

## Résumé

La présente monographie traite de l'ensemble des bois mis au jour sur le site Bronze final d'Hauterive-Champréveyres, sur la rive nord du lac de Neuchâtel. Quatre axes interdépendants d'étude ont été développés au fil des pages : site, environnement, matériaux/mobilier et expérimentation.

Conservés dans les sédiments humides, des milliers de restes végétaux déposés dans les couches archéologiques nous sont parvenus sous la forme de pieux, de bois horizontaux, de chutes de taille, de macrorestes ou de mobilier. La masse même des matériaux ligneux a imposé une approche par échantillonnage ; leur fragilité nécessitait en outre la mise en place de protocoles d'analyses rapides et exhaustifs. La démarche suivie a privilégié l'aspect technologique.

La datation dendrochronologique de milliers d'échantillons a permis de suivre le développement spatial du village et de caler dans le temps les principaux événements sédimentaires en relation avec l'habitat. Le site a été occupé de façon continue depuis environ 1050 jusqu'en 871 avant J.-C., période couvrant la majorité du Bronze final palafittique. Les couches d'origine anthropique les mieux préservées peuvent être regroupées dans deux ensembles, le premier daté de 1054-1037 avant J.-C. (couches 5, 4, 3), le second situé entre 996 et 977 avant J.-C. (couche 03). Dans ces horizons, l'influence lacustre est perceptible au travers de la préservation des restes organiques ; en outre, l'alternance de phases de transgression et de régression ont participé à modifier l'organisation des dépôts et contribué à en façonner les contours. Les bois ont subi divers types d'altérations, tant physiques que mécaniques ; l'origine de certaines d'entre elles a pu être expliquée grâce à une étude ciblée des dépôts littoraux actuels.

Le terroir environnant a été analysé dans le but de proposer une répartition géographique des principaux groupements forestiers existant pendant le Bronze final au pied du Jura, en tenant compte de différents facteurs comme le relief, l'altitude et les sols. L'emplacement du gisement d'Hauterive-Champréveyres et la situation particulière du terroir, entre lac et montagne, ont eu des incidences sur l'approvisionnement en bois d'œuvre, l'obtention de ces matériaux restant largement liée à l'ouverture et à la gestion des surfaces à vocation agricole. Les formations forestières riveraines étaient apparemment peu développées au voisinage du site. Les chênaies couvrant les pentes ensoleillées du coteau offraient les conditions idéales pour la croissance des bois et l'installation des champs. Avec des sols plus frais, les hêtraies d'altitude présentaient moins d'attraits, limitant ainsi l'extension verticale du terroir tout en favorisant son développement latéral.

L'analyse des différentes traces relevées sur les pièces ouvragées met en lumière les acquis technologiques des villageois. La hache est l'outil de base pour travailler le bois : malgré un poids relativement faible, elle est efficace aussi bien pour se procurer les matériaux ligneux que pour les transformer. Ces diverses actions laissent des marques caractéristiques sur les bois, qui jalonnent en quelque sorte les principales étapes d'intervention : débitage, façonnage, mise en œuvre. Ces techniques sont décrites de façon détaillée,

puis différents groupes de matériaux abordés. Cette démarche donne l'occasion de confronter les données archéologiques et les résultats obtenus par expérimentation.

Composante principale des forêts environnantes, le chêne est naturellement le bois le plus utilisé pour fabriquer les pieux. À Hauterive-Champréveyres, ces derniers sont au nombre de 7446. L'emploi d'autres essences, et en particulier de résineux, reste relativement anecdotique (2%). L'abattage est généralement réalisé hors sève, soit de préférence en automne et en hiver. L'analyse dendrochronologique des pieux a permis de dater 80% de l'effectif. Six groupes, ou phases d'abattages, soulignés par des accumulations de dates entre des fourchettes temporelles de largeur hétérogène, ont été déterminés. Sur le terrain, ces phases correspondent à autant de périodes de construction ou de réparation.

Usuellement, on utilise le diamètre comme mesure de référence. Une telle approche présente toutefois de sérieuses limites : contrairement à l'âge, obtenu par le décompte des cernes annuels, le diamètre ne permet en aucun cas de sérier les peuplements de chênes. Pour suivre l'évolution chronologique et dendrométrique des groupes tombés sous la hache, il a donc fallu croiser de nombreuses variables et délimiter les épisodes de régénération forestière. Les forêts primaires à gros troncs, exploitées pendant les premières phases d'abattage, ont graduellement fait place à des peuplements secondaires, dont les diamètres sont plus variés. Ainsi les bois d'œuvre ont peu à peu été prélevés dans des surfaces régénérées, où l'âge et le diamètre des individus allaient en diminuant.

Le calibre des bois déterminait la manière de les débiter. En dessous de 26 cm, les grumes étaient laissées brutes (91,8%) ; en dessus de cette limite, l'intensité du débitage évoluait en fonction des diamètres exploités. Ainsi, les éléments fendus ou refendus ont été plus nombreux pendant les premières phases de construction, où les villageois disposaient de bois plus gros ; ils occupent donc le noyau primaire du village.

Les traces d'abrasion plus ou moins profondes repérées sur les pointes de pieux résultent de deux types de transport à la traîne. Depuis la forêt, les pièces les plus lourdes étaient déplacées à l'aide d'un chariot, côté souche sur l'engin alors que la cime reposait sur le chemin. Après une mise en forme réalisée à proximité du village, les pieux étaient amenés un à un jusqu'à leur lieu d'implantation par traînage sur la pointe, ce qui provoquait de légères usures sur cette dernière. Les défauts notés sur les bois d'œuvre sont antérieurs à leur implantation. Des dégâts dus aux agents xylophages peuvent apparaître sur les arbres, mais aussi sur les bois déjà abattus et/ou sur des bois stockés. Le classement des altérations par phases d'abattage met peu de variations en lumière en ce qui concerne les attaques de champignons ; en revanche, le nombre de bois attaqués par les insectes semble progresser au fil du temps. Cette augmentation peut être due à un stockage, mais il est également possible qu'elle révèle des variations environnementales favorables aux agents xylophages.

Les pointes des pieux étaient taillées dans la partie cime du tronc, plus fine, alors que le côté souche était réservé pour la mise en forme de l'assemblage. Le façonnage proprement dit était précédé de diverses étapes de dégrossissage – fente ou enlèvement de gros blocs de bois. La forme

définitive était obtenue par le dégagement de facettes juxtaposées. La longueur taillée était proportionnelle au diamètre, et la fonction du pieu déterminait la dimension de la partie enfouie. Ainsi, les structures de base, construites jusque vers 980 avant J.-C., sont appuyées sur des bois de fort diamètre munis de longues pointes. Plus tard, suite à des modifications environnementales, les bois de fondation ont été choisis dans des calibres plus réduits.

La découverte exceptionnelle de stries en forme de zigzag a aidé à comprendre la technique d'implantation des pieux. Celle-ci se basait sur l'application d'un mouvement semi-rotatif imprimé au moyen de traverses attachées sur la partie supérieure du bois à enfoncer. Dans quelques cas, le pieu était assuré par un blocage horizontal, une technique connue dans d'autres sites d'ambiance humide de l'âge du Bronze.

Plusieurs phénomènes liés à l'eau et au vent ont agi sur les pieux après leur implantation. Dans la partie basse du site, le développement de cônes de battement à remplissage sableux a contribué à abraser leur diamètre d'origine. Les fortes inclinaisons mesurées sur certains pieux sont en rapport avec les efforts horizontaux exercés sur les fondations ; poussés à l'extrême, ils ont parfois même entraîné l'éclatement du poteau. Des trous remplis de sédiment ont été laissés sur le terrain par l'arrachage délibéré de certains poteaux (il s'agit rarement de pieux porteurs). En revanche, l'action conjuguée de la houle et de l'érosion a eu raison de séries de pieux de taille moyenne implantés dans les zones littorales exposées à l'affouillement.

Les matériaux ligneux provenant des couches archéologiques ont été abordés en fonction de leur importance qualitative. Bien que de nombreux bois puissent avoir tenu une place significative dans l'architecture, la présence d'assemblages constitue le moyen le plus fiable de les identifier, lorsqu'il ne s'agit pas d'éléments caractéristiques comme les planches ou les longues perches. Diverses techniques étaient utilisées au Bronze final pour joindre des pièces de façon perpendiculaire, en oblique ou sur un même plan. Liens et cordages végétaux représentent le système le plus simple à mettre en œuvre, et certainement le plus courant. Les clayonnages constituent les rares éléments architecturaux retrouvés en connexion. Ainsi, un groupe de huit panneaux a été identifié comme les restes d'un abri d'environ 4 m<sup>2</sup> destiné au petit bétail, fermé par une porte étroite.

Provenant des différentes strates, les éléments analysés sur le plan technologique sont au nombre de 9617, et vont des bois de gros gabarit au plus petit copeau. Dans les couches supérieures, à dominance sablo-limoneuse, la dynamique lacustre a joué un rôle conséquent sur la conservation et la répartition des matériaux ligneux, mais également sur leurs dimensions, réduites par frottement. Les perches mises au jour dans ces horizons sont les restes de superstructures ruinées, démantelées par les transgressions lacustres. Les planchettes carbonisées constituent des vestiges de toitures.

Dans les couches contemporaines de l'habitat, plus ou moins riches en matière organique, les phases de transgression se remarquent par une augmentation des altérations périphériques (absence d'écorce, présence de galeries de trichoptères) reflète également des phases lacustres prononcées. La détermination des bois couchés qu'elles recelaient met en évidence l'emploi de 19 essen-

ces, avec une nette dominance du chêne et hêtre (79 % de l'inventaire). La représentation des espèces, dans la stratigraphie et catégories considérées, est trop limitée pour permettre d'apprécier de fines variations sur l'échelle temporelle. Cependant, les résultats sont assez significatifs pour déceler une modification du couvert végétal sous la pression anthropique et un déplacement des fronts de défrichement en direction des hêtraies.

Les bois retrouvés en position horizontale ont été débités selon un schéma pratiquement identique à celui des pieux : les pièces inférieures à 10 cm de diamètre sont demeurées brutes, alors que les éléments supérieurs à 20 cm ont systématiquement été transformés en quartiers ou en planches. Les longueurs mesurées s'inscrivent majoritairement entre 50 cm et 2 m. La proportion élevée de bois de moins de 50 cm et le caractère répétitif des axes de fente semblent indiquer que ce groupe a un statut particulier. Il s'agit probablement, pour une large part, de vestiges de bois de chauffe.

De nombreuses chutes de taille ont été examinées de façon à identifier les techniques de débit et leurs supports d'origine. La découpe de pointes de pieux, de même que la confection d'objets mobiliers, produisent en effet des déchets facilement identifiables. Pour les bois de construction, les supports travaillés sont en majorité des chênes refendus, et un grand nombre de chutes proviennent de la retaille de planches, ce qui souligne de façon indirecte l'importance de ces dernières dans l'architecture.

Prélevés par tamisage, les macrorestes végétaux correspondent à une large variété d'espèces. Les copeaux, dominés par le chêne, proviennent principalement de l'ajustage des bois de construction. La concentration d'éclats de bois à grains fins et de divers déchets a permis de cerner au moins une zone à vocation artisanale. La variété des essences retrouvées sous forme de brindilles est à mettre en relation avec des prélèvements intentionnels effectués sur les buissons des haies et des lisières ; ces matériaux ont pu servir de litière ou à stabiliser les sols détrempés du village. Interprétés comme des rejets de foyers, les charbons déposés dans les couches en relation avec l'habitat sont issus des mêmes espèces que les bois de moins de 50 cm, ce qui conforte leur interprétation en tant que combustible.

Les objets du quotidien sont matérialisés par une large gamme d'outils et d'ustensiles. Dans ces catégories, les essences des bois ont non seulement été sélectionnées en raison de leurs propriétés, mais également selon la morphologie du tronc ou des branches. La répartition des déchets montre que ce mobilier a été fabriqué dans le village même, et autorise à évoquer la présence d'artisans spécialisés. Destinés à la fente du bois, mais aussi au calage des assemblages, les coins sont les outils les plus fréquents. Contre toute attente, les instruments aratoires sont en nombre réduit. Le mobilier domestique est illustré par des séries de récipients. Taillés dans du bois de fil, ou composés de pièces ajustées autour d'un fond, ils composent un panel de formes variées. Une vingtaine de fragments tissés avec des brins d'aune ou de saule constituent le lot de vannerie le plus important découvert en milieu littoral après celui d'Auvernier-Nord. L'étude technologique de ce corpus a contribué à définir les principaux modes d'intrication utilisés durant la période du Bronze final palafittique.

La reconstitution de la maison de l'âge du Bronze, dans le parc du Laténium, représente l'aboutissement de la réflexion. Les plans des fondations, fournis par l'étude dendrochronologique des pieux et par l'analyse des divers éléments d'architecture identifiés sur les sites littoraux de la rive nord du lac de Neuchâtel, constituent des bases solides pour aborder l'élévation des habitations. Ils autorisent à proposer un modèle de construction sur poteaux, à plancher surélevé, abritée par une imposante toiture. Le passage à une architecture grandeur réelle a permis de vérifier, par la pratique, les limites des solutions développées sur plan ou sur maquette.

De la même manière, la reproduction des techniques d'acquisition, de fabrication et de mise en œuvre a permis de juger, sous un autre angle, du bien-fondé des hypothèses élaborées à partir des traces observées sur le matériel archéologique. Dans le cadre de la préparation des bois d'œuvre, un stock de 205 planches a été produit par la technique de fente. En enfonçant les bois par pivotement, on a démontré que les pointes pouvaient être descendues à plus de 2 m de profondeur en une vingtaine de minutes. Dans un sédiment meuble, les efforts de frottement agissant sur la partie enterrée du pieu sont suffisamment marqués ensuite pour supporter le poids de la construction.

Principaux éléments de l'ossature, les pieux et les bois horizontaux sont retenus par tenons et mortaises. Des ligatures renforcent ces assemblages et assurent par centaines le maintien de pièces entaillées ou celui de bois ronds posés en croix. Les éléments de la charpente délimitent les proportions de la construction, caractérisée par une toiture dont la pente, très prononcée, était proche de 65°. Des roseaux ont été utilisés pour la couverture dans le but d'améliorer l'étanchéité du bâtiment et de diminuer les coûts d'entretien, même si les vestiges archéologiques donnent clairement à penser que des planches étaient utilisées. Glissés dans des rainures, ces bois de refend se trouvent largement employés dans le remplissage des parois, où ils côtoient à des fins expérimentales des clayonnages recouverts d'enduit argileux. Composés de matériaux divers, le plancher supporte une petite chape d'argile, destinée à accueillir deux foyers.

Les importantes dégradations constatées sur la base des pieux, après quelques années, nous amènent à nous interroger, de manière générale, sur la conservation des bois d'œuvre en milieu littoral.

## Zusammenfassung

Die vorliegende Publikation befasst sich mit den Holzfunden, die auf der spätbronzezeitlichen Fundstelle von Hauterive-Champréveyres am Nordufer des Neuenburgersees entdeckt wurden. Die Studie ist in vier voneinander abhängige Bereiche unterteilt: Die Fundstelle, ihre Umgebung, die verwendeten Materialien und die daraus gefertigten Gegenstände, sowie experimentelle Archäologie. Tausende von pflanzlichen Überresten wurden in Form von Pfählen, liegenden Hölzern, Holzabfällen, Makroresten

oder Artefakten in die verschiedenen Kulturschichten eingelagert und konserviert. Aufgrund der grossen Menge der hölzernen Funde basiert die Studie auf Probenentnahmen. Die Zerbrechlichkeit der Funde machte zudem eine schnelle und umfassende Datenaufnahme durch Analyseprotokolle nötig, wobei vor allem der technologische Aspekt berücksichtigt wurde.

Dank der Dendrodatierung von Tausenden von Proben konnte die räumliche Entwicklung der Siedlung nachvollzogen und deren wichtigsten sedimentären Ereignisse zeitlich eingeordnet werden. Das Dorf war ohne Unterbruch von 1050 bis 871 v. Chr. bewohnt. Dieser Zeitraum umfasst den grössten Teil der zweiten Hälfte der Spätbronzezeit. Die am besten konservierten Kulturschichten können in zwei Gruppen unterteilt werden. Die erste (Schichten 5, 4 und 3) datiert von 1054 bis 1037 v. Chr. und die zweite (Schicht 03) von 996 bis 977 v. Chr. In diesen Horizonten ist leicht ersichtlich, dass der See einen beträchtlichen Einfluss am Konservierungszustand der Funde hatte. Zudem haben die wechselnden Transgressions- und Regressionsphasen die Ablagerungen und deren Ausdehnung merklich beeinflusst. Die Hölzer weisen verschiedene physikalische und mechanische Verwitterungen auf, deren Ursachen in gewissen Fällen durch eine gezielte Untersuchung der aktuellen Seesedimente erklärt werden konnten.

Die Umgebung der Fundstelle wurde sorgfältig analysiert, um die geographische Verteilung der wichtigsten Waldpflanzengruppen, die während der Spätbronzezeit am Jurasüdfuss wuchsen, nachvollziehen zu können. Dabei wurden verschiedene Faktoren, wie zum Beispiel das Relief, die Höhe über Meer sowie die Bodentypen, berücksichtigt. Die besondere Lage der Fundstelle von Hauterive-Champréveyres, zwischen dem See und den ersten Jurahängen eingebettet, hatte einen Einfluss auf die Beschaffung der Bauhölzer, da diese Tätigkeit weitgehend mit der Öffnung und Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen verbunden war. In der unmittelbaren Umgebung der Fundstelle waren die Wälder eher spärlich entwickelt. Die sonnigen Südhänge boten ideale Bedingungen für den Wuchs der Eichenmischwälder, sowie für das Anlegen von neuen Ackerflächen. Die höhergelegenen Buchenmischwälder, die auf kälteren Böden wuchsen, wurden anscheinend weniger bevorzugt. Somit wurde die vertikale Ausdehnung des Wirtschaftsraumes zugunsten der horizontalen eingeschränkt.

Die technologischen Fähigkeiten der Siedler konnten anhand der Analyse der verschiedenen Bearbeitungsspuren aufgezeigt werden. Das Beil war das meistgebrauchte Werkzeug für die Holzbearbeitung. Trotz seines relativ geringen Gewichts, handelt es sich um ein äusserst handliches Gerät zur Beschaffung und Bearbeitung von hölzernen Materialien. Diese Tätigkeiten hinterliessen charakteristische Werkspuren auf den Hölzern. Es handelt sich in gewisser Weise um Zeugen der wichtigsten Bearbeitungsschritte wie Spalten, Zurichten und Verbinden. Diese Techniken werden detailliert besprochen. Anschliessend werden die verschiedenen Materialgruppen vorgestellt. Auf diese Weise können die Ergebnisse der Fundauswertung mit denen der experimentellen Archäologie verglichen werden.

Für die Herstellung der Pfähle wurde meistens Eiche, die Hauptkomponente der umliegenden Wälder, verwendet. In Hauterive-Champréveyres handelt es sich insgesamt

um 7446 Pfähle. Die Verwendung von anderen Holzarten, insbesondere von Nadelhölzern, ist selten belegt (2%). Die Fällarbeiten fanden normalerweise im Herbst oder Winter statt. Achtzig Prozent aller Pfähle konnten dendrodatiert werden. Sechs Gruppen, auch Schlag- oder Fällphasen genannt, wurden bestimmt; sie sind aus mehreren Anhäufungen von Dendrodaten ersichtlich. Die Anzahl der Schlagphasen stimmt mit jenen der Bau- oder Renovationsphasen überein.

Der Durchmesser der Proben stellt normalerweise das Referenzmass dar. Dieser Ansatz hat jedoch seine Grenzen, denn die verschiedenen Eichenstände können auf diese Weise nicht bestimmt werden. Hingegen ist dies mit Hilfe der gemessenen Jahrringe möglich. Um die chronologische und dendrometrische Entwicklung der gefälltten Bestände verfolgen zu können, mussten zuerst diverse Variablen berücksichtigt und die Regenerationphasen zeitlich eingegrenzt werden. In den ersten Fällphasen wurden die stattlichen Bäume der Urwälder geschlagen. Diese Bestände wurden allmählich durch sekundären Wuchs ersetzt. Dabei wiesen die nachwachsenden Baumgenerationen unterschiedliche Durchmesser auf, das heisst, dass aus den regenerierten Wäldern nach und nach jüngere Bäume zu Bauholz verarbeitet wurden.

Das Kaliber der Rohlinge bestimmte, ob sie gespalten wurden. Solche von weniger als 26 cm Durchmesser wurden unbearbeitet belassen (91,8%), dickere hingegen wurden gespalten, wobei die Zahl der Spältlinge im Verhältnis zur Grösse des Durchmessers anstieg. In den ersten Bauphasen, als den Siedlern mächtigere Stämme zur Verfügung standen, wurden viel mehr Hälblinge und Spältlinge verbaut. Die Behausungen dieser Phasen stellen denn auch den Kern der Siedlung dar.

An den Pfahlspitzen wurden mehr oder weniger ausgeprägte Reibungsspuren beobachtet, welche durch zwei verschiedene Transportarten verursacht wurden. Die schwersten Stücke wurden mittels eines Karrens vom Schlagplatz wegtransportiert, wobei das Wurzelende auf dem Transportmittel lag und das Zopfende auf dem Boden nachgeschleift wurde. Die Bearbeitung der Pfähle erfolgte in der Nähe der Siedlung. Danach wurden sie einzeln zur Baustelle gebracht. Da die Pfahlspitze dabei auf dem Boden geschleift wurde, bildeten sich an diesem Ende feine Abrasionen. Die an den Konstruktionshölzern festgestellten Verwitterungsspuren entstanden bevor sie verbaut wurden. Die durch holzfressende Organismen verursachten Schäden könnten sowohl aus der Zeit als die Bäume noch standen, als auch kurz nach dem Fällen oder der anschließenden Lagerung der Hölzer, stammen. Die Einteilung der Schäden in die entsprechenden Schlagphasen zeigt für die durch Pilze verursachten Schäden geringe Schwankungen, hingegen nehmen die Insektenfrassspuren mit der Zeit zu. Dieser Anstieg könnte eine Folge der Lagerung sein. Möglicherweise könnte er aber auch den veränderten, für die holzfressenden Insekten günstigeren, Umweltbedingungen zuzuschreiben sein.

Die Pfahlspitzen wurden am Zopfende angebracht, wo die Hölzer einen kleineren Durchmesser aufweisen. Das Wurzelende wurde für die Verbindungen verwendet. Der eigentlichen Formgebung gingen verschiedene Bearbeitungsschritte voraus, wie zum Beispiel das Spalten

und das Abtrennen von grösseren Blöcken. Die Formgebung erfolgte durch das Herausarbeiten von nebeneinanderliegenden Facetten. Die bearbeitete Länge stand im Verhältnis zum Durchmesser. Die Funktion des Pfahls bestimmte, wie tief dieser in den Boden gerammt werden musste. Für die ersten, bis 980 v. Chr. erstellten Häuser, wurden Hölzer mit grossen Durchmessern und langen Spitzen verbaut. Später musste das Bauholz aus Stämmen gewonnen werden, welche aufgrund der veränderten Umweltbedingungen kleinere Durchmesser aufwiesen.

Durch den äusserst seltenen Fund von zickzackförmigen Furchen auf den Pfählen konnte die angewandte Einschlagtechnik bestimmt werden. Mit Hilfe von waagrecht am Pfahl befestigten Hölzern wurde dieser durch Hin- und Herdrehen in den Boden getrieben. In manchen Fällen wurde der Pfahl dann noch durch ein ebenerdiges Querholz fixiert um ein weiteres Absinken zu verhindern, was auch aus anderen spätbronzezeitlichen Fundstellen bekannt ist.

Wind und Wasser haben massgeblich auf die Pfähle eingewirkt. Im seeseitigen Teil der Fundstelle formten sich Pfahltrichter, die mit sandigem Sediment verfüllt wurden. Durch die Reibung der Ablagerungen gegen die Pfähle verringerten sich deren Durchmesser an diesen Stellen. Die extreme Neigung einiger Pfähle ist den grossen Kräften, die auf die Fundamente wirkten, zuzuschreiben. In manchen Fällen bewirkten sie sogar, dass die Pfähle auseinanderbrachen. Absichtlich herausgezogene Pfähle, es handelt sich selten um tragende Elemente, liessen sogenannte Pfahlschatten zurück. Unter Einfluss von starken Winden und der Erosion durch den See wurden an den exponierten Stellen ganze Reihen von mittelgrossen Pfählen durch Unterspülung zerstört.

Die hölzernen Materialien aus den archäologischen Schichten wurden entsprechend ihrer technologischen Eigenschaften untersucht. Viele Hölzer nahmen in der Architektur der Häuser eine wichtige Rolle ein, doch neben den charakteristischen Elementen wie Bretter oder lange Stangen, sind die Verbindungen die am einfachsten zu identifizierenden Bauelemente. In der Spätbronzezeit gab es verschiedene Techniken um die Hölzer rechtwinklig, schräg oder Seite an Seite zu verbinden. Zu diesem Zweck wurden meistens aus Pflanzen einfach anzufertigende Gebinde verwendet. Funde von noch zusammenhängenden Bauelementen sind äusserst selten. Es handelt sich dabei fast ausschliesslich um Flechtwände. Eine Gruppe von acht solchen Flechtwänden kann als Rest eines ungefähr 4 m<sup>2</sup> grossen Kleintiergeheges, welches mit einem engen Tor versehen war, angesprochen werden.

Die Gesamtzahl der vom technologischen Gesichtspunkt her untersuchten Hölzer beläuft sich auf 9617 Stück. Sie wurden in verschiedenen Schichten gefunden. Vom imposanten Bauelement bis zum kleinsten Holzsplitter sind alle Grössen vorhanden. In den höheren sandig-siltigen Schichten spielten die Wasserkräfte eine wichtige Rolle, da sie auf die Erhaltung und die Verteilung der Funde einwirkten, und deren Grösse oft auch durch Reibung gegen die Sedimente verringert haben. Bauhölzer, die in diesen Schichten gefunden wurden, waren vielmals Teil der Aufbauten, die während den Transgressionsphasen zerstört wurden. Verkohlte Brettchen können als Dachschindeln gedeutet werden.

In den Kulturschichten, die mehr oder weniger reich an organischem Material sind, nimmt die Zahl der Verwitterungsspuren (Fehlen der Rinde, Frassspuren von Trichopteren in Form von Galerien) auf den Hölzern zu, was vor allem auf die Transgressionsphasen zurückzuführen ist. Bei der Artenbestimmung der liegenden Hölzer konnte der Gebrauch von 19 verschiedenen Arten dokumentiert werden. Mit einem Anteil von 79 % dominieren Eiche und Buche deutlich. Die Verteilung der Holzarten unter Berücksichtigung der Schichten und der verschiedenen Fundkategorien ist zu wenig aussagekräftig, um feine Veränderungen in jeder Bauphase feststellen zu können. Die Resultate zeigen jedoch, dass sich die Baumbestände mit der Zeit unter menschlichem Druck veränderten, und dass die Fällfronten allmählich in Richtung der Buchenwälder verschoben wurden.

Die liegenden Hölzer wurden nach dem gleichen Schema wie die Pfähle bearbeitet. Elemente, die weniger als 10 cm Durchmesser aufwiesen, wurden unbearbeitet belassen. Hingegen wurden solche von mehr als 20 cm Durchmesser systematisch radial gespaltet oder zu Brettern verarbeitet. Die gemessenen Längen bewegen sich zumeist zwischen 50 cm und 2 m. Der hohe Anteil von Hölzern von weniger als 50 cm Länge und die einheitlichen Spaltachsen scheinen darauf hinzudeuten, dass diese Fundkategorie eine besondere Stellung einnahm. Es handelt sich dabei wahrscheinlich zumeist um Überreste von Brennholz. Um Rückschlüsse auf die Bearbeitungstechniken und die unbearbeitete Form der Hölzer ziehen zu können, wurden zahlreiche Holzabschläge genau untersucht. Beim Zuspitzen der Pfähle, wie auch bei der Herstellung von Gebrauchsgegenständen, fallen leicht identifizierbare Abfälle an. Für die Bauhölzer wurden mehrheitlich Eichenspältlinge verwendet. Eine grosse Anzahl von Abschlägen stammt von der Spaltung der Hölzer, welches ein indirekter Beleg dafür ist, dass Bretter eine wichtige Stellung in der Hausarchitektur einnahmen.

Die durch Schlämmen gewonnenen botanischen Makroresten zeigen ein breitgefächertes Artenspektrum auf. Die mehrheitlich eichenen Holzschnitzel entstanden grösstenteils bei der Verarbeitung von Bauhölzern. Eine Konzentration von feingefaserten Holzsplittern und verschiedenen anderen Abfällen kann als Rest einer Werkstatt angesprochen werden. Eine grosse Artenvielfalt wurde in der Fundkategorie der kleinen Zweige festgestellt und bezeugt, dass man bewusst Zweige von Büschen an Hecken und Säumen abschnitt. Sie könnten als Streu benutzt worden sein, oder aber auch um den feuchten Untergrund der Siedlung stellenweise zu stabilisieren. Die in den Kulturschichten eingelagerten Holzkohlen werden als Überreste von Herdstellen gedeutet. Zudem zeigen sie das gleiche Artenspektrum auf wie das oben erwähnte Kleinholz von weniger als 50 cm Länge, was dessen Interpretation als Brennholz noch erhärtet.

Objekte für den alltäglichen Gebrauch sind durch eine Vielzahl von Werkzeugen und Gebrauchsgegenständen belegt. Die Holzarten in diesen Kategorien wurden nicht nur wegen ihren Eigenschaften ausgewählt, sondern auch wegen der Form des Stammes oder der Zweige. Die räumliche Verteilung der Werkabfälle ist ein Beweis dafür, dass die Objekte in der Siedlung selbst hergestellt wurden, was wiederum die Anwesenheit von spezialisierten Handwerkern

voraussetzt. Die am häufigsten vorkommenden Werkzeuge sind Keile, welche für das Spalten der Hölzer und zum Fixieren der Verbindungen verwendet wurden. Entgegen den Erwartungen sind Ackergeräte sehr selten zum Vorschein gekommen. Hingegen ist die Haushaltware durch eine ganze Reihe von Gefässen verschiedener Formen belegt. Diese wurden entweder aus längs gefasertem Holz geschnitzt, oder sie bestanden aus mehreren, an einen hölzernen Boden befestigten Segmenten. Die Korbflechterei ist durch etwa zwanzig aus Erle oder Weide geflochtene Fragmente belegt. Es handelt sich um einen der zahlreichsten Funde von Korbgeflechten, der je in einer Feuchtbodensiedlung gemacht wurde (nur in der Fundstelle von Auvernier-Nord wurden mehr Überreste dieser Fundkategorie geborgen). Die Auswertung ihrer technologischen Eigenschaften trug massgeblich zur Definition der wichtigsten spätbronzezeitlichen Flechttechniken bei.

Das Projekt, ein Haus der Bronzezeit im archäologischen Park des Laténiums zu rekonstruieren, war Anlass dazu, die Schlussfolgerungen der Studie im Massstab 1:1 nachzuprüfen. Die Fundamentpläne wurden aus der dendrochronologischen Untersuchung der Pfähle und der Analyse verschiedener Bauelemente abgeleitet, die in den Feuchtbodensiedlungen des nördlichen Ufers des Neuenburgersees gefunden worden sind, und dienten als solide Grundlage für die Überlegungen zum Hausaufbau. Anhand der Ergebnisse der obengenannten Studien wurde ein auf Pfähle gestelltes, vom Boden abgehobenes Hausmodell vorgeschlagen, das von einem imposanten Dach überdeckt ist. Die in den Plänen oder am Modell vorgeschlagenen Problemlösungen konnten somit eins zu eins umgesetzt und geprüft werden. In gleicher Weise erlaubte die Reproduktion der Rohstoffbeschaffungs-, der Fabrikations- und der Bautechniken zu beurteilen, ob die anhand der an den archäologischen Funden beobachteten Bearbeitungsspuren aufgestellten Hypothesen richtig sind. Im Zuge der Vorbereitung der Bauhölzer wurde ein Vorrat von 205 durch Spalten hergestellte Bretter angelegt. Die Pfähle wurden durch Hin- und Herdrehen mehr als zwei Meter tief in den Boden getrieben, wofür pro Pfahl etwa zwanzig Minuten benötigt wurden. Im weichen Untergrund sind die Reibungskräfte, die auf die eingegrabenen Teile der Pfähle wirken, gross genug um das Gewicht der Konstruktion zu tragen. Die Pfähle und die horizontalen Hölzer sind die wichtigsten Elemente für die Rahmenkonstruktion. Sie werden durch Nuten und Zapfen zusammengefügt. Diese Verbindungen werden noch durch Schnüre verstärkt. Mehrere hundert davon sichern auch die eingekerbten Teile und die kreuzweise verbundenen Rundhölzer. Das Rahmenwerk bestimmt die Grösse des Hauses, das mit einem sehr steilen Dach (ca. 65°) gedeckt ist. Die archäologischen Funde belegen eindeutig, dass ursprünglich Dachschildeln verwendet wurden. Dennoch wurde für die Rekonstruktion Schilfrohr benutzt, um die Wasserdichtheit zu erhöhen und so die Unterhaltskosten zu senken. Für die Wände wurden Bretter verwendet, deren äussere Enden in mit langen U-förmigen Rillen versehenen Stangen gesteckt wurden. An manchen Stellen befinden sie sich aus experimentellen Gründen neben lehmverputzten Flechtwänden. Der Boden wurde aus mehreren Materialien gebaut. Eine kleine Lehmplatte dient als Unterlage von zwei

Herdstellen. Einige Jahre nach dem Hausbau wurden erhebliche Schäden an den Pfählen festgestellt und zwar dort, wo sie mit dem Erdboden in Berührung kommen. Diese spezifische Position wirft Fragen zu den Erhaltungsbedingungen von Bauhölzern auf, die in den Uferzonen verwendet wurden.

*Übersetzung: Jeannette Kraese*

## Riassunto

Questa monografia prende in considerazione l'insieme dei legni trovati sul sito del Bronzo finale di Hauterive-Champréveyres, situato sulla riva nord del lago di Neuchâtel. Quattro aspetti interdipendenti sono sviluppati in queste pagine: sito, ambiente, materiali/manufatti e sperimentazione.

Migliaia di resti vegetali, rinvenuti negli strati archeologici, si sono conservati nei sedimenti umidi sotto forma di pali, elementi orizzontali, scaglie di lavorazione, macroresti o oggetti. La quantità stessa del legname ha imposto un approccio mediante dei campioni; mentre la loro fragilità ha necessitato, inoltre, l'elaborazione di protocolli di analisi rapidi e esaustivi. L'approccio da noi privilegiato è stato quello tecnologico.

La datazione dendrocronologica di migliaia di campioni ha permesso di stabilire lo sviluppo spaziale del villaggio e di situare nel tempo i principali episodi sedimentologici collegati all'abitato. Il sito è stato occupato senza interruzione dal 1050 circa al 871 avanti Cristo, periodo che copre quasi completamente l'età del Bronzo Finale "palafitticolo". I livelli antropizzati, che si sono conservati meglio, possono essere suddivisi in due insiemi: il primo è datato tra il 1054 e il 1037 avanti Cristo (livelli 5, 4, 3), il secondo si situa tra il 996 e il 977 avanti Cristo (livello 03). In questi orizzonti l'influenza del lago è percettibile attraverso la conservazione di resti organici; inoltre l'alternanza di fasi di trasgressione e regressione hanno contribuito a modificare l'organizzazione dei depositi e a modellarne i contorni. Il legno ha subito diversi tipi di alterazioni, sia fisiche che meccaniche e l'origine di alcune di queste ha potuto essere determinata grazie ad uno studio mirato dei depositi litorali attuali.

Il territorio circostante è stato analizzato nell'obiettivo di proporre una ripartizione geografica dei principali gruppi forestali esistenti durante l'età del Bronzo finale ai piedi del Giura. Per raggiungere questo scopo, diversi fattori sono stati presi in considerazione, come il rilievo, l'altitudine e i suoli. La posizione della stazione di Hauterive-Champréveyres e la particolare situazione del territorio, tra lago e montagna, hanno inciso sull'approvvigionamento del legno da costruzione; la possibilità di ottenere questi materiali è ampiamente legata all'apertura e alla gestione delle superfici a vocazione agricola. Le formazioni forestali rivierasche sembrano poco sviluppate nelle vicinanze del sito. I querceti, che coprivano i pendii soleggiati ai piedi

del Giura, offrivano le condizioni ideali per la crescita degli alberi e la creazione di campi. I terreni più freschi dei faggeti d'altitudine erano meno attrattivi, limitando così l'estensione verticale del territorio a favore del suo avanzamento laterale.

L'analisi delle molteplici tracce osservate sui tronchi lavorati evidenzia il sapere tecnologico degli abitanti del villaggio. L'ascia era lo strumento di base per lavorare il legno: malgrado il suo peso, relativamente leggero, essa era efficace sia per procurarsi il legname che per trasformarlo. Queste diverse azioni si distinguono con delle impronte tipiche sul legno, che risultano dalle principali fasi di lavorazione: spaccatura, modellatura, costruzione. Queste tecniche sono descritte in modo dettagliato, così pure i diversi tipi di materiali. Tale approccio permette di paragonare i dati archeologici e i risultati ottenuti tramite la sperimentazione.

Il rovere era l'elemento principale delle foreste circostanti ed era evidentemente l'albero più utilizzato per fabbricare i pali. A Hauterive-Champréveyres, se ne contano 7446. L'impiego di altre specie, in particolare delle conifere, è relativamente sporadico (2%). L'abbattimento era di preferenza effettuato in autunno e in inverno. L'analisi dendrocronologica dei pali ha permesso di datare l'80% dell'effettivo. Sono stati determinati sei gruppi, o fasi d'abbattimento, messi in evidenza da concentrazioni di date, racchiuse in intervalli di tempo di lunghezza eterogenea. Sul terreno, queste fasi corrispondono ad altrettanti periodi di costruzione o di riparazione.

D'abitudine il diametro costituisce la misura di referenza dei campioni. Questo metodo comporta però dei seri limiti: al contrario dell'età, ottenuta dal numero d'annei annuali, il diametro non permette di identificare i vari popolamenti dei roveri. Di conseguenza, per seguire l'evoluzione cronologica e dendrometrica degli esemplari abbattuti, è stato necessario associare le numerose variabili e definire gli episodi di rigenerazione forestale. Nelle foreste primarie si riscontrano alberi con tronchi grossi; esse sono sfruttate durante la prima fase d'abbattimento ed hanno ceduto gradualmente il posto ad un popolamento secondario, che offre alberi a diametro più variato. In questo modo il legname di costruzione è stato prelevato nelle superfici in rinnovazione, dove l'età e il diametro degli individui diminuiva man mano.

Il calibro dei tronchi determinava il taglio. Sotto i 26 cm, i tronchi erano lasciati grezzi (91,8%); sopra questo limite, l'intensità di taglio era proporzionale al diametro a disposizione. Di conseguenza gli elementi spaccati sono più numerosi nelle prime fasi di costruzione, in cui gli abitanti avevano a disposizione fusti più grossi; essi occupano, dunque, il centro primario del villaggio.

I segni d'abrasione, più o meno profondi rilevati sulle punte dei pali, sono il risultato di due tipi di trasporto a rimorchio. Dalla foresta i tronchi più pesanti erano spostati con un carretto: il ceppo era posato sul veicolo e la cima per terra. Dopo la foggatura realizzata nelle vicinanze del villaggio, i pali erano trascinati sulla punta uno ad uno fino al luogo d'insediamento, come testimoniano le leggere tracce d'usura. I difetti osservati sul legname da costruzione precedono l'installazione nel terreno. Alcuni deterioramenti dovuti agli agenti silofagi possono apparire sugli alberi, così

come sui tronchi già abbattuti e/o sui tronchi stoccati. La suddivisione delle alterazioni per fasi d'abbattimento non rende evidente la lettura delle aggressioni dei funghi, invece il numero di legni attaccati dagli insetti sembra avanzare nel corso degli anni. Questo aumento può essere la conseguenza della conservazione in depositi, seppure possa ugualmente corrispondere a delle variazioni ambientali favorevoli agli agenti silofagi.

Le punte dei pali venivano intagliate nella cima superiore, ossia la parte più sottile del tronco, allorché il ceppo era riservato per tagliare l'incastro. La vera foggatura era preceduta da diverse tappe di sgrossamento, come la spaccatura o la rimozione di grossi pezzi di legno. La forma appuntita era ottenuta dall'esecuzione di strette bande adiacenti; la sua lunghezza era proporzionale al diametro e la funzione del palo determinava la dimensione della parte interrata. Le strutture di base costruite fin verso il 980 avanti Cristo, si appoggiano, di conseguenza, su dei tronchi con un diametro importante, muniti di lunghe punte. Più tardi, in seguito a dei cambiamenti ambientali, i pali delle fondamenta sono stati scelti con dei calibri più ridotti.

L'eccezionale scoperta di tracce a forma di zig-zag ha permesso di capire la tecnica dell'installazione dei pali. Questa si basava su un movimento semi-rotativo indotto tramite delle traverse attaccate alla parte superiore del palo da impiantare nel terreno. In alcuni casi il tronco era assicurato da un sistema d'arresto orizzontale, che ricorda una tecnica messa in luce in altre palafitte dell'età del Bronzo.

Svariati fenomeni legati all'azione dell'acqua e del vento hanno agito sui pali dopo la loro sistemazione nel suolo. Nella parte bassa del sito, lo sviluppo di formazioni sedimentologiche in forma di cono a riempimento sabbioso ha contribuito a ridurre il diametro iniziale. Le importanti inclinazioni misurate su alcuni pali, sono da collegare con i carichi orizzontali subiti dalle fondamenta; a volte essi hanno addirittura causato la spaccatura del palo. Dei buchi riempiti di sedimento sono stati impressi nel terreno in conseguenza allo sradicamento deliberato di alcuni pali (ma si tratta raramente di pali portanti). Al contrario, l'azione associata dell'ondeggiamento dell'acqua e l'erosione ha asportato i pali di dimensioni medie, impianti nelle zone litorali esposte ad un'abrasione laterale.

I materiali lignei provenienti degli strati archeologici sono stati studiati in funzione delle loro caratteristiche tecnologiche. Anche se numerosi legni abbiano potuto svolgere un ruolo importante nell'architettura, la presenza d'incastri costituisce il modo più sicuro d'identificarli, quando non si tratta d'elementi tipici come le tavole o le lunghe pertiche. Diverse tecniche sono state utilizzate nell'età del Bronzo finale per congiungere dei pezzi in modo perpendicolare, obliquo o allo stesso livello. Legature e funi vegetali rappresentano il sistema più semplice da mettere in pratica e di certo il più comune. La gratteggiata, costituisce uno dei rari elementi architettonici trovati in connessione. Un gruppo di otto pannelli è stato assimilato ai resti di un riparo di circa 4 m<sup>2</sup>, chiuso da una porta stretta, destinato a degli animali domestici di dimensioni ridotte.

Provenienti da differenti livelli, gli elementi analizzati sul piano tecnologico sono 9617 e includono sia legna di grosse dimensioni che piccoli sfasciumi. Negli strati superiori, dove predomina la sabbia e limo, l'azione del lago ha

assunto un ruolo decisivo sulla conservazione e la distribuzione dei materiali legnosi, e in ugual modo sulle loro dimensioni, ridotte a causa dello sfregamento. Le pertiche ritrovate in questi orizzonti sono i resti di superstrutture rovinate, smantellate dalle trasgressioni lacustri. Le tavolette carbonizzate sono i residui dei tetti.

Negli strati contemporanei all'abitato, più o meno ricchi di materie organiche, l'aumento delle alterazioni delle loro superfici (assenza di corteccia, presenza di gallerie di tricotteri) riflette in ugual modo delle fasi lacustri pronunciate. La determinazione dei pali posati sul suolo, contenuti in questi strati, evidenzia l'uso di 19 essenze con una predominanza del rovere e del faggio (79% dell'insieme). La rappresentazione delle specie nei livelli e nelle categorie presi in considerazione, è troppo limitata e non permette di stabilire delle variazioni cronologiche precise. Tuttavia i risultati sono abbastanza indicativi e svelano dei cambiamenti della copertura vegetale a causa della pressione dell'uomo, nonché uno spostamento dei fronti disboscati in direzione dei faggeti.

I legni rinvenuti in posizione orizzontale sono stati modellati secondo uno schema praticamente identico a quello dei pali: gli esemplari con un diametro inferiore ai 10 cm non sono lavorati, allorché quelli che superano i 20 cm di diametro sono sempre trasformati in sezioni o in tavole. Le lunghezze misurate s'inseriscono prevalentemente tra 50 cm e 2 m. La proporzione elevata di fusti inferiore ai 50 cm e il carattere ripetitivo delle spaccature longitudinali sembra indicare che questo gruppo aveva un ruolo particolare. Si tratta con tutta probabilità, e per la maggior parte dei casi, di residui del legname destinato alla combustione.

Numerose grosse scaglie sono state esaminate al fine di specificare le tecniche di lavorazione e i supporti originari. Difatti, la stroncatura delle punte dei pali e la fabbricazione d'oggetti e di strumenti producono degli scarti facilmente riconoscibili. Per quanto riguarda il legno da costruzione, i supporti lavorati sono essenzialmente dei roveri già spaccati. Un gran numero di queste scaglie proviene della rifinitura delle tavole, che mette in risalto, anche se in modo indiretto, l'importanza di quest'ultime nell'architettura.

I macroresti vegetali prelevati al setaccio indicano un ampio assortimento d'essenze. Gli sfasciumi, principalmente di rovere, provengono in grande parte dal montaggio del legname da costruzione. La concentrazione di frammenti di legno a fibre sottili e di molteplici scarti ha permesso di localizzare almeno un'area destinata all'artigianato. La diversità delle specie, riconosciute partendo dai brandelli, è da associare a dei prelievi effettuati intenzionalmente sulle siepi e sugli arbusti al limite del bosco. Questi pezzi hanno potuto servire o come lettiera o come stabilizzatore di terreni inzuppati. Interpretati come residui di un focolare, i carboni trovati nei livelli d'occupazione appartengono alle stesse essenze del legname inferiore ai 50 cm di lunghezza, ciò che conferma un'attività di combustione.

Gli oggetti della vita quotidiana sono rappresentati da una vasta gamma di strumenti e d'utensili. Per la loro fabbricazione sono stati selezionati degli alberi secondo le loro proprietà fisiche e meccaniche, nonché la morfologia del tronco o dei rami. La ripartizione degli scarti testimonia una fabbricazione nel villaggio stesso e suggerisce la presenza

d'artigiani specializzati. Il cuneo è l'attrezzo maggiormente utilizzato sia per fendere la legna che per stabilizzare gli incastri. Contrariamente ad ogni attesa, gli strumenti agricoli sono rari. Il materiale domestico è rappresentato da una serie di recipienti. Questi ultimi offrono delle forme variate e sono intagliati in legno a fibratura diritta o composti da parti accomodate su un fondo comune. Una ventina di frammenti tessuti con ramaglie di ontano e di salice costituiscono l'insieme più importante in vimini trovato in contesto lacustre dopo quello rinvenuto a Auvernier-Nord. Lo studio tecnologico di questo reperto ha contribuito a definire i metodi principali di intreccio, adottati negli insediamenti lacustri durante la fase finale del Bronzo.

La ricostruzione della casa dell'età del Bronzo nel parco del Laténium è il risultato della nostra riflessione. Lo schema delle fondazioni, stabilito grazie allo studio dendrocronologico dei pali e l'analisi dei diversi elementi architettonici identificati nelle stazioni della riva nord del lago di Neuchâtel, costituisce una solida base per studiare l'elevazione delle abitazioni. Esso ci permette di proporre un modello dove la costruzione poggia su pali, il pavimento è sopraelevato e protetto da un tetto imponente. L'esecuzione di una capanna a grandezza reale ha potuto appurare i limiti delle soluzioni esposte nei modelli plastici.

Nello stesso modo la riproduzione delle tecniche d'acquisizione, di fabbricazione e d'ultimazione ha esaminato, da un altro punto di vista, le ipotesi stabilite partendo dall'osservazione delle tracce presenti sul materiale archeologico. Per quanto riguarda la preparazione del legno da costruzione, è stata preparata una riserva di 205 tavole grazie alla tecnica della spaccatura. Introducendo i pali con un movimento rotatorio per circa venti minuti, abbiamo verificato che le punte potevano scendere fino a 2 m di profondità. In un terreno mobile gli sforzi dovuti allo sfregamento agiscono sulla parte interrata del palo ed essi sono, in conseguenza, sufficientemente idonei per sopportare il peso della costruzione.

I pali e le assi orizzontali sono i principali elementi dell'intelaiatura e sono fissati grazie a dei tenoni e delle mortase. Centinaia di legature rafforzano questi incastri, assicurandone il mantenimento, così come quello dei pali rotondi disposti perpendicolarmente. Gli elementi dell'ossatura delimitano le porzioni della costruzione, caratterizzata da un tetto con una punta pronunciata, che raggiunge i 65 gradi. Per migliorare l'impermeabilità e per diminuire i costi dovuti alla manutenzione, la copertura dell'edificio è stata realizzata con delle cannuce di palude, anche se dei reperti archeologici dimostrano chiaramente che sono state adoperate pure delle tavole. Ad un fine sperimentale le pareti sono state o riempite con delle tavole introdotte nelle scanalature, oppure composte da una graticciata ricoperta da uno strato di argilla. Il pavimento è formato da diversi tipi di materiali ed è tappezzato da un sottile rivestimento di argilla, destinato ad accogliere due focolari.

Gli importanti deterioramenti osservati dopo qualche anno alla base dei pali, suscitano nuovi interrogativi sulla conservazione del legno da costruzione in ambiente umido.

*Traduzione: Aixa Andretta*

## Summary

This publication deals with the entire body of wooden finds from the Late Bronze Age site of Hauterive-Champréveyres on the north shore of Lake Neuchâtel. Four interrelating axes are discussed in this study, i. e. the site, its surroundings, the ligneous materials and finds as well as experimental archaeology. Thousands of vegetal remains were preserved in the waterlogged archaeological layers. They consist of piles, horizontal wood, waste material, macro-remains and wooden artefacts. The study is based on extensive sampling due to the considerable number of ligneous materials found. In addition, the fragile state of preservation of the finds necessitated fast and comprehensive documentation by means of analytical protocols that put emphasis on the technological aspect.

The spatial evolution of the village as well as the main sedimentological events in relation to the habitat were brought to light and dated by dendrochronological analyses of several thousand wood samples. The site was continuously occupied from approximately 1050 B.C. to 871 B.C., thus covering almost the entire second part of the Late Bronze Age. The best-preserved layers of anthropic origin can be grouped into two entities, the first of which (layers 5, 4 and 3) dates to 1054-1037 B.C. The second entity (layer 03) is dated between 996 B.C. and 977 B.C. In these layers the preservation of the organic remains bears witness to the influence of the lake. Moreover, the alternating phases of transgression and regression modified the spatial distribution of the sediments and reduced the original extent of the layers. The timbers sustained different types of physical and mechanical damage. Some of this was explained by a detailed study of modern-day lakeshore deposits.

Several features of the surroundings of the site, such as relief, altitude and soil types, were carefully studied in order to understand the possible geographical distribution of the main forest groups that thrived on the lower foothills of the Jura mountains during the Late Bronze Age. The location of the site of Hauterive-Champréveyres as well as the particular situation of its surroundings, i. e. wedged in between the lake and the mountains, had a significant impact on the supply of available building timber; it seems that the acquisition of this material was largely linked to the opening and management of agricultural surfaces. Apparently, the forests were less well developed in the immediate vicinity of the site. The sunny hillsides offered ideal conditions for the growth of oakwoods and the creation of new fields. The beechwoods growing on colder soils higher up seem to have been less interesting for exploitation, thus limiting the vertical extension of the site's territory and favouring its lateral development.

Analysis of the toolmarks observed on the building timbers bears witness to the technological knowledge of the Late Bronze Age craftsmen. The axe was the primary tool used for woodworking. In spite of its light weight, it is equally efficient for procuring ligneous materials as for their subsequent transformation. These activities leave characteristic toolmarks corresponding to the different stages of work such as splitting, shaping and joining. These techniques are described in detail and various groups of

materials are discussed. By means of this approach, it was possible to compare the archaeological data with the results obtained by experimentation.

Oak, the main component of the surrounding forests, was the wood predominantly used to make the piles. 7446 piles were found on the site of Hauterive/Champréveyres. Use of other species of wood, in particular those of the resinous kind, was rare (2%). Felling usually took place during autumn and winter. Eighty percent of all piles were dated by tree-ring analysis. Six groups, or felling phases, of different duration were defined as seen through several accumulations of dendrochronological dates. These phases correspond to the same number of periods of construction or renovation in the village.

The diameter of the samples usually represents the reference measurement. However, this approach has some serious limitations since the diameter values can not be used to separate the oak stands, whereas this is possible with the age of the trees obtained by the number of tree-rings. It was necessary to take many different variables into account and define the periods of forest regeneration in order to trace the chronological and dendrometrical evolution of the tree populations felled. Primeval forests with stems of considerable width were felled during the first phases. They were then gradually replaced by secondary populations with stems of various widths and building timbers were progressively harvested from these regenerated stands. The age of the trees felled subsequently became younger and their diameter was smaller.

The width of the logs determined the way they were worked. Those of less than 26 cm were left in their initial state, above this limit the degree of working increased according to the width of the logs. Split or resplit timbers were much more frequent during the early construction phases when bigger logs were available. The houses built with these timbers are part of the primary core of the village.

Abrasion marks of different dimensions were observed on the points of the piles. They were formed by two types of transport. The heaviest logs were moved from the felling site by means of a cart. The stump end was placed on the vehicle while the crown end dragged behind on the ground. The logs were then worked near the village and hauled one by one crown end down to the building site, causing slight damage to this part of the piles. The defects noted on the timbers originated prior to construction. Damage caused by xylophagous organisms might date to the time when the trees were still standing, to the period they were felled or even to when the timber was in storage. Classification of the different types of deterioration by felling phases shows only small variations for fungi; on the other hand, the number of timbers damaged by insects seems to have increased in time. This rise may be due to timber storage or it could also be a sign of environmental variations favourable to xylophagous insects.

The points of the piles were shaped from the crown end of the logs, whereas the stump end was used to fashion the joints. Several work stages, such as splitting and removal of big blocks of wood, preceded the actual shaping of the points. Their final form was obtained by juxtaposed facets. The length of the worked part was in proportion to the diameter of the pile and its architectural function deter-

mined how deep it had to be driven into the ground. Thus, the main supports of the structures built up to approximately 980 B.C. consisted of very large piles with long points. The foundation piles of the later periods were made of timbers of smaller diameters due to the environmental changes.

The remarkable discovery of zigzag-like grooves on certain piles helped to understand how they were driven into the ground. The technique consisted of lashing cross-pieces to the upper part and then forcing them into the ground by a semi-rotational motion. In some cases, a transverse element prevented them from sinking lower.

Several phenomena associated with wind and water had an influence on the piles after their assembly. For example, on the lakeside section of the site, "cone"-shaped features formed in the earth around the piles. Their sandy infilling diminished the original diameter of the wood by abrasion. The extreme angle of certain piles is evidence of how much strain was put on the foundations of the houses. In some cases, the severe elemental forces even caused them to break apart. Certain piles, albeit rarely supporting piles, were deliberately pulled out, thus leaving holes in the ground that gradually filled with sediment. The combined action of strong winds and erosion destroyed several series of medium-sized piles standing in the exposed littoral areas.

The ligneous materials unearthed in the archaeological layers were studied according to their technological characteristics. Many timbers played a significant part in the architecture of the houses. Planks and long piles were easy to recognize on the site. In other cases, the most reliable means of identification was the presence of joints. During the Late Bronze Age various techniques were used for joining the timbers in different manners (at right angles, slanting or side by side). Vegetal bindings were most frequently used as they are easy to make. Architectural elements were rarely found still joined together. One of the only cases observed is woven wattle; a group of eight panels made thereof was identified as the remains of a hurdle closed by means of a narrow gate. The surface of the structure measured approximately 4 m<sup>2</sup>.

The technological study is based on 9617 items unearthed in various layers and ranging from big timbers to the smallest of woodchips. In the higher, predominantly sandy-silty deposits, lake dynamics played an important part in the preservation and distribution of the ligneous materials and are also responsible for their size, which is often diminished by abrasion. The timbers found in these layers are the vestiges of building super-structures destroyed by lake transgressions, whereas small carbonized boards are remains of the house roofs.

A significant rise in the peripheral alterations, such as the absence of rind or the presence of galleries made by Trichoptera larvae, was observed in the layers more or less rich in organic material contemporary to the village, thus reflecting the transgression phases. Analysis of the horizontal wood found in these layers shows that 19 species were used, of which oak and beech are predominant (79 % in all). The distribution of the different species by layer and find category is too limited to detect very fine variations on the time scale. However, the results are significant enough to show that anthropic use modified the vegetational cover and that the clearing fronts shifted towards the beechwoods.

The horizontal wood was worked in an almost identical way as the piles, i. e. elements with a diameter of less than 10 cm were left unworked, whereas those of a diameter larger than 20 cm were systematically split into radial quarters or planks. Most of the measured lengths range from 50 cm to 2 metres. The high proportion of wood measuring less than 50 cm and the repetitive character of the splitting axes appears to indicate that this find category has a particular status. Most of the pieces are probably remains of firewood.

Numerous pieces of wood were studied in order to identify the working techniques and the original form of the timbers. Both the fashioning of the points of the piles as well as the making of moveable goods yield waste material which is easily identified. Secondarily split oaks were worked for building timber. Many scraps are the result of reworking of planks. They bear witness to the importance of these elements for the architecture of the structures.

A large variety of plant species was found by analyses of the botanical macro-remains extracted by sieving. Wooden chips, mostly of oak, were mainly produced during the final shaping stage of the construction timbers. A high amount of fine-grained woodchips and waste wood concentrated in one area was interpreted as being the remains of at least one workshop. The fact that a wide variety was found in the form of small pieces of twigs shows that these were intentionally cut from hedges and woodsides. These materials may have been used as litter or to stabilise wet surfaces in the village. Charcoal found in the layers contemporary to the village were interpreted as remains from hearths. They belong to the same plant species as the twigs, which further supports the idea that these were used as firewood.

The objects of daily use unearthed comprise a wide range of tools and implements. In these categories, the species of wood were chosen on account of their specific characteristics and the morphology of the trunk or branches. The spatial distribution of the ligneous waste proves that the artefacts were made on location, which also indirectly implies the presence of craftsmen in the village. Wedges are the most frequently found tools. They were used for splitting and for stabilising assembled joints. Surprisingly few agricultural implements were found. Domestic ware is accounted for by several types of vessels in various shapes and sizes. They were carved from straight-grained wood or made of several pieces fitted to a base. Some twenty woven fragments made of alder or willow account for one of the largest sets of basketwood ever unearthed on a lake-dwelling site, the largest being from the nearby site of Auvernier-Nord. The technological study of these finds helped describe the main basketry techniques in use during the Late Bronze Age.

The experimental reconstruction of a Bronze Age house in the archaeological park of the Laténium represents the final stage of this study. The foundation plans were established by the dendrochronological study of the piles and the precise examination of various architectural elements identified on the lake-dwelling sites on the north shore of Lake Neuchâtel. This research served as a solid basis for conjecture regarding the original superstructure of the dwellings, leading to the conclusion that the structures stood on piles and had a raised floor and an impressive roof. Construction of the life-size house was essential to verify in practice the

limits of the solutions developed in theory on plans and by means of the scale model.

In the same manner, the reproduction of the techniques of procurement, fabrication and assembly of the materials helped evaluate the accuracy of the underlying assumptions formulated through the observation of toolmarks on the archaeological finds. A stock of 205 planks was made by splitting during the course of the preparation of the timbers. The experimental reconstruction proved that it is possible to drive the piles more than two metres into the ground in less than twenty minutes by rotation. In loose deposits, the forces of the surrounding sediment are strong enough to stabilise the piles so that they can carry the weight of the construction.

The piles and horizontal timbers which represent the main elements of the frame are held together by tenons and mortises. These joints are secured by hundreds of ligatures that also hold notched pieces and cross-wise arranged round timbers in place. The framework defines the size of the house and the roof has a very sharp angle of almost 65 degrees. Even though the archaeological remains clearly show that originally small resplit boards were used to cover the roofs, reed was chosen for the reconstruction in order to improve the waterproofing of the house, thus lowering maintenance costs. The walls are made of boards slid into place in grooves. For experimental reasons they are positioned next to walls made of woven wattle covered in clay. The floor is made of various materials; in one area it is covered by a thin layer of clay on which two hearths have been built.

Severe damage was noted on the bases of the piles after a few years. The specific location of the damage gave rise to the question of preservation of construction timbers in a lakeshore environment.

*Translation: Jeannette Kraese*