

La conservation des objets préhistoriques en bois humide

D. ANKNER

Les découvertes de bois secs datant de la préhistoire ou de la protohistoire de l'Europe Centrale sont extrêmement rares. La préservation et la consolidation des bois de ce genre ne posent pas de problèmes et, pour cette raison, elles ne seront pas traitées ici. Nous avons, par contre, connaissance d'une quantité assez importante d'objets en bois en provenance d'eaux stagnantes, de tourbières, de marais, de lacs ainsi que de sols humides, qui présentent une importance considérable pour l'étude de la préhistoire et de la protohistoire. L'état de conservation de ces découvertes d'objets en bois humide varie suivant la composition des eaux et du sol. Dans la plupart des cas, ils sont cependant fortement lessivés et mous, mais ils ont conservé néanmoins, pour le plus grand nombre, leurs formes initiales. Le degré de résistance des bois dépend souvent aussi de la décomposition plus ou moins avancée de la cellulose. Par suite de la décomposition de la cellulose, le bois n'est plus capable en effet d'emmagasiner l'eau destinée à assurer une stabilisation; il s'ensuit que lors d'un séchage simple, les cellules s'affaissent et que le bois se rétracte, se fissure et gauchit. La structure ligneuse du bois, qui subsiste encore en grande partie lors de la découverte des bois, n'est pas capable de maintenir le bois dans sa forme d'origine.

De ce qui précède, il résulte par conséquent que les bois découverts à l'état humide doivent autant que possible être conservés sous l'eau, aussitôt après leur récupération. Lorsque la taille des objets s'oppose provisoirement à cette façon de procéder, on peut se contenter d'un arrosage uniforme et répété des bois. Or se pose alors le problème du traitement des bois humides de cette sorte.

Nous avons affaire à une structure ligneuse, qui est gorgée d'eau et dont nous devons conserver la forme. Pour cela, il nous faut premièrement : stabiliser et consolider la structure, et deuxièmement : expulser l'eau; à cet effet, les deux processus devraient s'effectuer simultanément; sinon, la structure devra être au moins suffisamment robuste pour supporter sans retrait une déshydratation subséquente.

Nous en arrivons ainsi aux méthodes les plus diverses utilisées dans le passé et présentement encore. Jusqu'à il y a vingt ans environ, on plongeait les bois dans de l'huile de lin chaude et on laissait l'eau s'évaporer lentement. L'huile de lin pénétrait ensuite doucement dans le bois et séchait. Il est vrai que cette méthode était caractérisée par des retraits et des fissures considérables. L'adjonction, à l'huile de lin, d'acide carbonique, de carbonyle, de glycérine ou d'huile de térébenthine n'améliore que très peu son rendement. Un traitement à la colle avec précipitation de celle-ci au moyen d'acides tanniques apparentés au bois, ne donne pas non plus satisfaction.

On a essayé, d'autre part, de traiter des bois par immersion dans une solution d'alun avec réchauffage simultané et cristallisation subséquente de l'alun dans les cellules du bois. Mais comme l'alun est fortement hygroscopique, les bois traités avec ce produit restent généralement humides. Lors de la cristallisation de l'alun, une partie des cellules ont en outre éclaté. Le résultat final de cette méthode de préservation était par conséquent de présenter un objet dont la forme n'avait guère changé, mais qui était extraordinairement lourd et toujours humide.

Pour terminer, mentionnons qu'on a imité la silicification rencontrée dans la nature, en se servant pour cela de silicate de potasse. Certains auteurs essayent d'améliorer cette silicification par application de courant électrique. Mais ici également, les résultats ne sont pas satisfaisants car il s'est produit certaines déformations; et si le bois a conservé dans l'ensemble sa forme, il ne répondait en aucun cas aux exigences esthétiques. Pour en terminer avec la liste des procédés historiques peu satisfaisants, citons encore le remplissage avec de la méthylcellulose, c'est-à-dire avec de la colle pour papiers peints.

Comme exemples de telles restaurations défectueuses, voici la pédale d'un métier à tisser alémanique du VII^e siècle et un tronc d'arbre creusé d'origine protohistorique, servant de fontaine, découvert en Allemagne du Nord.

Le musée National Suisse de Zurich a mis au point depuis un certain temps déjà un procédé efficace pour la déshydratation sans retrait et la consolidation des bois humides. Dans ce procédé, l'eau est remplacée progressivement dans les bains par de l'alcool, lequel est remplacé à son tour par de l'éther. Cet éther est remplacé ensuite par de l'éther et de la résine dammar, puis évaporé sous vide à une vitesse telle que la résine dammar en train de se solidifier empêche les structures du bois de s'affaiblir. L'évaporation rapide de l'éther empêche également le cheminement de la résine dammar conjointement avec l'éther en train de se volatiliser, en sorte qu'on obtient une consolidation, non seulement à la surface, mais aussi à l'intérieur.

Pour être complet, ajoutons que cette méthode, de même que tous les autres procédés, exige un nettoyage soigné des bois avant traitement. On a constaté qu'il était avantageux, après le nettoyage dans l'eau distillée,

qui prend environ 2 à 6 mois, de travailler avec environ 0,1 % d'eau oxygénée + 0,1 % d'ammoniaque. Dans certains cas, un traitement complémentaire au complexe III est nécessaire. La méthode de l'échange eau/alcool/éther/éther + résine dammar a donné d'excellents résultats, mais n'a été utilisée, la plupart du temps, que pour des objets de petites dimensions, du fait que d'une part, les dépenses pour les objets d'assez grande taille sont relativement élevées (l'éther est très cher), et que d'autre part — et c'est peut-être là le reproche le plus grave — l'éther est extrêmement explosif. Or, cette explosibilité constitue un danger non seulement pour les objets découverts et pour l'homme, mais aussi pour les immeubles environnants.

Qu'il nous soit permis de citer ici deux exemples puisés au Musée Central Germano-Romain, où des objets furent traités avec de l'éther et de la résine dammar.

On avait radiographié un paquet très lourd en écorce de bouleau qui présentait par endroits une coloration verdâtre et qui avait été mis au jour près de Nuremberg, en même temps que d'autres objets datant de la fin de l'âge du bronze. La radiographie a révélé que nous avions affaire à un carquois avec des pointes de flèches de l'âge du bronze. Nous avons procédé à une restauration des hampes en bois ainsi que des pointes suivant la méthode alcool-éther-résine dammar décrite plus haut. En voici le résultat. Une photo de détail vous montre encore les enroulements autour des fûts de flèche, qui portaient de fins crochets en bois. Ces crochets en bois étaient très certainement destinés à recevoir du poison, car on ne voit guère à quoi d'autre ils auraient pu servir.

Un peigne de l'âge de la pierre, trouvé dans le lac de Neuchâtel, près d'Auvernier, a été traité par la même méthode.

En raison du danger qu'elle présentait, la méthode que nous venons de décrire a été modifiée de diverses façons.

C'est ainsi qu'au Danemark, Christensen avait remplacé l'éther par de l'alcool butylique tertiaire, essais suivis de résultats plus décevants; qu'en U.R.S.S., les époux Smetanka avaient utilisé du xylène et du baume du Canada et, qu'enfin, différents auteurs ont également remplacé l'éthanol par le méthanol ou le dioxanne.

On peut dire, dans l'ensemble, que la méthode originale avec l'éther et la résine dammar est incontestablement la meilleure mais aussi la plus dangereuse et que, dans certains cas extrêmes, les bois déjà affaiblis par les alcools et l'éther, sont susceptibles d'être exposés à certains dangers par l'action dissolvante de ces solvants.

Un autre procédé, qui est utilisé entre autres en Angleterre et en Scandinavie, essaie de remplacer l'eau contenue dans le bois humide par une résine synthétique soluble dans l'eau. Les objets sont remplis avec des polyéthylène-glycols de différents poids moléculaires. Le traitement s'effectue comme suit : après un nettoyage superficiel du bois, celui-ci est plongé

dans une solution aqueuse de 10 à 12 % de polyéthylène glycol et environ 1 % de pentochlorophénolate de sodium ou de borax et acide borique — pour la désinfection — puis réchauffé lentement pour permettre à l'eau de s'évaporer progressivement. On obtient finalement un bain de fusion à 100 % de polyéthylène glycol ou, ainsi qu'on opère aujourd'hui, une solution d'environ 60 à 90 % de polyéthylène glycol dans l'eau. On a adopté aujourd'hui cette modification parce qu'on a constaté qu'en poursuivant la déshydratation des bois et en les conservant dans une atmosphère humide, ceux-ci en fonction de l'humidité atmosphérique qui règne à l'endroit du stockage, absorbent à nouveau l'eau, ce qui entraîne également des déformations. Cette méthode semble très simple a priori, mais elle a des inconvénients : si on utilise des dioxannes d'un poids moléculaire plus élevé, ceux-ci ne sont sans doute pas hygroscopiques, mais ils ne pénètrent que très lentement à l'intérieur des bois. C'est ainsi que pour le cas extrême du Wasa, on évalue à 10 ans la durée du traitement.

Si on se sert par contre de dioxannes d'un poids moléculaires plus faible, tout le processus devient beaucoup plus rapide (de plusieurs mois à quelques années), mais comme ces produits sont beaucoup plus hygroscopiques, ce procédé n'est recommandable que pour les lieux ayant une humidité atmosphérique extrêmement faible.

Les bois imprégnés de polyéthylène glycol sont en outre très lourds, souvent de couleur sombre et, ce qui est aussi très important pour la pratique de la restauration, très difficiles à coller. Malgré les inconvénients que nous venons de mentionner, le procédé au dioxanne est la méthode de préservation la plus efficace des objets en bois de grandes dimensions et ce d'autant plus que la méthode suivante, que je voudrais vous décrire maintenant, est elle aussi inutilisable pour les bois de grandes dimensions.

Voici huit ans, MM. Müller-Beck et Haas du Musée d'Histoire de Berne, ont en collaboration avec la CIBA AG. de Bâle, mis au point un procédé d'imprégnation qui permet de consolider la structure du bois par remplacement de l'eau par une solution aqueuse d'un prépolymérisat de mélamine-formaldéhyde. Voici la description de l'opération :

1. Bon trempage et nettoyage des objets découverts (la durée peut atteindre plusieurs mois);

2. Imprégnation dans une solution à 25 % d'Arigal C et ce avec environ le poids quintuple rapporté à l'objet humide à restaurer. Cette imprégnation est terminée lorsque le bois est complètement immergé (ce qui peut prendre plusieurs semaines). Pendant ce temps il y a lieu de surveiller le pH de la solution. Dès que celui-ci descend en dessous de 7,8, il faut ajouter un peu de bicarbonate de sodium pour éviter une précipitation prématurée, c'est-à-dire une polymérisation de l'Arigal;

3. Addition du catalyseur à la solution d'imprégnation. Après cette addition, l'Arigal commence à se polymériser. La conservation maximale de la solution contenant du catalyseur est de deux jours;

4. Emballage de l'objet dans des toiles de coton puis dans des tubes de polyéthylène qui sont ensuite scellés. Le bois séjourne ensuite pendant deux jours dans une étuve à 65° C. Grâce à la chaleur, le catalyseur est activé et l'Arigal ainsi fixé de façon définitive;

5. Séchage lent des bois stables à l'air.

Dans de nombreux cas un renouvellement de l'imprégnation et de la fixation s'avère recommandable. Compte non tenu du trempage et du nettoyage préalable, le traitement des bois prend au maximum deux mois. Les bois peuvent être foncés superficiellement à l'aide de résines ou de laques, ils peuvent être collés et complétés à tout moment et ont une teinte brun clair - gris clair, telle que doit l'avoir un bois qui a séjourné pendant des siècles dans le sol ou sous les eaux. Des microphotographies des bois traités montrent une structure de bois très bien conservée, et l'on remarque que l'Arigal ne se dépose pas dans les cellules, mais se contente de renforcer la structure ligneuse. Ceci permet également une détermination dendrochronologique de l'âge des bois. Les valeurs de retrait sont toutes inférieures à 1 %. Un inconvénient de cette méthode à l'Arigal est qu'elle n'est utilisable, ne serait-ce que pour des raisons d'appareillage, que pour des bois d'un diamètre maximum d'environ 20 cm et de 1 m de longueur et que l'Arigal est relativement cher (1 kg = env. 9 à 14 DM, soit 2,50 à 5 \$).

Pour illustrer la méthode à l'Arigal C, nous allons vous montrer des ateliers du Musée Central Germano-Romain de Mayence. Un flotteur de filet de pêche, une coupe en bois et une hache de pierre à manche en bois de l'âge de la pierre de la culture dite de « Cortaillod », découverts à Auvernier sur le lac de Neuchâtel.

Dans les marais de Witte, près d'Oldenbourg, on a trouvé à gauche et à droite d'un chemin en madriers des idoles en bois du III^e siècle. Vous voyez ici le dieu et la déesse après traitement.

Ce puisoir, qui a certainement été utilisé dans la saunerie située à Bad Nauheim, date de la fin de l'ère latine, donc des alentours de la naissance de Jésus-Christ. Voici, également en provenance de Bad Nauheim, les morceaux d'un moyeu de roue en bois d'érable, dans l'état où ils ont été trouvés. Après traitement à l'Arigal C et la reconstitution des parties manquantes, voici comment se présente maintenant ce moyeu extérieurement et intérieurement. Et voici un yoyo en bois et un peigne de femme de l'époque romaine, c'est-à-dire du IV^e siècle après Jésus-Christ, en provenance du port romain de Marseille.

Comme dernière diapositive, j'aimerais vous montrer quelques échantillons de bois, qui vous permettront de convenir que grâce au traitement à l'Arigal C, le caractère du bois reste excellemment conservé

L'analyse dendrochronologique a du reste permis de déterminer exactement l'âge du petit morceau approximativement rectangulaire que

vous voyez en haut à gauche : l'arbre auquel il appartenait avait été abattu en 169 avant Jésus-Christ après une croissance d'au moins 51 années.

L'échantillon de bois que je vous ai apporté provient de Bad Nauheim; il est d'origine celte et du 1^{er} siècle avant Jésus-Christ. Je suppose que vous avez pu ainsi vous convaincre des avantages de la méthode Arigal.

Pour compléter les procédés que nous venons de décrire, mentionnons encore quelques possibilités évoquées dans la documentation technique : Munnikendam à Amsterdam remplace l'eau contenue dans le bois humide par du méthanol, ajoute des monomères de méthacrylate de méthyle à la solution et polymérise avec les radiations émises par une source de cobalt 60. Les expériences en sont encore limitées et je pense au surplus que les musées et les services des monuments et des sites pourraient bien éprouver certaines difficultés d'accès aux sources d'irradiation nécessaires.

A l'Ermitage de Leningrad, MM. Nogid et Rozdynak ont remplacé l'eau par de l'acétone, ils ont ajouté ensuite des monomères de méthacrylate de butyle et du peroxyde de benzoyle comme catalyseur, et consolidé, à une température de 65 à 95°, pendant 8 à 9 heures, des bois de l'époque néolithique et du moyen âge. En raison de sa réactivité et de son pouvoir solubilisateur nettement élevés, l'emploi de l'acétone comme solubilisateur me semble problématique. Pour l'instant, il est malheureusement difficile de se faire une opinion précise de ce procédé. A ma connaissance, les essais visant à préserver le bois par séchage par congélation ont échoué.

Je voudrais conclure en me résumant comme suit : pour les bois découverts humides, et de petites dimensions, le dangereux procédé à l'alcool - éther - résine dammar ainsi que la méthode à l'Arigal C sont avantageux. Pour les objets en bois d'assez grande ampleur, le traitement très fastidieux aux polyéthylèneglycols peut encore être recommandé pour l'instant. Pour l'avenir, nous espérons que les procédés d'échange avec des solvants organiques et de polymérisation inerte subséquente des monomères plastiques ajoutés, qu'assurent des catalyseurs appropriés ou l'irradiation aux rayons gamma, faciliteront et amélioreront la préservation des bois humides.

SUMMARY

THE PRESERVATION OF PREHISTORIC WOODEN FINDS

Wooden specimens dating from prehistory and antiquity are invariably moist when found. The paper describes the various states of woods leached by the action of water and soil, before going on to deal with the methodology of preservation. Previous experiments with linseed oil + carbonyl, etc., glue, tannic acid, alums, methyl cellulose, as well as petrification, are briefly examined.

More recent processes and results of experiments are then developed in more detail: the alcohol/ether/ether + dammar gum exchange is indicated as a significant method for *small objects*. The extreme danger attaching to this method restricts its application. Variants of this method have not provided significant advantages. The impregnation of wood with polyethylene glycol for *larger objects* yields the most valuable results at the present time, in spite of the fact that it calls for a greater length of time; further defects of this method are the unsightly aspect of the wood pieces and the difficulty of gluing them.

For wooden pieces 1 m in length with a diameter of 20 cm treatment with Arigal C, a melamine-formaldehyde prepolymeride, along with a polymerization of the remaining framework, seems at present to be the most efficient, rapid and least dangerous method. Significant illustrations are the various examples provided by the laboratory of the *Römisch-Germanische Zentralmuseum*.

Finally, mention is made of tests that have been carried out in Amsterdam, consisting in exchanging a water/methanol solvent and subsequently adding a plastic monomer.

At the Hermitage in Leningrad the monomer has been polymerized by the joint action of heat radiation and a catalyser. There is reason to hope that these two latter methods will in the future further complete the range of possibilities for the preservation of wood.