Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 111 (2008)

Artikel: Stratigraphie, datations et contexte environnemental
Autor: Winiger, Ariane / Burri, Elena / Magny, Michel
Kapitel: 6: Méthode de datation dendrochronologique
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-836079

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: 06.05.2025

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

6. Méthode de datation dendrochronologique

Jean-Pierre HURNI, Christian ORCEL et Jean TERCIER[1]

6.1. Introduction

Dès 1995, le Laboratoire romand de dendrochronologie (LRD) a réalisé sur mandats de Denis Weidmann, archéologue cantonal, l'inventaire dendrologique de l'ensemble des pieux mis au jour sur le site de Concise. L'analyse dendrochronologique a porté sur la totalité des pieux de chênes et sur une sélection de bois couchés. La datation des bois d'espèces autres que le chêne n'a pas été entreprise pour des raisons d'ordre budgétaire, à l'exception d'une série de 66 pieux provenant des niveaux profonds (voir chapitre 7).
Ainsi, de 1995 à 2000, parallèlement au déroulement des fouilles, l'espèce végétale de 7937 des 7949 pieux mis au jour a été déterminée. Vingt essences végétales sont représentées avec par ordre décroissant : 61% de chênes, 21% d'aulnes, 4% de bouleaux, 3% de peupliers, 3% de frênes, 2% de noisetiers, 2% d'érables, 2% de saules, etc. (fig. 88). L'analyse de l'ensemble des 4859 pieux de chêne et de 717 bois couchés a permis de dater dans l'absolu 4937 bois, soit 89% des échantillons analysés. Les périodes d'occupation du site reconnues par la dendrochronologie s'échelonnent de 3868 à 1570 av. J.-C. Ces datations ont contribué à définir les organisations architecturales d'une vingtaine de villages successifs.
La qualité et la quantité de ces résultats dépendent directement de la méthode employée. Le LRD applique la méthode dendrochronologique traditionnelle, basée sur la comparaison visuelle des bois. Celle-ci trouve ses fondements dans les expériences et les travaux de ses pionniers, A. Douglass en Amérique du Nord (Douglass 1934, 1935), puis B. Huber en Europe (Huber et Holdheide 1942).
Depuis 1981, le LRD a poursuivi le développement et le perfectionnement de cette méthode dans l'esprit de ses pères fondateurs (Hurni *et al.* 1995, 2007). Aujourd'hui, cette méthode particulièrement exigeante est devenue tout à fait originale dans le milieu de la dendrochronologie, où, depuis la révolution informatique, l'essentiel de la méthodologie employée se résume à de simples comparaisons statistiques. Ces tests statistiques développés dans le cadre de recherches climatologiques et environnementales (Fritts 1963), sont mal adaptés à la datation par la dendrochronologie, lorsque les bois comptent moins de 50 cernes (Cook et Kairiukstis 1992), ce qui est la situation la plus fréquente dans les contextes archéologiques des palafittes.

6.2. La méthode

Comparer et juger sont les deux actions fondamentales en dendrochronologie. Il est donc essentiel de connaître ce que l'on étudie : les bois que l'on désire dater, mais aussi ceux qui constituent le référentiel. Actuellement, en Suisse romande, le référentiel que nous utilisons pour le chêne comprend environ 15 000 bois et couvre une période de 6305 années, de 2007 jusqu'à 4298 av. J.-C.
La datation dendrochronologique s'effectue par comparaison des bois à dater avec l'ensemble du référentiel existant. Lorsque la similitude, entre la succession des variations de largeur des cernes des bois à dater et les bois du référentiel est jugée bonne, alors les bois sont datés.
Dans un premier temps, il s'agit de récolter le maximum de données. D'une part, celles concernant l'arbre, son existence, de la germination ou du rejet jusqu'à l'abattage. D'autre part, toutes les données concernant l'utilisation et la conservation du bois, depuis son abattage jusqu'à sa mise au jour lors de la fouille. Dans un deuxième temps, le travail de comparaison et de synchronisation permet de dater les bois.
Les aspects méthodologiques du travail dendrochronologique réalisés au laboratoire après la phase de mesure sont présentés ci-après, étape par étape. Ils sont illustrés par des données et des résultats obtenus à partir des bois de la station littorale de Concise.

1 Laboratoire romand de dendrochronologie, Rue Saint-Michel 4, CH - 1510 Moudon

Essence	Nombre de pieux	*Pourcentage*	Nombre de bois avec moelle	*Pourcentage par essence*	Nombre de bois avec aubier	*Pourcentage par essence*	Nombre de bois avec dernier cerne	*Pourcentage par essence*	Nombre moyen de cernes	Diamètre moyen de la section (cm)	Surface moyenne de la section (cm^2)	Bois circulaire	Fendu	Refendu	Débitage indéterminé
Chêne (*Quercus* sp.)	**4859**	*61.1*	4292	*88.3*	3968	*81.7*	3152	*65.2*	46	9.3	69	2214	699	1915	31
Aulne (*Alnus* sp.)	**1699**	*21.4*	1647	*96.8*	-	-	1449	*85.2*	14	7.9	49	1342	160	184	15
Bouleau (*Betula* sp.)	**316**	*3.9*	310	*97.8*	-	-	292	*92.1*	18	6.6	34	243	29	45	-
Peuplier (*Populus* sp.)	**245**	*3.0*	239	*97.5*	-	-	224	*91.4*	15	6.2	38	212	15	18	-
Frêne (*Fraxinus excelsior*)	**238**	*2.9*	234	*98.3*	-	-	201	*84.4*	25	7.0	30	187	21	28	2
Noisetier (*Corylus avellana*)	**195**	*2.4*	193	*98.4*	-	-	186	*94.9*	23	6.0	29	163	14	14	5
Erable (*Acer* sp.)	**149**	*1.8*	133	*89.2*	-	-	100	*67.1*	26	5.5	24	96	5	42	6
Saule (*Salix* sp.)	**146**	*1.8*	145	*99.3*	-	-	133	*91.1*	16	7.3	42	122	17	6	1
Hêtre (*Fagus silvatica*)	**19**	*0.2*	18	*94.7*	-	-	16	*84.2*	32	7.4	43	13	2	4	-
Tilleul (*Tilia* sp.)	**17**	*0.2*	16	*94.1*	-	-	17	*100*	21	5.7	26	16	-	1	-
Tribu du pommier (*Pomoideae*)	**13**	*0.2*	13	*100*	-	-	7	*53.8*	34	5.1	21	11	-	2	-
Epicéa (*Picea abies*)	**9**	*0.1*	9	*100*	-	-	4	*44.4*	41	14.7	169	8	-	1	-
Tribu du prunier (*Prunus* sp.)	**9**	*0.1*	6	*75*	-	-	5	*62.5*	20	4.7	18	4	1	3	
Bourdaine (*Frangula alnus*)	**7**	*0.1*	7	*100*	-	-	6	*85.7*	27	5.6	24	7	-	-	-
Pin sylvestre (*Pinus silvestris*)	**6**	*0.1*	6	*100*	-	-	5	*83.3*	37	13.5	143	5	1	-	-
Sapin (*Abies alba*)	**5**	*0.1*	5	*100*	-	-	4	*80*	43	9.8	75	5	-	-	-
Buis (*Buxus sempervirens*)	**2**	*0.0*	1	*50*	-	-	1	*50*	5	1.8	3	2	-	-	1
Cornouiller (*Cornus* sp.)	**1**	*0.0*	1	*100*	-	-	1	*100*	4	4.0	13	1	-	-	-
Houx (*Ilex aquifolium*)	**1**	*0.0*	1	*100*	-	-	-		21	6.0	28	1	-	-	-
Sureau (*Sambucus* sp.)	**1**	*0.0*	1	*100*	-	-	1	*100*	7	5.0	20	1	-	-	-
Total	**7937**	*100*	**7277**	*91.6*	**3968**	-	**5804**	*73.3*	**35**	**8.6**	**57**	**4653**	**964**	**2263**	**61**

Fig. 88. Tableau des données dendrologiques des pieux.

6.2.1. La synchronisation des bois

La synchronisation consiste à comparer des bois avec d'autres bois, afin de déterminer leur relation chronologique. La méthode que nous employons est visuelle. Le dendrochronologue compare et juge, alors que dans les méthodes mathématico-statistiques, c'est l'ordinateur qui compare par calculs de corrélation et juge par coefficients interposés. Ce travail nécessite une solide capacité de jugement. Il s'agit de décider si les similitudes sont suffisantes pour que les bois puissent être considérés comme synchrones.

Les courbes dendrochronologiques

Les courbes dendrochronologiques sont les outils que nous employons pour comparer la croissance des bois. Pour rester les plus fidèles possible à ces derniers, elles contiennent un maximum d'informations sur la croissance des arbres. L'élaboration d'une courbe dendrochronologique est illustrée par l'exemple du bois N° 5354 (pl. 15a)

Le format des courbes répond à de nombreux impératifs et doit être constant. Cette régularité dans le rendu graphique est primordiale pour la visualisation, la mémorisation, la sensibilisation et l'exercice du jugement. Le format répond à des exigences de qualité, de clarté, de simplicité et de confort du travail. Pour des raisons pratiques évidentes, l'échelle des courbes présentées ici, en exemple, a été réduite.

Les largeurs des cernes sont représentées sur un système d'axes orthogonaux semi-logarithmique introduit et développé par B. Huber (Huber et Holdheide 1942, Huber 1970). Les années sont figurées en abscisse, la largeur des cernes en ordonnée. Les années sont représentées de gauche à droite, du cerne le plus ancien au cerne le plus récent. L'intervalle entre chaque année est de 5 mm (pl. 15a)[1].

Les largeurs des cernes sont portées en ordonnée sur une échelle logarithmique. Cette représentation graphique est idéale pour comparer la croissance des bois. En effet, le paramètre fondamental pris en considération est la variation relative de la largeur des cernes d'une année à l'autre. L'échelle logarithmique possède l'avantage de représenter

1 Tout intervalle plus petit, par exemple 2 mm, nuit à la qualité du travail, comme B. Huber (1970) l'avait déjà constaté. Chaque année est marquée d'un trait de 3 mm de hauteur, chaque dixième année est marquée d'un trait plus long, dont la hauteur est fonction des largeurs minimale et maximale des cernes mesurés. Ces divisions rythment la courbe et facilitent la comparaison et la mémorisation.

des variations relatives égales par des distances graphiques égales. Par exemple, une diminution de la largeur des cernes d'une année à l'autre de 8 à 4 mm a la même valeur graphique qu'une diminution de 3 à 1.5 mm ou une augmentation de 0.1 à 0.2 mm. L'échelle logarithmique permet ainsi une visualisation parfaite de l'intensité des variations. Le second paramètre essentiel que nous prenons en considération est la valeur absolue de la largeur des cernes. C'est la spécificité la plus originale et innovatrice de notre méthode. L'échelle logarithmique conserve la largeur absolue des cernes, mais sous forme légèrement modifiée. Elle atténue les valeurs absolues élevées et amplifie les valeurs absolues faibles. L'axe des abscisses est situé à une largeur de cerne de 1 mm. Il sert de repère entre les cernes larges de plus de 1 mm et les cernes plus étroits. Il joue un rôle essentiel en ce qui concerne la visualisation de la croissance et de la vitalité de l'arbre.

Les courbes, les axes et les autres informations sont dessinées à l'encre de chine noire. Seuls les cernes d'aubier sont dessinés en rouge. Cette différenciation entre le duramen et l'aubier est utile pour la comparaison, lorsque nous travaillons sur les bois (notamment les chênes) dont l'aubier est conservé et se distingue du duramen. La largeur du trait de la courbe dendrochronologique est de 0.7 mm et celle des axes de 0.25 mm. De la sorte, les axes sont bien marqués et interfèrent peu sur la lecture de la courbe.
Les courbes sont dessinées sur du papier translucide pour permettre la comparaison simultanée, par superposition, de 6 à 8 courbes au minimum, dans l'idéal d'une douzaine. Sinon, il est impossible de pratiquer la méthode de datation dendrochronologique, telle qu'elle est décrite ici.

La comparaison

La comparaison des bois se fait sur des tables lumineuses à l'aide des courbes dendrochronologiques. Les courbes sont comparées individuellement ou par groupes, en les glissant les unes par-dessus les autres, de gauche à droite dans le sens de l'axe du temps. Le but est de trouver la position synchrone, pour autant, bien sûr, que les bois soient contemporains. Le travail sur table lumineuse permet la comparaison simultanée de plusieurs courbes. Cette visualisation simultanée est un atout majeur par rapport aux autres manières de procéder. Les programmes de comparaison statistiques ne comparent que des séries de chiffres, deux à deux.

Le travail de comparaison est structuré et suit une logique précise. Nous comparons en priorité des bois qui ont les mêmes caractéristiques dendrologiques : des arbres qui réagissent de manière similaire au climat ; des bois de même essence végétale ; des bois à croissance rapide avec d'autres bois à croissance rapide ; des arbres jeunes avec d'autres arbres jeunes, des rejets de souche avec d'autres rejets de souche, etc.
Les bois analysés ont été abattus dans un but précis : la construction d'un bâtiment, d'un chemin, d'une palissade... Ces artefacts répondent à des besoins spécifiques et sont la résultante de choix humains. Par hypothèse, nous considérons que les bois d'une même construction ont une provenance écologique semblable et sont issus d'un même secteur forestier. Dans la plupart des cas, cette hypothèse se confirme et se révèle fort utile dans notre démarche de comparaison.
Les données archéologiques disponibles guident également nos analyses. Ainsi, nous comparons en priorité les bois provenant d'une même structure et ceux appartenant à une même unité stratigraphique.
Dans le cas de Concise, les analyses dendrochronologiques se sont déroulées parallèlement aux fouilles. Nous avons disposé des plans de répartition et des attributions stratigraphiques des bois, alors que les analyses dendrochronologiques étaient déjà avancées. Une bonne partie des datations a été réalisée sans l'appui des données archéologiques. Le travail s'est donc partiellement fait «en aveugle». Les résultats obtenus de la sorte ont ensuite été confrontés aux données archéologiques, ce qui a permis de juger leur validité et par-là la pertinence de la méthode utilisée.

Les groupes dendrochronoécotypologiques

Le groupe dendrochronoécotypologique est un concept central de notre méthode de datation. Il correspond à un ensemble de bois de même essence, de provenance écologique semblable et abattu durant une même phase. En règle générale, ces bois font partie d'une même organisation architecturale. On rencontre ces groupes aussi bien durant les périodes préhistoriques que durant les époques plus récentes[2]. Le travail de comparaison consiste à élaborer des groupes dendrochronoécotypologiques qui seront ensuite datés dans l'absolu.

Montage d'un groupe dendrochronoécotypologique

Nous présentons ici un exemple d'élaboration d'un groupe dendrochronoécotypologique avec les cinq premières étapes de synchronisation (pl. 15b).
Le travail de comparaison commence avec le pieu N° 5354, tiré d'un rejet de souche de chêne, ayant vécu dans de bonnes conditions climatique et environnementale, sans événement extraordinaire. Il compte 39 cernes et a conservé la moelle et l'écorce. Nous le comparerons donc en priorité à d'autres pieux de chêne, issus de rejets de souche, comprenant entre 30 et 40 cernes, avec la moelle et le dernier cerne formé. Plus de 450 pieux de Concise possèdent ces caractéristiques. Les critères qui président à la comparaison de la croissance de ces bois sont nombreux et certains fort complexes. Il serait trop long de les décrire tous et de justifier chaque nouvelle étape

2 Dans les bâtiments médiévaux ou modernes, les arbres utilisés pour les poutres d'un solivage, d'une charpente ou de toute autre structure homogène ont été sélectionnés en fonction de leur gabarit. Ils proviennent très souvent d'un seul et même secteur forestier. Il s'agit d'une règle quasi générale dans les bâtiments ruraux. Dans les villes, les groupes dendrochronoécotypologiques se retrouvent dans les édifices anciens. Dans les maisons récentes, la provenance des bois est plus hétérogène : les bois ont transité par des intermédiaires, des marchands, entre le moment de leur coupe, dans des forêts souvent éloignées, et de leur utilisation en milieu urbain (Hurni *et al.* 1995, 2007).

du montage, la planche 15b parle d'elle-même. Nous nous limitons à en présenter quelques points fondamentaux.
La première étape consiste à synchroniser deux bois. Au départ, nous comparons des courbes individuelles. Lorsque la position synchrone de deux bois est déterminée visuellement, les deux courbes sont assemblées en position superposée. La synchronisation des deux premiers bois d'un groupe dendrochronoécotypologique est toujours une opération délicate : à ce stade du travail, nous comparons une courbe avec une seule autre courbe. Nous ne pouvons pas encore distinguer avec certitude ce qui, dans la croissance de ces deux bois, est lié à l'histoire spécifique des arbres, de ce qui est de caractère plus général, lié au climat. La synchronisation simple de deux bois est une hypothèse qui demande toujours à être confirmée par d'autres bois.
Le critère de base de toute synchronisation est la correspondance des variations de la largeur des cernes d'une année à l'autre. Ici les plus fortes variations de croissance annuelles du bois N° 5354 (tramées en gris) correspondent à des variations similaires du bois N° 5687, ceci, tant dans le sens que dans l'intensité de la variation. Ces variations annuelles servent de fil conducteur pour la suite du montage. Chaque nouveau bois synchronisé vient confirmer la logique et la cohérence du montage.
Ainsi, la deuxième étape permet la synchronisation de trois bois. D'autres courbes sont alors comparées aux deux premières courbes superposées. Les critères de synchronisation s'appliquent maintenant à trois bois simultanément. La synchronisation du bois N° 1946 confirme celle des deux premiers. De plus, elle permet d'entrevoir la dynamique de croissance caractéristique du groupe.
Les étapes 3 à 5 permettent la consolidation de ce groupe. A chaque nouveau bois intégré, les critères de synchronisation s'affinent et de nouveaux critères sont mis en évidence.
A l'étape 5, les onze variations annuelles de forte intensité (tramées en gris sur la pl. 15b) correspondent de manière absolue sur les 6 courbes.
Au-delà de la comparaison des cernes année par année, nous prenons en compte le rythme et l'évolution de la croissance des bois. Nous constatons ainsi que la variation annuelle dépend de la largeur absolue des cernes des années précédentes, en particulier du cerne précédent. Par exemple (pl. 15b), la variation annuelle A, entre les années a16 et a17 est de faible intensité. Le sens est négatif sur 4 bois, neutre sur un et positif sur le dernier. Les 4 bois dont la variation est négative ont une largeur du cerne a16 plus petite que les 2 autres bois. Un phénomène similaire concerne la variation annuelle B entre les années a22 et a23 : elle est négative sur 4 bois et positive sur 2 bois. Mais dans ce cas-ci, les 4 bois dont la variation est négative ont une largeur absolue du cerne a22 plus grande que les 2 autres bois.
Les intervalles A et B illustrent clairement que les bois réagissent aux facteurs climatiques en fonction de la rapidité de leur croissance. Les arbres vigoureux (jeunes rejets de souche) sont très réactifs : après la chute de croissance de l'année a16, le cerne produit en l'année a17 est de nouveau plus grand. Les arbres à croissance plus lente (certains francs-pieds ou rejets de souche plus âgés, voir chapitre 8) réagissent avec une certaine inertie : après la chute de l'année a16, le cerne de l'année a17 est encore plus petit. Un constat semblable peut être fait pour l'intervalle B. Après l'augmentation de croissance de l'année a22, les arbres les plus vigoureux produisent en l'an a23 un cerne plus petit. Les 2 arbres qui ont moins poussé en l'an a22 produisent en l'an a23 un cerne plus grand. Une partie de leur réaction se fait avec un temps de retard sur les arbres qui poussent le plus vite.
Le travail avec les groupes dendrochronoécotypologiques permet ainsi de multiplier les paramètres de synchronisation. Certains critères sont subtils et complexes, difficiles à saisir et à décrire. Ils concernent la comparaison et la compréhension de la dynamique de la vie d'arbres dont nous ne possédons qu'un échantillon. Si complexes que soient ces critères, lors de la comparaison sur tables lumineuses, le jugement de la validité d'une synchronisation est généralement immédiat, instantané. C'est une question d'expérience et d'entraînement. Pour Concise, les 5576 bois de chênes analysés (pieux et bois couchés) ont conduit à la construction de près de 400 groupes dendrochronoécotypologiques qui ont eux-mêmes permis de définir les différentes phases d'abattages décrites dans le chapitre consacré aux occupations du site (chapitre 7).

La datation absolue des groupes dendrochronoécotypologiques

La datation se fait par comparaison du groupe dendrochronoécotypologique avec les courbes du référentiel, jusqu'à ce que nous trouvions la position synchrone. Les groupes sont comparés à l'ensemble du référentiel à disposition dans le cadre de la fourchette de datation possible. Pour les bois de Concise, elle va du Néolithique moyen à l'âge du Bronze. La datation absolue des groupes obéit aux mêmes règles de synchronisation que les courbes individuelles. Les groupes les plus aisément datables sont ceux qui sont bien étayés et comptent beaucoup de cernes, ce sont eux que nous datons en premier. Les comparaisons des groupes se font en priorité avec les datations déjà obtenues à l'intérieur du site, sinon avec des groupes de bois d'autres sites, en particulier les plus proches géographiquement.
Les six bois du montage présenté dans la planche 15b sont datés de manière relative. Ce groupe est suffisamment étayé, pour que nous puissions passer à sa datation absolue : les critères de synchronisation sont bien définis et le montage des six courbes superposées est assez translucide pour offrir de bonnes conditions de comparaison sur table lumineuse.
La datation absolue du groupe est présentée, en haut, sur la planche 16a. Les six bois ont été abattus en automne - hiver 2919/18 av. J.-C. Cette datation est obtenue par la synchronisation du groupe, en rouge, avec un autre groupe de huit chênes de Concise, en noir, abattus en automne - hiver 2891/90 av. J.-C. Ce deuxième groupe est composé de rejets de souches âgés de 70 à 80 ans. La synchronisation entre les deux est obtenue sur les cernes que les arbres ont produits lorsqu'ils avaient moins de 50 ans. La figure est explicite : les critères de synchronisation ayant conduit à l'élaboration

du groupe de 2919 av. J.-C. sont parfaitement respectés par le groupe de 2891 av. J.-C. Succinctement, les variations de croissance les plus intenses correspondent : entre 2952 et 2951 av. J.-C., nous constatons 10 augmentations de croissance sur 10 bois comparés. Entre 2947 et 2946 av. J.-C., 14 augmentations sur 14 bois comparés. Entre 2944 et 2943 av. J.-C., 14 chutes sur 14, et ainsi de suite. Les observations faites sur le groupe de 2919 av. J.-C. pour l'intervalle A (daté entre 2943 et 2942 av. J.-C.) et B (daté entre 2937 et 2936 av. J.-C.) s'appliquent également au groupe de 2891 av. J.-C. La comparaison de ces deux groupes confirme la pertinence et la valeur des critères d'élaboration de chacun des groupes. Ils offrent un aperçu du spectre de croissance de 14 arbres à Concise entre 2967 et 2891 av. J.-C.
La comparaison du groupe de 2919 av. J.-C. de Concise (pl. 16a, en haut) avec des groupes d'Yverdon-les-Bains, Avenue des Sports, à 10 km au sud-ouest de Concise (pl. 16a, au milieu) et de Veytaux, Chillon, à 50 km au sud-est de Concise sur les bords du Léman (pl. 16a, en bas) étaie la datation. Elle permet d'appréhender le comportement des bois de Concise par rapport à d'autres arbres d'âge et d'environnement quelque peu différents. Les bois d'Yverdon-les-Bains ont une croissance très rapide, ceux de Chillon une croissance lente. Nous disposons ainsi d'un spectre encore plus large et différencié de la croissance des arbres à cette période.

La finalisation du groupe dendrochronoécotypologique de 2919 av. J.-C.

Le but est maintenant de trouver tous les chênes du site abattus en 2919 av. J.-C. Il s'agit donc de compléter et de parachever ce groupe dendrochronoécotypologique. Les six premiers bois du groupe forment un ensemble très homogène, résultat de l'application sévère des critères de synchronisation définis. Le groupe étant daté dans l'absolu, nous pouvons mieux le juger et le situer dans son contexte historique et environnemental, car nous connaissons les caractéristiques et les réactions d'autres arbres de cette période. Nous pouvons dès lors adapter et élargir nos critères de synchronisation en fonction de ces nouvelles connaissances. Le groupe est complété par la comparaison et l'intégration des bois au rythme de croissance quelque peu divergent : croissance plus lente ou plus rapide, bois avec moins de 30 cernes, arbres dominés, etc. (pl. 16b).

Par définition, un groupe dendrochronoécotypologique est constitué uniquement de bois faisant partie d'une même phase d'abattage. Lorsque le dernier cerne formé est présent sur l'échantillon, il est évident que le bois satisfait à ce critère d'intégration. Il en va autrement s'il est absent. Dans ce cas, habituellement, l'année d'abattage de l'arbre ne peut pas être déterminée ; au mieux elle peut être estimée, en considérant le nombre moyen de cernes d'aubier d'autres chênes, dont l'âge et le rythme de croissance sont semblables et dont l'aubier est complet. Le recours aux groupes dendrochronoécotypologiques résout ce problème avec élégance. L'intégration d'un bois sans le dernier cerne formé ou même sans aubier à un groupe détermine par hypothèse son année d'abattage. Pour qu'un bois puisse être intégré à un groupe, sa dynamique de croissance doit être plus proche de celle de l'ensemble des bois composant le groupe, que de tout autre bois contemporain (pl. 16c). Par ce truchement, le bois N° 471, dont l'aubier incomplet compte 11 cernes, ainsi que les bois N°s 445, 1945 et 9212 qui ne comportent que des cernes de duramen, sont attribués à la phase d'abattage de l'automne - hiver 2919/18 av. J.-C.
La première année de la croissance d'un arbre peut être déterminée lorsque l'échantillon est prélevé à la hauteur de la souche. Dans le cas des bois archéologiques, nous ne savons pas de quelle partie exacte de l'arbre l'échantillon provient. La date du début de croissance ne peut donc être qu'estimée. Cette estimation est très large, lorsque nous avons affaire à des individus isolés.
En présence d'un groupe dendrochronoécotypologique bien étayé, tel celui de 2919 av. J.-C., nous pouvons préciser la date de la phase de régénération forestière. Ce groupe est composé de 26 rejets de souche, qui ont les mêmes caractères dendrologiques et ont vécu dans les mêmes conditions, dans un seul secteur forestier. Tous possèdent la moelle. Les dates des premiers cernes mesurés s'étendent de 2960 av. J.-C., pour la plus ancienne, à 2945 av. J.-C. pour la plus jeune. La plus forte densité se situe entre 2960 et 2955 av. J.-C. Ces rejets datent donc de quelques années avant 2960 av. J.-C., *terminus ante quem*. Compte tenu du rythme de croissance des arbres durant le début de leur croissance et de l'étalement des premiers cernes mesurés, nous estimons que ces rejets font suite à des coupes effectuées vers l'an 2965 av. J.-C., à plus ou moins cinq ans près. Ils correspondent à des abattages reconnus à Concise durant les années 2969 à 2963 av. J.-C.
Dans d'autres cas, les phases de coupes mises en évidence à partir des premiers cernes de croissance des groupes dendrochronoécotypologiques ne sont pas représentées sur le site. Soit l'occupation humaine se situe en dehors de la zone fouillée, soit les bois n'ont pas été conservés. Quelle que soit la raison de l'absence de ces bois sur la fouille, la présence humaine dans la région est cependant attestée de façon indirecte.

Au terme de l'étude, le groupe dendrochronoécotypologique de 2919 av. J.-C. se compose de 26 bois, soit 25 pieux et un bois couché, représentant 0.5% des 5576 chênes analysés.
Les premiers bois du groupe ont été mis au jour en 1996, les derniers en 2000. Le travail d'élaboration du groupe s'est déroulé sur cinq années, au gré de l'avancée des fouilles. Le nombre de comparaison de courbes effectuées pour établir ce groupe ne peut pas être déterminé précisément. Nous pouvons cependant donner un ordre de grandeur. Au départ, les 725 chênes de la classe d'âge de 30 à 40 ans (fig. 89) ont été comparés les uns aux autres. Une centaine de comparaisons a été nécessaire pour créer le noyau du groupe. L'ensemble des bois de cette classe d'âge a été comparé au moins une fois au groupe. Puis, une grande partie des bois des classes d'âge adjacentes a été comparée. Certains bois,

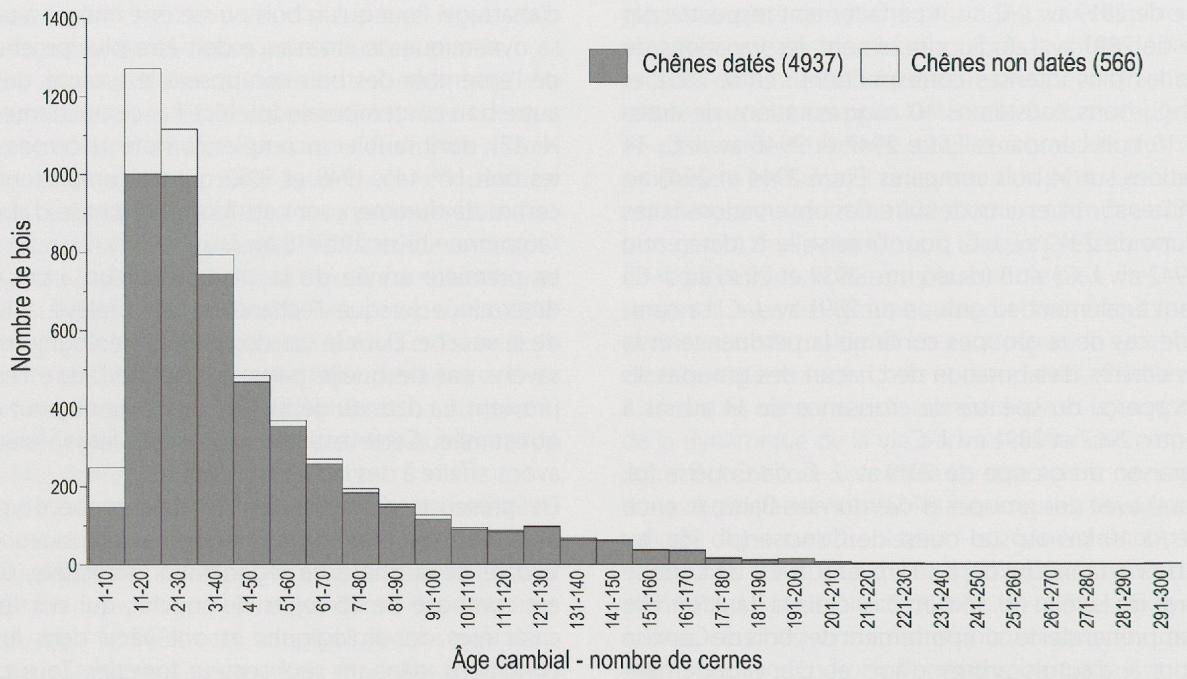

Fig. 89. Histogramme des chênes datés et non-datés répartis par classe d'âge. 3915 bois, soit 70.2%, ont moins de 50 cernes. Parmi ceux-ci, 3366 sont datés, soit 86%.

qui n'ont pas pu être datés du premier coup, ont été comparés à plusieurs reprises au fil de l'analyse. Le nombre de comparaisons de courbes pour la construction de ce groupe s'élève ainsi à 2'000 au minimum. Lorsque nous glissons deux courbes de 30 cernes chacune l'une sur l'autre, c'est en fait une quarantaine de positions dendrochronologiques que nous comparons, (pour des courbes de 30 cernes, nous ne comparons en principe pas les positions avec moins de 10 cernes de chevauchement). Le nombre de positions comparées s'élève de la sorte à 80 000 pour ce groupe. Seules 26 d'entre elles ont été jugées bonnes. En gros, sur 3000 comparaisons effectuées, une seule aboutit à une synchronisation. Par extrapolation de ces chiffres, la datation des 4937 bois de Concise est le fruit d'innombrables comparaisons visuelles sur tables lumineuses. Avec l'expérience de ces positions non-synchrones qui défilent sous nos yeux, la synchronisation exacte d'un bois apparaît avec une évidence fulgurante.

6.2.2. Spécificités de la méthode

Le nombre de comparaisons que nous effectuons est considérable, et c'est le propre de la méthode utilisée. Nous visualisons et analysons en permanence la croissance d'arbres divers et variés. De l'échantillonnage à la mesure, nous sommes en contact direct avec les bois. Ensuite, lors de la synchronisation et de la datation, nous travaillons avec les courbes, qui sont leurs représentations fidèles. Cela nous donne la possibilité de mémoriser de manière parfaitement structurée toutes ces croissances. La mémoire visuelle est pour nous une qualité essentielle. Le point le plus important est la mémorisation du groupe, de ses caractéristiques dendrochronologiques, de son rythme de croissance et du comportement de chacune de ses composantes par rapport aux autres. Le groupe de 2919 av. J.-C. est composé de 26 bois à la fois semblables et différents. La quintessence d'un groupe se trouve dans sa diversité : c'est pourquoi nous ne le réduisons pas à une courbe moyenne. Par l'analyse du jeu subtil des similitudes et des divergences, nous appréhendons de manière approfondie le comportement des arbres et nous comparons et jugeons en connaissance de cause. C'est sur ces constats que nous avons développé la méthode de datation dendrochronologique, appliquée aux bois de Concise.

6.2.3. Les bois datés et non datés

En tout, 5576 bois de chênes ont été échantillonnés et transmis au LRD, 5503 ont été mesurés. 73 bois étaient en trop mauvais état de conservation pour être analysés. La date d'abattage de 4937 chênes a été déterminée, dans la plupart des cas à l'année près, soit un taux de 89%.

Ces datations fixent avec précision le cadre chronologique des occupations du site. Elles aident à définir les organisations architecturales des villages successifs et permettent de dater les divers niveaux stratigraphiques. Elles jouent un rôle capital dans la compréhension et l'interprétation du site (voir chapitre 7) et devraient donc d'être représentatives de l'ensemble des bois prélevés, sans discrimination d'aucun type (âge, essence végétale, etc.).

Le tableau des données dendrologiques des chênes (fig. 90) met en parallèle les caractéristiques des chênes datés et non-datés. Les deux ensembles sont très proches, la seule différence notable concerne le nombre moyen de cernes. Il est de 48 pour les bois datés et de 31 pour ceux qui ne le sont pas encore.

	Nombre total de bois	*Pourcentage*	Nombre de bois avec moelle	*Pourcentage*	Nombre de bois avec aubier	*Pourcentage*	Nombre de bois avec dernier cerne	*Pourcentage*	Nombre moyen de cernes	Diamètre moyen de la section (cm)	Surface moyenne de la section (cm^2)	Bois circulaire	Fendu	Refendu	Débitage indéterminé
Chênes datés	**4937**	*88.5*	4336	*87.8*	3991	*80.8*	3161	*64*	48	9.3	68	2187	730	2016	4
Chênes non-datés	**639**	*11*	513	*80.3*	438	*68.5*	359	*56*	31	8.5	57	387	77	145	30

Fig. 90. Tableau des caractères dendrologiques des chênes datés et non-datés.

L'histogramme de répartition par classes d'âge des chênes datés et non-datés montre que des bois de toute classe d'âge sont datés (fig. 89). Le taux de datation augmente cependant avec l'âge des bois. Il s'élève à 76% pour les bois de moins de 10 cernes, passe à 80% pour les bois de 11 à 20 cernes, 90% pour ceux de 21 à 30 cernes, 94% pour ceux de 31 à 40 cernes et 96% pour les bois de plus de 41 cernes. Néanmoins, les bois datés comptant de 11 à 20 cernes sont les plus nombreux, avec 1005 individus. La méthode employée ne discrimine ainsi aucune catégorie de bois. Il est donc intéressant de se pencher sur les raisons pour lesquelles 10% des bois n'ont pas encore pu être datés. Dans la plupart des cas, il s'agit de l'absence d'un référentiel idoine.

Il en va ainsi, par exemple, du groupe dendrochronoécotypologique 0625VC1 composé de 20 bois (fig. 91). Ces bois ont été abattus en automne - hiver de la même année. Ils proviennent d'un chemin d'accès. Les données archéologiques situent ces bois dans une fourchette de datation entre la fin du Néolithique moyen et le Lüscherz ancien, soit entre les années 3500 et 3000 av. J.-C. environ. Pour cette période, la plus grande partie du référentiel de Concise est composée d'arbres relativement âgés, difficilement comparables aux jeunes arbres du groupe 0625VC1. Entre 3517 et 3449 av. J.-C., nous ne disposons d'aucun bois daté sur le site. Les référentiels fournis par d'autres sites régionaux présentent pour la période de 3500 à 3300 av. J.-C., les mêmes lacunes qu'à Concise, soit un manque de jeunes rejets de souche datés dans l'absolu, ce qui dans l'état actuel des recherches empêche la datation du groupe 0625VC1. L'analyse d'autres bois de cette période, que ce soit à Concise ou sur un autre site de Suisse occidentale, permettra de dater ce groupe dans le futur.

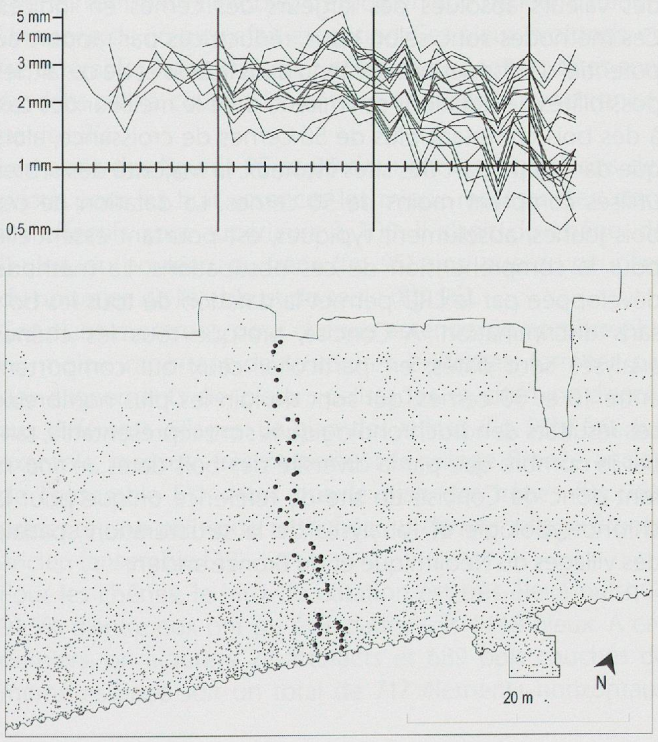

Fig. 91. Groupe dendrochronoécotypologique 0625VC1. Les courbes dendrochronologiques de 20 pieux sont présentées en position synchrone. Ces 20 bois proviennent de rejets de souche et ont été abattus la même année, mais ils n'ont pas encore pu être datés dans l'absolu. Ils proviennent tous du chemin d'accès représenté par des points noirs sur le plan de répartition des pieux (en gris) du bas de la figure (éch. 1 : 700).

L'absence de référentiel régional approprié complique également la datation des bois naturels antérieurs à 4298 av. J.-C. C'est le cas, par exemple, d'un groupe de huit bois couchés contemporains, formant une séquence dendrochronologique de 317 ans, datée par radiocarbone entre 6035 et 5795 cal BC. Pour cette période, le référentiel le plus proche est composé de chênes déposés dans le lit du Main à près de 400 km au nord-est de Concise, ce qui est trop éloigné géographiquement pour permettre une datation dendrochronologique.

Enfin, d'autres bois n'ont pas pu être intégrés à un groupe dendrochronoécotypologique. Il s'agit soit de bois isolés, trop déformés ou trop altérés : de nombreux pieux de Concise sont très mal conservés, transpercés de racines, desséchés. En principe, tout bois est datable, mais la réalité souffre toujours quelques exceptions.

6.2.4. Validation et vérification de la méthode

Comme nous l'avons déjà évoqué, les bois de Concise ont été datés dans leur grande majorité sur des critères dendrochronologiques, c'est-à-dire sans que nous ayons recours aux données archéologiques. Ces circonstances nous donnent, ainsi qu'aux archéologues, l'opportunité de critiquer de manière objective les résultats obtenus et par-là même, la validité de la méthode appliquée.

Près de 4000 dates d'abattage déterminées « en aveugle », concernant des bois de tout âge, notamment de 10, 20 ou

30 cernes, ont pu être confrontées et jugées à l'aune des données archéologiques.
Si nous considérons par exemple le groupe 2919 av. J.-C., nous constatons que :
- Les pieux apparaissent au même niveau et définissent une organisation claire, avec un chemin d'accès et un alignement, marquant la limite nord de l'occupation d'un village du Néolithique final (fig. 92).
- Les résultats dendrochronologiques de Concise sont absolument cohérents avec les données archéologiques, tant spatiales, que stratigraphiques et typologiques.
La méthode appliquée, telle qu'elle a été décrite a ainsi permis de dater les chênes les plus divers, de tout âge, en particulier ceux qui comptent moins de 50 cernes, sur une période de près de 5000 ans, qui va de 6000 BC cal au Bronze final.

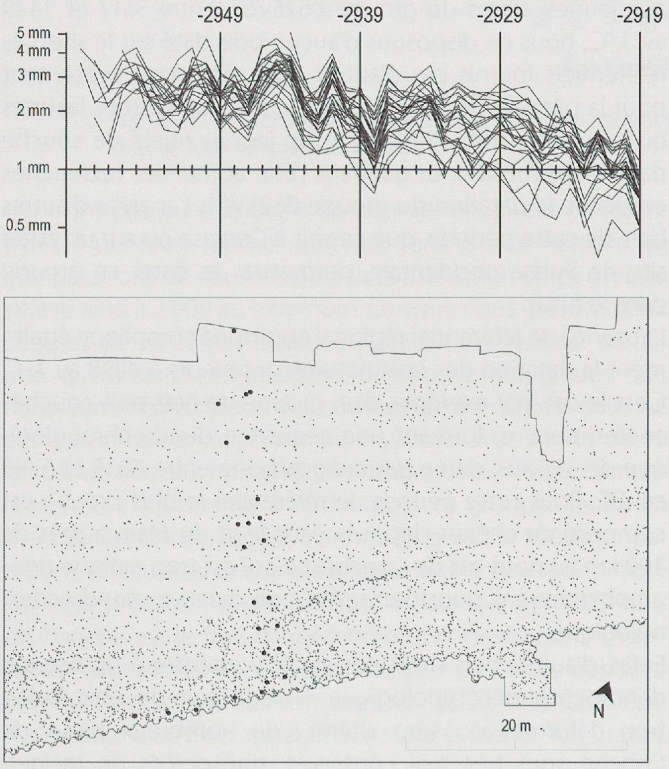

Fig. 92. Groupe dendrochronoécotypologique 2919 av. J.-C. et plans de répartition des pieux. En haut, les 26 courbes dendrochronologiques des pieux et du bois couché constituant le groupe en position synchrone. En bas, le plan de répartition (ronds noirs) des 25 pieux qui s'organisent de manière cohérente et forment un chemin d'accès et un alignement parallèle aux palplanches, sur fond de l'ensemble des pieux du site (éch. 1 : 700).

6.3. Conclusion

La méthode de datation dendrochronologique présentée ci-dessus, tout en étant basée sur une approche traditionnelle, est novatrice : elle intègre la spécificité de chaque arbre et prend en considération la totalité de sa croissance, aussi bien ses variations annuelles que son rythme absolu. Elle ne se focalise pas uniquement sur les convergences. Les bois sont comparés de manière différenciée, selon que leur croissance est rapide ou lente, que les arbres sont jeunes ou âgés, etc. Nous évaluons et jugeons les similitudes en considérant le spectre des croissances dans toute sa diversité. Le concept du groupe dendrochronoécotypologique s'avère précieux et très performant. Les croissances des arbres ne sont pas réduites à de simples courbes moyennes, à une chronologie ou à une référence standard. Pour ce faire, la comparaison visuelle et simultanée des bois est irremplaçable. Cette méthode nécessite un très long apprentissage, une grande maîtrise, de la rigueur scientifique et beaucoup d'expérience.
Les autres méthodes de datations dendrochronologiques couramment utilisées ne prennent en compte qu'un seul paramètre : la variation relative de la croissance des cernes d'une année à l'autre. La croissance absolue est considérée, particulièrement dans les méthodes mathématiques-statistiques, comme un facteur négligeable, voire gênant. Les calculs de parallélisme, tel le test d'Eckstein (Eckstein 1969), appelé aussi test W, n'en tiennent simplement pas compte. Les calculs de corrélation, tel le test de Baillie-Pilcher (Baillie, Pilcher 1973), nécessitent quant à eux, une transformation des valeurs absolues des largeurs des cernes en indices. Ces méthodes sont, selon nous, réductrices par rapport au potentiel d'informations contenu dans le bois et de ce fait, les possibilités de datations se limitent, dans le meilleur des cas, à des bois comptant plus de 50 cernes de croissance, alors que dans la plupart des sites littoraux, la majorité des arbres utilisés comptent moins de 50 cernes. La datation de ces bois jeunes, absolument typiques, est pourtant essentielle pour la compréhension de ces occupations. La méthode développée par le LRD permet la datation de tous les bois sans discrimination. A Concise, presque tous les chênes analysés sont datés, en particulier ceux qui comportent entre 10 et 30 cernes, qui sont de loin les plus nombreux. Les résultats dendrochronologiques sont représentatifs, tant par le nombre que par la diversité des bois datés. *In fine*, ils font donc de Concise un site de référence unique pour la chrono-typologie et l'analyses de la structuration spatiale des villages du Néolithique et du Bronze ancien.