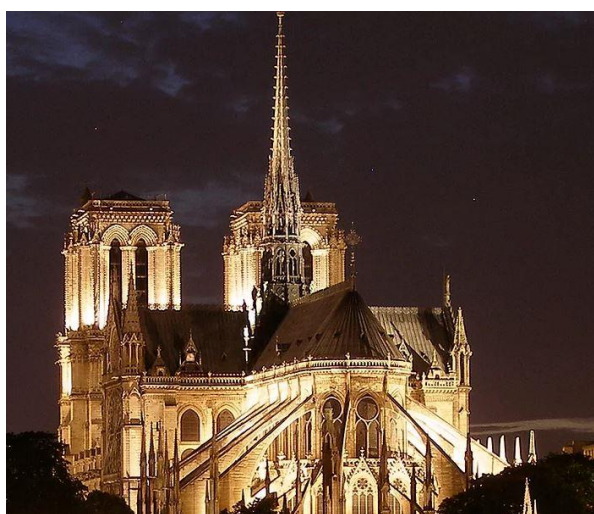


Comité Patrimoine IESF

Retour sur la visioconférence de l'association « Restaurons Notre-Dame », organisée le 20 avril 2021, par IESF Région Ile de France et la SNIPF, Société Nationale des Ingénieurs Professionnels de France, adhérente à IESF



Deux ans plus tôt, presque jour pour jour, l'incendie conduisait à la perte totale des 3 charpentes constitutives, du chœur (1225), de la nef (1240), du transept et de la flèche de 96 mètres construite en 1860 par Viollet-le-Duc et Lassus (500 tonnes de bois et 250 tonnes de plomb), à la destruction d'une partie de la voûte et à la fragilisation de la totalisation de la structure par surchauffe.

L'association : « Restaurons Notre Dame », rND, reconnue d'Intérêt Général à caractère culturel en juin 2020, regroupe ingénieurs, scientifiques, professionnels, compagnons, experts dans le domaine des charpentes en bois et du patrimoine, en vue de la reconstruction de la charpente de la cathédrale, à partir de bois issu de forêts françaises, principalement du chêne, dans l'esprit de l'ouvrage d'origine, mais avec les réglementations, processus de conception et technologies actuelles.

Les travaux de l'association, présidée par Pascal JACOB *, se concentrent sur trois thèmes :

- la culture et la protection du patrimoine, piloté par Alain HAYS, architecte, consultant international : Green Building & Building Heritage (GBBH),
- les sciences et les techniques de restauration, piloté par Franck BESANÇON *,
- l'écologie et la gestion durable de la ressource forestière, piloté par Geneviève REY, Ingénieure générale des Ponts, des Eaux et des Forêts.

Ils sont déployés à travers 4 actions prioritaires qui réunissent, dans une coopération exemplaire, des acteurs du domaine académique, du monde de l'entreprise, des filières éducatives et professionnelles.

Un vrai projet pédagogique

Le programme scientifique, technique et universitaire associe plusieurs grandes écoles, universités et laboratoires : l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture à Nancy (ENSAN), l'Ecole Nationale Supérieure des Technologies et des Industries du Bois à Epinal (ENSTIB), l'Ecole Supérieure de Techniques et d'Economie de Sarre à Sarrebruck en Allemagne (HTW), l'Ecole Supérieure du Bois à Nantes (ESB), l'Ecole Nationale de Météorologie à Toulouse (ENM).

Il réunit 51 étudiants, 11 professeurs des universités et 20 professionnels qui travaillent sur la charpente, la couverture et la flèche en 3 phases successives : l'étude des possibles, des études ponctuelles sur des sujets complexes qui font débat (choix des essences et des matériaux de couverture, revêtement de la flèche, sécurité incendie, impact des charges gravitaires et climatiques sur la charpente, approvisionnement écologique du chantier), et enfin la synthèse, annoncée pour octobre 2021.

Trois autres actions sont à destination du grand public

Sous le vocable de « **Futaies Notre-Dame** », l'Association se propose également de donner à voir et à comprendre les chênaies dont pourraient être issus les bois de Notre Dame en créant des parcours thématiques en forêt. La 1^{ère} « Futaie » sera inaugurée prochainement en forêt des Bertranges (Nièvre) ; 150 opérations similaires suivront.

Une exposition itinérante du **Chef d'Œuvre des compagnons charpentiers d'Anglet** débutera à Paris lors des journées du patrimoine 2021 et présentera le Chef-d'œuvre des compagnons charpentiers : la structure de la future charpente de Notre Dame.

Enfin, 15 « **Conférences Cathédrales** », prévues dans toute la France, permettront de mieux comprendre l'évolution architecturale et la construction des cathédrales au fil du temps. La 1^{ère} aura lieu à Nevers.



L'étude de la charpente proprement dite

Nous disposons aujourd'hui de relevés manuels de la charpente du Grand Comble ainsi que les plans de la flèche de Viollet-Le-Duc, disponibles à la Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine. Nous savons que cette charpente était largement surdimensionnée.

Outre la recherche de volume de bois suffisant, il faudra comprendre le fonctionnement de chaque typologie de forme, la répartition des efforts sur les maçonneries. Pour cela, les maîtres du Moyen âge s'appuyaient sur leur expérience et les secrets transmis dans la corporation. Le résultat est éloquent : leurs chefs d'œuvres demeurent, les autres ont disparu.

Aujourd'hui l'expérience se conserve dans des bases de données et s'utilise grâce à des logiciels de modélisation de la charpente (Rhinoceros, Grasshopper, Karamba3D), pour les retraits et les jeux d'assemblages (Castem3M), pour les charges gravitaires et climatiques (WUFI pour Simulation de l'impact de l'Humidité et du séchage et COMSOL pour mécanique des fluides).

En marge du projet, les écrits du chantier (1844-1865) de Viollet-Le-Duc sont en cours d'analyse et de synthétisation par Christian DUMOLARD (Science Po). Le chantier comprenait la dépose de la clé et des voutes à la croisée du transept, et sa reconstruction par l'intérieur, sans grue. De multiples incidents et incendies émaillèrent le chantier et nécessitèrent notamment l'installation de réservoirs d'eau dans les combles.

Echéancier

La nouvelle charpente sera conçue pour assurer la même durabilité que l'ancienne. L'ensemble des études devrait être terminé en septembre 2021. Une première étape dans le déroulement des travaux devrait avoir lieu en 2024 (flèche), avec la pose de la charpente définitive en 2025. Mais la restauration de l'intérieur pourrait ne s'achever que vers 2030 voire au-delà.

La filière bois en France

La France détient la 1ère forêt de feuillus d'Europe, 3.8 millions d'hectares, dont 22% de chênes : 625 millions de m³ répartis sur 1.26 milliards d'arbres. Chaque année, il se forme 14 millions de m³ de chêne en forêt par croissance biologique et on en prélève la moitié. La réfection de la totalité des structures en bois de Notre Dame représente 2.000 m³ de chênes, soit l'équivalent de 1h20 de croissance biologique.

Le volume de « bois rond » produit dans notre pays est considérable ; mais ce bois est, pour l'essentiel, envoyé à l'étranger pour y être travaillé, puis renvoyé en France. Si bien que la filière bois est le 2ème poste de déficit commercial de la France, après l'énergie, et qu'elle altère, par manque de structures de transformation sur place, son bilan carbone, alors que celui-ci est excellent en lui-même, puisque le bois fixe le CO₂ à raison d'1 tonne par m³...

Patrice Selosse

Vice-Président IESF Région Ile de France, membre du Comité Patrimoine d'IESF.

*Les intervenants :

Pascal JACOB, président de l'Association française « Restaurons Notre-Dame de Paris », ingénieur IPF, fondateur et ancien dirigeant de POBI, 1er fabricant français de construction à ossature bois industrielle. Il dirige, depuis 1982, des entreprises de profil très varié (TPE artisanale familiale, PME, PMI, groupe industriel et start'up) liées à la filière bois et à l'économie numérique. Il dirige aujourd'hui le Cabinet STRATER à Paris spécialisé dans le conseil stratégique pour le développement des forêts françaises et l'utilisation du bois construction. Elu de la Ville de Guérimy, délégué à la valorisation du patrimoine, notamment du Château de la Chaussade, monument historique, parcs, et Forges Royales.

Franck BESANÇON, président de la Commission scientifique de rND, directeur de la chaire partenariale d'enseignement et de recherche « architecture et construction bois : du patrimoine au numérique », architecte DPLG, enseignant-chercheur à l'École Nationale Supérieure d'Architecture (ENSA) et au MAP-CRAI, Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie de Nancy.

Gilles DUCHANOIS, professeur-chercheur à l'École Nationale Supérieure d'architecture (ENSA) de Nancy, membre de la Commission scientifique de rND, pilote du programme scientifique et universitaire de rND.

Paolo VANNUCCI, membre du Comité d'Expert du programme scientifique et universitaire de rND, professeur des universités en ingénierie mécanique à l'université de Versailles- Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ) et responsable du Master Méthodes Mathématiques pour la Mécanique (MMM), membre du laboratoire de mathématiques de Versailles (CNRS/UVSQ).

Pour en savoir plus :

<https://www.youtube.com/channel/UCSINOZQzNVg1KdTF3vMVoLA>

<https://www.restauronsnotredame.org/programme-rnd-videos-master>

<https://www.restauronsnotredame.org/mediatheque-stech>