

**Zeitschrift:** Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte =  
Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizzera d'arte e  
d'archeologia = Journal of Swiss archeology and art history

**Herausgeber:** Schweizerisches Nationalmuseum

**Band:** 58 (2001)

**Heft:** 1: Experimentelle Archäologie im 3. Jahrtausend nach Christus

**Artikel:** Quelques réflexions à propos d'un projet d'archéologie expérimentale :  
la construction d'Altaripa, réplique d'un chaland gallo-romain découvert  
à Bevaix (NE)

**Autor:** Arnold, Béat

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-169608>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# Quelques réflexions à propos d'un projet d'archéologie expérimentale: la construction d'*Altaripa*, réplique d'un chaland gallo-romain découvert à Bevaix (NE)

par BÉAT ARNOLD

La construction d'une réplique, d'une copie à l'identique du chaland gallo-romain du 2<sup>e</sup> siècle après J.-C. découvert dans la baie de Bevaix constitue une suite logique de la fouille, de l'analyse, de la conservation et de la publication des recherches relatives à ce vestige archéologique remarquable. Une première série de publications avait suivi de peu la fouille,<sup>1</sup> permettant d'incorporer ce bateau dans la réflexion générale sur l'évolution de l'architecture navale européenne; elle fut complétée par des études plus pointues portant, par exemple, sur certains traits spécifiques, telle la problématique du calfatage.<sup>2</sup> Enfin, l'analyse détaillée réalisée en laboratoire parallèlement aux opérations de restauration<sup>3</sup> permet d'acquérir des données concernant la technologie du bois, l'outillage utilisé, le forgeage des clous, observations qui débouchèrent sur la publication d'une monographie.<sup>4</sup> Ces travaux ont d'ailleurs largement bénéficié d'un environnement particulièrement dynamique, avec le lancement de la revue «The International Journal of Nautical Archaeology» (IJNA) en 1972 et la tenue, dès 1976 puis tous les trois ans, des «International Symposiums on Boat and Ship Archaeology» (ISBSA).

Notre réflexion se devait de progresser, par exemple en s'appuyant, à l'instar de nos collègues scandinaves, sur des projets d'archéologie expérimentale. Ces derniers se différencient fondamentalement des animations (qui recueillent par ailleurs un succès de plus en plus vif auprès du grand public), car ils exigent une définition préalable précise des objectifs visés, ainsi qu'une grande rigueur dans l'observation et l'enregistrement des données. Ils doivent également faire l'objet de publications si l'on veut stimuler la recherche. Parfois, ils peuvent même déboucher sur l'élaboration de nouveaux concepts ou sur l'établissement d'un inventaire de questions auquel il faudra confronter les prochaines découvertes.

Dans le cas particulier, il aura fallu attendre une dizaine d'années avant que l'opportunité financière se présente pour réaliser *Altaripa*; cette période fut mise à profit pour évaluer la faisabilité du projet en repérant et en réservant des chênes suffisamment grands dans les forêts neuchâtoises, en essayant de résoudre la problématique du forgeage à l'identique des grands clous assurant la cohésion de l'embarcation. La monographie relative à cette expérience a déjà été publiée,<sup>5</sup> enrichie de plus de 200 clichés en couleurs. Notre propos ne consiste donc pas à en donner ici un résumé, mais nous chercherons plutôt à mettre en lumière

quelques éléments particuliers, et développer un certain nombre de réflexions induites par cette opération.

La démarche relative à une embarcation peut fondamentalement être subdivisée en deux phases: sa construction (fig. 1) et son utilisation. Si pour la première (la seule actuellement concrétisée), les données archéologiques sont



Fig. 1 *Altaripa*: réplique d'un chaland gallo-romain découvert à Bevaix pendant son assemblage.

nombreuses, la seconde restera souvent sujette à caution en raison de l'absence quasi complète d'éléments concrets. Pour la première phase, la situation résultant de l'analyse de l'artefact était optimale. L'un des buts essentiels consistait donc à préciser, à définir plus avant les différentes étapes qui relient la matière première au produit fini, c'est-à-dire la chaîne opératoire. Ici, les erreurs d'interprétation étaient rapidement manifestes et, plus les problèmes s'ac-

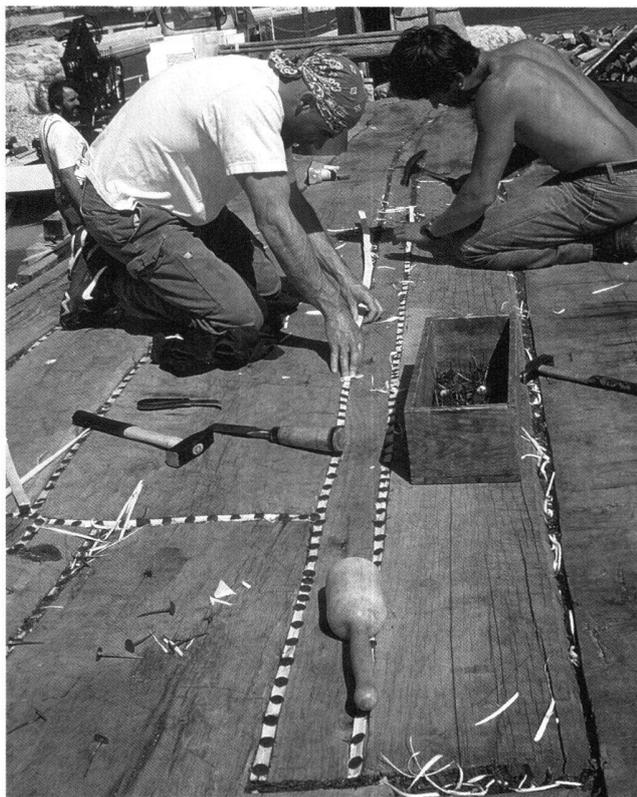


Fig. 2 Calfatage à base de mousse: cette dernière est recouverte par une latte de saule maintenue par des milliers de petits clous à large tête.

cumulaient, plus nous pouvions affiner notre approche. Enfin, nous avons choisi de ne pas intervenir personnellement durant les opérations de façonnage et d'assemblage, mais de procéder à une observation quotidienne du chantier, de vérifier le strict parallélisme entre l'objet archéologique et le travail réalisé ; une option rendue possible grâce à une direction exemplaire du travail de terrain par J.-D. Renaud.

### *Un calfatage à base de mousse*

L'une des difficultés à surmonter consistait évidemment à maîtriser le calfatage à base de mousse. Ce dernier était composé d'une ficelle recouverte de trois couches de mousse, elles-mêmes protégées par une latte de saule maintenue par des milliers de petits clous à large tête. Les analyses botaniques permirent d'identifier l'espèce de mousse utilisée: *Neckera crispa*. Sa préparation et sa mise en place dans les coutures (les joints présents entre les planches, les bordages de la coque) n'ont pas posé de problèmes (fig. 2), contre toute attente, grâce aux renseignements recueillis auprès d'un ancien charpentier de la Saône qui avait encore eu l'occasion de pratiquer des réparations de quelques vieux chalands selon cette technique lors de son apprentissage.

En revanche, l'analyse de la ficelle s'est révélée plus hasardeuse: elle ne put dépasser la précision «tige de graminée». Nous avons donc finalement retenu une ficelle confectionnée à l'aide de lin; grave erreur: une année plus tard, cette dernière était décomposée dans les œuvres vives. Cette situation, aggravée par l'élargissement des coutures, nous contraignit à refaire la moitié du calfatage. Cette fois-ci, de la classique cordelette en chanvre suiffée fut utilisée. Pour l'heure, il nous faut admettre que la problématique de la cordelette n'a pas encore été entièrement résolue, en partie il est vrai en raison du manque de précision des données archéologiques.

### *Sciage de long: technologie nouvelle, concepts anciens*

Le débitage manuel des grandes grumes de chêne par sciage de long fut une opération particulièrement pénible, mais riche en enseignements. Elle permet de préciser que l'on n'avait pas pu recourir à une scie à cadre, à cause du diamètre trop important de la grume, mais à un cran. Ce dernier est constitué par une grande lame, suffisamment épaisse pour être autoportante, munie d'une poignée à chaque extrémité (fig. 3).

En principe, le débitage des grandes grumes se fait systématiquement au moyen d'un débit sur dosses, c'est-à-dire que l'on abat deux faces opposées d'une grume afin d'aménager deux surfaces planes parallèles (fig. 4). Cette méthode permet d'obtenir des planches de qualité, de dimensions égales et dépourvues d'aubier (partie vivante du bois, présente à la périphérie du tronc, mais de moindre qualité que celle, morte, située au centre). En optant pour un débit en plot ou tout-venant, c'est-à-dire sans abattre au préalable deux dosses, l'épaisseur à traverser augmente en moyenne d'un tiers, ce qui entraîne un accroissement proportionnel de l'effort, voire plus important encore en raison des nouvelles forces de frottement induites par la lame. Ce procédé livre certes des planches un peu plus larges, mais au prix de quels efforts, et de plus elles sont caractérisées par un bord irrégulier encore muni de tout l'aubier.

En fait, nous avons respecté deux principes essentiels lors du façonnage des éléments constituant le chaland de Bevaix :

- les pièces ont été obtenues par réduction, par sculpture dans une volumineuse masse de bois ;
- nous avons systématiquement essayé de conserver les dimensions maximales des principales pièces brutes.



Fig. 3 Sciage de long à l'aide d'un cran.

C'est ainsi que s'explique la présence, sur le chaland gallo-romain de Bevaix, de planches très étroites (10 cm et moins), à côté de bordages larges de 60 cm. Leur petite taille dépend en réalité directement de la forme irrégulière des grandes pièces auxquelles elles sont associées. Fondamentalement, tout le travail pourrait être basé sur des grumes entières ou fendues longitudinalement en deux.

Certes, le sciage de long est employé intensivement, mais le concept de base demeure identique à celui observé sur les bateaux de l'âge du Bronze découverts en Angleterre (North-Ferriby 1-1937, Brigg 1888 et probablement Douvres 1992), à savoir une demi-grume dans laquelle on taille par réduction une planche aussi large que faire se peut. Bien que la technique du sciage ait été appliquée de

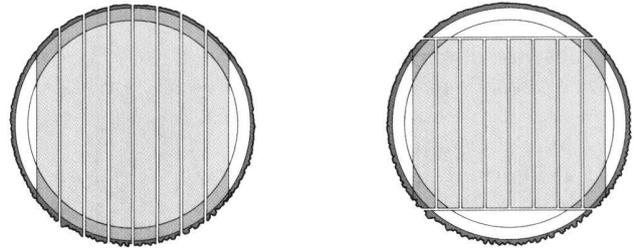


Fig. 4 Principe du débit sur plot ou tout-venant (à gauche) et sur dosses (à droite).

manière intensive, on peut néanmoins en conclure qu'elle n'avait pas été véritablement assimilée par les charpentiers helvètes dans le cas précis.

#### *La réplique coule!*

Surprise: quelques mois après le lancement, la réplique est retrouvée au fond du port-canal qui l'abrite. Que s'est-il passé? et pourquoi?

Les sources historiques précisent que les bois utilisés pour la batellerie étaient employés sans séchage préalable. Nous avons donc immergé les planches au fur et à mesure qu'elles étaient sciées, afin de respecter cet aspect du travail. Si nous n'avons guère rencontré de problèmes avec la partie immergée du fond, les coutures situées au-dessus de la ligne de flottaison se sont élargies de près de 1-2 cm, à cause du retrait par séchage des planches larges de 60 cm. Conclusion: absence de séchage ne signifie pas saturation en eau, mais absence d'un stockage prolongé des pièces débitées. Cela met également en relief les problèmes qui peuvent exister au niveau des coutures du fond entre la partie émergée et celle restant en permanence immergée. C'est peut-être aussi pour cela que les coutures présentes sur les levées du fond des chalands gallo-romains découverts à Xanten, sur le Rhin, sont recouvertes par un palâtre, constitué par une bande métallique.

Les problèmes que nous avons rencontrés devaient être identiques dans l'antiquité, raison pour laquelle les chalands gallo-romains de Zwammerdam, dans le delta du Rhin, avaient peut-être leur fond assemblé à franc-bord et

leurs flancs à clin. Cette technique perdura plus d'un millénaire, puisque c'est encore sur ce principe que fut, par exemple, réalisé vers 1380 la coque découverte à Brême. En effet, en reliant entre eux les bordages disposés à clin à l'aide de clous, chevilles ou rivets, les retraits du bois résultant des variations du taux d'humidité sont substantiellement réduits, et ne s'exercent plus directement sur le calfatage.

#### *Solution minimale*

En l'absence de témoins archéologiques, par exemple le haut de la coque de Bevaix, nous avons systématiquement opté pour une solution minimale. Au cas où cette dernière se serait révélée insuffisante, il se serait toujours avéré possible d'ajouter des éléments de consolidation. On saurait dans cette mesure pourquoi il fallait les poser, et apprécier les améliorations ainsi obtenues. C'est ainsi qu'il a fallu adjoindre, une année après le lancement, une planche supplémentaire ceinturant le haut des flancs par l'extérieur, à l'image des embarcations de Zwammerdam, car la rigidité longitudinale d'*Altaripa* était insuffisante; le résultat fut des plus satisfaisants.

#### *Altaripa en chiffres*

La réalisation d'*Altaripa* a nécessité huit mois de travail à une équipe de six personnes pour récolter la matière première (1 mois), la transformer (4 mois) et assembler le chaland (3 mois). Quant aux coûts engendrés par cette opération (comprenant également l'aménagement du chantier naval), ils se sont élevés à quelque 180 000.- CHF, sans prendre en considération le volet salarial.

En tout, 64,8 t de bois ont été destinées à la construction du bateau, qui ne pesait plus que 7 t lors de sa mise à l'eau. Il s'agit d'un chaland long de 20 m, large de 2,9 m et haut de 0,9 m (fig. 5). Les chênes utilisés pour les bordages étaient âgés de 270 à 320 ans, ceux pour la membrure de 120 à 170

ans. Pour la membrure, il a fallu abattre 80 m<sup>3</sup> de bois sur pied, dont on a prélevé 24 m<sup>3</sup> de matière brute (26,4 t) qui fut amenée sur le chantier; après dégrossissage par sciage de l'élément horizontal de la courbe, le poids a chuté à 6,5 t, puis à 2 t au terme du façonnage final.

La membrure a été fixée au moyen de 800 clous de liaison de 180 g, confectionnés en trois temps: mise en forme de la tige (30 pièces/jour), martelage de la tête (60-90 pièces/jour) et affinage de la pointe (140 pièces/jour).

Pour les 163 m de couture, 41-42 kg de mousse sèche ont été utilisés ainsi que 4100 clous, forgés au rythme de 150 pièces/jour; enfin, 315 clous supplémentaires ont été nécessaires pour maintenir le calfatage des défauts du bois.

#### *De l'âge du Bronze à l'âge du Fer*

L'une des conséquences les plus intéressantes de la construction d'*Altaripa* aura indubitablement consisté dans la prise de conscience des similitudes de façonnage du bois avec les concepts de l'âge du Bronze: le chaland de Bevaix apparaît, dans ce contexte, comme une réalisation «archaïque». Une telle constatation a évidemment entraîné une réflexion sur les changements qui se sont déroulés à l'âge du Fer pour aboutir aux embarcations gallo-romaines,<sup>6</sup> réflexion d'autant plus intéressante que nous ne connaissons, à l'heure actuelle, aucune embarcation de l'âge du Fer dans le monde celtique (à l'exception, bien entendu, des pirogues monoxyles).

Sur les bateaux de l'âge du Bronze découverts en Angleterre, les problèmes posés par la rigidité transversale n'ont pas été résolus par l'utilisation d'une vraie membrure, mais par l'adaptation des techniques d'assemblage en usage à cette époque, à savoir les liaisons directes de type mortaise/tenon. Dans cette optique, des protubérances de grandes dimensions sont réservées lors du façonnage sur la face supérieure de chaque planche, bien qu'elles alourdissent substantiellement la structure des bordages. Elles sont disposées sur des rangées perpendiculaires à l'axe du

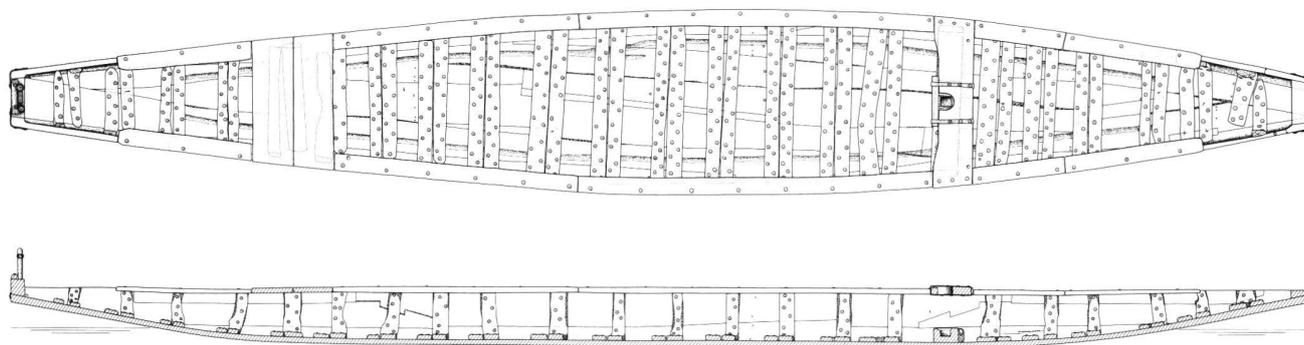


Fig. 5 *Altaripa*, au moment de son lancement.

bateau et percées d'une grosse mortaise afin d'être reliées par une clé (c'est-à-dire une pièce de bois chassée au travers d'une série de mortaises). Cette méthode n'est évidemment pas optimale, puisqu'il faut démonter le fond pour remplacer une clé et qu'il n'est plus possible de procéder à une réparation de même nature en cas de rupture des protubérances mortaisées. Cette situation a déjà été améliorée sur le bateau de l'âge du Fer de Hjortspring, découvert en 1921 au Danemark, où la membrure est ligaturée à des protubérances mortaisées de dimensions beaucoup plus modestes, reportant le point faible au niveau des liens.

Dans ce contexte, grâce aux innombrables ligatures reliant chaque bordage à ses voisins, la coque des embarcations de l'âge du Bronze constitue un tout, une unité. L'abandon de cet assemblage direct par ligature des bor-

dages entre eux, sans qu'il soit remplacé par une méthode équivalente (par exemple celle d'un réseau de languettes-mortaises-chevilles, à l'image de la construction navale méditerranéenne; du plaquage de tenons en queue d'aronde dans l'Égypte pharaonique; du rivetage des bordages posés à clin dans le domaine scandinave, etc.), a certainement été l'une, voire la principale spécificité propre à la tradition navale celtique, entraînant même le développement de nouveaux concepts de construction. Cet abandon a dû être compensé par le recours à une vraie membrure, puissante, fixée au bordé au moyen de centaines de clous de fort gabarit et le recours à un véritable calfatage dont la matière de base, à savoir la mousse, est restée identique à celle que l'on utilisait auparavant dans les rouleaux d'étanchéité, et dont l'usage perdurera jusqu'au début du 20<sup>e</sup> siècle.

#### NOTES

- <sup>1</sup> BÉAT ARNOLD, *La barque gallo-romaine de la baie de Bevaix (lac de Neuchâtel, Suisse)*, in: Cahiers d'archéologie subaquatique 3, 1974, pp. 133-150. – BÉAT ARNOLD, *The Gallo-Roman boat from the Bay of Bevaix, Lake Neuchâtel. Switzerland*, in: The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration 4/1, 1975, pp. 123-126. – MICHEL EGLOFF, *La barque de Bevaix, épave gallo-romaine du lac de Neuchâtel*, in: Helvetia archaeologica 5, n° 19/20, 1974, pp. 82-91.
- <sup>2</sup> BÉAT ARNOLD, *Some remarks on caulking in Celtic boat construction and its evolution in areas lying northwest of the Alpine arc*, in: The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration, 6/4, 1977, pp. 293-297.
- <sup>3</sup> JEAN-DANIEL RENAUD, *Barque gallo-romaine de Bevaix : premiers résultats du moulage intégral d'un bateau long de 20 m*, in: Helvetia archaeologica 20, n° 77, 1989, pp. 29-37.
- <sup>4</sup> BÉAT ARNOLD, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, tome 1 et 2 (= Archéologie neuchâteloise 12 et 13), Saint-Blaise 1992.
- <sup>5</sup> BÉAT ARNOLD, *Altaripa : archéologie expérimentale et architecture navale gallo-romaine* (= Archéologie neuchâteloise, 25), Neuchâtel 1999.
- <sup>6</sup> BÉAT ARNOLD, *Embarcations romano-celtiques et construction sur sole*, in: E. RIETH (éd.), *Concevoir et construire des navires. De la trière au picoteux* (= Technologies/Idéologie/Pratiques, 13/1), Ramonville Saint-Agne 1998, pp. 73-90. – BÉAT ARNOLD, *Some remarks on Romano-Celtic boat construction and Bronze Age wood technology*, in: The International Journal of Nautical Archaeology 28/1, 1999, pp. 34-44.

#### PROVENANCE DES ILLUSTRATIONS:

Fig. 1-5: Yves André, Patrick Roeschli et l'auteur.

## RÉSUMÉ

La construction d'une réplique appelée *Altaripa*, copie à l'identique du chaland gallo-romain du 2<sup>e</sup> siècle après J.-C. découvert dans la baie de Bevaix, constitue une suite logique à la fouille, à l'analyse, à la conservation puis à la publication des recherches relatives à ce remarquable vestige archéologique. La réalisation de cette embarcation a demandé huit mois de travail à une équipe de six personnes pour récolter la matière première (1 mois), la transformer (4 mois) et assembler le chaland (3 mois). En tout, 64,8 t de bois ont été utilisées à la construction de ce bateau long de 20 m, large de 2,9 m et haut de 0,9 m, qui ne pesait plus que 7 t lors de sa mise à l'eau. Parmi les conséquences les plus intéressantes de cette opération, il faut citer la prise de conscience de l'originalité de l'architecture navale celtique, mais également la mise en évidence des similitudes dans le façonnage du bois par rapport aux concepts hérités de l'âge du Bronze.

## RIASSUNTO

La costruzione di una replica denominata *Altaripa*, copia identica della chiatta gallo-romana del II<sup>o</sup> secolo d. C. scoperta nella baia di Bevaix, costituisce un seguito logico agli scavi, all'analisi, alla conservazione e, infine, alla pubblicazione delle ricerche concernenti questo notevole reperto archeologico. La realizzazione dell'imbarcazione ha richiesto otto mesi di lavoro a un gruppo di sei persone per raccogliere il legname (un mese), per lavorarlo (quattro mesi) e per costruire la chiatta (tre mesi). Sono state utilizzate in tutto 64,8 t di legname per costruire una barca lunga 20 m, larga 2,9 m e alta 0,9 m, che al momento del varo pesava soltanto 7 t. Fra gli aspetti più interessanti di quest'operazione, va citata la presa di coscienza dell'originalità dell'architettura navale celtica, ma anche il rilevamento di similitudini nel modo di lavorare il legname in rapporto ai concetti ereditati dall'età del bronzo.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der unter dem Namen «Altaripa» realisierte Nachbau des gallo-römischen Lastkahns aus dem 2. nachchristlichen Jahrhundert, der in der Bucht von Bevaix im Neuenburgersee gehoben worden war, folgt als logischer Schlusspunkt auf die Ausgrabung, die Untersuchung und Konservierung dieses bedeutenden archäologischen Fundes und auf die Publikation der Forschungsergebnisse. Eine Gruppe von sechs Personen arbeitete während acht Monaten am Bau des Bootes: Ein Monat war erforderlich für das Bereitstellen des Baumaterials, vier Monate dauerte die Verarbeitung der Einzelteile und drei Monate der eigentliche Zusammenbau des Schiffes. Insgesamt wurden 64,5 t Material für den Bau des 20 m langen und 2,9 m breiten Bootes verwendet, das schliesslich beim Stapellauf nur noch 7 t wog. Zu den interessantesten Erkenntnissen des Projektes gehören der Einblick in die Originalität des keltischen Schiffsbaues, aber auch die Feststellung, dass die Holzverarbeitung der Kelten grosse Ähnlichkeit mit jener ihrer bronzezeitlichen Vorfahren aufweist.

## SUMMARY

The "Altaripa", the reconstruction of a Gallo-Roman barge from the second century A.D., which was recovered in the bay of Bevaix in the Lake of Neuchâtel, is a logical consequence of the excavation, investigation and conservation of this important archaeological find and the resulting publication of scientific findings. It took a team of six people eight months to complete the reconstruction. One month was required to prepare the building materials, four months to produce the parts, and three months to actually build the boat. Some 64.5 tonnes of material went into the making of the boat, which is 20 metres long and 2.9 metres wide. The barge itself weighed only seven tonnes when it was launched. Work on this project not only revealed the originality of Celtic shipbuilding but also a great similarity between the woodworking crafts of the Celts and those of their Bronze Age ancestors.