendie peuvent être mise en œuvre
 - Intervention des hommes sur le site
 - Extincteurs classiques
 - Réseaux d'Incendie Armées disposés sur toute la surface et évidemment maintenus en colonne sèche (avant ouverture) par risque de gel

Et plus important :

- Mise en place d'un réseau de sprinklers (en colonne sèche). Il présente l'inconvénient de produire beaucoup d'eau. Est-elle récupérable au niveau de la voûte de la nef ?
- Mise en place d'un réseau de brouillard haute pression (aussi en colonne sèche)
- Mise en place d'une protection atmosphérique par gaz inerte (CO₂, Azote) pour lequel une étanchéité minimum est à prévoir (sans doute pas facile à réaliser dans le cadre de la couverture de ND)

En conclusion, si le bois représente le meilleur des atouts pour la reconstruction de la charpente de ND de Paris, il ne faudra pas éluder toutes les mesures préventives et de lutte contre l'incendie. La charpente pourrait être reconstruite à l'identique mais avec tous les moyens modernes de prévention de l'incendie.

Références :

Les mesures de prévention et de lutte contre l'incendie :

<https://www.cnpp.com/>

<https://www.normequip.com/produit-ignifuge-bois-cbc-110.html>

<https://www.tyco.fr/solutions/detection-incendie-zettler/detection-pour-lindustrie-et-les-risques-speciaux/>

<http://www.franceinfrarouge.fr/>

<https://engie-axima.fr/securite-incendie/nos-solutions/sprinkler/>

<https://www.tyco.fr/solutions/systemes-sprinklers-et-ria/>

<https://fogtec-international.com/fr/brouillard-deau.html>

<https://www.tyco.fr/solutions/systemes-dextinction-a-gaz-et-brouillard-deau/gaz-inerte-inergen/>