

Notre-Dame de Paris, matériau et construction.

Rémi FROMONT^a, Pascal PRUNET^b

^a *Architecte en chef des Monuments Historiques, Covalence Architectes*

^b *Architecte en chef des Monuments Historiques, Prunet Architecture et Urbanisme*

Le matériau chêne (Rémi Fromont)

L'incendie du 15 avril 2019 a conduit à la disparition de la quasi-totalité des charpentes et couvertures du grand comble de la cathédrale : charpentes gothiques de la nef et du chœur, flèche et transepts de Viollet-le-Duc. Seuls les beffrois, logés dans les tours du massif occidental, ont été à peu près épargnés par l'incendie.

Le parti de la reconstitution des charpentes et des couvertures dans un état proche de l'identique pose de manière aiguë la question de l'emploi du matériau bois. Le choix des arbres en forêt, la période d'abattage, le mode de débit (sciage mécanique ou manuel), la qualité des bois (nœuds, fils tors, cœurs centrés ou non), le stockage des grumes et des pièces taillées, le taux d'humidité des bois au moment de leur mise en œuvre sont autant des facteurs intéressant directement la qualité du matériau chêne. L'analyse des ouvrages disparus a par ailleurs démontré que, outre la conception structurelle des ouvrages de charpente, ces facteurs ont une forte incidence sur la pérennité des ouvrages et sur notre capacité à les justifier structurellement.

La communication reviendra donc sur le processus qui a présidé à l'établissement des cahiers des charges rédigé par les architectes et présidant au choix et à la taille des bois, tant pour les charpentes de Viollet-le-Duc que pour les charpentes gothiques de la nef et du chœur.

Mots Clés : Charpente, Bois, Chêne.

Le matériau Pierre (Pascal Prunet)

Lors de l'incendie du 15 avril 2019, les charpentes en feu sont tombées sur les voûtes de la cathédrale, entraînant l'effondrement de plusieurs travées du vaisseau, un arc doubleau et deux voûtains adjacents dans la nef, percutés par la partie supérieure de la flèche, la totalité de la voûte de la croisée, et un voûtain du bras nord. Les hautes températures atteintes par le brasier au contact de l'extrados des voûtes, ont aussi dégradé les pierres des voussoirs, malgré la protection que leur conférait une chape de plâtre, réduisant leur hauteur de deux à trois cm.

Les études menées sur les pierres tombées au sol et en œuvre ainsi que les archives historiques, ont montré qu'elles provenaient de différentes carrières, correspondant à des ressources exploitables lors de la construction et des chantiers successifs de restauration au 18^{ème} siècle et lors de la restauration de Viollet-le-Duc. Le LRMH a aussi pu identifier les caractéristiques de ces pierres d'origines différentes, notamment leurs densités relatives, qu'elles soient utilisées pour les claveaux des arcs, ou pour les voussoirs qui constituent les voûtains.

Les pierres en œuvre présentant des caractéristiques différentes selon leur emploi : nervure ou voûtain, mais aussi au-delà de la question des voûtes, murs en élévation, arase des murs supportant la charpente de toiture... des recherches ont été faites avec le LRMH et le BRGM pour identifier les carrières présentant des ressources dont les caractéristiques étaient compatibles avec les pierres en œuvre ou à remplacer, structurellement (résistance à l'écrasement, poids, porosité) et esthétiquement (couleur, grain...)

Indépendamment de la problématique de la reconstruction des voûtes, la question de la consolidation et du renforcement des parements conservés, ceux des voûtains, rendus nécessaires par les pertes de matière ont aussi été étudiées, et proposée par la réalisation d'une chape de chaux fibrée, et ceux des murs intérieurs des combles, aussi déplaqués par les dilatation des pierres sous l'effet des hautes températures de l'incendie, et qui seront consolidés par brochages en fibre de verre et injections de micromortiers de type Ledan, solution mise au point sur la base de chantiers test.

Enfin, la protection de l'extrados par une chape de surface résistant au feu a également été étudiée avec le LRMH, afin de protéger les voûtes contre les conséquences d'un éventuel incendie.