

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Band: 46 (1993)
Heft: 2: Archives des Sciences

Artikel: La dendrochronologie
Autor: Orcel, Alain / Orcel, Christian / Tercier, Jean
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740450>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LA DENDROCHRONOLOGIE

PAR

Alain ORCEL*, **Christian ORCEL*** & **Jean TERCIER***

INTRODUCTION

La dendrochronologie (du grec: *dendron* = l'arbre, *kronos* = le temps, *logos* = l'étude) est une méthode de datation qui permet de déterminer la période durant laquelle un arbre a vécu.

Cette méthode est basée sur l'analyse de la croissance des bois. Chaque année, l'arbre produit un anneau ou cerne de croissance (fig. 1). Leur nombre indique la durée de vie de l'arbre. La largeur des cernes varie chaque année en fonction de nombreux facteurs de croissance, parmi lesquels le climat prédomine. Un environnement favorable entraîne la formation d'un cerne large, un environnement défavorable, la formation d'un cerne plus étroit. En mesurant et en analysant les cernes de croissance de nombreux bois, nous pouvons reconstituer globalement pour chaque essence végétale et par région, ces indices de croissance année par année, et établir un catalogue de références. En comparant la croissance d'un bois à ces références, nous pouvons retrouver la période pendant laquelle cet arbre a vécu et préciser l'année et la saison d'abattage. Par ce procédé, il est donc possible de dater précisément tout objet, structure ou vestige en bois.

HISTORIQUE

En 1910, l'astronome américain Andrew Douglas, en recherchant une possibilité de relation entre l'activité solaire et la croissance des arbres, découvrit une relation entre le climat et les cernes de croissance du bois. La dendrochronologie était née. Un demi-siècle plus tard, soit dans les années 1960-70, des Américains parvenaient à établir une courbe dendrochronologique continue d'environ 7000 ans pour le séquoia (*Sequoia sp.*), arbre géant d'une durée de vie de 3000 ans (Ferguson, 1969). En Europe, où l'âge des bois dépasse rarement 300 ans et avoisine plus fréquemment les 150 ans, ce n'est que récemment qu'une séquence comparable a pu être établie pour le chêne (*Quercus sp.*). En 1985, la courbe standard du chêne de B. Becker (Hohenheim) remontait jusqu'à -4089. Cette chronologie a été par la suite confirmée par celle de MM. Baillie (Belfast) et Schmidt (Köln). Ces travaux ont fait l'objet d'une importante synthèse (Becker *et al.*,

* Laboratoire Romand de Dendrochronologie, 4, rue St-Michel, CH-1510 Moudon.

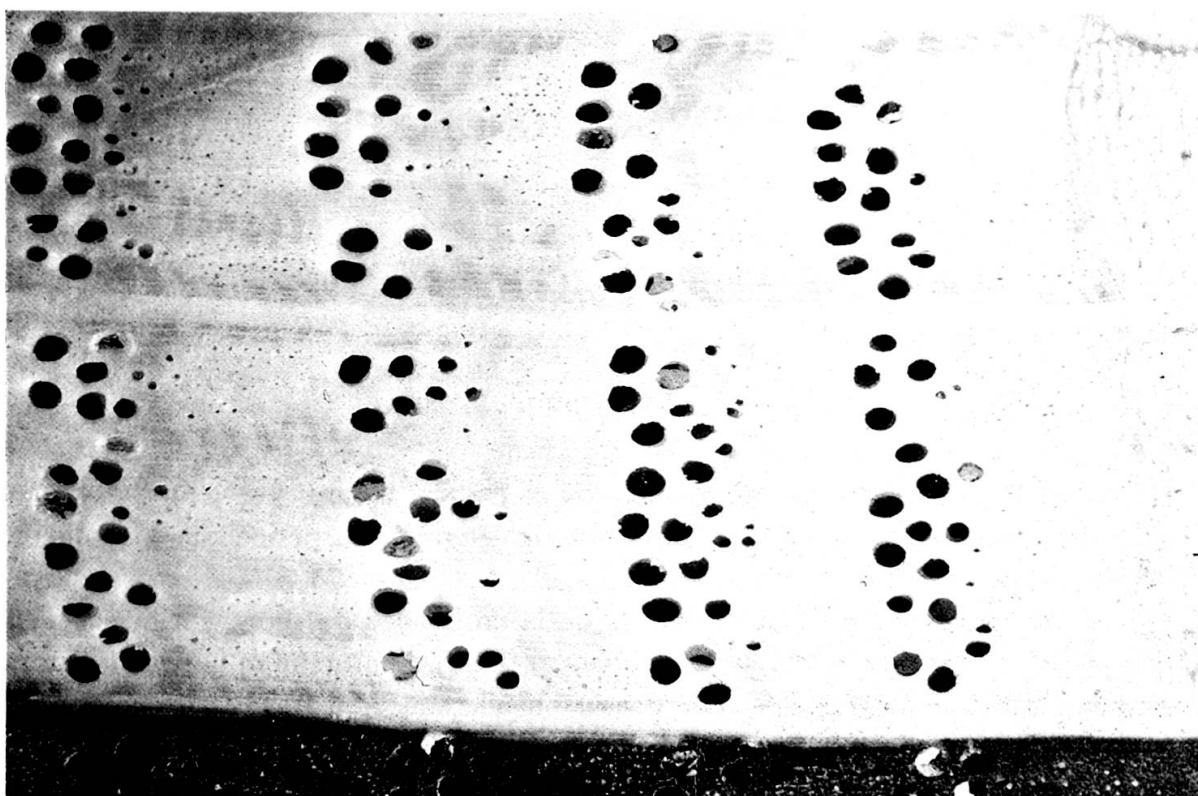


FIG. 1.

Coupe macroscopique du bois de chêne (*Quercus sp.*). La zone poreuse marque la production printanière du bois; la partie plus dense marque la production d'été. A droite, la présence de l'écorce en contact avec le bois d'été indique un abattage en automne ou en hiver. (Photo LRD).

1985) réalisée par les laboratoires impliqués dans ces recherches: Hohenheim (D), Hemmenhofen (D), Moudon (CH), Neuchâtel (CH) et Zürich (CH). Cette séquence a été portée plus récemment aux environs de -10000.

Jusqu'en 1980, la plupart des laboratoires de dendrochronologie ont mobilisé leur énergie, soit en analysant des troncs issus de contextes fluviaux en vue de constituer la référence la plus longue possible, soit en analysant des milliers de pieux provenant des sites lacustres de la période Néolithique ou de l'Age du Bronze afin de dater ces vestiges et d'en étudier les organisations architecturales.

Depuis 1982, cette discipline a connu en Suisse un nouvel essor, en particulier pour les bois de la période historique (Orcel *et al.*, 1985, 1988, 1989, 1990; Weidmann & Orcel 1986). En effet, depuis que les organismes chargés de la conservation du patrimoine et des sites, ainsi que les archéologues ont la possibilité de réaliser des analyses dendrochronologiques, ils ont presque systématiquement recours aux dendrochronologues lors de l'analyse d'un bâtiment.

MATÉRIEL ÉTUDIÉ

Au cours de l'analyse dendrochronologique, il est fondamental de garder en mémoire que chaque séquence exploitée est représentative de la croissance d'un bois. Une recherche qui serait basée sur une étude statistique perdrait contact avec la réalité objective du matériel étudié: le bois.

Des bois de même essence végétale, qui ont subi le même climat et qui proviennent de la même région, n'ont pas forcément une croissance identique; un certain nombre de caractères les rassemblent, d'autres les différencient.

Dans le processus complexe de la croissance des bois, les facteurs climatiques prédominent. Les variations de croissance qui en découlent sont exploitées en valeur relative d'une année par rapport à l'autre. Dans l'état actuel de nos connaissances, l'ensemble des autres facteurs de croissance constitue un bruit de fond important que nous devons réduire, en analysant de nombreux échantillons, ou en les évaluant de façon subjective lorsque le nombre de bois est restreint. En observant la coupe transversale d'un bois, nous pouvons constater que le coeur de l'arbre n'est pas toujours centré et que le développement des cernes n'est pas forcément identique sur tout le pourtour. En valeur relative, ces variations de croissance d'un cerne par rapport à l'autre restent exploitables, mais ces différences sur un même bois préfigurent des variations que l'on rencontrera lors de l'analyse d'un lot de bois contemporains.

Il est donc souhaitable d'effectuer plusieurs mesures sur un seul échantillon pour obtenir une courbe moyenne représentative de l'échantillon. Il sera indispensable pour dater un ensemble archéologique homogène de travailler sur des séries d'échantillons, afin d'atténuer au maximum le bruit de fond et d'obtenir une courbe représentative du caractère climatique pour une période et dans un lieu donné.

CHOIX DES ÉCHANTILLONS ET PRÉLÈVEMENTS

En règle générale, pour dater un ensemble homogène composé d'une essence végétale, il est nécessaire d'analyser environ huit échantillons. Ce nombre varie naturellement en fonction de la qualité des bois à traiter et des critères mentionnés par la suite.

Pour la période historique en particulier, différents facteurs déterminent le choix et le nombre des échantillons qui devront être prélevés et qui seront soumis à l'analyse dendrochronologique. Selon leur concordance, ces facteurs se complètent, se confondent ou s'annulent.

L'essence des bois à analyser est l'un des premiers facteurs qui est pris en compte. L'épicéa (*Picea abies*) et le mélèze (*Larix decidua*) par exemple, présentent chacun des caractères de croissance différents. Le mélèze se caractérise souvent par l'absence de cernes de croissance provoquée par la présence de parasites. Les épicéas provenant d'un même secteur présentent souvent de grandes différences de croissance, seule l'analyse d'un bon nombre d'entre eux fait ressortir leurs caractères communs. Chaque lot de bois

d'une même essence présente un caractère spécifique résultant du climat régional, du sol, de l'altitude, de l'exposition et du type de forêt dont il est issu.

Un second facteur indissociable du premier et souvent fondamental détermine aussi le choix et le nombre des échantillons à prélever; il s'agit du nombre de cernes présents par échantillon. Si ces cernes sont nombreux, les difficultés de l'analyse sont plus facilement absorbées, alors qu'il est nécessaire de multiplier les prélèvements pour des séries d'échantillons présentant peu de cernes. Le dendrochronologue doit naturellement faire une sélection pour obtenir la plus grande séquence possible avec le minimum d'échantillons.

Un troisième facteur, dont l'importance varie en fonction des deux précédents, est relatif à l'existence ou non de références régionales. Dans certains cas, nous pouvons réaliser des datations pour un secteur en utilisant les références constituées sur un autre secteur géographique; dans la mesure du possible, il est préférable de travailler sur des références locales. Si de nombreux ensembles ont été analysés et datés sur une région, les échantillons isolés seront plus facilement datés.

Dans de nombreux cas, le choix des échantillons à analyser est déterminant. Il est donc préférable que le dendrochronologue prélève lui-même les échantillons. Il pourra ainsi tenir compte du corpus existant et des détails suivants: variété des essences végétales, types de croissance des bois, présence de l'aubier, de l'écorce, nombre de cernes, présence de déformations dues aux noeuds, aux branches, à la souche; ainsi que le repérage de bois ayant été réutilisés dans un ensemble architectural. Par exemple, il est important de savoir si le prélèvement est effectué au pied ou au sommet de l'arbre; dans certains cas, ces deux prélèvements s'avèrent nécessaires. La présence du dernier cerne de croissance sur l'échantillon fait toujours l'objet d'une attention particulière, il en est de même pour l'aubier. Si en fonction de la qualité des bois, un certain nombre de cernes ne peuvent pas être prélevés ou ne sont pas mesurables, leur décompte est effectué sur place. Chaque échantillon est donc prélevé en fonction des ensembles existants. Ce choix est réalisé avec précision en vue de construire une séquence dendrochronologique dont chaque élément constitue une information complémentaire et nécessaire.

Les prélèvements sont généralement réalisés par carottage d'un diamètre de 5 mm. L'emplacement et l'axe de la perforation du bois sont choisis d'après des observations précises garantissant l'exploitation de ces prélèvements. Lorsque l'analyse d'un objet exclut tout prélèvement, l'enregistrement des données s'effectue directement à l'aide d'une loupe graduée au 10ème de millimètre (fig. 2). Les observations et notes réalisées sur place permettent d'aborder l'analyse dans les meilleures conditions.

La connaissance du contexte dans lequel sont prélevés les échantillons est donc indispensable pour leur sélection et pour la synchronisation des courbes dendrochronologiques.

SYNCHRONISATION DES SÉQUENCES

Après les opérations de prélèvements et de préparation des échantillons, ces derniers sont mesurés. La largeur des cernes de croissance est enregistrée par le



FIG. 2.

Lorsque l'analyse d'une œuvre d'art exclut tout prélèvement par carottage, les mesures dendrochronologiques s'effectuent directement à la loupe graduée. (Photo F. Busson - Stalles de la cathédrale de Lausanne).

déplacement d'un chariot mobile sous une loupe binoculaire. Les valeurs de chaque cerne sont enregistrées sur ordinateur (fig. 3) et stockées en mémoire; elles seront représentées sous forme graphique à l'aide d'un traceur de courbes. Sur chaque courbe, ou séquence dendrochronologique, sont notés le numéro de l'échantillon, l'essence végétale et, s'il y a lieu, la présence de la moelle, de l'aubier, du dernier cerne de croissance sous l'écorce (cambium) et de la saison d'abattage du bois.

En fonction de ces informations et des observations réalisées lors des prélèvements, les séquences sont triées et réparties par lots représentatifs des différents ensembles supposés contemporains. Les séquences sont ensuite comparées entre elles afin de découvrir leur position synchrone. La comparaison des courbes s'effectue visuellement sur une table lumineuse. La recherche des synchronisations est faite en fonction des derniers cernes de croissance, en utilisant les informations prises lors des prélèvements et lors de la mesure des échantillons. Cette pratique permet de rassembler rapidement des bois de la même période.

La recherche s'effectue de manière plus sûre et plus rapide visuellement que par calculs statistiques. En outre, la manipulation des courbes sur table lumineuse (fig. 4)

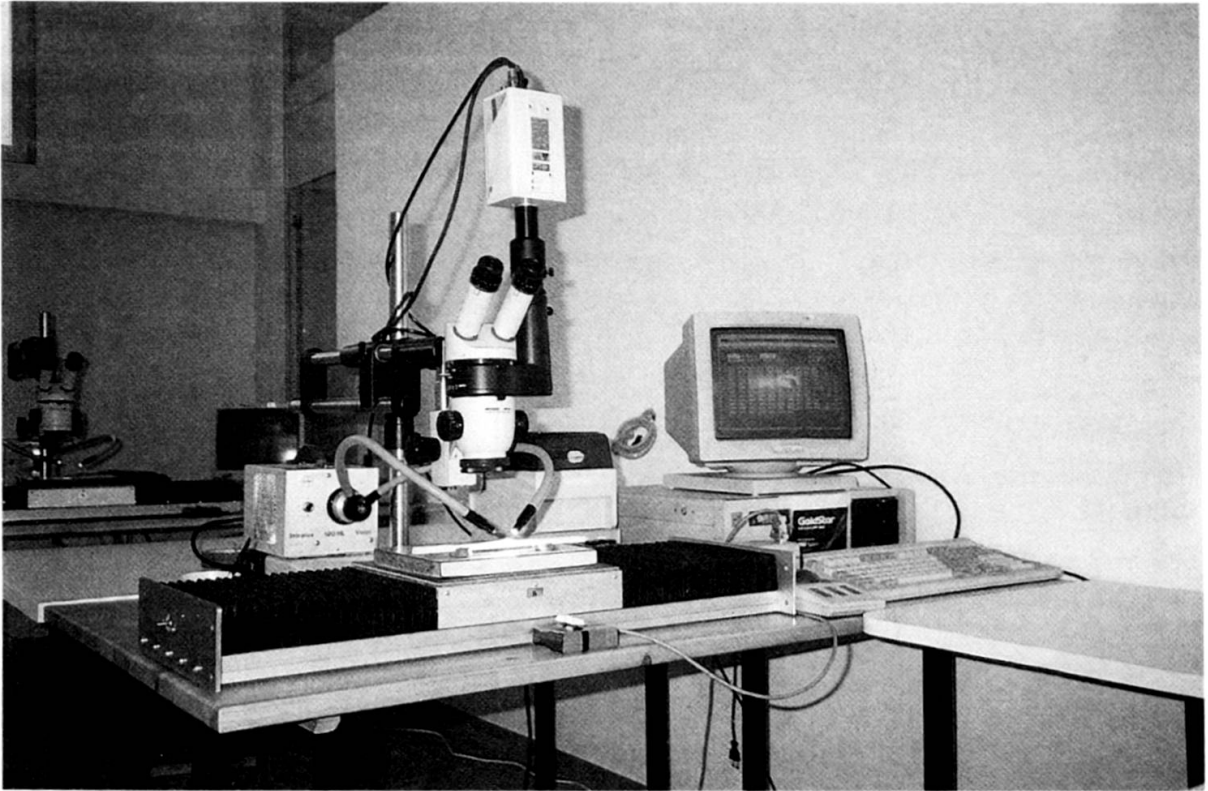


FIG. 3.

L'échantillon est fixé sur un chariot mobile qui se déplace sous une loupe binoculaire, l'enregistrement des valeurs est faite sur ordinateur (Photo LRD).



FIG. 4.

C'est toujours le critère de synchronisation entre les séquences dendrochronologiques qui dicte notre décision (Photo LRD).

permet de mémoriser visuellement l'ensemble du corpus, d'apprécier le type de croissance des bois, de repérer les accidents de croissance et les caractères qui pourraient être communs à plusieurs bois. C'est ainsi qu'à l'intérieur des lots, nous arrivons à dégager différentes familles qui se caractérisent par un type de croissance spécifique. Dans de nombreux cas, ce sont ces familles qui nous permettent d'intégrer certaines séquences dont le caractère est similaire, mais qui ne pourraient pas être datées si elles étaient analysées isolément ou traitées par la statistique.

Lorsque les courbes d'un lot sont positionnées les unes par rapport aux autres, une séquence moyenne est constituée, qui reflète mieux les variations de croissance qu'une séquence issue d'un seul échantillon.

A ce niveau de l'analyse, une datation absolue des séquences moyennes n'est pas encore recherchée. Ces séquences étant encore peu étayées et souvent courtes, une recherche en datation absolue serait difficile et peu rigoureuse. Nous recherchons donc d'abord les positions relatives des séquences moyennes les unes par rapport aux autres, afin de constituer par bâtiment ou par site la séquence moyenne la plus longue et la plus solidement étayée. Chaque lot correspond à un ensemble architectural, dont la chronologie relative a été étudiée lors des prélèvements. Les séquences moyennes de chacun des lots sont synchronisées dans cette logique chronologique, ce qui permet de constituer une séquence moyenne globale qui traduira, pour une longue période, les variations de croissance enregistrées localement pour de nombreux bois.

En comparant les lots de bois d'un même bâtiment, nous travaillons toujours sur des échantillons dont la provenance est probablement très locale et dont le type de croissance est plus proche.

Ce n'est qu'à ce moment de l'analyse qu'est effectuée la recherche en datation absolue sur les séquences de références locales.

La séquence comparée étant alors longue et bien étayée, les recherches sur des références dites éloignées peuvent être faites si nous ne disposons pas de références locales. A ce stade, des recherches à l'aide de calculs statistiques peuvent être effectuées, mais toujours avec un contrôle visuel et dans une fourchette de datation suffisamment large pour ne pas exclure les hypothèses les moins probables. L'utilisation des calculs statistiques, avant cette étape de datation absolue, restreint les possibilités d'appréciation visuelle du dendrochronologue, car elle le limite à une vérification de concordance, tout en excluant une recherche basée sur le caractère commun des séquences.

L'informatique et les nombreux programmes utilisés sont des outils de gestion et d'accès aux données existantes et non pas, en priorité, un outil de recherche pour la datation.

SÉQUENCES DE RÉFÉRENCE

Les séquences de référence globales représentent la synthèse des résultats acquis pour une essence végétale déterminée et sur une région géographiquement définie. Il faut cependant garder à l'esprit que ces références sont des constructions qui permettent,

dans un premier temps, d'amorcer le travail de recherche. Par la suite, selon la quantité et la qualité des résultats acquis, elles ne représentent plus qu'une accumulation de données sans liaison véritable avec la réalité du matériel étudié, c'est-à-dire le bois. Chaque essence réagissant différemment aux nombreux facteurs qui déterminent la croissance, il est donc nécessaire de les traiter séparément.

Graphiquement, les références illustrent la moyenne des variations de croissance des nombreux bois qui la composent, leur longueur indique les périodes pour lesquelles nous disposons de possibilités de datation (cf. tableau 1).

Pour les chênes (*Quercus sp.*), bois exploités depuis toujours, les séquences de références ont rapidement pu être constituées. Elles remontent globalement jusqu'en -10000.

Pour le mélèze (*Larix decidua*), massivement utilisé dans les régions alpines, quelques années de recherches ont suffi pour constituer des références couvrant une période de plus de 1200 ans (Orcel & Donati, 1985).

Pour les diverses espèces de conifères tels que le sapin blanc (*Abies alba*), l'épicéa (*Picea abies*), les pins (*Pinus sp.*), moins fréquentes et moins bien conservées, les références remontent jusqu'au VIII^{ème} siècle de notre ère. Des références dites flottantes existent déjà pour le début de la période romaine et pour l'âge du fer (Orcel & Tercier, 1992).

Pour le châtaignier (*Castanea sativa*), surtout utilisé au sud des Alpes, les recherches effectuées dans le canton du Tessin ont permis de constituer une référence remontant jusqu'en 1550 (Donati & Orcel, 1988).

Pour d'autres espèces, comme le noyer (*Juglans regia*), les tilleuls (*Tilia sp.*) et les peupliers (*Populus sp.*) dont l'utilisation est surtout liée au mobilier et à la statuaire, des résultats en datation relative et absolue, ont déjà été obtenus (Orcel, 1985, 1990).

DATATION

Il est généralement admis que les séquences dendrochronologiques sont datées en étant comparées à une référence globale préalablement constituée. Il faut d'emblée préciser que si dans les débuts de la dendrochronologie cette pratique était nécessaire, de par la rareté des données, elle est aujourd'hui insuffisante et ne permet d'obtenir des datations que dans 30% des cas recherchés.

Dans un contexte archéologique, ceci est par trop incomplet et risque d'aboutir, pour les objets étudiés, à des interprétations erronées.

Si en pratiquant de cette façon, le taux de réussite est si faible, c'est que la référence globale ne constitue pas un outil idéal de datation. Les deux exemples suivants permettent de mieux le comprendre.

1. Si la recherche en datation s'effectue sur une partie de la référence très bien étayée et représentative de nombreux bois, un grand nombre de "signatures"¹ appa-

¹ Signature: ensemble de cernes particulièrement significatif se répétant de façon constante chez de nombreux individus.

raissent. Dans cette partie, tous les caractères spécifiques des séquences qui ne vont pas dans le sens de la généralité sont éliminés. Si la séquence moyenne des bois à comparer présente un rythme de croissance particulier, reflet de phénomènes typiquement locaux, elle ne pourra donc pas être datée.

2. Si la recherche en datation s'effectue sur une partie peu étayée de la référence, les éléments de comparaison manqueront, car cette portion de la référence ne reflète que des phénomènes très locaux.

Dans ces deux cas extrêmes et pour certains cas de figure intermédiaires, on constate qu'il est préférable de travailler non pas sur la référence, mais sur ses composantes. En effet, en comparant individuellement les séquences des bois à dater à chacune des séquences qui composent la référence, y compris les séquences déjà exploitées, mais n'ayant pas encore pu être datées, nous augmentons fortement les chances d'obtenir des résultats. Par la même occasion, nous constituons de nouveaux éléments de comparaison.

Cette méthode exige un accès rapide à toutes les données dendrochronologiques disponibles; appliquée avec rigueur, elle constitue un processus dynamique qui enrichit et relance à chaque nouveau résultat les potentialités de datation.

Actuellement, une banque de données composée de milliers de références locales, obtenues lors de l'analyse de bâtiments et de sites de toutes époques et de toutes régions, constitue le véritable outil sur lequel s'appuie toute recherche de datation. Il est important de préciser que c'est toujours le critère de synchronisation sur table lumineuse, entre les séquences dendrochronologiques, qui dicte notre décision. Ce choix s'effectue sur la base d'une expérience qui porte sur l'examen de plusieurs milliers de séquences, de toutes essences, de toutes époques et de régions différentes.

BANQUES DE DONNÉES

Pour mieux faire face à l'augmentation constante du volume des données à traiter, nous avons cherché à développer et à affiner un système de gestion de banque de données permettant un travail rapide et efficace.

Cette banque de données a été organisée en arborescence et plus de 10000 séquences ont été classées par périodes, essences, cantons, villes et objets analysés. Nous avons ainsi la possibilité d'effectuer de très nombreux tris, sélections ou recherches selon des critères alphabétiques, numériques ou selon des combinaisons logiques de ces deux critères.

Pour que ces opérations soient réalisables rapidement, les informations sont stockées de deux façons; d'une part la fiche d'identité des séquences et de l'autre les valeurs correspondant à cette fiche.

Les tris, les sélections et les recherches sont réalisés sur les fiches d'identité. Dans le cas où la sélection est retenue, les valeurs correspondantes sont automatiquement recherchées. Les données sont alors disponibles pour réaliser toutes les opérations

nécessaires à l'exploitation: moyennes, dessins de courbes sur traceur, calculs statistiques, etc. Si des modifications sont apportées, la banque de données est réactualisée automatiquement.

Ce système de gestion permet d'obtenir de meilleurs résultats, puisque toutes les comparaisons de séquence à séquence sont réalisables instantanément.

DOMAINES D'APPLICATION

La dendrochronologie est aujourd'hui une discipline reconnue à part entière. Elle est de plus en plus intégrée aux recherches menées dans des domaines aussi divers que la géologie, la géographie, l'architecture, l'archéologie et l'histoire de l'art. Son champ d'application s'étend sur plus de 10000 ans et concerne aussi bien les mouvements de civilisations néolithiques que l'impact du "petit âge glaciaire" sur les populations de montagne appréhendé par l'analyse des villages alpins.

A la demande des archéologues cantonaux, des conservateurs des monuments et sites, des musées, des historiens et préhistoriens, des restaurateurs d'art, nous avons analysé en Suisse et dans les pays limitrophes, plusieurs milliers de bâtiments ou édifices dont certains sont d'une grande importance historique. On peut citer les châteaux de Chillon, de Grandson et d'Aigle pour la Suisse romande, d'Aarbourg, de Lenzbourg, de Kybourg, de Rapperswil, de Diessenhofen pour la Suisse allemande, de Bellinzone au Tessin, de Balzers au Liechtenstein et Quart, Ussel et Cly au Val d'Aoste.

L'analyse de milliers de bois provenant de plusieurs sites lacustres - les sites de Portalban et de Montilier dans le canton de Fribourg, ceux de Sennweid et de Dersbach dans le canton de Zoug, celui des Pâquis à Genève ou de Corcelettes dans le canton de Vaud - constitue une importante part de nos activités.

Des études concernant les retables, les stalles, le mobilier médiéval et la statuaire ont été entreprises en collaboration avec des musées cantonaux, des historiens et des restaurateurs d'art.

D'autres programmes spécifiques à la géomorphologie sont engagées avec l'étude des glissements de terrain et du remplissage quaternaire de la vallée du Rhône.

En dendroclimatologie, des programmes de recherches visant à la reconstitution des paramètres climatiques (ensoleillement, pluviométrie, température, etc.) pour les périodes historiques et antérieures sont engagés avec le soutien du Fonds National de la Recherche Scientifique (Orcel, 1992).

Il faut souligner que si le dendrochronologue est spécialiste en son domaine, il ne maîtrise pas forcément tous les sujets sur lesquels il est amené à travailler; réciproquement, les spécialistes de ces disciplines ne savent pas toujours de quelle façon la dendrochronologie peut être appliquée. Chaque sujet d'étude nécessite une approche particulière et c'est par la collaboration entre spécialistes que, dans la plupart des cas, les recherches sont optimisées et les résultats assurés.

Les exemples qui suivent montrent quelques possibilités d'applications qu'offre cette discipline.

TABLEAU I.

Périodes couvertes par les références pour le territoire suisse, le Liechtenstein et le Val d'Aoste.

RÉGION	ESSENCE	NOMBRE D'ANNÉES	DÉBUT	FIN
Suisse occidentale	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	1090	903	1992
	Epicea (<i>Picea abies</i>)	948	1045	1992
	Sapin blanc (<i>Abies alba</i>)	1070	923	1992
Suisse orientale	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	1056	939	1992
	Epicea (<i>Picea abies</i>)	974	1019	1992
	Sapin blanc (<i>Abies alba</i>)	1147	846	1992
	Pin (<i>Pinus sp.</i>)	627	1366	1992
Plateau suisse	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	6083	-4089	1992
Valais	Epicea (<i>Picea abies</i>)	720	1273	1992
	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	1153	840	1992
Tessin	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	260	1184	1443
	Epicea (<i>Picea abies</i>)	708	1285	1992
	Sapin blanc (<i>Abies alba</i>)	755	1238	1992
	Pin (<i>Pinus sp.</i>)	440	1553	1992
	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	1138	855	1992
	Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)	442	1551	1992
Grisons	Epicea (<i>Picea abies</i>)	980	1013	1992
	Pin (<i>Pinus sp.</i>)	431	1271	1701
	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	1063	930	1992
Val d'Aoste	Epicea (<i>Picea abies</i>)	380	1309	1688
	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	1216	777	1992
Liechtenstein	Chêne (<i>Quercus sp.</i>)	295	1331	1625
	Epicea (<i>Picea abies</i>)	755	1238	1992
	Sapin blanc (<i>Abies alba</i>)	716	1277	1992
	Pin (<i>Pinus sp.</i>)	276	1303	1578
	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	359	1165	1523
Arc Alpin	Epicea (<i>Picea abies</i>)	980	1013	1992
	Sapin blanc (<i>Abies alba</i>)	1124	869	1992
	Pin (<i>Pinus sp.</i>)	779	1214	1992
	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	1217	777	1992
Préalpes	Epicea (<i>Picea abies</i>)	974	1019	1992

ANALYSE DE TRONCS FOSSILES

La gravière du Duzillet située près de Saint-Triphon (VD) est connue depuis longtemps pour les troncs d'arbres d'importante dimension qui en sont extraits (fig. 5). Il s'agit, pour la plupart de chênes. Ces arbres ont été déracinés au cours des millénaires lors d'événements catastrophiques naturels et se trouvent actuellement enfouis dans les anciens lits du Rhône. Leur extraordinaire état de conservation nous a permis d'en faire l'analyse méthodique. Entre 1985 et 1992, et sur mandat de M. Denis Weidmann, archéologue cantonal du canton de Vaud, ces analyses ont été effectuées sur plus d'une centaine de troncs, au fur et à mesure de leur découverte.

Ces bois constituent une source de renseignements de premier ordre pour la dendrochronologie en Suisse. Ils permettent de consolider les références déjà existantes et de créer de nouvelles références pour les périodes anciennes.

La fourchette chronologique dans laquelle ces troncs se situent est extrêmement large. L'étude dendrochronologique d'un tel gisement doit donc obligatoirement s'effectuer en appui avec des analyses par le radiocarbone (Cura, 1992). Ces analyses¹,



FIG. 5.

Les troncs fossiles extraits de la gravière du Duzillet constituent une source précieuse de renseignements pour la dendrochronologie suisse (Photo LRD).

¹ Datations par le radiocarbone effectuée par le laboratoire Archéolabs - 38840 Saint-Bonnet-de-Chavagne - France.

pratiquées sur des bois dont les séquences dendrochronologiques présentent un intérêt particulier, restreignent la fourchette chronologique dans laquelle il faudra concentrer les recherches de synchronisation et de datation.

Au total, 19 analyses par le radiocarbone ont été effectuées afin de situer 12 groupes de séquences préalablement synchronisées entre elles. Il ressort que 70% des bois datés par le couplage des analyses dendrochronologiques avec les analyses par le radiocarbone se situent entre le 4^{ème} et le 8^{ème} millénaire av. J.C. Pour trois groupes de séquences, une datation absolue a pu être obtenue (fig. 6).

La gravière étant exploitée par dragage dans la nappe fluviale, la profondeur et la situation exacte des troncs dans le sédiment n'est pas connue. L'interprétation des résultats obtenus par rapport à la chronologie du remplissage est donc difficile.

Une reprise de l'étude et son interprétation dans une problématique plus large comprenant l'ensemble du bassin chablaisien est projetée.¹

ETUDE DENDROCHRONOLOGIQUE D'UN HABITAT LITTORAL DU DÉBUT DU NÉOLITHIQUE FINAL

Le site présenté se situe sur la commune de Steinhausen (ZG) au lieu-dit "Sennweid", à 850 mètres environ de la rive actuelle du lac de Zoug, en son extrémité nord. Son étude², menée en deux campagnes de fouilles de 1988 et 1991, a permis le dégagement de plus de 3000 m² de couche archéologique (Elbiali, 1992). Au total, 4969 vestiges ligneux ont été répertoriés. L'étude dendrochronologique s'est concentrée sur 2328 de ces vestiges, répartis sur une surface de 1000 m² (fig. 7).

Pour le dendrochronologue, les objectifs à atteindre lors d'une telle analyse sont les suivants: étude dendrologique, datation absolue des vestiges ligneux (pieux, planches, copeaux, etc.), détermination des périodes et des durées d'occupation du site, mise en évidence d'organisations architecturales ou structures d'habitat et recherches sur la dynamique d'expansion des zones occupées.

Bien que cette étude ne porte que sur un tiers de la zone fouillée, ces objectifs ont, dans l'ensemble, largement été atteints. L'analyse révèle un corpus extrêmement riche et intéressant, puisque 11 essences végétales sont identifiées. Les trois essences les plus représentées sont l'aune (*Alnus sp.*), le frêne (*Fraxinus excelsior*) et le noisetier (*Corylus avellana*); elles constituent 70% de l'ensemble des bois analysés. Il faut noter que le chêne (*Quercus sp.*), seule essence pour laquelle nous disposons de références néolithiques, ne représente que 3% de cet ensemble.

¹ Projet en cours sur le remplissage quaternaire de la vallée du Rhône. Philippe Schoeneich. Emmanuel Reynard, Institut de Géographie de l'Université de Lausanne - Evelyne Bezat, Musée de Botanique Lausanne.

² Etude menée par le service archéologique cantonal du canton de Zoug et le Bureau d'Archéologie Terrestre et Subaquatique Elbiali.

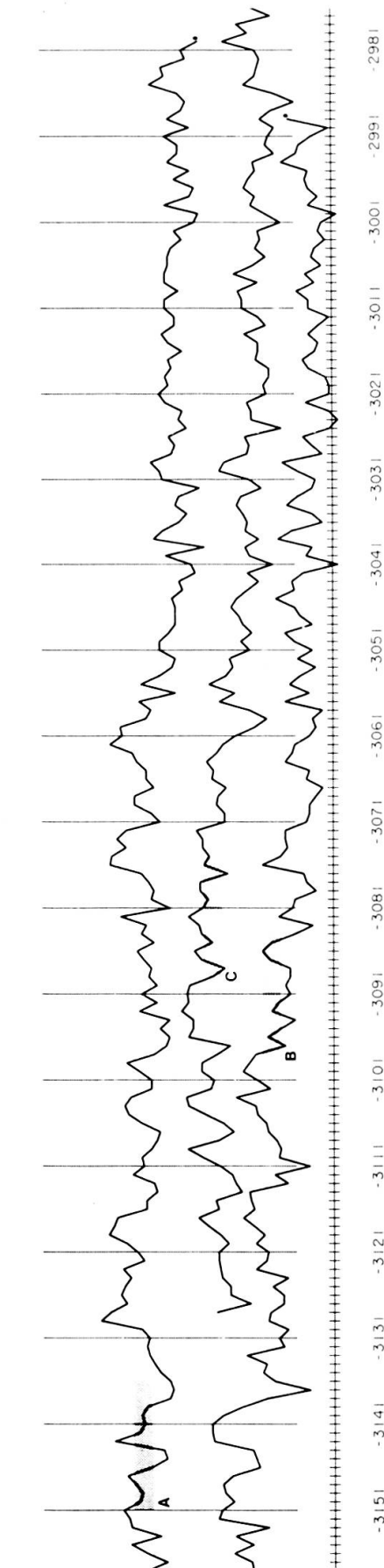


FIG. 6.

Présentation en position synchrone de trois séquences dendrochronologiques. Les zones tramées indiquent la position des fragments soumis à une analyse par le radiocarbonate. La convergence des dates dendrochronologiques démontre l'intérêt de l'utilisation des deux méthodes

A = âge ^{14}C Brut : 4610 \pm 50 BP Date ^{14}C calibrée : 3515-3105 cal BC
 B = âge ^{14}C Brut : 4550 \pm 50 BP Date ^{14}C calibrée : 3490-3050 cal BC
 C = âge ^{14}C Brut : 4440 \pm 50 BP Date ^{14}C calibrée : 3340-2920 cal BC



Fig. 7.

Site de Steinhausen-Sennweid (ZG): vue d'ensemble des vestiges ligneux. La zone foncée représente la surface ayant fait l'objet de l'analyse dendrochronologique.

Le travail de synchronisation, effectué pour chaque essence, a permis la constitution de séquences moyennes très bien étayées pour le chêne, l'aune, le sapin blanc (*Abies alba*), le frêne, le noisetier et le hêtre (*Fagus sylvatica*). Certaines de ces séquences présentent entre elles de grandes similitudes; elles sont, du point de vue dendrochronologique, parfaitement corrélables et jugées contemporaines.

Les recherches en datation se sont opérées sur les références disponibles pour la période néolithique; elles aboutissent à la datation absolue des séquences de chêne.

Les recherches en datation inter-essences ont permis de dater, sur la base des résultats obtenus pour le chêne, certaines séquences d'aune, de sapin blanc, de frêne, de noisetier et de hêtre.

Pour chaque essence, la comparaison et la synchronisation des séquences aboutit à leur regroupement par "familles écologiques". Ces groupes permettent dans certains cas la mise en évidence d'organisations architecturales. L'ensemble des séquences datées et la répartition des phases d'abattage situent ces organisations dans le temps et définissent les différentes périodes d'occupation et d'expansion du site.

Le résultat de ces recherches fait apparaître trois périodes d'occupation; la plus ancienne est représentée par des bois d'âge très jeune formant "l'effet palissade sud" visible sur la figure 7. Cette occupation n'a pas pu être datée par la dendrochronologie, 4 analyses par le radiocarbone¹ la situent aux environs de 3000 cal BC. La deuxième occupation s'étend de -2876 jusqu'en -2859 et la troisième de -2844 jusqu'en -2836. Les principales organisations architecturales (fig. 8) datent de la deuxième période et apparaissent dès l'an -2876. Partant d'un noyau central, elles se développent simultanément en direction du nord et du sud durant une quinzaine d'années jusqu'en -2861.

APPORTS DE LA DENDROCHRONOLOGIE À L'ÉTUDE DES ANCIENNES STRUCTURES PORTUAIRES DE GENÈVE

Lors des importants travaux réalisés en vue de l'aménagement d'une gaine technique souterraine traversant les Rues-Basses, la fouille² systématique d'une partie de la zone du chantier a permis la découverte des anciens ports de Genève. A cette occasion, des milliers de pieux et piquets de chêne (*Quercus sp.*) ont été mis à jour (fig. 9).

L'analyse dendrochronologique de ces vestiges a porté sur 298 bois au total: 211 piquets à tenon d'une section rectangulaire de 8 x 6 cm, et 87 pieux d'une section circulaire de 25 à 35 cm. Les principaux résultats obtenus après analyse sont la datation absolue des bois et la possibilité de différencier les structures appartenant au premier dispositif portuaire de celles faisant partie des aménagements de la période romaine.

¹ Datations par le radiocarbone effectuées par le laboratoire Archéolabs - 38840 Saint-Bonnet-de-Chavagne - France.

² Fouille effectuée par le Service Archéologique du Canton de Genève.

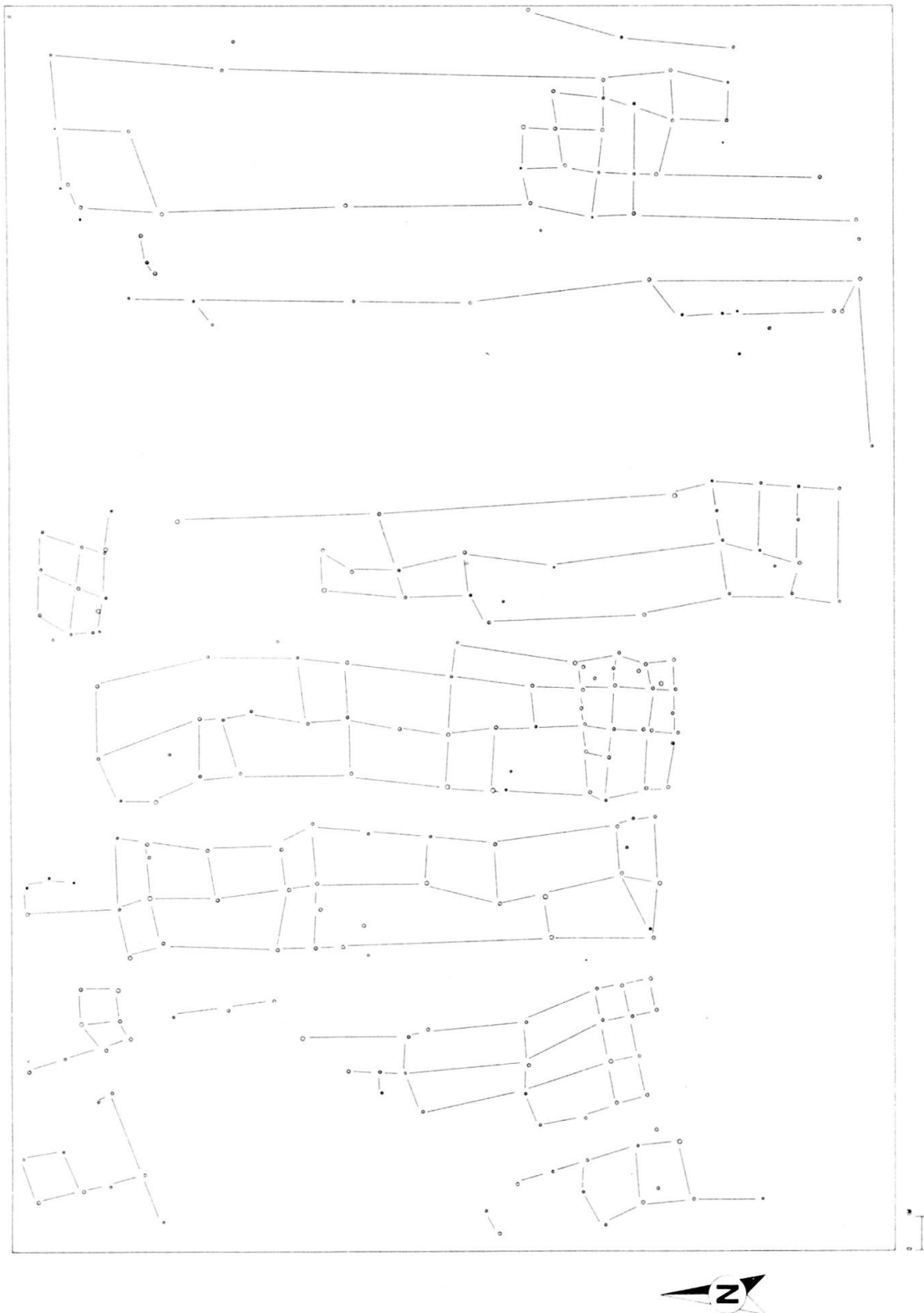


FIG. 8.

Site de Steinhausen-Sennweid (ZG): plan de mise en évidence des organisations architecturales pour l'aune (*Alnus sp.*). Les plans pour le frêne (*Fraxinus excelsior*), le hêtre (*Fagus silvatica*) et le noisetier (*Corylus avellana*) complètent ces organisations.



FIG. 9.

Genève, le port gaulois: vestiges du ponton en cours de dégagement (Photo Service Archéologique Cantonal, Genève).

Le port gaulois: Cette structure est représentée par les 211 piquets à tenon et par 53 pieux de plus gros diamètre. La synchronisation de l'ensemble des séquences dendrochronologiques a permis la constitution d'une séquence moyenne de 233 ans, située entre les années -334 et -102.

Quatre phases principales d'abattage des bois se situant entre -123 et -95 ont été déterminées. Il apparaît que l'implantation des piquets à tenon commence dès l'an -123 et se prolonge jusqu'en -102.

Selon M. Charles Bonnet, archéologue cantonal, cet aménagement était d'une part destiné à consolider les berges et le centre de la crique et d'autre part à supporter un ponton de débarcadère, ainsi qu'une sorte de quai en bois courant le long du plan d'eau (fig. 10). Le dispositif étant complété par des palissades de protection formant un brise-lame (Bonnet *et al.*, 1989).

Le port romain: Les aménagements de la période romaine sont représentés par 34 pieux de gros diamètres. L'analyse dendrochronologique a permis de constituer une séquence de 171 ans, située entre les années -96 et 75. Six phases d'abattage principales

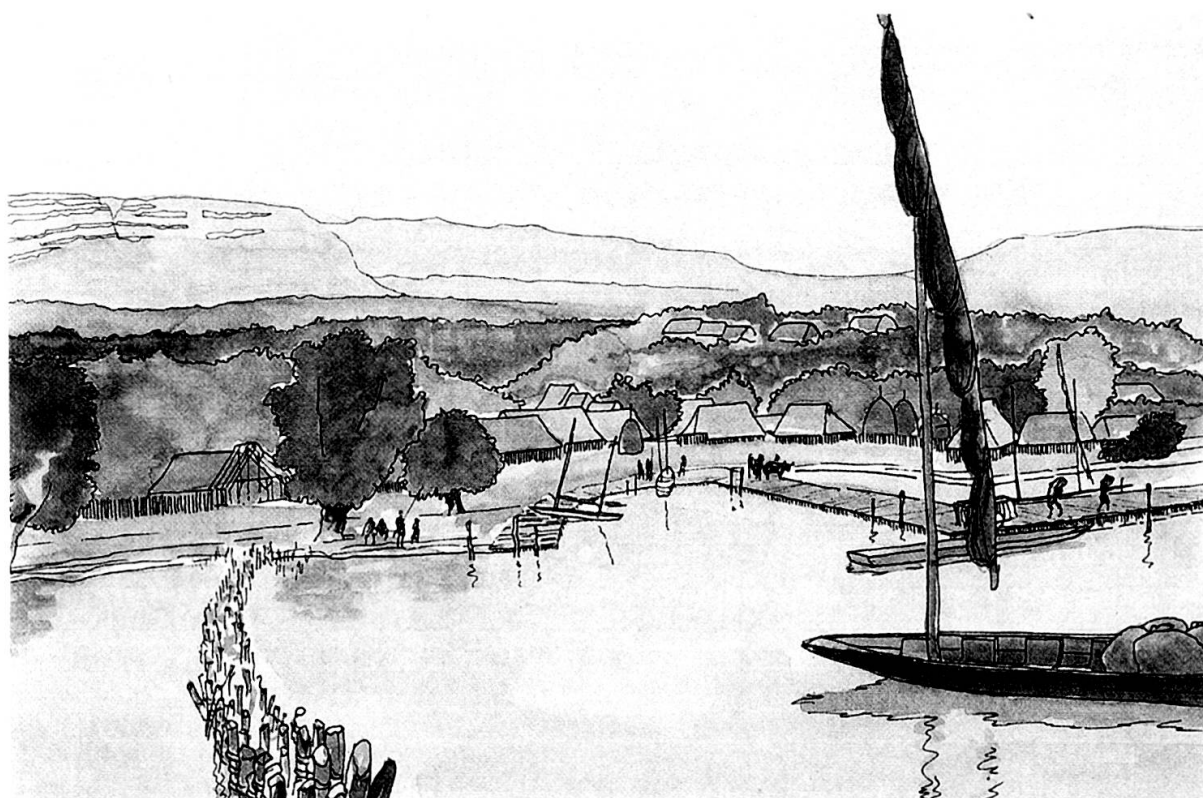


FIG. 10.

Genève, reconstitution du port vers 120 av. J.-C. (Dessin Gérard Deuber, Service Archéologique Cantonal, Genève).

ont été déterminées, entre les années -2 et l'an 90. Elles situent les différentes périodes d'aménagement sur près d'un siècle.

Ces pieux profondément enfoncés dans le sol faisaient partie du dispositif d'une puissante digue qui occupait les rives sur plus de 200 mètres. Cette digue qui restera en place deux siècles durant protégeait la ville basse, tout en formant un quai.

Depuis 1989, de nombreuses analyses dendrochronologiques concernant ces périodes ont été effectuées. Les résultats sont intégrés aux publications du Service Archéologique Cantonal du canton de Genève (Bonnet, 1992).

ANALYSES DENDROCHRONOLOGIQUES APPLIQUÉES À TROIS ENSEMBLES DE STALLES GOTHIQUES

Stalles de la Cathédrale Saint-Pierre à Genève: En 1983, lors de la restauration¹ de ces stalles, nous avons été contactés pour en évaluer les possibilités d'analyses.

Bien que ce groupe soit en noyer (*Juglans regia*), essence qui était encore peu étudiée en dendrochronologie à cette époque, nous avons vivement encouragé la

réalisation de ces analyses, d'une part pour constituer une banque de données initiales pour cette essence et d'autre part pour tenter d'obtenir des informations en datation relative sur les différentes pièces de cet ensemble.

La mesure des cernes de croissance a été effectuée à la loupe sur la coupe transversale de 12 dorsaux. La synchronisation des 12 séquences obtenues a permis de constituer une séquence moyenne de 101 ans démontrant la contemporanéité des 12 dorsaux.

Stalles du Temple Saint-Gervais à Genève: En 1989, à l'occasion de la restauration¹ de ce groupe, son démontage complet a permis l'observation et la manipulation de toutes les pièces sur toutes leurs faces. Le choix des bois à analyser et l'enregistrement des données ont pu être réalisés dans des conditions idéales. Dans certains cas, lorsque l'épaisseur du bois le permettait, un carottage fin à la tarière manuelle a pu être pratiqué.

Dix-neuf pièces de noyer ont été analysées: 2 jouées hautes, 3 parcloses, 3 sièges, 2 accotoirs et 9 panneaux. La synchronisation des séquences a permis de constituer une séquence moyenne de 101 ans démontrant la contemporanéité de 9 de ces pièces.

Stalles de la cathédrale Saint-Claude à Saint-Claude (Jura Français): En 1990, l'analyse dendrochronologique de ce groupe s'est effectuée dans des conditions différentes de celles citées précédemment. Ces stalles se présentaient en tant qu'ensemble construit et en place. La position occupée dans le chœur liturgique de la cathédrale offrait, par chance, l'accès à un bon tiers de la structure arrière ordinairement cachée.

Des carottages fins ont pu être pratiqués sur la surface laissée brute de certaines pièces. Des mesures à la loupe ont également été effectuées.

Quinze pièces de noyer ont été analysées: 5 interstalles, 7 fonds de voûtain, 1 jouée haute et 2 dorsaux. La synchronisation des séquences a permis de constituer une séquence moyenne de 86 ans démontrant la contemporanéité de 7 de ces pièces.

Dans un premier temps, en 1989, une synchronisation avait été retenue entre les séquences du groupe de Saint-Pierre et du groupe de Saint-Gervais. Dans un deuxième temps, en 1990, la séquence du groupe de Saint-Claude a été comparée aux deux premières. Une synchronisation a été retenue entre ces trois séquences. La contemporanéité d'un certain nombre de bois utilisés pour la facture de ces trois groupes de stalles est donc mis en évidence. La position des aubiers et la présence des derniers cernes de croissance sous l'écorce (cambium) a permis d'estimer les dates d'abattage des bois. Sur cette base, une datation relative de ces trois ensembles a pu être proposée (Hermanès, 1990).

La recherche en datation absolue s'est effectuée sur la base des références régionales pour le chêne. En l'absence de chronologie étalonnée, la datation d'une

¹ Restauration effectuée par l'Atelier Crephart à Genève.

C'est sur l'initiative de M. Théo-Antoine Hermanès que l'analyse dendrochronologique de ces trois groupes de stalles a été entreprise.

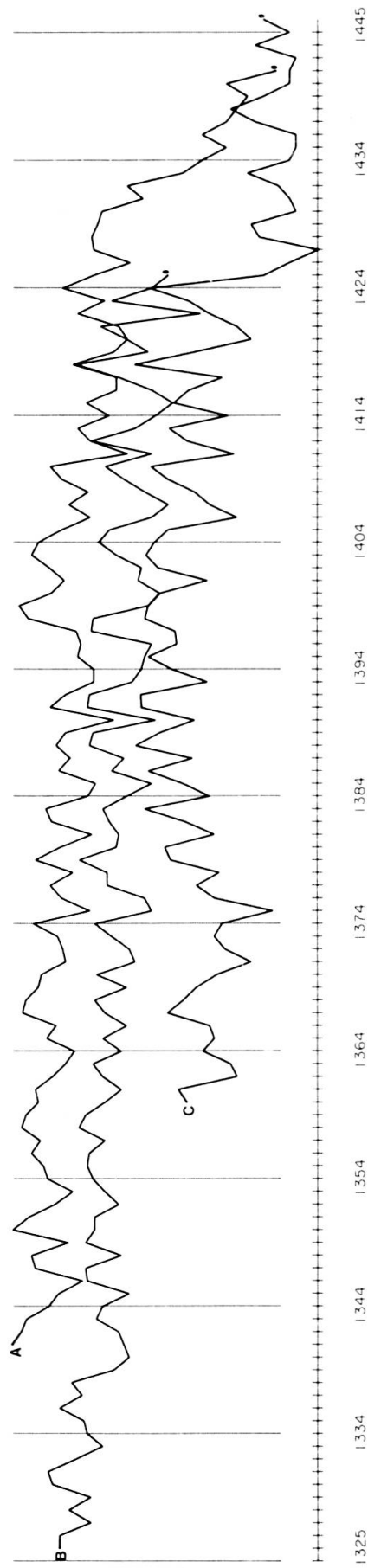


FIG. 11.

Présentation en position synchrone des séquences de noyer (*Juglans regia*). A: Stalles du Temple de Saint-Gervais à Genève. B: Stalles de la cathédrale de Genève. C: Stalles de la cathédrale Saint-Claude, Département du Jura (France).

essence sur la base de références constituées pour d'autres essences est une pratique permettant, dans certaines conditions, d'obtenir des résultats. Les datations obtenues par ce biais devront être confirmées lorsque la chronologie propre à l'essence sera constituée (Orcel & Tercier, 1990).

Situation chronologique des séquences (fig. 11):

1° St-Pierre	séquence de 101 ans	située entre les années 1325 et 1425
2° St-Gervais	séquence de 101 ans	située entre les années 1341 et 1441
3° St-Claude	séquence de 86 ans	située entre les années 1360 et 1445

BIBLIOGRAPHIE

- BECKER B., BILLAMBOZ A., EGGER H., GASSMANN P., ORCEL A., ORCEL CHR., RUOFF U., 1985. Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. *Antiqua 11*, SSPA, Basel, pp. 56-61.
- BONNET CH., 1992. Chronique des découvertes archéologiques dans le canton de Genève en 1990 et 1991. In: *Genava*, n.s., tome XI., 1992.
- BONNET CH., BAUD CH.-A., BILLAUD Y., BROILLET PH., HALDIMANN M.-A., KRAMAR CHR. OLIVE C., SIMON CHR., ZOLLER G., 1989. Les premiers ports de Genève. In: *Archéologie suisse*, Bulletin de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie - SSPA, 12. 1989. 1.
- CURA A., 1992. Datation croisée radiocarbone-dendrochronologie, un moyen de vérifier les résultats d'un laboratoire. In: *Archéologie et environnement des milieux aquatiques*. Actes du 116ème Congrès national des Sociétés savantes, Chambéry, 1991. Editions du C.T.H.S., Paris, 1992, pp. 265-275.
- DONATI P., ORCEL A., ORCEL CHR., 1988. Constitution d'une référence dendrochronologique du châtaignier pour le territoire tessinois: premiers résultats. In: *Dendrochronologia*, volume 6, pp. 111-129.
- ELBIALI N., 1992. Un habitat littoral du début du néolithique final: Steinhausen-Sennweid (Zoug, Suisse). In: *Archéologie et environnement des milieux aquatiques*. Actes du 116ème Congrès national des Sociétés savantes, Chambéry, 1991, Editions du C.T.H.S., Paris, 1992, pp. 221-233.
- FERGUSON C.W., 1969. A 7104-Year annual tree-ring chronology for bristlecone pine, *Pinus aristata*, from the White mountains, California. *Tree-ring bulletin*, 29, pp. 2-29.
- HERMANES T.-A., 1990. Notes sur la polychromie partielle et la dendrochronologie de stalles figurées. In: *La conservation du bois dans le patrimoine culturel*. Besançon 1990. Journées d'études de la SFIIC, Champs-sur-Marne, pp. 183-185.
- ORCEL A., ORCEL CHR., 1985. L'analyse dendrochronologique du retable d'Assens. In: *Le retable d'Assens. Sculpture baroque en Pays de Vaud*. Musée historique de l'Ancien Evêché, Lausanne catalogue de l'exposition). pp. 39-43.
- ORCEL A., ORCEL CHR., DONATI P., 1985. La référence dendrochronologique du mélèze pour le territoire tessinois et ses implications dans les Alpes. In: Bulletin 3/1986 du Programme National de Recherche 16. *Méthodes de conservation des biens culturels*. Fonds National Suisse de Recherche Scientifique, Berne, pp. 19-21.
- ORCEL A., ORCEL CHR., RAMSEYER D., WEIDMANN D., 1988. Datations dendrochronologiques et conservation du patrimoine. In: *Chantiers/Suisse, Montreux*, volume 19, 3-1988, pp. 181-194.

- ORCEL A., ORCEL CHR., WEIDMANN D., 1989. Etablissement d'une courbe de référence pour le chêne et la Suisse occidentale dès le Moyen Age (dendrochronologie). In: *Méthodes de conservation des biens culturels*. Haupt., Berne, pp. 133-138.
- ORCEL A., ORCEL CHR., TERCIER J., 1990. La dendrochronologie appliquée aux stalles gothiques. In: *Stalles de la Savoie médiévale*. Musée d'art et d'histoire, Genève. Unicorn, Genève, pp. 75-79.
- ORCEL A., ORCEL CHR., TERCIER J., 1992. L'état des recherches dendrochronologiques concernant l'âge du Fer de la région d'Yverdon-les-Bains (canton de Vaud). In: *Cahier d'archéologie romande. L'âge du Fer dans le Jura*. Actes du 15ème colloque de l'association française pour l'étude de l'âge du Fer. Cahiers d'archéologie romande, 1992, N° 57, Lausanne, pp. 301-308.
- ORCEL A., 1992. Une banque de données dendrochronologiques pour une étude dendroclimatique. In: *Archéologie et environnement des milieux aquatiques*. Actes du 116ème Congrès national des Sociétés savantes, Chambéry, 1991. Editions du C.T.H.S., Paris, 1992, pp. 33-46.
- WEIDMANN D., ORCEL A., ORCEL CHR., 1986. La dendrochronologie et la préservation des bois dans les édifices historiques. In: Bulletin 4/1986 du Programme National de Recherche 16. *Méthodes de conservation des biens culturels*. Fonds National Suisse de Recherche Scientifique, Berne, pp. 3-7.

