

LA CONSERVATION DES PIROGUES DE LOIRE

QUELLE MÉTHODE CHOISIR ?

André LORIN

Le bois est le plus ancien et le plus répandu des matériaux de construction. Il était donc logique qu'il soit la matière de base des premiers instruments de navigation.

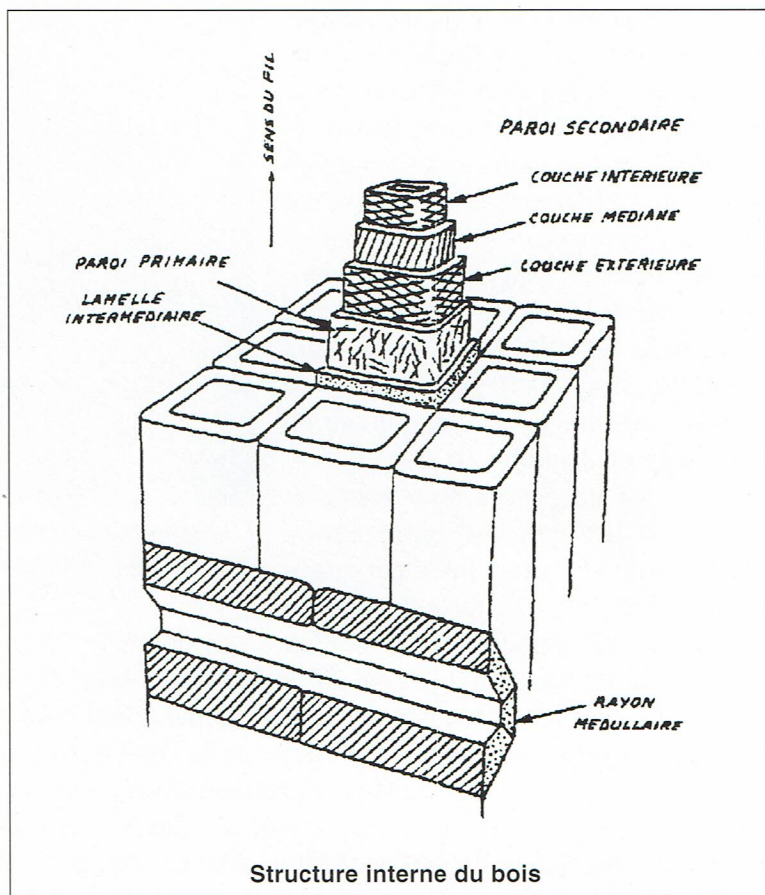
Sa structure physique interne, à base de canaux, et sa composition chimique fondée sur le tandem cellulose-lignine lui confère des propriétés particulières. Une bonne résistance mécanique, une densité généralement inférieure à 0,9 en ont fait le constituant idéal des pirogues les plus primitives.

Matériau sensible à l'humidité, le bois vivant est plein d'eau puisqu'il contient de la sève. Son taux en eau, variant de 35 à 50 % (et plus), est trop élevé pour le travailler, à cause des risques de déformation. Dès que l'arbre est abattu, ce chiffre va descendre par séchage naturel ou contrôlé. Pour la construction d'un bateau, on essaiera d'obtenir des taux de l'ordre de 12 à 23 %.

MÉCANISMES GÉNÉRAUX

Mais quand un bois passe des années en mer ou en fond de rivière, des changements physiques et biochimiques vont se produire. S'il reste dans un milieu aérobie, c'est-à-dire non protégé de l'oxygène par une couche de vase suffisante, il va se décomposer sous l'influence des bactéries et des animaux foreurs. Ses cellules vont perdre progressivement leurs propriétés physiques par diminution de la cellulose. Il va se saturer en excès et devenir un bois gorgé d'eau.

Le bois a une structure interne faite de tubes accolés les uns aux autres, dont les parois contiennent 50% de cellulose, le reste comprenant 20 à 30% de lignine et 20 à 30 % de sels minéraux, sucres, tanins, essences, résines. L'épaisseur des parois est en rapport avec la densité. Les plus légers comme les résineux, atteignent 0,4, le chêne, l'orme et le teck 0,6 à 0,8 et les plus lourds, comme le gaiac, 1,3 à 1,5. Une attaque bactérienne va entraîner une baisse importante des celluloses, la lignine étant mieux préservée. Après un long séjour en milieu aqueux la concentration peut monter de 200 à plus de 500% (c'est le pourcentage d'eau exprimé par rapport au poids sec). Un tel objet sorti à l'air et mis à sécher sans précaution va se déformer rapidement de façon irréversible, le phénomène physique d'évaporation à l'air ambiant entraînant une tension de vapeur trop forte sur les parois cellulaires. Les rares exceptions à ce processus sont le cas des objets en bois durs très denses et



peu hydratés, conservés sans traitement spécifique (gaïac, orme, teck...). Mais ces bons résultats "naturels" sont rares et aléatoires : ils dépendent beaucoup des conditions d'enfouissement et de séjour subaquatique.

En conséquence, pour le conserver, on va faire appel à des techniques permettant d'enlever l'eau en excès tout en évitant cette déformation. Il existe plusieurs variantes : (1) remplacer l'eau par un solvant non aqueux, comme l'acétone ou le méthanol ; (2) ou bien extraire directement l'eau de l'objet, par séchage lent dans une enceinte à taux contrôlé, ou par lyophilisation, qui est un séchage à basse température et à pression réduite.

Pour les pièces trop dégradées, le remplacement de l'eau en excès se fera par un produit chimiquement inerte (PEG, sucres...) qui va aussi servir de consolidant interne pour pallier la cellulose manquante. En trempant les pièces dans des bains de concentrations croissantes, un phénomène d'osmose se produit. L'eau sort du bois pour passer dans le bain et est progressivement remplacée par le produit concentré qui rentre dans les cellules et les canaux intracellulaires. Suit une phase de séchage contrôlé en milieu ambiant ou bien par lyophilisation.

Ces processus sont longs et complexes. Les délais d'imprégnation peuvent atteindre deux mois par centimètre d'épaisseur. Les formules mixtes avec PEG 400 associé au PEG 4000 varient aussi en fonction du degré d'hydratation du bois. De très nombreux protocoles ont été décrits.

La lyophilisation, qui se fait principalement sous vide, a un inconvénient : elle nécessite l'usage d'appareils onéreux et le volume de la cuve limite la taille des objets traités. Elle consomme aussi de l'énergie. La lyophilisation à pression atmosphérique est une alternative qui convient bien aux structures peu épaisses : elle a été essayée au Canada, où les rigueurs du climat font que l'atmosphère devient un congélateur naturel pendant 6 mois de l'année. En France, avec le concours de l'industrie du froid (Société Usifroid), un protocole similaire a été testé à Marseille en 1980, sur une épave entière, le navire de la Bourse, qui avait 19 m de long, 8 m de large et pesait 20 tonnes. En Antarctique à la Station Davis, une équipe australienne a traité avec succès un lot de bois d'épaves en adaptant une installation aux particularités climatiques locales. De 1997 à 1999, avec un appareil similaire dans son principe mais de dimensions plus modestes, nous avons pu traiter à Nantes des poulies et des échantillons de cuir provenant de trois sites de fouilles sous-marines différents : l'épave de la baie d'Arzon (Morbihan), le Sédusant à Tévennec (Finistère), l'Edmond-Alix à Lorient (Morbihan).



Elément de proue d'une pirogue monoxyle découverte par G. Le Nader sur les grèves de sable de La Varenne, en amont du pont d'Oudon à Champtoceaux.

Ph. L. Ménanteau, mars 1995.

CHOIX D'UN PROCÉDÉ

Au vu de l'expérience des principaux laboratoires de conservation des bois gorgés d'eau, les techniques principalement utilisées à ce jour sont à base de produits imprégnants comme le PEG (PolyEthylèneGlycol) des sucres (Saccharose, Mannitol, Sorbitol...) ou des résines (Styrène-Polyester, Colophane...). Nous proposons d'étudier les deux techniques suivantes :

a - La méthode PEG-Lyophilisation : elle reste la méthode de référence. Nous l'avons personnellement appliquée depuis 1995 pour le traitement de pièces de cuir ou de petits objets de bois ne dépassant pas 7 cm d'épaisseur, car nous sommes limités par notre lyophilisateur actuel à 1,10 m en longueur. Or la collection d'Oudon comprend des pièces pouvant atteindre 6 mètres de long. La méthode convient à plusieurs types de bois. Suivant le pourcentage d'eau qui est en rapport avec le degré de dégradation, on peut utiliser des mélanges de PEG de différents poids moléculaires. L'Institut International de Conservation à Ottawa, Canada, a mis au point des méthodes de calcul pour optimiser la concentration finale du PEG (Programme PEGCON).

b - La méthode au saccharose * : mise en route dès le début du siècle avant les premiers essais avec le PEG, elle a été supplantée par celui-ci, car elle donne des résultats plus irréguliers. Néanmoins elle a un argument en sa faveur, un coût nettement inférieur en réactifs (- 40 %) et une consommation d'énergie nulle : l'imprégnation et le séchage se font à l'air ambiant sans apport d'énergie. Un autre argument est l'aspect final plus naturel de l'objet. Une étude comparative établie sous l'égide d'Arc-Nucléart à Grenoble a été effectuée en 1995. Les résultats sont moins reproductibles qu'avec le PEG. Mais de récents travaux allemands (Hoffman, 1995, 1998) effectués avec une extrême rigueur ont mis en évidence les failles du procédé (contamination biologique du sucre) et les moyens d'y remédier, concrétisés par le succès du traitement de deux épaves à Bremerhaven, la plus grande faisant 11 m de long sur 3,60 m de large.

c - Autres méthodes : nous excluons d'emblée les méthodes à base de résines dans la mesure où elles sont surtout utilisées pour des petits objets en bon état. De plus, l'usage de solvants inflammables (alcool, acétone) en augmente le coût et exige des précautions de sécurité particulières. Enfin, la polymérisation du styrène se faisant par rayonnement gamma, son emploi se restreint à des centres comme Arc'Nucléart à Grenoble qui possède un appareillage coûteux et sophistiqué impossible à mettre en œuvre hors d'un laboratoire spécialisé. Le tableau suivant résume les avantages et inconvénients respectifs des deux procédés retenus.

TECHNIQUE	PEG	SACCHAROSE
Limite de taille	OUI	NON
Coût du produit	+++	+
Usage de bactéricide	NON	OUI
Consommation d'énergie	OUI	NON
Pourcentage de réussite	ELEVE	VARIABLE*
Aspect final du produit	aspect cireux	aspect plus naturel

CONCLUSION

Nous avons défini les schémas qui peuvent être applicables au lot de pirogues d'Oudon conservé par les soins de l'ARRA depuis 1993 dans des conditions provisoires. S'il faut remercier Gilbert Le Nader de sa patience pour l'entretien des bacs de stockage, cette dernière ne saurait être éternelle. Or, dans ce domaine, l'inertie des autorités de tutelle devient pesante, puisqu'elle lie le début

du traitement à la prise en charge des pirogues par un musée. La décision étant repoussée depuis des années, nous proposons une voie alternative. En traitant une partie des pirogues par la méthode au saccharose, nous prenons le risque d'une moins grande efficacité. Mais la collection comportant des objets très fragmentés, dont certains de faible intérêt muséologique, il est aisé de faire un test sur un échantillon réduit, et au vu des résultats obtenus, d'appliquer ou non la méthode sur un plus grand échantillonnage. En outre, l'expérimentation pourrait être élargie à un lot d'objets sous-marins provenant du site de l'Ariane et Andromaque, vaisseaux de guerre coulés à Lorient en 1812.

Notes

* NB : cette technique convient mieux aux bois moyennement hydratés. Elle donne des résultats moins constants que ceux fournis par le PEG.

Bibliographie

- Ambrose W.R. & Neale J.L., 1993. Antarctic freeze-drying of waterlogged timbers, *Proceedings of ICOM Portland* : 231-245.
- Amoignon J. & Le Floch L., 1971. Principes généraux de la lyophilisation des produits biologiques et pharmaceutiques. *Le Vide*, 156 : 217-226.
- Amoignon J. & Larrat PH., 1984. Traitement des bois gorgés d'eau par lyophilisation à la pression atmosphérique. *Proceedings of ICOM Grenoble* : 181-188.
- Aubry J.-P., 1980. *Structure et construction du voilier*. EMOM
- Drocourt D. & Morel M., 1983. Le navire romain de Marseille, une première mondiale. *Museum*, 137 : 49-53.
- Grattan D.W., 1981. Some experiments in freeze-drying: Design and testing of a non-vacuum freeze-dryer *Proceedings of ICOM Ottawa* : 253-262.
- Grattan D.W. & Clarke R.W. 1987. Conservation of waterlogged wood. Conservation of marine archaeological 1- objects. *Butterworths* : 193-194 et 203-204.
- Lorin A., 1995. La lyophilisation à pression atmosphérique. *Les dossiers du CeR.A.A.*, 23 : 83-89.
- Lorin A., 1998. La lyophilisation à pression atmosphérique quoi de neuf ? 1988. *Actes de la 7^e conférence du Groupe de Travail Matériaux Archéologique Organiques Humides de l'ICOM-CC* : 116-119.
- Steward R.M., 1974. *Construction des bateaux en bois*. EMOM
- Watson J., 1985. Suitability of Waterlogged wood from british excavations for conservation by freeze-drying. *Studies in conservation* : 273-276.



Grève de sable de l'île Bridon (La Varenne) - Ph. L.Ménanteau, 06-1996.

La Loire recèle de nombreux fragments de pirogues qui sont autant de témoins de l'histoire des hommes. Devons-nous les laisser partir à la dérive dans le courant sans rien faire pour les conserver ?