

Mémoire du bois : apport de la biogéochimie à la connaissance de la charpente carbonisée de Notre-Dame de Paris.

A. DUFRAISSE^a, J. BOUCHEZ^b, C. COUBRAY^{a,c}, V. DAUX^d, F. DELARUE^e,
D. Du BOISGUEHENEUC^{a,d,e}, J.-L. DUPOUEY^f, O. GIRARDCLOS^g, C. HATTE^{d,k}, A. KREMER^h,
T.-T. NGUYEN TU^e, S. PONTON^f, A. POSZWAJ, F. SAIANO^j, R. SCALENGHE^j,
A. STULCOVA^{a,e,h}

^a UMR 7209 AASPE CNRS/MNHN

^b Université de Paris, Institut de physique du globe de Paris, CNRS,

^c Institut National de Recherches Archéologiques Préventives

^d UMR 8212 LSCE CEA/ CNRS/UVSQ/Université Paris-Saclay

^e UMR 7619 METIS CNRS/Sorbonne Université

^f UMR 1434 SILVA Université de Lorraine/AgroParisTech/INRAE

^g UMR 6249 LCE CNRS/Université de Franche-Comté

^h UMR 1202 BIOGECO Université de Bordeaux/INRAE

ⁱ UMR 7330 LIEC CNRS/Université de Lorraine

^j Università degli studi di Palermo

^k Institute of Physics - CSE, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

La charpente en chêne de Notre-Dame de Paris est l'un des plus grands chefs-d'œuvre de la charpenterie gothique en France. Elle a été construite au cours du Moyen Âge, entre le XI^e et le XIII^e siècle, à une époque où de profonds changements environnementaux et sociétaux créent une pression importante sur les ressources forestières disponibles. La destruction de la charpente de Notre-Dame de Paris dans l'incendie du 15 avril 2019 a laissé des milliers de fragments de poutres de chêne carbonisés plus ou moins longs et fragmentés, non réutilisables pour la reconstruction. De fait, ces bois médiévaux, rares et précieux, sont aujourd'hui accessibles à la communauté scientifique.

Observée par un œil profane, cette charpente donnait le sentiment d'une « forêt » en raison du grand nombre de poutres nécessaire à sa mise en place. On estime que 800 voire 1000 chênes ont été nécessaires à sa construction, chaque entrain ou chevron provenant d'un arbre différent. Or, tout au long de sa vie, chacun de ces chênes a enregistré certaines variations de son environnement en constituant chaque année un nouveau cerne de croissance. Ainsi, la succession de ces cernes constitue un moyen de datation absolue. De plus, l'analyse de l'anatomie des bois et de leurs compositions chimiques, moléculaires et isotopiques permet d'obtenir des informations sur l'environnement et la physiologie des arbres. Certains marqueurs du bois peuvent ainsi être utilisés comme indicateurs des modes de croissance, des zones de provenance ou du climat passé. Analyser la "forêt" de Notre-Dame, c'est remonter le temps, en reconstruisant les forêts et le climat des siècles passés.

Cette communication présentera deux exemples de combinaisons de marqueurs chimiques et isotopiques qui seront testés et analysés sur les bois carbonisés de Notre-Dame.

Le premier exemple repose sur une approche inédite et originale, combinant la composition élémentaire depuis les éléments majeurs jusqu'au groupe des lanthanides, ainsi que les isotopes du strontium et du néodyme pour restituer la provenance géographique des bois. Des essais d'extraction d'ADN seront également menés pour trouver une signature génétique de l'espèce et de l'origine des peuplements. L'identification des provenances apportera des informations précieuses sur la gestion des territoires forestiers, le transport du bois et ses modalités (voies terrestre et/ou fluviale). L'exploitation des ressources forestières est en effet l'un des fondements économiques de la société médiévale, que ce soit pour la construction, le bois de feu et les activités artisanales.

Le deuxième exemple concerne les compositions isotopiques de l'oxygène et du carbone qui permettent des reconstructions paléoclimatiques fines. Les chênes exploités pour la construction de la charpente de Notre-Dame ont en effet poussé pendant une période d'amélioration climatique, connue sous le nom d'optimum climatique médiéval. Cette période semble se caractériser par de longues séries d'étés secs, vraisemblablement chauds. Des micro-oscillations climatiques pourraient néanmoins avoir eu lieu durant cette période, notamment avec des hivers très rudes ou des épisodes pluvieux. Les bois carbonisés de la cathédrale Notre-Dame constituent donc une porte d'accès unique aux conditions climatiques pour identifier et caractériser cet optimum climatique médiéval. Chacune de ces approches sera discutée au regard de la carbonisation, processus qui implique des conséquences en cascade sur les signatures élémentaires, isotopiques et moléculaires et dont la compréhension est nécessaire à une interprétation rigoureuse des signaux biogéochimiques.

Mots Clés : Biogéochimie, Bois, Carbonisation, Provenance, Climat.