

La chaîne à godets de Barzan (Charente-Maritime) : Modélisation des structures

Sophie Coadic, Loïc Espinasse

▶ **To cite this version:**

Sophie Coadic, Loïc Espinasse. La chaîne à godets de Barzan (Charente-Maritime) : Modélisation des structures. Virtual Retrospect 2003, Nov 2003, Biarritz, France. pp.24-27. hal-01741025

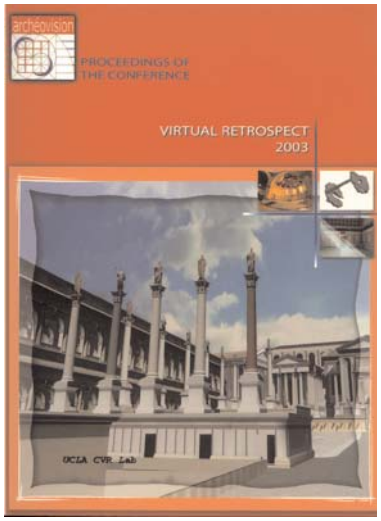
HAL Id: hal-01741025
https://hal.science/hal-01741025

Submitted on 22 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Version en ligne



Vergnieux R. et Delevoie C., éd. (2004), Actes du Colloque Virtual Retrospect 2003, *Archéovision 1*, Editions Ausonius, Bordeaux

Tiré-à-part des Actes du colloque
Virtual Retrospect 2003

Biarritz (France) 6 et 7 novembre 2003

S. Coadic, L. Espinasse

The Bucket Chain of Barzan (Charente-Maritime): Mechanical Engineering pp.24-27

Conditions d'utilisation :
l'utilisation du contenu de ces pages est limitée à un usage personnel et non commercial.
Tout autre utilisation est soumise à une autorisation préalable.
Contact : virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr

http://archeovision.cnrs.fr

LA CHAÎNE A GgodETS DE BARZAN (CHARENTE-MARITIME) : MODÉLISATION DES STRUCTURES

S. Coadic, L. Espinasse

AUSONIUS (UMR 5607 du CNRS)
Université Michel de Montaigne
33607 Pessac Cedex
scoadic@netcourrier.com
loic.espinasse@free.fr

Abstract : The study of the bucket chain of Barzan has helped underline the importance of 3D image-capturing by laser scanner for scientific studies. This approach has brought to light the complementarity of the latest computer technologies with the "traditional" methods in archeology.

Key words : 3D imaging – bucket chain – archaeology – reconstitution – laser scanner.

Résumé : L'étude de la chaîne à godets de Barzan a permis de souligner l'intérêt de la numérisation 3D par scanner laser dans la démarche scientifique. Cette approche a montré la complémentarité des nouvelles techniques informatiques avec les méthodes "traditionnelles" en archéologie.

Mots Clés : Numérisation 3D – chaîne à godets – archéologie – reconstitution – scanner laser.

Le bâtiment thermal de Barzan (Charente-Maritime) a fait l'objet d'une fouille programmée de 1998 à 2002, sous la direction d'A. Bouet, dans le cadre d'un chantier école de l'Université Bordeaux 3 – Michel de Montaigne [1]. La réponse à la question de l'alimentation en eau des thermes a été apportée avec la mise au jour, au cours de la campagne de l'année 2000, d'un puits d'une taille particulièrement importante, taillé dans le substrat rocheux (calcaire), dans une pièce de service au sud-est de l'édifice [2]. D'une surface de 13,11 m^2 (soit un peu plus de 4 m sur 3), il atteint une profondeur de 16 m. Ce sont ses dimensions qui laissent penser que seule est envisageable l'hypothèse d'une chaîne à godets. Dans le principe, il s'agirait d'une série de seaux, attachés les uns aux autres en une boucle sans fin plongeant dans l'eau et entraînés par une roue motrice verticale ou horizontale. L'effondrement du système dans le puits et la présence de la nappe phréatique ont permis la conservation d'une quantité importante d'éléments en bois sur une épaisseur d'un mètre cinquante. La putrescibilité du matériau explique le caractère exceptionnel de la découverte. Des éléments ligneux ayant appartenus à ce type de système d'élévation d'eau ne sont connus actuellement qu'à Cosa (Italie) [3] et à Londres (Grande-Bretagne) [4]. Cependant, les vestiges découverts à Barzan semblent provenir d'une machine particulièrement complexe et qui ne connaît pas aujourd'hui d'équivalent dans le monde romain.

Dès le travail sur le terrain, les données ont été enregistrées de façon à pouvoir replacer chaque pièce dans son contexte au fond du puits. La fouille s'est effectuée à la main, sans outil métallique, afin d'éviter toute détérioration pour que toute trace ne soit attribuable qu'au fonctionnement de la machine. L'emplacement des pièces a été relevé suivant deux techniques. Celles dont la taille est la plus importante ont été triangulées par rapport à deux angles du puits. Toutes les autres sont connues par quadrillage (la surface est partagée en carrés d'un mètre de côté à partir de l'angle sud-est). Chaque pièce a également été repérée par rapport au niveau 0 NGF.

Tout ceci a été effectué en vue de permettre une restitution du mode de comblement du puits et faciliter ainsi celle de la machine.
Après un premier tri visant à séparer les éléments appartenant au système de ceux qui lui étaient sans doute étrangers (poutres de charpente, petit mobilier), l'étude des bois a été réalisée suivant plusieurs axes de recherches. Parallèlement à un travail d'enregistrement des données (description des pièces, détermination des essences utilisées, dessin des pièces les plus importantes [5]), des datations dendrochronologiques ont pu être proposées. Celles-ci montrent que la machine aurait fonctionné dans la deuxième moitié du IIe siècle p.C. [6].
L'ensemble de ce travail a permis de distinguer plusieurs lots, regroupant des pièces identiques. Pour certaines, on peut affirmer qu'il s'agit d'éclats de rouages, qu'il est même parfois possible de remonter, mais il est encore difficile de se prononcer sur la fonction de beaucoup de ces éléments.
La mise en place d'une chaîne à godets se fonde sur le recours à la roue. La présence de rouages dans le sédiment n'est donc pas surprenante. Une des pièces majeures consiste en un tambour. Il était constitué de deux roues dentées monoxyles, en chêne (*Quercus* sp.) (fig. 1).
Entre les dents étaient maintenues de longues planches, en

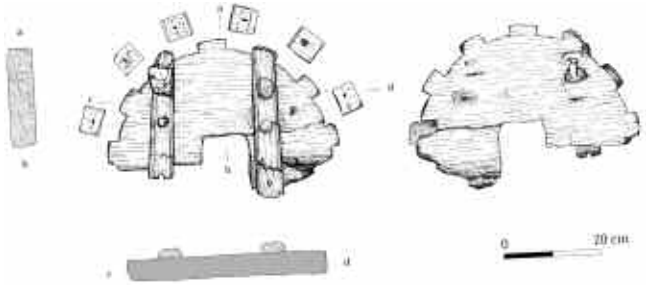


Fig. 1 : Demi-roue dentée [5].

chêne également. L'ensemble était fixé sur un axe long de 2 m. D'autres rouages, relativement complexes, ont été également identifiés. Deux pièces de bois, taillées en arc de cercle, sont fixées l'une contre l'autre et maintiennent des rayons cylindriques, en fruitiers, dans des mortaises rectangulaires. Les rayons dépassent de la jante d'une vingtaine de centimètres.
A ceci s'ajoutent des bois dont la conception est totalement inédite dans le monde romain et qu'il est encore difficile d'interpréter. Leur présence au sein de la machine est déduite de leur fabrication en série. Il s'agit par exemple de pièces dites "en U", longues d'une trentaine de centimètres et dont une extrémité est faite de deux avancées parallèles, d'une quinzaine de centimètres, séparées par une mortaise semi-circulaire. Il en existe environ vingt, toutes presque identiques. De même, une cinquantaine de pièces ont été conçues sur le même principe : elles sont cylindriques et une extrémité, longue d'une dizaine de centimètres est plus large que le corps de la pièce, alors que l'autre est munie d'un tenon. Au sein de cette catégorie, cinq sous-familles ont pu être distinguées, notamment selon des critères de taille et d'essence. Enfin, vingt-huit petites planches d'une dizaine de centimètres de longs et munies d'une mortaise semi-circulaire à chaque extrémité ont été découvertes.
L'hypothèse de restitution actuellement envisagée se fonde sur la présence d'engrenages à renvoi d'angle et d'un manège. La machine serait alors d'une conception assez complexe, témoignant d'une maîtrise technique avancée dans le domaine des systèmes d'élévation d'eau. Cependant, la faible épaisseur de tous les éléments recensés tend à laisser penser que les quantités d'eau élevées étaient beaucoup plus faibles que ce qui est envisagé à Londres, par exemple.
Le caractère exceptionnel de cette découverte ainsi que les différents problèmes de manipulations cités précédemment ont entraîné l'appel à la numérisation 3D. Cette numérisation 3D des éléments caractéristiques, les nombreux fragments de petite taille ayant été mis de côté, a été réalisée grâce à un scanner laser Minolta VI-910 dans le cadre de la plateforme technologique 3D du CNRS de l'Institut Ausonius, Archéovision.
La précision (Z), la résolution (X, Y) et la définition (texture) vont varier en fonction de trois paramètres : l'objectif, la distance de numérisation et la couleur de l'objet.
Dans ce cas, le principal problème venait de la couleur sombre caractérisant les pièces de bois. Le scanner n'étant pas en mesure d'acquérir la géométrie dans un mode de fonctionnement idéal, c'est-à-dire avec une puissance d'émission laser faible (fig. 2), il été nécessaire d'augmenter cette puissance afin de numériser le maximum d'informations de géométrie (fig. 3).

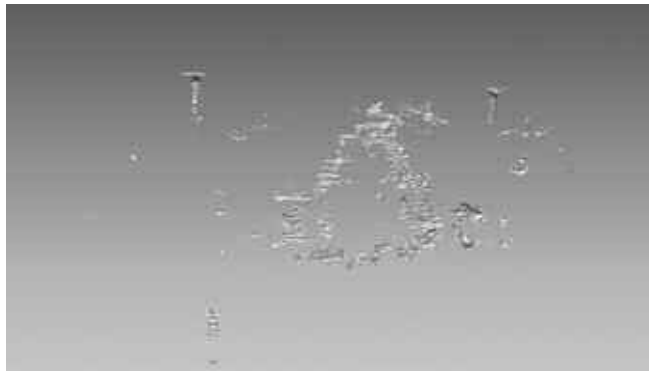


Fig. 2 : Numérisation des bois à puissance laser faible.

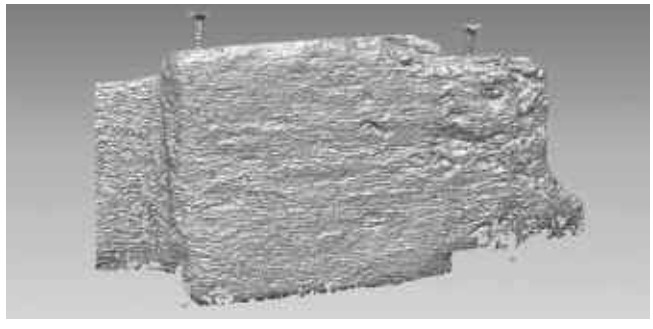


Fig. 3 : Numérisation des bois à puissance laser élevée.

L'augmentation du bruit de fond étant proportionnel à l'augmentation du gain du laser, il était important de trouver le juste milieu entre quantité d'acquisition et qualité de l'acquisition (fig. 4).

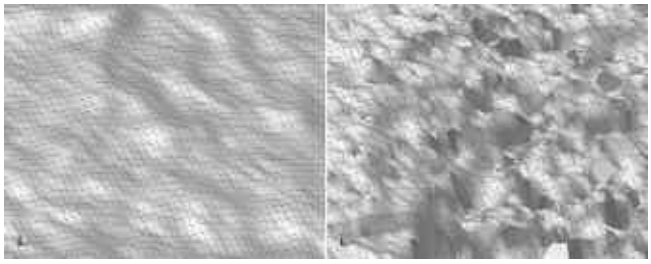


Fig. 4 : Rapport puissance laser/bruit de fond.
A gauche puissance laser=9, à droite puissance laser=80.

La faible définition des textures issues du scanner laser (640 x 480) ne permettant pas de conserver une information fiable sur la nature des matériaux, ces dernières furent remplacées par une couleur arbitraire (gris sombre) (fig. 5).

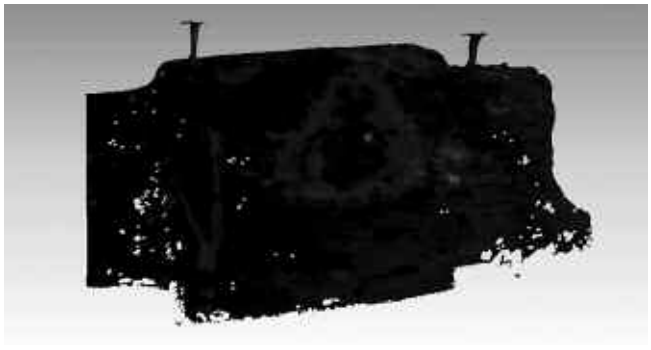


Fig. 5 : Exemple d'une texture de bois issue du scanner.

Les apports de cette méthode aux méthodes "traditionnelles" d'investigation en archéologie vont être multiples.
Comme nous l'avons vu précédemment, la nature de ces pièces et leur fragilité excluant toute manipulation, il était nécessaire de trouver une solution de visualisation. Pour cela, une base de données rassemblant toutes les informations (noms, dimensions, emplacement, nature du bois, hypothèse de placement) associées à une pièce manipulable en 3D [7] a été mise en place. Cette base de donnée sera prochainement mise en ligne sur Internet et permettra ainsi une accessibilité et un partage des informations.
La précision de la numérisation (environs 0,17 mm) permet également une prise de mesure pointue sur le modèle 3D. Cette prise de mesure ne s'effectuant actuellement que sur des logiciels de modélisation (3dsmax) (fig. 6), il est à l'étude un format de fichier permettant ces mesures directement sur le modèle géométrique situé dans la base de donnée.
Un autre apport important de la numérisation va être celui de la reconstitution.
La mise en place et la vérification d'hypothèses va être possible sans toucher aux pièces originales. Ainsi, l'hypothèse d'un tambour a pu être vérifiée et visualisée grâce à cette méthode. Partant de quatre demi roues, il a été possible de définir l'assemblage des deux roues principales (fig. 7 & 8).

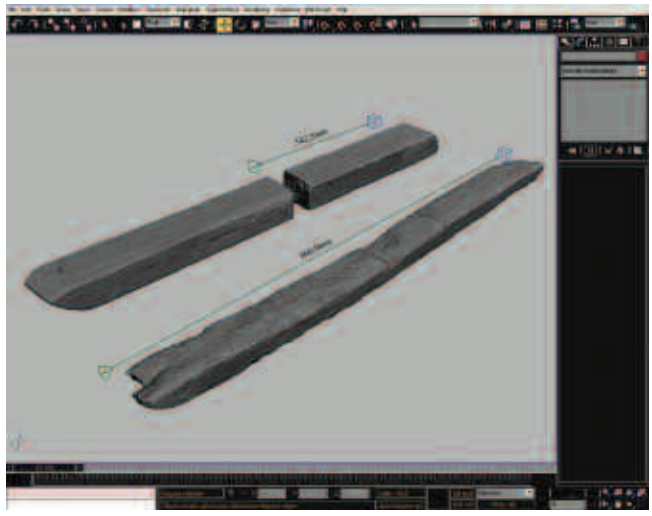


Fig. 6 : Exemple de prises de mesures dans 3dsmax.

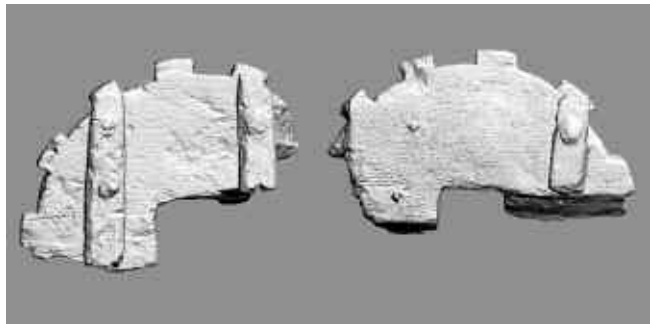


Fig. 7 : Demi-roue dentée numérisée.



Fig. 8 : Demi-roue dentée assemblée.

Vérifiant que les deux roues dentées présentaient des correspondances exactes, nous avons pu mettre en place, après l'avoir ré-assemblée, une des pièces qui devait relier les deux roues et ainsi constituer le tambour.
L'emplacement exact de cette pièce dans le tambour est définissable grâce à la précision de la méthode et l'apparence des pièces (fig. 9).

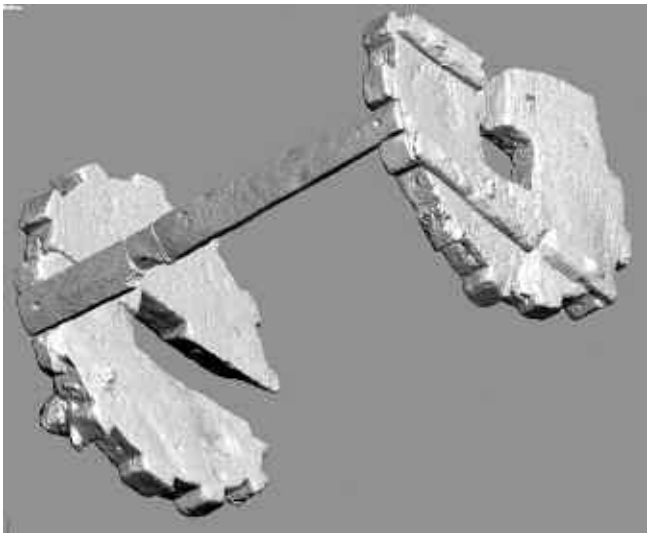


Fig. 9 : Tambour assemblé.

Il est probable que cette méthode permettrait la reconstitution numérique fidèle du mécanisme. Même si dans l'état actuel des choses, la puissance des ordinateurs n'est pas suffisante pour manipuler toutes les données des pièces numérisées, la totalité de ces données représentant plus de 100 millions de polygones, il est possible d'envisager une reconstitution basse définition du modèle. En effet, il est relativement aisé de faire une sorte de copie de chaque pièce, ne prenant ainsi que sa forme générale et non la multitude de détails la constituant et l'identifiant des autres pièces d'un même groupe (fig. 10).

Dans un futur proche, une autre solution est également envisageable. La prédominance et l'intuitivité de la manipulation manuelle réelle n'étant pas encore remises en cause, il paraîtrait intéressant de pouvoir réaliser des pièces identiques aux originales. Dans cette optique il est envisageable de faire appel au prototypage rapide, qui permet de créer un objet en matériaux de synthèse à partir d'un modèle 3D, afin de réaliser l'ensemble des pièces de la chaîne à godets. Grâce à cette méthode il serait alors possible de

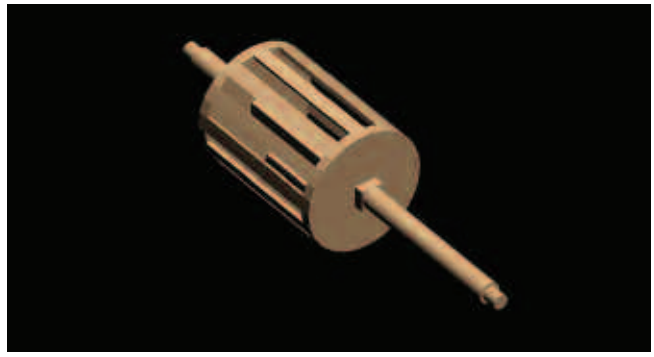


Fig. 10 : Tambour reconstitué en basse définition.

combiner réellement le virtuel et le réel et de tirer le meilleur parti de chacune des deux solutions.

Enfin, une fois la démarche archéologique aboutie, cette méthode pourrait permettre d'offrir au grand public un accès aux hypothèses de restitution, dans un but de valorisation de la découverte.

Notes :

[1] Bouet, A. éd. (2003) : Thermae Gallicae, *Les thermes de Barzan (Charente Maritime) et les thermes des provinces gauloises*, Aquitania Supplément 11, Ausonius Mémoires 10, Bordeaux.

[2] Voir commentaire d'A. Bouet et Y. Leclerc dans ce même volume.

[3] Oleson J.-P (1987), in : Mc Cann A. M., *The Roman Port and Fishery of Cosa*.

[4] Communication orale de I. Blair et B. Spain dans le cadre de la journée d'étude sur les systèmes d'élévation d'eau, le 14 mars 2003, Bordeaux 3-Ausonius).

[5] Dessins de N. Saulière.

[6] Datations effectuées par B. Szepertyski (Laboratoire d'Analyses et d'Expertises en Archéologie et Œuvres d'Art, Bordeaux).

[7] La visualisation des fichiers 3D s'effectue par le biais d'un plug-ins ICF dans Internet Explorer. Les fichiers ICF ont un poids réduit (environs 100 Ko) afin de faciliter la visualisation sur Internet.

