

Nouvelle approche concernant les datations dendrochronologiques du site éponyme de La Tène (Marin-Epagnier, Suisse)

Autor(en): **Gassmann, Patrick**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch Archäologie Schweiz = Annuaire d'Archéologie Suisse = Annuario d'Archeologia Svizzera = Annual review of Swiss Archaeology**

Band (Jahr): **90 (2007)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-117926>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

PATRICK GASSMANN

NOUVELLE APPROCHE CONCERNANT LES DATATIONS DENDROCHRONOLOGIQUES DU SITE ÉPONYME DE LA TÈNE (MARIN-ÉPAGNIER, SUISSE)*

Résumé

Les fouilles effectuées en 2003 à La Tène ont donné l'occasion de procéder à de nouvelles datations et de réévaluer les anciennes mesures dendrochronologiques. Plusieurs pièces de bois ont vu leur millésime confirmé, d'autres ont vu le leur infirmé.

A propos du pont Vouga, les pièces essentielles de la charpente manquant, on doit le considérer comme actuellement non daté par la dendrochronologie.

Quant au pont Desor, sa datation entre 660 et 655 av. J.-C. en fait l'un des plus vieux ponts d'Europe.

Concernant le bouclier en chêne découvert en 1913, les mesures dendrochronologiques de deux morceaux originaux et leur remplacement sur la copie en plâtre ont permis de préciser le mode de fabrication de cette arme de défense. De plus, il a été possible, en mesurant l'écrasement latéral des pores de printemps, de restituer l'épaisseur initiale des deux planches du bouclier.

Zusammenfassung

Die Grabungen von 2003 in La Tène lieferten Material für neue Datierungen, und sie waren der Anlass dafür, alte Dendroresultate zu überprüfen. Bei manchen Hölzern erwies sich die alte Datierung als richtig, bei anderen wurde sie korrigiert.

Weil wichtige Bauhölzer im sog. Pont Vouga fehlen, muss das Bauwerk derzeit als dendrochronologisch nicht datiert gelten.

Der Pont Desor darf wegen der erzielten Resultate – zwischen 660 und 655 v. Chr. – als eine der ältesten Brücken Europas bezeichnet werden.

Beim 1913 entdeckten Eichenschild wurden zwei Originalteile dendrochronologisch neu gemessen und richtig auf dem damals erstellten Gipsabdruck platziert, was präzisere Aussagen zur Herstellungsweise dieser Schutzwaffe erlaubte. Die ursprüngliche Dicke der zwei verwendeten Eichenbretter konnte durch Messen der im Frühjahr gebildeten und durch die Einlagerungsbedingungen der Bretter deformierten Holzzellen hergeleitet werden.

Riassunto

Gli scavi condotti a La Tène hanno offerto l'occasione di procedere a nuove datazioni e di rivalutare le vecchie misurazioni dendrochronologiche. L'annata di parecchi frammenti di legno è stata confermata, di altri invece smentita.

Dato che le componenti fondamentali della struttura del Ponte Vouga mancano, non è per ora possibile datarlo con la dendrochronologia.

D'altro canto, la datazione del Ponte Desor tra il 660 e il 655 a. C. lo colloca tra i più antichi d'Europa.

Per ciò che riguarda lo scudo in quercia scoperto nel 1913, le misurazioni dendrochronologiche di due frammenti originali e il loro ricollocamento sulla copia in gesso hanno permesso di precisare la fabbricazione di quest'arma da difesa. Inoltre è stato possibile, misurando la deformazione laterale dei pori primaveraili, ricostruire lo spessore iniziale delle due tavole dello scudo.

Summary

The excavations carried out in La Tène recovered new material for dating and this was the reason why old dendrochronological results were checked. In many cases, the old dates proved correct, in others they had to be corrected.

Due to the fact that important construction timbers are missing from the so-called Pont Vouga, the edifice remains undated for the time being.

The results obtained – between 660 and 655 BC – make the Pont Desor one of the oldest bridges in Europe.

Two of the original sections of the oak shield found in 1913 were re-analyzed dendrochronologically and placed correctly on the plaster mould that had been taken at the time, which allowed us to make more precise statements on the manufacturing technique of this weapon of defence. The original thickness of the two oak boards used could be reconstructed by measuring the spring wood cells that were deformed because of the conditions at the time the shield was embedded in the ground.

* Publié avec le soutien de l'Office et musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel (Laténium).

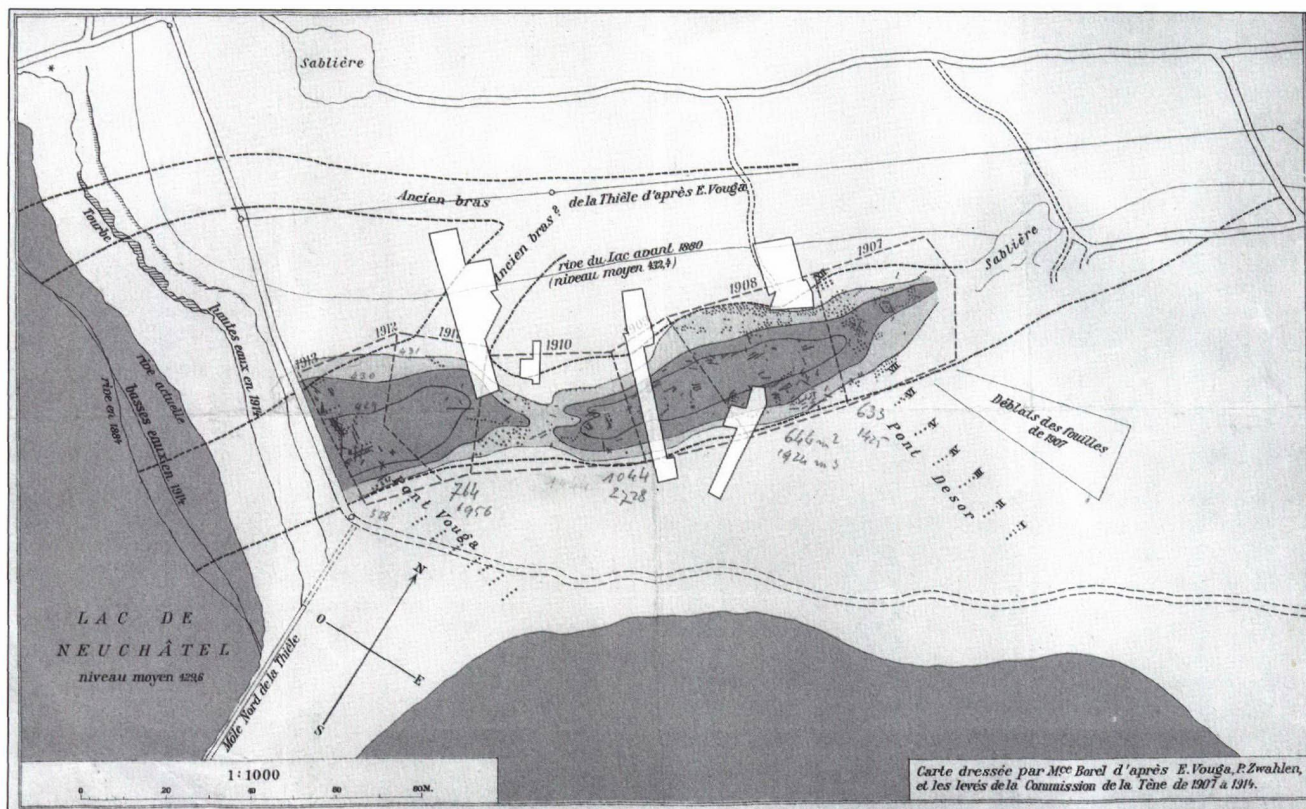


Fig. 1. Plan des surfaces fouillées par Paul Vouga entre 1907 et 1913, avec les pilotis dégagés. En clair, emprise des surfaces explorées en 2003 par Gianna Reginelli. D'après Reginelli 2005, fig. p. 4.

En ce 150^e anniversaire marquant l'année de la découverte du site éponyme de La Tène (1857–2007), il nous a semblé intéressant de faire le point concernant l'ensemble des datations dendrochronologiques effectuées jusqu'à ce jour¹. Situé à l'extrémité est du Lac de Neuchâtel, sur le territoire de la commune de Marin-Epagnier NE, le site de La Tène représentait un nœud géographique d'importance, un carrefour routier et fluvial qui commanda pendant plusieurs siècles le passage entre le Seeland et le pied sud du Jura (Egloff 1989).

L'importance du lieu était telle et les constructions spécifiques si nombreuses (ponts, bâtiments, renforts de berge, etc.), qu'il serait certainement plus judicieux de parler des sites de La Tène, même si, comme les fouilles de 2003 l'ont attesté, on y trouve plusieurs périodes de fréquentation (Reginelli 2006). Cette constatation vaut aussi pour d'autres sites. A peu de distance en direction du couchant se trouve le vaste village de Marin-Les Piécettes datant du Néolithique moyen (Honegger/Michel 2002) et au nord-est, on trouve le site romain et médiéval de Marin-La Mottaz où se côtoient poissine(s), renforts de berge et, vraisemblablement, des structures en bois liées à un moulin (Plumettaz 2000).

Dans les années 70, en Europe centrale, il était encore primordial de rechercher des échantillons de bois provenant de chênes et d'autres espèces afin de consolider les références dendrochronologiques appartenant aux époques celtiques de Hallstatt et de La Tène². De fait, ce sont surtout les sites

liés au Hallstatt et spécialement ceux datant de la charnière 5^e/6^e s. qui posèrent problème³.

C'est dans ce contexte que Ernst Hollsteini⁴ réalisa un ensemble de mesures sur des bois provenant de la région des trois lacs et plus particulièrement de La Tène, du pont de Cornaux-les-Sauges⁵ et de celui du Rondet⁶. En janvier 1971, il effectua à Neuchâtel les premières mensurations exécutées sur des bois de La Tène⁷ (Hollstein 1980) qui se trouvaient dans les vitrines de la salle III «Charpenterie de La Tène» de l'ancien Musée cantonal d'archéologie⁸. Il fit un choix des échantillons en chêne les mieux conservés parmi les pièces qui avaient comme provenance les fouilles réalisées en 1907–1917 par Paul Vouga (fig. 1; Vouga 1923).

En été 2003, dans le cadre de la planification d'un profond réaménagement du camping de La Tène, le Service cantonal d'archéologie de Neuchâtel organisa une vaste fouille de sauvetage recoupant les fouilles de P. Vouga. Le but était de compléter et d'affiner les données stratigraphiques obtenues par ce dernier et de préciser les aménagements anthropiques éventuellement présents au-delà des espaces déjà explorés. Menés par Gianna Reginelli, ces travaux permirent d'extraire 47 poteaux de différentes tailles (Reginelli 2005) dont plusieurs proviennent d'alignements résultants d'aménagements divers et de piles de pont.

En hiver 2003–2004, nous avons procédé aux mesures dendrochronologiques de ce corpus afin de tenter de nouvelles datations. C'est à cette occasion que plusieurs montages⁹ de

séquences individuelles ont été produits et que, parmi ces derniers, celui concernant la pile XII du pont Desor a pu être daté.

Dans ce contexte, un réexamen de quelques échantillons, mesurés en 1970 par E. Hollstein et conservés dans les dépôts du Laténium (Hauterive), s'imposait de lui-même. L'ensemble fut complété par plusieurs prélèvements qui n'avaient pas encore été analysés¹⁰.

Suivant l'ordre chronologique des événements, nous passerons d'abord en revue les anciennes datations, puis nous nous intéresserons aux millésimes récemment acquis.

Les échantillons de bois des fouilles de 1907-1917

Planche MAR-LT-18956 (n° 1 de Hollstein)

C'est en 1971 que E. Hollstein a procédé aux mesures dendrochronologiques de cette planche¹¹ (fig. 2). Vraisemblablement non datée à l'époque, les résultats la concernant n'apparaissent pas dans sa publication de 1980.

La provenance de cette planche est inconnue. Elle ne se distingue pas parmi les mentions de bois dans le cahier de fouille relatif à La Tène; encore moins dans la monographie de P. Vouga (1923).

Nous l'avons finalement intégrée dans ce corpus et dans nos datations car elle figurait parmi les bois de la salle «Charpenterie de La Tène» de l'ancien musée, mais elle ne pourra jamais servir d'élément permettant de dater une construction appartenant au site, bien que sa datation corrobore la présence d'artisanat celte sur les lieux.

Afin de reconstituer la série de cernes, nous avons coupé une languette de bois de 1,5 cm à la suite de celle pratiquée en 1971. Cet échantillon a livré 147 cernes dont la croissance a permis de caler la séquence entre 386 et 240 av. J.-C. Pour les résultats des calculs de corrélation¹², voir tab. 1.

Planche MAR-LT-18958 (n° 4 de Hollstein)

A l'instar de la planche précédente, cette pièce est également issue de la salle destinée à la «Charpenterie de La Tène», et comme elle, c'est le seul lien avec les fouilles de La Tène.

D'après E. Hollstein, cette planche¹³ proviendrait d'une «maison» repérée par William Wavre et P. Vouga quelques mètres en aval du pont Desor. Il s'agirait de l'élément triangulaire représenté horizontalement à droite sur le croquis (un plancher?), dessiné d'après une photo prise par Hermann Zintgraff¹⁴ (fig. 3.4). Elle illustre, au même titre que le texte du journal de fouille relatant les travaux effectués entre le 4 et le 6 mai 1907, la présence de deux couches de planches et d'un madrier. W. Wavre ajoute ensuite: «Les plateaux sont en pin(?). Quelques traces de feu? Les planches



Fig. 2. Planche MAR-LT-18956. Cette planche a été extraite d'un fût de chêne par fente radiale.

Chronologies	Auteurs	G	W	E
NE-CELT/ROM-M1	Gassmann et al.	73%	4.83	6.96
BE1917/CH-16	Egger/Orcel	66%	3.62	6.31
NE-CELT/ROM-M2	Gassmann et al.	65%	3.31	5.22
Cornaux-Sauges	Hollstein/Egger	65%	3.31	6.09

Tab. 1. Planche MAR-LT-18956 (n° 1 de Hollstein). Calculs de corrélation.

sont coupées suivant le fil; on les a fait éclater, elles ne sont pas sciées.»

Or, si la planche MAR-LT-18958 a bien été obtenue par fente puis refente d'une bille (fig. 5), elle est en revanche issue d'un chêne. De plus, elle ne présente aucune trace de feu. Provenant d'un arbre très âgé¹⁵, elle a été extraite d'un fût parfaitement rectiligne, condition indispensable pour obtenir une pièce de bois de cette qualité.

La lecture du journal des fouilles de W. Wavre et de P. Vouga ne nous a pas permis de définir quand et où cette planche a été découverte, ni de reconnaître sa coupe sur les clichés. Compte tenu de ce qui précède, et contrairement à E. Hollstein, nous ne pouvons pas être aussi affirmatif quant à son origine.

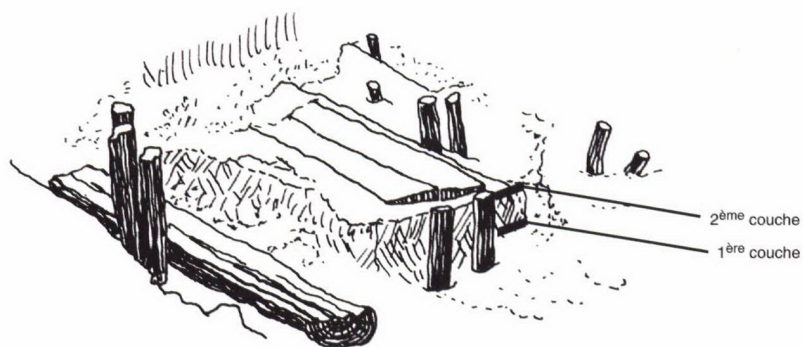


Fig. 3. E. Hollstein publia en 1980 ce dessin représentant le «plancher» d'une «maison» repérée par W. Wavre et P. Vouga quelques mètres en aval du pont Desor. La planche MAR-LT-18958 serait l'élément fortement refendu représenté horizontalement à droite sur le croquis. Deux couches de planches et de madriers étaient présentes à cet endroit.



Fig. 4. Prise par Hermann Zintgraff le 4 mai 1907, cette photographie a servi de base pour exécuter le croquis du «plancher» de la figure 3.

Toutefois, l'intérêt majeur de la garder comme sujet d'analyse réside dans la croissance exceptionnelle du chêne dont elle est issue. Tout au long de sa vie, ce dernier a enregistré les signaux climatiques de l'époque de telle manière que le dessin de sa séquence est rigoureusement identique à la moyenne de croissance de plusieurs individus contemporains. Dans ce contexte, elle joue un rôle important dans l'établissement de la chronologie locale concernant l'époque celtique.

En 1971, E. Hollstein mesura les cernes non déformés présents dans le duramen (284 ans) puis compta les cernes comprimés (par la dessiccation) situés dans l'aubier (31 ans; fig. 5, à gauche). Il obtint l'âge respectable de 315 ans et avança que le cambium était présent. Au vu de la photographie publiée en 1980, nous pensons que le cambium n'est pas présent et qu'il faut garder une marge additionnelle de 2 à 5 ans de battement au moins pour obtenir la date d'abattage.

La séquence n° 4 commence en 351 av. J.-C. et finit en 37 av. J.-C. La coupe du chêne a donc eu lieu entre 35 et 32 av. J.-C. De nouvelles mesures effectuées sur un deuxième échantillon (fig. 5, à droite) ont confirmé la mensuration initiale ainsi que la première datation: MAR-LT-18958, 268 ans, 327-60 av. J.-C. Par contre, il n'a pas été possible d'y décompter les cernes, l'aubier ayant disparu. Pour les résultats des calculs de corrélation voir tab. 2.

Planche à épaulements apicaux MAR-LT-18648 (n° 10 de Hollstein)

Contrairement aux deux planches décrites plus haut, nous en savons un peu plus sur l'emplacement de sa découverte. Le 16 avril 1913, à la page 88 de son journal des fouilles, P. Vouga écrit: «... Auparavant, nous sortons encore du fond du lit une planche de 23 cm de largeur et de 5 cm d'épaisseur, que nous suivions depuis un moment. Elle était prise en partie sous le caisson, mais nous parvint intacte heureusement car, en la sortant, nous constatâmes qu'elle est terminée par des tenons et qu'elle représente sans doute l'une des planches du tablier du pont. Sa longueur est de 3,45 m.»¹⁶

Parvenue entière jusqu'à nous, peu déformée par le séchage, cette planche a été échantillonnée au même endroit qu'E. Hollstein l'avait fait en 1971. Un deuxième prélèvement a été effectué à peu près en son milieu, dans une zone où les cernes ne sont pas déformés par la dessiccation. Sur ces deux échantillons, nous avons respectivement mesuré 82 ans et 94 ans. Côté moelle, une dizaine de cernes, trop fragiles, n'ont pas été prélevés.

La moyenne de ces deux courbes a donné une séquence très typée longue de 94 ans (contre 104 ans pour Hollstein).

La datation obtenue par E. Hollstein – le dernier cerne mesuré est daté de 271 av. J.-C. et la coupe vraisemblable est située vers 251 av. J.-C. –, n'a pas pu être confirmée. C'est vraisemblablement le manque de référentiels régionaux qui, à l'époque, a empêché E. Hollstein de placer cet artefact correctement dans le temps.

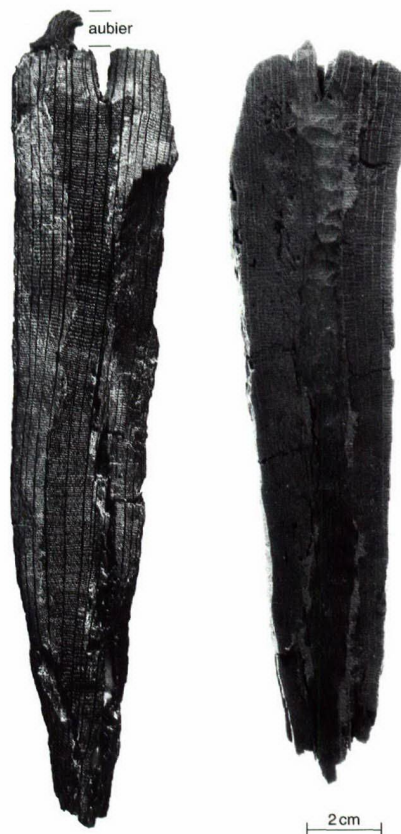


Fig. 5. Planche MAR-LT-18958. Coupes ayant servi aux mesures dendrochronologiques. À gauche, l'échantillon analysé par E. Hollstein en 1971 (échelle de reproduction approximative). L'aubier est encore présent sur la surface extérieure de ce dernier. À droite, prélevé 12 cm à côté du premier, l'échantillon mesuré par l'auteur en 2006. L'aubier a disparu.

Chronologies	Auteurs	G	W	E
NE-CELT/ROM-M1	Gassmann	75%	6.64	2.78
BE1917-CH-16	Egger/Orcel	70%	5.49	2.18
Cornaux-Sauges-P2	Hollstein-Egger	69%	4.08	3.63
Aven-M1/Port + Cig	Orcel/NE	74%	3.94	5.75
Kallnach-7	Egger/NE	68%	3.93	2.05
Cornaux-Sauges-P4	Hollstein-Egger	67%	3.71	4.37

Tab. 2. Planche MAR-LT-18958 (n° 4 de Hollstein). Calculs de corrélation.

Par contre, c'est à l'époque romaine que nous avons pu attribuer cette planche. La séquence se place, avec un bon coefficient de corrélation, au début du 1^{er} s. apr. J.-C., entre 88 av. J.-C. et 6 apr. J.-C. avec un *terminus post quem* de 26 apr. J.-C. Pour les résultats des calculs de corrélation voir tab. 3.

Le fait que cette planche ait été trouvée relativement profondément dans les couches de gravier obstruant l'ancien lit de la rivière (un caisson mobile avait été construit pour pouvoir creuser sans risque) prouve que ce bras, actif pendant l'époque celtique, l'était encore au début de l'époque romaine.

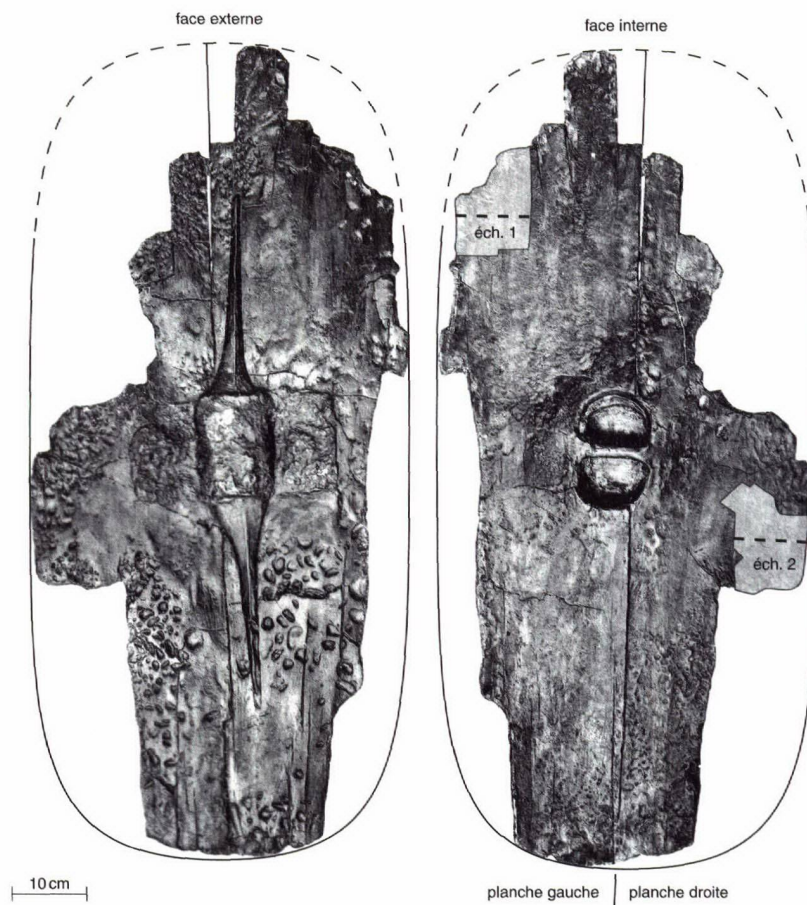


Fig. 6. Bouclier MAR-LT-18649. A gauche, la face externe avec la coque de l'umbo et les deux éléments de la spina. Les empreintes fortement imprimées dans le bois sont dues au lit de galets sur lequel le bouclier était posé. A droite, la face interne du bouclier avec, au centre, le manipule dans sa loge de forme ovale. En clair, l'emplacement des deux échantillons dendrochronologiques.

Chronologies	Auteurs	G	W	E
Aven-M1/Port + Cig	Orcel/NE	75%	4.33	5.21
Bevaix/Pérolles	Pillonel	71%	3.68	4.44
NE-CELT/ROM-M2	Gassmann	72%	3.64	4.16
Yverdon-1-R3132	Tercier	75%	3.61	7.67
Vigier-M1	Egger/NE	72%	3.37	23.75

Tab. 3. Planche à épaulements apicaux MAR-LT-18648 (n° 10 de Hollstein). Calculs de corrélation.

Quant à sa fonction, le travail élaboré dont elle a fait l'objet va probablement à l'encontre d'un simple élément transversal du tablier d'un pont. Les deux épaulements apicaux ont été réservés pour empêcher un déplacement latéral de la pièce ou pour en retenir deux autres. La grande quantité de bois enlevée entre les deux renflements (plus de 3 m) l'a été pour alléger la planche au maximum. Dans ce contexte, cet élément devait être régulièrement déplacé et devait vraisemblablement servir de couverture (pont d'un bateau, bassin, etc.).

Pieu n° 2 de Hollstein

Comme les planches précédentes, ce pieu (prélèvement n° 2 de E. Hollstein) est issu de la salle III «Charpenterie de La Tène» de l'ancien musée.

Ce poteau mesurait 12 cm dans son plus grand diamètre et 191 cm de long.

E. Hollstein mesura 72 années sur cet élément et le data entre 340 av. J.-C., premier cerne au centre, et 269 av. J.-C. pour le dernier cerne mesurable.

De ce pieu, nous ne possédons ni les mesures dendrochronologiques effectuées en 1971, ni l'échantillon lui-même. Il nous a donc été impossible de vérifier sa datation.

Bouclier MAR-LT-18649 (n° 6 de Hollstein)

Des trois boucliers découverts à La Tène, sous et légèrement en aval du pont Vouga, seul le n° MAR-LT-18649¹⁷, découvert en 1913 légèrement au-dessus d'un squelette humain, a été fabriqué dans une bille de chêne *Quercus* sp. Les deux autres l'ont été dans de l'aulne (*Alnus* sp., MAR-LT-17938,

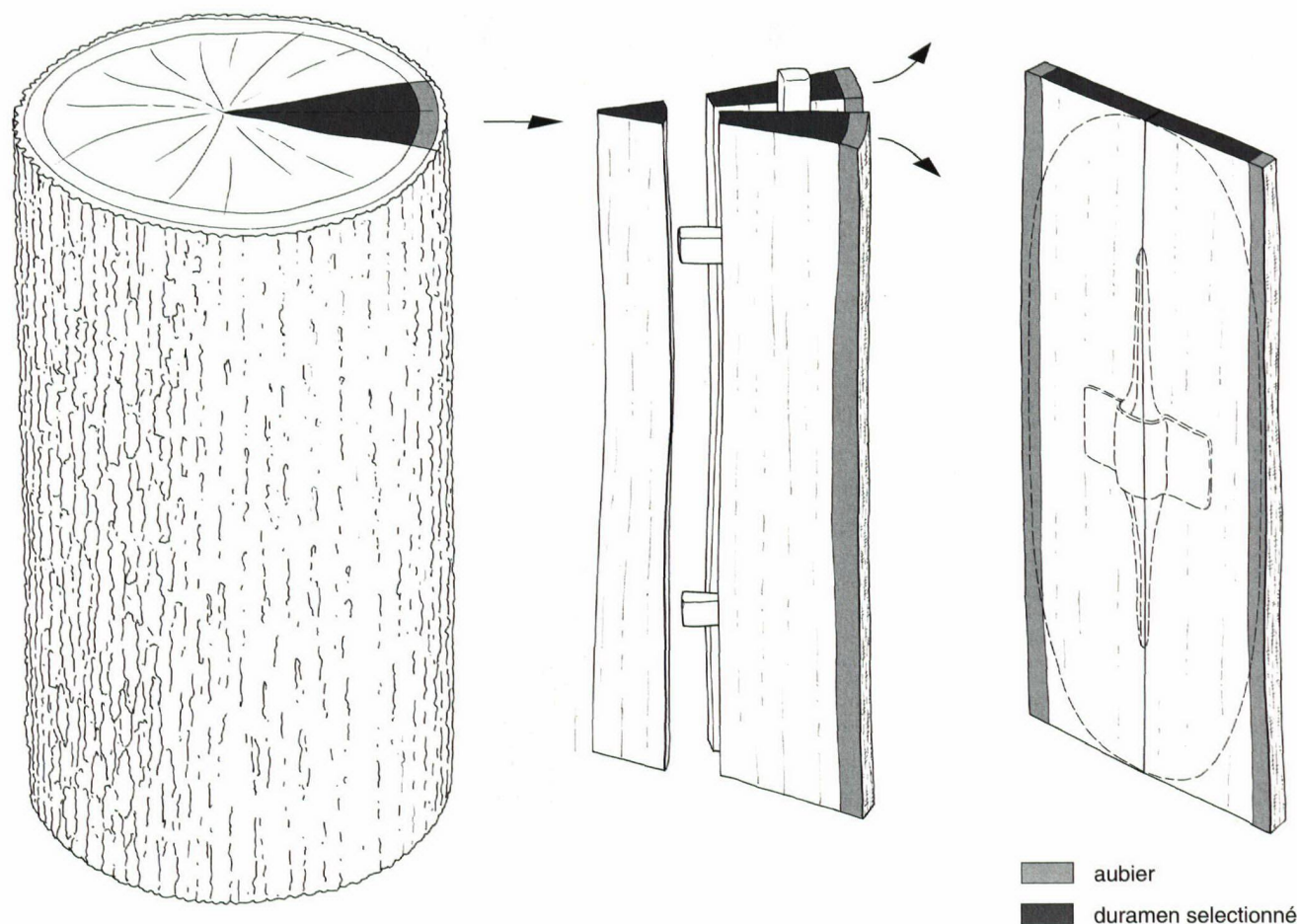


Fig. 7. Bouclier MAR-LT-18649. Représentation schématique des trois phases principales de la fabrication du bouclier. Extraction du quartier choisi pour ses rayons médullaires rectilignes; élimination de la partie centrale de la bille et refente du quartier pour obtenir deux planches; enfin, après ajustement des deux côtés «cœur», collage des deux planches chant contre chant (assemblage à joint vif) aubier à l'extérieur.

Vouga n° 1022, mis au jour en 1911) et du hêtre (*Fagus silvatica*, MAR-LT-17939, Vouga n° 1315, découvert en 1915)¹⁸. Dans le but de consolider les mesures que E. Hollstein avait effectuées le 7 janvier 1971 sur un morceau du bouclier (MAR-LT-18649-1) et aussi d'étayer la datation de cet objet, nous avons ressorti des collections les deux derniers morceaux de bois encore disponibles.

Avant la mesure proprement dite, nous avons cherché à situer l'emplacement exact des deux fragments en nous aidant, d'une part, du moulage en plâtre¹⁹ que nous possédons et, d'autre part, en profitant du fait que les deux échantillons de chêne possédaient encore des vestiges d'aubier sur un de leurs côtés longitudinaux, ce qui a fortement réduit les endroits possibles de remplacement. La forme très particulière de chacun des deux morceaux ligneux et l'existence d'importantes fentes occasionnées par la pression des sédiments sur le bois ont été autant de repères qui ont permis de situer, sans aucun doute possible, leurs emplacements d'origine. Ces résultats positifs nous ont ouvert de nouvelles perspectives de recherche.

Comme le premier morceau de bois (MAR-LT-18649-G, échantillon 1) se plaçait indiscutablement sur le bord exté-

rieur de la planche de gauche²⁰ et que le deuxième (MAR-LT-18649-D, échantillon 2) faisait de même sur celle de droite (fig. 6), il s'est très vite avéré – en comparant les deux séquences dendrochronologiques et en constatant la parfaite similitude de leur dessin (donc de leur croissance) – que le bouclier avait été fabriqué à l'aide de deux planches contiguës et non dans une seule (fig. 7). Fort de cette observation, il fut très facile de découvrir sur le moulage l'assemblage à joint plat (ou joint vif) les liant ensemble²¹. A l'époque des fouilles, ce décalage longitudinal entre les deux planches avait certainement été pris pour une fente provoquée par la pression des sédiments.

Après cette première constatation, il devenait possible d'exclure l'utilisation d'une planche de cœur²² pour la fabrication du bouclier, comme on pouvait aussi écarter l'utilisation de plateaux provenant d'arbres différents.

Afin d'assurer des mesures précises, nous en avons effectué une sur chaque coupe située de part et d'autre des deux échantillons (fig. 8).



Fig. 8. Bouclier MAR-LT-18649. Sections des deux fragments de chêne appartenant à chaque planche. Celle de gauche a été mesurée en 2006 et celle de droite en 1971. La présence des rayons médullaires sur toute la largeur des deux sections prouve que les planches ont été extraites de la bille là où ces rayons sont droits. Parfaitement plates à l'origine, les deux planches se sont déformées au cours du temps sous la pression des sédiments.

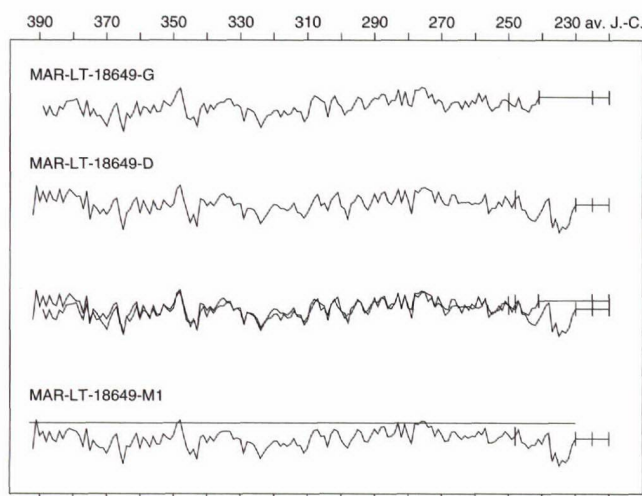


Fig. 9. Bouclier MAR-LT-18649. Séquences dendrochronologiques des échantillons provenant des planches gauche et droite; en synchronisation indirecte (en haut) et directe (au milieu). En bas, la moyenne est dessinée avec la ligne matérialisant la cote de 1 mm.

Planche de gauche (éch. 1)

MAR-LT-18649-3	149 ans	389 à 241 av. J.-C.
MAR-LT-18649-4	149 ans	389 à 241 av. J.-C.
MAR-LT-18649-G	149 ans (moyenne)	389 à 241 av. J.-C.
Estimation optimale		225 av. J.-C.
Estimation maximale		220 av. J.-C.

Planche de droite (éch. 2)

MAR-LT-18649-1	154 ans	383 à 230 av. J.-C.
MAR-LT-18649-2	144 ans	392 à 249 av. J.-C.
MAR-LT-18649-D	163 ans (moyenne)	392 à 230 av. J.-C.
Estimation optimale		225 av. J.-C.
Estimation maximale		220 av. J.-C.

Moyenne des deux planches

MAR-LT-18649-M1 ²³	163 ans	392 à 230 av. J.-C.
-------------------------------	---------	---------------------

Les dessins des séquences individuelles MAR-LT-18649-G et MAR-LT-18649-D sont d'une telle ressemblance (fig. 9) qu'ils prouvent que les deux planches devaient être, à l'origine, l'une à côté de l'autre et non pas l'une en face de l'autre comme sur une planche de cœur. C'est la distance euclidienne (E de 0.72) qui est ici le calcul mathématique le plus pertinent pour affirmer cela. Sur une planche de cœur, les deux rayons n'auraient pas été d'égale longueur (la moelle est souvent décentrée chez le chêne) et la distance euclidienne aurait été nettement plus élevée (au-dessus de 10).

coefficient de concordance (G):	88%
test d'Eckstein (W):	7.49
distance Euclidienne (E):	0.72

Selon les résultats des calculs présentés dans le tableau 4, la moyenne MAR-LT-18649-M2 corrèle parfaitement (entre 392 et 248 av. J.-C.) avec quatre référentiels locaux. Contrairement à l'affirmation d'E. Hollstein (Hollstein 1980, 78, Probe Nr. 6), l'aubier est trop dégradé pour que la dernière rangée de cellules corresponde au cambium. La datation qu'il a publiée est donc à majorer de quelques années et passe d'une datation certaine en hiver 229/228 av. J.-C. à une date d'abattage située vers 225 av. J.-C. et une date maximale vers 220 av. J.-C.

Le débitage des planches en chêne qui ont servi à la fabrication de ce bouclier était d'une grande qualité et d'une grande précision. Le choix de l'endroit où le quartier a été extrait du fût – pour être lui-même refendu par la suite en deux planches de même épaisseur – était dicté par le «droit fil» des rayons médullaires dans l'axe radial (ou moelle/aubier) et vertical (ou cime/souche). Le tronc était donc parfaitement rectiligne et ne «vrillait» pas.

Cette qualité de bois (et de travail) se retrouve également sur des artefacts plus récents, comme ceux datant du Moyen-Age par exemple: planchettes en chêne pour la fabrication des ais de manuscrits religieux (Lavie 2004) ou, plus tardivement (15^e et 16^e s.), sur les panneaux et volets peints des retables brabançons soigneusement débités dans des chênes baltes (Lavie 2003; Lavie et al. 2004).

La disposition des deux pièces de bois sur le moulage du bouclier montre qu'elles représentent moins de la moitié du rayon de l'arbre d'origine (fig. 6, à droite).

Concernant la planche de gauche, l'échantillon 1 mesure 10,6 cm de large alors que la distance jusqu'à l'assemblage central est de 15,9 cm. Quant à la planche de droite, les proportions sont de 11,9 cm pour 13,4 cm.

Même si l'on doit tenir compte d'une croissance plus rapide dans la partie centrale du chêne et que cette dernière a été éliminée lors de la refente du quartier, on peut facilement doubler l'âge de la plus vieille planche (163 ans). Ainsi, l'âge de l'arbre exploité devait se situer entre 320 et 350 ans et son rayon, à l'endroit du prélèvement, devait avoisiner les 36 cm, ce qui faisait de lui un chêne très âgé et de taille respectable pour son espèce.

Le type de croissance (fig. 9) et le cerne moyen de chacune des planches (MAR-LT-18649-G, 0,71 mm et MAR-LT-18649-D, 0,73 mm) ne laissent planer aucun doute quant à l'espèce: il s'agit du Chêne sessile (*Quercus petraea*). La croissance extrêmement lente de cet individu permet de situer son origine quelque part le long du pied du Jura et non pas sur le Plateau où, pour la même espèce, la croissance moyenne est deux à trois fois supérieure (à l'exemple des chênes de la forêt du Galm FR). Même si la grande surface géographique concernée empêche d'être plus précis sur la provenance de cet arbre, il est fort probable que ce bouclier est issu d'un atelier régional.

Au vu de ce qui précède, il est peu probable que l'arbre ait été abattu pour ce seul usage. Il a dû servir aussi au façonnage de pièces de charpenterie, de batellerie, etc. Lors de la fente et refente des billes, les bûcherons ont très bien pu mettre de côté – à la demande d'artisans spécialisés – les quartiers présentant les caractéristiques spécifiques et nécessaires à la fabrication de boucliers.

Les mensurations du bouclier effectuées sur le moulage en plâtre donnent les dimensions suivantes:

Longueur actuelle: 110 cm; longueur d'origine: inconnue;
largeur actuelle 50,7 cm; largeur au plus large: d'origine: entre 52 et 54 cm
(planche de gauche: 26,5 cm; planche de droite: 25,3 cm).

Lors des mesures dendrochronologiques effectuées sur les sections, nous avons constaté un fort écrasement latéral des pores de printemps (fig. 10). Ces derniers, représentant le bois initial fabriqué par l'arbre au printemps de chaque année, sont constitués de grosses cellules (0,40 mm en moyenne pour ce chêne) formant des tubes verticaux dont la section est circulaire à légèrement ovale. Or, comme le bouclier était posé horizontalement dans la couche archéologique et que son bois était gorgé d'eau, ces tubes ont été entièrement écrasés latéralement par l'énorme masse de sédiments qui le recouvraient.

Les mesures radiales (dans le sens de la croissance, donc pas déformées), effectuées sur une vingtaine de pores de chaque planche, donnent 0,40 mm de diamètre en moyenne. Les mesures latérales de ces mêmes pores avoisinent en moyen-

Chronologies	Auteurs	G	W	E
CORN-SAUG-M2	Hollstein-Egger	77%	5.45	3.90
NE-CELT/ROM-M1	Gassmann	72%	4.23	1.82
NE-CELT/ROM-M2	Gassmann	68%	3.67	4.01
BX-PA501	Pillonel	77%	3.05	7.12

Tab. 4. Bouclier MAR-LT-18649 (n° 6 de Hollstein). Calculs de corrélation.

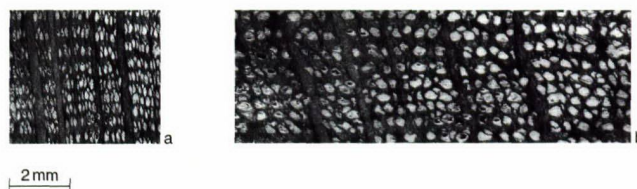


Fig. 10. Bouclier MAR-LT-18649. a L'agrandissement d'une des sections met en évidence l'écrasement latéral des pores de printemps; b Le rétablissement de la forme ronde de ces derniers permet d'évaluer l'épaisseur initiale du bouclier (pores agrandis 3×).

ne 0,13 mm. Leur taille initiale a donc été réduite latéralement de trois fois.

L'épaisseur actuelle de la planche de droite, au point le plus large est de 8,2 mm, celle de gauche de 7,0 mm, (moyenne des deux planches: 7,6 mm). La dimension restituée est donc de 7,6 mm×3, ce qui donne 22,8 mm au niveau des parties latérales du bouclier. Très résistant aux coups de taille, ces deux centimètres de bois périphériques permettent ainsi d'expliquer pourquoi ce dernier n'a pas été équipé d'orles, ces garnitures métalliques qui venaient recouvrir et protéger le champ des extrémités supérieures et inférieures du bouclier.

Obtenues par refente d'une demi bille (en suivant grosso modo le sens des rayons médullaires), il est probable que les deux planches avaient une section radiale triangulaire, le côté «aubier» étant plus épais que le côté «moelle». De ce fait, le bouclier possédait des parois plus minces en son centre, au niveau de la spina, d'où la nécessité de sa présence pour renforcer le joint entre les deux planches.

Fort de ces dernières observations, nous rejoignons P. Vouga qui, dans sa monographie de 1923 (p. 61s.), écrivait: «... l'arme n'était pas utilisable telle qu'elle nous est parvenue: le moindre coup l'eût fendue!»

Les échantillons de bois de la fouille de 2003

Les échantillons analysés proviennent des sondages 3801 et 3802 de la fouille effectuée en 2003.

Le pont Desor

C'est dans le sondage 3802 que les extrémités sud de deux piles du pont Desor²⁴ ont été mises au jour (fig. 11). Chacune d'entre-elles nous a livré quatre poteaux, mais il est certain, au vu du plan publié par P. Vouga en 1923, que d'autres pieux se situent plus au nord.

Alors que les premières mentions concernant ce pont ne le placent pas dans le temps, P. Vouga, persuadé que le pont Vouga avait brûlé, voyait le pont Desor comme son successeur (Vouga 1914).

Dans son quatrième ouvrage relatif à la 2^e correction des eaux du Jura, Hanni Schwab, se basant sur «une construction plus soignée et plus massive» (que le pont Vouga) et sur la datation de «l'établissement romain» découvert à proximité (MAR-LT-18958, 38 av. J.-C.), concluait que le pont datait de l'époque romaine (Schwab 2003).

Etrangement, les chênes dans lesquels les poteaux ont été taillés proviennent, pour chaque pile, de peuplements forestiers distincts. La différence de croissance est telle que non seulement le milieu devait être fort dissemblable – Hêtraie à luzule *Luzulo-Fagetum* (pile XII) ou Chênaie à charme *Carpinion betuli* (pile XIII), par exemple – mais aussi que les espèces différaient (Chêne sessile *Quercus petraea* ou Chêne pédonculé *Quercus robur*). Pourquoi une telle différence de provenance dans un ouvrage construit en principe d'un seul jet? Deux hypothèses prédominent: soit les bûcherons ont dû (ou voulu) exploiter des arbres dans des forêts distinctes, soit l'implantation des piles n'a pas eu lieu en même temps (construction puis réparation).

Quoi qu'il en soit, il faut en déduire que les pontonniers travaillant à la construction du pont n'avaient pas accès aux chênes de qualité – pousse dynamique et régulière, tronc rectiligne, bois sans nœud et droit fil – et ils devaient, au contraire, se contenter d'arbres provenant de zones marginales où le bois est de moindre valeur (croissance rapide ou, au contraire, croissance très lente).

Pile n° XII

Composée de trois poteaux en chêne parfaitement alignés et répartis à équidistance sur une longueur d'un peu plus de 4,50 m (n° 156, 157 et 159), puis d'un quatrième accolé au no 159 (n° 184; fig. 11), cette pile a été installée entre 660 et 655 av. J.-C. (dates optimales). Deux pieux en bois blanc (n° 155 et 172) ont été fichés au nord/ouest de la pile. Ils ne sont pas datés.

Les chênes utilisés pour la taille de ces poteaux ont subi tout au long de leur existence un manque chronique de place. Leur croissance trahit les conditions typiques d'un peuple-

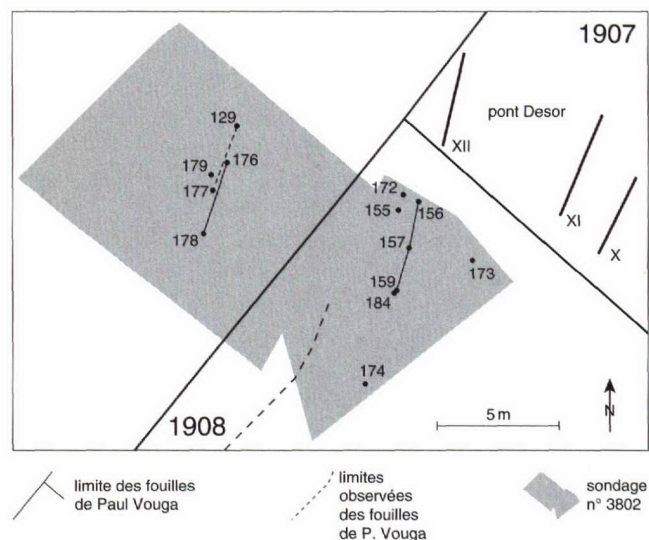


Fig. 11. Plan du sondage 3802. En chiffre arabe, les numéros des pieux découverts en 2003. En chiffre romain, les piles du pont Desor telles que relevées en 1907 par P. Vouga et M. Borel. D'après Reginelli 2006, 365, fig. 3.

ment fermé et jamais entretenu par des coupes d'éclaircie. Le dessin de la séquence moyenne et le trait horizontal représentant la largeur de 1 mm (fig. 12; diagramme du montage de la pile XII, en bas), montre que dès la 23^e année mesurée (828 av. J.-C.), la croissance a toujours été en dessous de cette limite; en 689 av. J.-C. elle atteint même 0,24 mm, ce qui correspond grosso modo à l'épaisseur d'un cheveu! L'accroissement annuel de ces chênes était si faible et si peu significatif que lors de l'examen des quatre échantillons, les 50 à 70 derniers cernes appartenant à chacun d'eux furent mesurés avec difficulté. Toutefois, malgré la croissance problématique de ces arbres, leurs courbes dendrochronologiques se sont corrélées de façon satisfaisante, preuve que ces chênes ont subi les mêmes difficultés stationnelles d'un seul peuplement forestier.

Le tableau des coïncidences (tab. 5) montre que les résultats liés à la distance euclidienne sont toujours excellents (entre 1.25 et 2.64), ce qui tend aussi à prouver une origine commune des arbres, alors que le test «W» d'Eckstein, généralement mauvais, met en évidence une croissance plutôt atypique et individualiste. Par contre, d'excellents résultats statistiques, un dessin des courbes quasi semblable et, à trois cernes prêts, un départ d'aubier identique prouvent que les poteaux n° 159 et 184 proviennent du même chêne (vraisemblablement bille et surbille refendue).

Concernant la datation proprement dite, lors d'une première comparaison de la moyenne avec les référentiels des époques celtiques et romaines, aucune corrélation significative n'a été obtenue. Pourtant, les traces laissées sur les pointes des poteaux indiquaient, sans doute possible, qu'il s'agissait d'un travail opéré à l'aide d'une hache en fer.

A ce stade des recherches il était donc fort probable que la moyenne MAR-LT-PILE-XII se place pendant le Premier âge du Fer, période qui, dans notre région, est vierge de tout référentiel entre 850 et 550 av. J.-C.

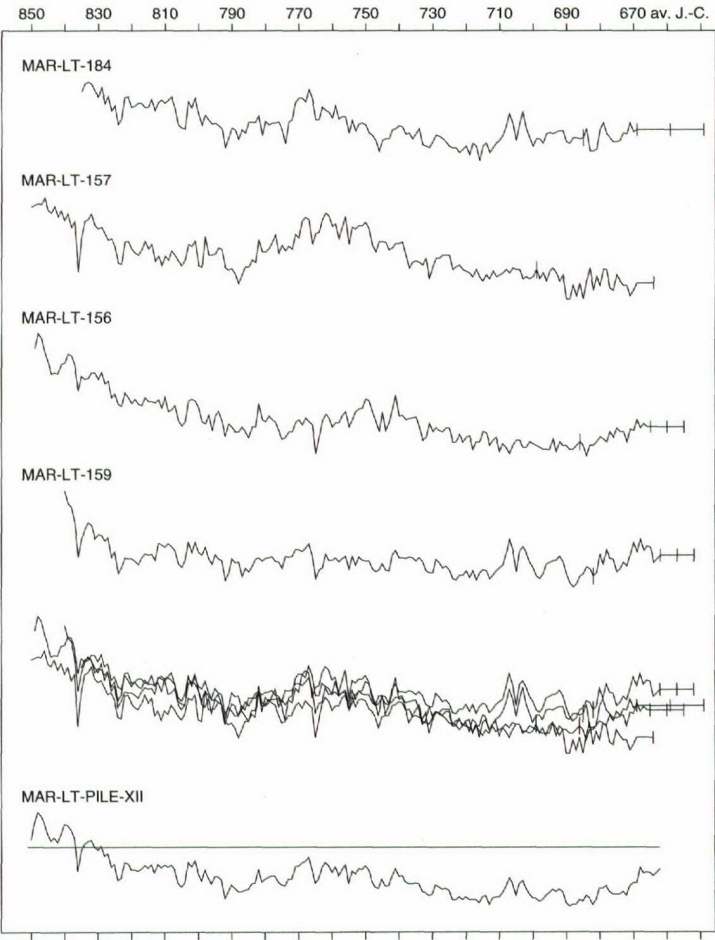


Fig. 12. Pile XII du pont Desor. Montage dendrochronologique des quatre séquences individuelles. En haut, en synchronisation indirecte, au milieu en synchronisation directe. En bas, la moyenne est dessinée avec la ligne matérialisant la cote de 1 mm. Ces quatre chênes ont été coupés entre 660 et 655 av. J.-C.

Nous avons donc décidé de soumettre un pieu choisi à l'analyse C14. Deux échantillons extraits du poteau n° 159 ont permis de situer la coupe de l'arbre entre 700 et 650 av. J.-C.²⁵.

Fort de cette certitude quant à son origine, nous avons demandé à Willy Tegel, responsable du laboratoire DendroNet à Bohlingen (D)²⁶, de tester la moyenne MAR-LT-PILE-XII sur ses référentiels de l'est de la France et du sud de l'Allemagne pour cette époque. Le résultat de ses recherches ne se fit pas attendre: l'an 662 av. J.-C. est le millésime du dernier cerne de la moyenne.

Comme le cambium manquait sur chacun des quatre poteaux, nous avons estimé que la date d'abattage des chênes se situe entre 660 et 655 av. J.-C.

Calculée avec les quatre séquences individuelles complètes, la moyenne MAR-LT-PILE-XII, située entre 850 et 662 av. J.-C., est longue de 189 ans pour un cerne moyen de 0,55 mm²⁷. Pour les résultats des calculs de corrélation voir tab. 6.

Malgré l'étroitesse des cernes, plusieurs « signatures » ressortent le long des cent premières années (fig. 12): 836, 824/823, 805, 792, 782, 765 et 755 av. J.-C. Toutes sont descendantes (cernes étroits) sauf 782 qui est montante (cerne large).

	157	159	184
156	G 70% W 3.62 E 2.64	G 68% W 3.12 E 1.63	G.64% W 2.29 E 1.25
157	--	G 63% W 2.25 E 2.29	G 71% W 3.45 E 1.57
159		--	G 80% W 5.36 E 1.08

Tab. 5. Pont Desor, Pile n° XII. Coïncidences des poteaux.

Chronologies	Auteurs	G	W	E
Hattstatt-001 (Hollstein)	Tegel	70%	4.52	1.71
NEF4 (Alsace) (naturel)	Tegel	70%	4.05	5.93
Hattstatt-001 (naturel)	Tegel	68%	3.63	4.44

Tab. 6. Pont Desor, Pile n° XII. Calculs de corrélation.

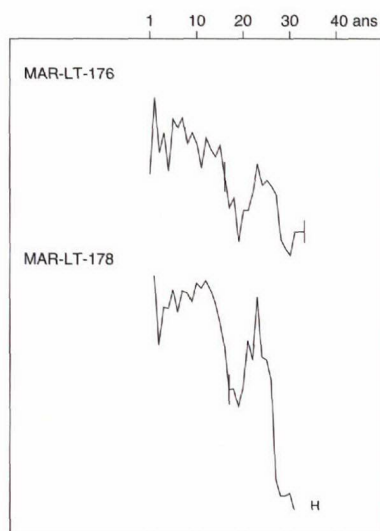


Fig. 13. Pile XIII du pont Desor. Montage dendrochronologique M2 des deux seules séquences individuelles corrélant entre elles.

La moyenne MAR-LT-PILE-XII permet de prolonger la couverture des référentiels concernant la fin de l'âge du Bronze et le début de l'âge du Fer de 850 à 662 av. J.-C., avec une réelle sûreté pour les 110 premières années. Quant au solde de la séquence, la croissance quelque peu chaotique des chênes qui le composent demandera à être mieux étayée à l'avenir par des courbes de meilleure qualité.

Pile n° XIII

Située 8 m à l'ouest de la pile XII, la pile XIII a été découverte pour la première fois à l'occasion des fouilles de 2003. Elle est constituée de quatre poteaux en chêne alignés et répartis sur un peu plus de 4,50 m (n°s 129, 176, 177 et 178). Le diamètre de ces pieux se situe entre 12 et 16 cm. Agés respectivement de 28 ans, 32 ans, 20 ans et 31 ans, ces chênes, dont la croissance en périodes favorables se situait entre 4 et 5 mm/année par rayon, ont poussé dans un milieu très propice pour eux. Ce biotope devait se trouver aux environs immédiats du pont, c'est-à-dire dans la forêt riveraine située au bord du lac ou le long de la rivière. L'espèce concernée est le Chêne pédonculé *Quercus robur*.

La comparaison des séquences individuelles entre elles a permis la synchronisation de deux courbes sur quatre, les n°s 176 et 178 (voir montage M2; fig. 13).

La présence du cambium, attestée sur le pieu n° 178 et probable sur le n° 176, montre qu'ils sont contemporains. Quant aux deux autres poteaux, malgré l'existence de la zone cambiale, leur appartenance dendrochronologique à ce même chantier n'a pas pu être établie et ce, à cause d'une croissance anormale et fortement perturbée.

En raison des fortes différences de croissance entre les deux espèces de chêne, les comparaisons effectuées entre la moyenne MAR-LT-PILE-XII et chaque séquence individuelle de la pile XIII n'ont pas permis la datation de ces dernières.

Chronologies	Auteurs	G	W	E
NE-Celte/Rom-M1	Gassmann	74%	4.03	2.71
Cornaux-Sauges-M2	Hollstein/Egger	67%	2.98	5.09
NE-Celte/Rom-M2	Gassmann	67%	2.98	5.12
Cornaux-les-Sauges	Hollstein/Egger	67%	2.93	5.45

Tab. 7. Latte MAR-LT-24505 (Sondage 3801). Calculs de corrélation.

Latte MAR-LT-24505 (Sondage 3801)

Découverte dans les déblais des fouilles effectuées en 1909 par P. Vouga, la latte MAR-LT-24505 mesure 34 cm de long pour une section de 8×4,5 cm. Obtenue par débitage radial, elle a une face «écaillée» par un court séjour à l'air libre.

Les deux sections prélevées ont permis d'obtenir trois mesures d'excellente qualité: 125 ans pour l'échantillon 1 et pour l'échantillon 2 respectivement 72 ans (section 1) et 94 ans (section 2).

La moyenne de ces trois mesures est longue de 125 ans pour un cerne moyen de 0,63 mm.

Située entre 386 et 262 av. J.-C., cette latte se synchronise (qualité B) sur les référentiels évoqués dans le tableau 7. La date de 242 av. J.-C. est la plus ancienne possible pour cette latte.

Conclusions et perspectives

Les fouilles de 2003 nous ont donné l'occasion, d'une part, d'obtenir de nouvelles datations et, d'autre part, de réévaluer les anciennes mesures de La Tène, en les confrontant à des références actuelles ou acquises pour l'essentiel pendant les années 80 (Becker et al. 1985).

Les chênes datés du site proviennent de plusieurs peuplements exploités sur une longue période (entre 662 av. J.-C. et 6 apr. J.-C.). Leur nombre est bien inférieur au minimum requis pour obtenir une moyenne générale significative; nous avons donc, pour l'instant, renoncé à en calculer une. Outre la datation du bouclier, le remplacement sur la copie en plâtre des deux morceaux de chêne qui restent en notre possession a permis de préciser le mode de fabrication de cette arme de défense.

En mesurant l'écrasement latéral des pores de printemps, il a été possible de restituer l'épaisseur des deux échantillons étudiés. Redimensionnée par rapport aux largeurs mesurées par P. Vouga – qui trouvait d'ailleurs le corps de cet artefact trop mince pour être efficace –, la paroi du bouclier semble être à même de jouer son rôle défensif. Reste, par l'expérimentation, à déterminer si un tel bouclier reste maniable et transportable.

À l'heure actuelle, on doit considérer que le pont Vouga n'est toujours pas daté de façon certaine par dendrochronologie. Les deux pièces de charpente qui lui sont attribuées ne permettent ni de savoir quand il a été construit (il faudrait les poteaux principaux des piles), ni combien de temps il a duré (il faudrait les poteaux de renfort les plus récents). Quant au pont Desor, sa datation entre 660 et 655 av. J.-C. en fait l'un des plus vieux ponts d'Europe et elle ouvre de

nouvelles perspectives au niveau de l'établissement des axes de transport régionaux, à la fois routiers et fluviaux, concernant le Seeland et le pied du Jura.

Gageons que de nouvelles fouilles effectuées dans l'axe connu des deux ponts pourront permettre de retrouver des piles encore accessibles. L'analyse de l'ensemble des pieux de quelque unes d'entre-elles permettrait peut-être de connaître leur millésime et, par-là, leur histoire respective.

Patrick Gassmann
Laboratoire de dendrochronologie
Office cantonal d'archéologie de Neuchâtel
Laténium
Espace Paul Vouga
2068 Hauterive
patrick.gassmann@ne.ch

Notes

- 1 Ce travail n'aurait pu voir le jour sans l'aide de plusieurs collègues. Bêat Arnold, Fabien Langenegger, Daniel Pillonel et Gianna Reginelli ont été des interlocuteurs essentiels pour mener à bien l'étude dendrochronologique ainsi que le suivi rédactionnel. Marc Juillard a photographié certains échantillons étudiés, Patrick Röschli a exécuté les dessins et Philippe Zuppinger a mis au net les plans, les diagrammes et les figures de cet article. Nous les remercions tous très sincèrement ici.
- 2 En ce qui concerne la chronologie absolue (année solaire), l'époque de La Tène se situant après celle de Hallstatt, les dates publiées avant 1985 (Hollstein 1980) sont toujours d'actualité car elles n'ont pas eu à subir le déplacement calendaire de celles situées avant 500 av. J.-C., à l'instar des millésimes du Bronze final et du Néolithique (Becker et al. 1985).
- 3 Vraisemblablement à cause de conditions climatiques défavorables (période de sécheresse), les bois d'origine naturelle ou anthropique ne se sont conservés qu'en très petites quantités, d'où de grandes difficultés à trouver des échantillons de qualité.
- 4 Ernst Hollstein (1918-1988), dendrochronologue et conservateur au Rheinisches Museum Trier (Trèves, Allemagne).
- 5 Il s'agit du pont de Cornaux-les-Sauges fouillé sur le territoire de la commune de Cornaux NE et datant du milieu du Second âge du Fer. D'après E. Hollstein (Hollstein 1980), H. Egger (Egger 1989) et H. Schwab (Schwab 2003), une première construction a été réalisée entre 300 et 150 av. J.-C., puis une deuxième avant 120 av. J.-C., enfin des réparations ont été effectuées entre 120 et 116 av. J.-C. En revanche, d'après P. Gassmann (rapport interne non publié), une première construction a été réalisée vers 135 av. J.-C., puis quelques renforts et réparations ont été effectués entre 120 et 115 av. J.-C. Enfin, la destruction du pont est intervenue après 105 av. J.-C.
- 6 Pont du Rondet, commune de Vully-le-Haut, FR: époque romaine. De environ 6 av. J.-C. à environ 229 apr. J.-C. (Orcel et al. 2003).
- 7 Je tiens de mon regret et estimé collègue Valentin Rychner les précisions suivantes: E. Hollstein vint du 7 au 12 janvier 1971 à Neuchâtel pour étudier les bois de La Tène et mesurer ceux qui pouvaient encore l'être. C'est à l'aide d'un simple compte-fils (loupe graduée avec un pas d'un demi millimètre) qu'il mesura 11 pièces de bois (en chêne et en sapin), aidé par Valentin Rychner – alors jeune assistant – qui nota soigneusement chaque mesure prise. La comparaison entre les mesures manuelles de 1971 et celles, mécaniques et électroniques, d'aujourd'hui a démontré que le travail quelque peu «artisanal» de l'époque soutient parfaitement la comparaison.
- 8 L'ancien Musée cantonal d'archéologie se situait au nord du Palais Du-Peyrou à Neuchâtel.
- 9 Un montage est un assemblage de deux à plusieurs dizaines de séquences dendrochronologiques contemporaines ne concernant qu'une espèce (chêne, sapin, épicéa, etc.) ou plusieurs espèces à la fois (chêne-frêne, sapin-épicéa, etc.). En général, et quand l'espèce le permet, le montage réunit des courbes qui ne sont pas seulement contemporaines, mais qui ont aussi d'autres affinités, comme le lieu géographique d'origine ou le peuplement forestier.
- 10 Nos MAR-LT-18958 (Hollstein n° 4) et MAR-LT-18649 (Hollstein n° 6): bois remesurés et datations légèrement corrigées le 25 avril 1996. Nos MAR-LT-18956 (Hollstein n° 1) et MAR-LT-18648 (Hollstein n° 10): bois remesurés et datations corrigées ou effectuées pour la première fois en août 2006.
- 11 Les mensurations de cette planche relevées en 1971 par E. Hollstein (L = 179 cm, l = 23 cm, e = 2 cm) comparées à celles d'aujourd'hui (L = 145 cm, l = 23 cm, e = 2 cm) montrent qu'il manque un morceau de 34 cm. Ce dernier a vraisemblablement été prélevé par le dendrochronologue lui-même à l'occasion de ses analyses.
- 12 G: coefficient de concordance; W: test W d'Eckstein; E: distance euclidienne. Pour plus de détails: Gassmann et al. 1996.
- 13 Les mensurations de cette planche relevées en 1971 par E. Hollstein (L = 158 cm, l = 22 cm, e = 2 à 8 cm) comparées à celles d'aujourd'hui (L = 146 cm, l = 22 cm, e = 2 à 8 cm) montrent qu'il manque un morceau de 12 cm. Ce dernier a vraisemblablement été prélevé par le dendrochronologue lui-même à l'occasion de ses analyses.
- 14 Hollstein 1980, 79, «Spaltbole» n° 4.
- 15 Le Chêne sessile *Quercus petraea* poussant au pied du Jura peut devenir très vieux (au-delà de 400 ans), mais les individus qui dépassent 300 ans font exception.
- 16 Les dimensions actuelles sont: longueur 3,44 m, plus grande largeur 19,5 cm et épaisseur maximale 4 cm. Compte tenu du rétrécissement radial dû à la dessiccation, il ne fait aucun doute quant à l'identification de cet objet.
- 17 Ce bouclier, identifié sous le n° 6 dans la publication de E. Hollstein (Hollstein 1980), porte le numéro d'inventaire 1231 dans la publication de P. Vouga (Vouga 1923; Reginelli 1998).
- 18 L'identification des espèces a été réalisée par Daniel Pillonel, Laboratoire de dendrochronologie de l'Office cantonal d'archéologie de Neuchâtel à Hauterive (Laténium).
- 19 Très fragile et intransportable à l'époque, le bouclier avait été moulé *in situ* à l'aide de plâtre. C'est grâce à ce fac-similé très précis que nous avons pu replacer morphologiquement les deux morceaux de bois étudiés. Ce moulage a été effectué en 1913 par C. Kaspar du Musée national (Zurich).
- 20 Au fil du texte, l'emplacement de chacun des échantillons est toujours indiqué par rapport à la face interne du bouclier, côté manipulé (voir fig. 6).
- 21 Malheureusement, le bois de la partie centrale du bouclier ayant été détruit lors du démoulage de ce dernier et, de plus, aucune marque sur le moulage étant visible, il nous est impossible à l'heure actuelle de vérifier si ce joint était renforcé avec des chevilles ou une languette.
- 22 Pour autant que l'on admette la possibilité d'obtenir une planche de cœur par fente longitudinale d'une bille (à l'aide de coins), la planche de cœur est celle qui est placée au plus large de cette dernière. Elle correspond donc au diamètre du tronc et contient généralement la moelle, appelée aussi «cœur».
- 23 Afin de garder une séquence significative qui puisse éventuellement servir à établir une moyenne de référence, nous avons éliminé l'aubier

- (les 18 dernières années) car les cernes étaient beaucoup trop déformés. Appelée MAR-LT-18649-M2, cette courbe est longue de 145 ans (392-248 av. J.-C.).
- 24 Afin de distinguer les deux ponts, W. Wavre et P. Vouga (1908, 61) nommèrent «pont Desor» l'ouvrage situé 120 m à l'est du rivage actuel du lac et «pont Vouga» le deuxième pont situé 100 m en amont du premier.
 - 25 Rapport de Georges Bonani et de Irka Hajdas, Institut für Mittelenergiephysik, ETH-Zürich, du 4 janvier 2005, ETH-29809 et 29810.
 - 26 Nous profitons de remercier ici Willy Tegel pour sa promptitude, sa disponibilité et la précision de son travail concernant la datation de cet objet. Cette datation du pont Desor est une «première» dendrochronologique concernant le Hallstatt pour la région des Trois-Lacs.
 - 27 Cette largeur de cerne correspond à la moitié, voire le tiers, d'un cerne normal produit par le Chêne sessile *Quercus petraea* poussant sur le pied sud du Jura (Arnold, 1999, 166).

Bibliographie

- Arnold, B. (1999) Altaripa: archéologie expérimentale et architecture navale gallo-romaine. Archéologie neuchâteloise 25. Neuchâtel.
- Becker, B./Billamboz, A./Egger, H. et al. (1985) Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. Antiqua 11. Basel.
- Brunaux, J.-L./Rapin, A. (1988) Gournay II. Boucliers et lances. Dépôts et trophées. Revue archéologique de Picardie, numéro spécial. Paris.
- Egger, H. (1989) Le pont celtique de Cornaux/Les Sauges. Die Dendrochronologische Datierung. In: H. Schwab, Archéologie de la 2^e correction des Eaux du Jura. I, Les Celtes sur la Broye et la Thielle. Archéologie fribourgeoise 5, 175-177. Fribourg.
- Egger, H./Gassmann, P. (1985) Stand der Jahrringchronologien in der Westschweiz. In: Becker et al. 1985, 46-55.
- Egloff, M. (1989) Des premiers chasseurs au début du christianisme. In: Histoire du Pays de Neuchâtel 1, De la Préhistoire au Moyen Âge, 11-160. Hauterive.
- Gassmann, P. (1999) Chênes de forêt et chênes de lisière. In: B. Arnold, Altaripa: archéologie expérimentale et architecture navale gallo-romaine. Archéologie neuchâteloise 25, 62-67. 166-169. Neuchâtel.
- Gassmann, P./Lambert, G./Lavie, C. et al. (1996) Pirogues et analyses dendrochronologiques. In: B. Arnold, Pirogues monoxyles d'Europe centrale: construction, typologie, évolution, vol. 2. Archéologie neuchâteloise 21, 89-126. Neuchâtel.
- Hollstein, E. (1980) Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte. Mainz.
- Honegger, M./Michel, R. (2002) Nouveaux aspects de la civilisation de Cortaillod en pays neuchâtelois. as. 25, 2, 31-39.
- Lavie, C. (2002) Dendrochronologie et retables brabançons: méthodologie, technologies, analyses et interprétations spécifiquement adaptées à l'étude des œuvres. In: S. Guillet de Suduiraut (dir.) Les retables brabançons des XV-XVI^e siècles. Publications des actes du Colloque international de Paris, mai 2001. Documentation française, 403-435. Paris.
- (2004) Analyse préliminaire des ais de manuscrits conservés à la médiathèque d'Orléans. In: G. Grand/G. Lanoë (dir.) Catalogue des Reliures Médiévales des Bibliothèques de France, vol. 3. Collection Institut de Recherche et d'Histoire des Textes 3, 39-47. Turnhout.
- Lavie, C./Locatelli, Ch./Poucet, D. (2004) De l'artefact en bois à la nature forestière: quelques histoires parlantes. Revue forestière française 56, Numéro spécial, le bois de ses origines à nos jours, 17-29.
- Orcel, Ch./Hurni, J.-P./Tercier, J. (2003) Analyse dendrochronologique. In: Schwab 2003, 233-248.
- Plumetaz, N. (2000) Aménagements des 10^e-12^e s. dans un ancien lit secondaire de la Thielle. In: L. Bonnamour (dir.) Archéologie des fleuves et des rivières, 210-215. Chalon-sur-Saône.
- Riginelli, G. (1998) Le mobilier en bois du site de La Tène. Mémoire de licence non publié, Université de Neuchâtel, Séminaire d'archéologie préhistorique.
- (2005) La Tène revisitée. Le site mythique révèle de nouveaux secrets. Le Gouvernail, 74/10.
- (2006) La Tène revisitée en 2003: résultats préliminaires et perspectives. In: P. Barral/A. Daubigny/C. Dunning (éds.) L'âge du Fer dans l'arc jurassien et ses marges. Dépôts, lieux sacrés et territorialité à l'âge du Fer. Actes du XXIX^e colloque international de l'AFEAF, Bienne, 5-8 mai 2005. Annales Littéraires, série «Environnement, sociétés et archéologie», 359-375. Besançon.
- Schwab, H. (2003) Archéologie de la 2^e Correction des Eaux du Jura. 4 Ponts et ports romains sur la Broye inférieure et la Thielle moyenne. Archéologie fribourgeoise 17. Fribourg.
- Vouga, E. (1885) Les Helvètes à La Tène. Neuchâtel.
- Vouga, P. (1914) La Tène. Cinquième rapport. Fouilles de 1912 et 1913. Musée neuchâtelois, n. s. 1, 48-68.
- (1923) La Tène. Monographie de la station, publiée au nom de la Commission des fouilles de La Tène. Leipzig.
- Wavre, W./Vouga, P. (1908) La Tène. Fouilles de 1907. Musée neuchâtelois 45, 59-69.