

## La Navigation du Savoir - Réseau des Arsenaux Historiques de la Méditerranée

---



UNION EUROPEENNE  
PROGRAMME EUROMED - HERITAGE II



UNESCO  
PROGRAMME MEDITERRANEE



UNIVERSITE DE MALTE  
MEDITERRANEAN INSTITUTE

---



## **Groupe de Recherche en Archéologie Navale**

---

### **Sous-projet n°6 Formation aux techniques de l'archéologie sous-marine**

---

#### **Cours n°4**

### **Archéologie sous-marine et dendrochronologie**

Frédéric GUIBAL  
U.M.R. 6116 C.N.R.S.  
Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie  
Faculté des Sciences et Techniques Saint-Jérôme  
13397 Marseille Cedex 20

#### **Introduction**

L'étude de la cargaison, du matériel de bord et des monnaies délivrés par les épaves de navires renseignent sur la date du naufrage mais n'apportent aucune information sur la date de construction du navire. Celle-ci peut être connue grâce à l'analyse dendrochronologique des pièces constitutives de l'architecture du navire, rendant ainsi la dendrochronologie particulièrement précieuse pour l'histoire maritime et l'histoire de l'architecture navale.

#### **Méthode**

Dans les régions soumises à des climats qui imposent à la végétation une période d'activité et une période de repos au cours d'une même année, les arbres élaborent chaque année, au niveau de leurs racines, tronc et rameaux, un anneau de croissance appelé cerne annuel. L'épaisseur d'un cerne résulte de l'action d'un ensemble de facteurs parmi lesquels entrent en jeu des facteurs abiotiques dont certains demeurent constants pendant toute la vie de l'arbre (sol, altitude, exposition, topographie) tandis que d'autres varient au sein d'une même année et d'une année à l'autre (climat), et des facteurs biotiques variables au cours de la vie de l'arbre (âge, concurrence inter-individuelle et inter-spécifique, attaque de ravageurs, interventions humaines).

L'influence des facteurs climatiques se traduit par un cerne épais lors d'une année où les conditions météorologiques ont satisfait les exigences climatiques de l'espèce, mince dans le cas contraire. Si le facteur climatique prime sur les autres facteurs, les mêmes séquences de cernes minces et de cernes épais peuvent être observées sur les séries de tous les arbres d'une même espèce poussant sous un même climat ; par exemple, tous les hêtres du nord-est de la France présentent un cerne très mince lors des années 1960, 1964 et 1976 du fait des précipitations particulièrement faibles ces années-là.

La dendrochronologie vise à synchroniser (interdater) des séries de cernes après avoir identifié sur différents échantillons des séquences de cernes particulièrement minces ou épais séparés par le même nombre d'années. Lorsque l'un des éléments comparés est déjà daté à l'année près, il a une valeur de référence et permet de dater les échantillons avec lesquels il présente des séquences de cernes minces ou épais communes. La chronologie de référence (étalon) est établie sur la base de séquences de cernes caractéristiques communs à des séries partiellement synchrones qui sont recueillies sur des arbres vivants, puis sur des bois plus ou moins anciens, manufacturés ou non : charpentes, pieux de fondation, arbres subfossiles conservés dans des sédiments (voir figure). Le résultat revêt l'aspect d'une courbe qui traduit la variation moyenne de l'épaisseur des cernes annuels au cours du temps d'une espèce donnée (chêne, hêtre, sapin, mélèze, ...) dans une région géographique dont les limites sont liées à son identité climatique. La courbe présente une succession de pics (années climatiquement favorables) et de creux (années climatiquement défavorables) qui, par comparaison avec la courbe représentative d'un échantillon de bois à dater (pièce d'épave) permet d'attribuer l'année d'abattage de l'arbre d'où provient l'échantillon, donc dater ce dernier. Simple dans sa conception théorique, l'élaboration d'une chronologie de référence valide sur une très longue durée, par exemple, les 2 derniers millénaires, peut se heurter à des périodes mal documentées et être ralenti pendant plusieurs années.

Dans son application à l'architecture navale, la dendrochronologie peut donc dater l'année d'abattage des arbres dans lesquels les pièces ont été débitées et aussi préciser la provenance géographique des arbres utilisés pour la construction du navire.

### **Limitations et contraintes**

Il est donc clair que toute datation absolue par la dendrochronologie exige la disponibilité d'au moins une chronologie de référence représentative de l'essence et de la région considérées. Une autre exigence porte sur le fait qu'il est très difficile de dater un échantillon correspondant à une pièce isolée et qu'il faut travailler sur des lots d'échantillons homogènes, c.a.d. au moins une douzaine de pièces de la même essence pour un même navire.

Cela est lié au fait que :

- 1) Des anomalies anatomiques se traduisent, certaines années, soit par des cernes absents, soit par des cernes dédoublés, qui viennent fausser le nombre réel de cernes. Ce type d'anomalie ne peut être détecté qu'en comparant plusieurs échantillons issus d'arbres différents.
- 2) La synchronisation repose sur l'amplification du facteur environnemental régional annuel au détriment du facteur individuel. Cela passe par l'élaboration de chronologies moyennes fondées sur la sommation d'au moins une dizaine d'échantillons pour acquérir une chronologie suffisamment représentative.
- 3) Compte tenu des modes de débitage des pièces dans une bille (tronc d'arbre), la datation de plusieurs pièces au sein d'une même structure garantit une meilleure interprétation de l'année d'abattage des arbres utilisés.

Deux autres contraintes s'ajoutent aux précédentes. Pour des raisons statistiques, l'analyse dépend de la longueur des séries analysées, c.a.d. du nombre de cernes présents sur les pièces : sur le terrain, l'échantillonnage doit impérativement porter sur les pièces offrant plus de 60-80 cernes. Enfin, certaines essences (*ex.* saule, peuplier, essences fruitières) se prêtent mal à la datation par la dendrochronologie car leur croissance en diamètre dépend davantage des conditions édaphiques que des conditions climatiques. Soulignons aussi que chez d'autres

essences (*ex.* cyprès, olivier), de nombreux cernes dédoublés ou à la concentricité altérée ne permettent pas d'acquiescer des séries de données exploitables.

A la lecture de ce qui précède, on conçoit que dans les tentatives de datation par la dendrochronologie, l'échec est assez fréquent. A la différence d'une autre méthode de datation du bois tel le carbone 14 qui arrive toujours à dater la mort de l'organisme étudié en se basant sur une loi physique et un dosage du carbone 14 résiduel, la dendrochronologie échoue souvent. Néanmoins, même si les échantillons demeurent non datés, *c.a.d.* « flottants », soit pour des raisons liées à l'échantillon lui-même, soit parce que les chronologies de référence ne sont pas suffisamment performantes, ils présentent un intérêt réel pour l'archéologue dans la mesure où, si ils sont suffisamment nombreux et si ils présentent, comme nous l'avons vu ci-dessus, plus d'une soixantaine de cernes, ils peuvent renseigner sur : a) la date relative de leur mise en place (réparation, remplacement) et donc préciser la durée de navigation du navire, b) le nombre et l'âge des arbres utilisés pour la structure étudiée, c) la façon selon laquelle les billes furent travaillées, d) certaines caractéristiques de la formation forestière d'où proviennent les billes (degré d'ambiance sylvatique, mode de traitement sylvicole, perturbations diverses, ...).

Enfin, il doit être souligné que nombreux sont les cas dans lesquels le gisement étudié ne soulève aucune question d'ordre chronologique. Dans ce type de situation, il ne faut pas oublier que les séries de cernes issues d'un tel gisement peuvent contribuer à améliorer l'état des référentiels, soit en comblant une lacune chronologique de la chronologie de référence locale, soit en contribuant à initier un référentiel propre à une région nouvelle : en conséquence, il est d'intérêt public, pour les études futures, d'alerter la communauté des dendrochronologues pour qu'un de ses représentants puisse venir recueillir des données qui, plus tard, s'avéreront précieuses.

### **Application à la *Lomellina***

La première application de la dendrochronologie à l'épave *Lomellina* eut lieu au cours des campagnes 1989 et 1990.

Un premier prélèvement fut d'abord effectuée sur un ensemble de pièces très facilement accessibles, toutes débitées dans du chêne. Ces pièces qui n'étaient pas en place au moment du prélèvement étaient interprétées comme des éléments de cloisons : une date d'abattage de 1478 fut obtenue. Cette date d'abattage était peu compatible avec la longévité des grands navires ronds de l'époque estimée en moyenne à une douzaine d'années, faisait de la *Lomellina* un navire anormalement âgé au moment du naufrage.

Une deuxième série de prélèvements fut réalisée en 1990 sur des varangues trouvée en place. Ces dernières faisant sans aucun doute partie de la structure du navire. Cette nouvelle analyse aboutit à une date d'abattage de 1502.

Ce résultat concorde davantage avec la *Lomellina* dont le naufrage est survenu en septembre 1516.

En conclusion, il en résulte que si les structures du navire ont été construites dans les premières années du XVI<sup>e</sup> siècle avec du bois récemment abattu, c'est du bois de réemploi qui fut utilisé pour construire ses cloisons internes.

Figure : Schéma de l'établissement d'une chronologie de référence à partir d'échantillons partiellement synchrones qui présentent des séquences de cernes caractéristiques communes.

<p style="text-align: center;"><b>EXIGENCES DE LA DENDROCHRONOLOGIE (METHODE DE DATATION)</b></p>
---

## **LES PRELEVEMENTS**

### **AVANT**

- après dégagement et couverture photographique de la coque, examen détaillé de toutes les pièces de bois disponibles sur le gisement ; identification et observation du plan transversal (révélateur de l'essence et de la longueur de la série de cernes) de chaque pièce de bois ;
- sélection des essences exploitables par la dendrochronologie (*sensitive species*) ;
- recherche de la présence de l'année terminale (avant abattage) sur l'échantillon : recherche de l'écorce ou de l'aubier.
- sélection des pièces fournissant plus de 60 cernes. Attention aux pièces à forte section transversale pas forcément les plus intéressantes! Nombre minimal d'échantillons par essence : 12.
- identification des reprises, réparations et remplois (autant de pièces qui méritent, après identification, d'être prélevées pour une meilleure connaissance de l'histoire du navire).

### **PENDANT**

Si une gangue quelconque recouvre par endroit le bois, il n'est pas conseillé de tenter de l'enlever sur le site car le risque de détruire et perdre l'aubier (bois périphérique fonctionnel dont l'intégralité permet au dendrochronologue de préciser l'année d'abattage de l'arbre utilisé) est réel.

- récolte des échantillons (restituables) sur la pièce :
  - carottages (orifice de diamètre 21mm) nécessitant une alimentation électrique; possibles sur bois humides seulement si la cellulose n'a pas été dissoute (cas très rare).
  - sections transversales épaisses de 3 à 10 cm, selon la solidité du matériau (à réaliser à l'aide d'une scie ou d'une tronçonneuse, loin des embranchements, départs de racines et autres traumatismes susceptibles d'entraîner des déformations anatomiques).
- macrophotographies de la pièce (contraste maximal) : travail sur tirage-papier.
- moulages (*ex. silicone*) sur la pièce *in situ* ou sortie de l'eau : mesures sur duplicata.
- localisation des échantillons sur plan et numérotation.

### **APRES**

- conditionnement des échantillons humides dans sac P.V.C. étanche. Une fois tous les échantillons conditionnés, il est recommandé de les disposer dans une caisse rigide afin d'amortir les chocs éventuels et éviter ainsi .... leur multiplication involontaire.
- en l'absence de chambre froide, les échantillons peuvent être conservés sans problème plus d'une année dans une pièce sombre où la température moyenne n'est pas trop élevée et dans

laquelle l'amplitude thermique et hygrométrique est la plus réduite possible dans l'attente d'être mesurés.

- pas de formol (toxique) ni aucun autre produit susceptible de polluer une éventuelle future analyse de la teneur en radiocarbone.

- traitement des plans transversaux destinés à améliorer la lecture anatomique des cernes : ponçage et polissage des échantillons de bois sec ; traitement des échantillons humides à l'état humide avec rafraîchissement à la lame de rasoir.

# DENDROCHRONOLOGIE

## Pour en savoir plus ...

- Baillie, M. G. L., 1982.  
*Tree-Ring Dating and Archaeology*. Croom Helm, London, 274p.
- Baillie, M. G. L., 1995.  
*A slice through time. Dendrochronology and precision dating*. B.T. Batsford Ltd, London, 176p.
- Fritts, H.C., 1976.  
*Tree-rings and Climate*. Academic Press, London, 567p.
- Kaennel, M. et Schweingruber, F.H., 1995.  
*Multilingual Glossary of Dendrochronology*. WSL/FNP Birmensdorf, Paul Haupt Publishers, Bern, 467p.
- Lambert, G.-N., Lavier, C., Perrier, P. et Vincenot, S., 1988.  
Pratique de la Dendrochronologie. *Histoire et Mesure*; III, 3, 279-308.
- Lambert, G.-N., 1998,  
La dendrochronologie, mémoire de l'arbre. In : *La datation en laboratoire*, Collection "Archéologiques" (A. Ferdière ed.), Errance éd., Paris, 13-69.
- Langouet L. et Giot, P.R., 1992.  
*La datation du passé. La mesure du temps en archéologie*. 2° ed., GMPCA Ed., 345p.
- Munaut, A.V., 1988.  
Les cernes de croissance des arbres. La dendrochronologie. *Typol. des sources du Moyen-Age occidental*, fasc. 53, 51p.
- Schweingruber, F.H., 1983.  
*Der Jahring. Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie*, Verlag Paul Haupt Publishers, Bern, 234p. (version anglaise : *Tree Rings. Basics and Applications of Dendrochronology*, 1988, Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, 276p.).
- Schweingruber, F.H., 1993.  
*Trees and wood in dendrochronology*. Springer, Verlag, 402p.
- Schweingruber, F.H., 1996.  
*Tree Rings and Environment : Dendroecology*. WSL/FNP Birmensdorf, Paul Haupt Publishers, Bern, 609p.
- Trenard, Y., 1978.  
*L'art de faire parler le bois. Initiation à la dendrochronologie*. Centre Technique du Bois, Paris, 59p.

## Ouvrages collectifs :

- *Revue d'Archéométrie*, 1980, n° 4.
- *Applications of tree-ring studies. Current research in dendrochronology and related subjects*, B. A. R., Int. Ser. 333, 1987 (Ward, R.G.W. ed.), 232p.
- *Les Mystères de l'archéologie. Les sciences à la recherche du passé*. Presses Universitaires de Lyon, 1990, 287p.
- *Methods of Dendrochronology ; Applications in the Environmental Sciences*. (Cook, E. R. et Kairiukstis L.A. eds.), 1990. Kluwer Acad. Pub., Dordrecht, 394p.
- *Les veines du temps. Lectures de bois en Bourgogne*. Musée Rolin, Autun, 1992, ISBN 901 288.
- *Radiocarbon*, 1996, *Tree Rings, Environment and Humanity* (J.S. Dean, D.M. Meko and T.W. Swetnam eds.).



Adresses utiles

Olivier GIRARDCLOS et Christophe PERRAULT

Laboratoire de ChronoEcologie

Faculté des Sciences La Bouloie

16, route de Gray

25030 Besançon Cedex

Vincent BERNARD

UMR 6566 CNRS Civilisations Atlantiques et Archéosciences

Laboratoire d'Anthropologie

Université de Rennes I

Campus de Beaulieu

35042 Rennes Cedex