

DE LA FOUILLE AU LABORATOIRE.

L'archéologie : une science à la rencontre du passé...

Il y a un net paradoxe à parler d'archéologie et de sciences puisque l'archéologie est elle-même une science !



Chantier archéologique de Port-Sec Sud à Bourges (Cher) en cours de fouilles sous la direction de Ian Ralston (Université d'Edimbourg) et Olivier Buchsenschutz (CNRS-ENS).

Cette exposition présente les disciplines scientifiques auxquelles l'archéologie a le plus recours aujourd'hui et qui lui permettent d'avancer toujours plus loin et toujours plus précisément dans la connaissance des sociétés du passé. Nous sommes loin des archéologues du XIX^e siècle et des chasseurs de trésor...

Archéologie a une étymologie claire - « archaïon », le passé, « logos », le discours raisonné, la science : l'archéologie est une science du passé. Quelle différence avec l'histoire ? les sources utilisées. L'historien travaille essentiellement sur les écrits du passé quand l'archéologue se penche sur les vestiges matériels - murs, objets fabriqués, etc. Ces sources matérielles sont enfouies dans la terre ou sous l'eau et leur exhumation comme leur exploitation demandent des méthodes et un savoir particuliers. Les sources écrites, parfois peu faciles d'accès, restent malgré tout consultables sans limite, dans le temps et dans le nombre de lecteurs. Les vestiges matériels, eux, sont en partie détruits au fur et à mesure que l'on avance vers les niveaux les plus anciens. Restent les notes, les dessins de relevés et ce qui a pu être prélevé de ces différents niveaux...

Tous les vestiges (graines, os, pollens, charbons...) sont source historique. Ils fournissent des connaissances sur les sociétés anciennes. Ils peuvent révéler bien des informations sur le mode de vie des hommes du passé. Les premières recherches archéologiques cherchaient l'anecdotique, le rare, l'exceptionnel ; seuls les objets jugés beaux pouvaient être étudiés attentivement. Aujourd'hui, la datation radiocarbone, la dendrochronologie, les études archéozoologiques et anthropologiques comme les disciplines de l'archéobotanique donnent à tous les vestiges, même les plus modestes, le statut de source pour l'étude du passé.



Chantier archéologique de Pupput (Tunisie) en cours de fouilles sous la direction de Roger Hanoune (Lille 3) et Aïcha Ben Abed (INP Tunis)



...Du terrain au laboratoire

L'étude démographique (détermination de l'âge, du sexe et de la cause du décès) constitue l'essentiel du travail de l'anthropologue.

La recherche de parenté

Les liens de parenté peuvent être découverts à partir de l'étude des caractères anatomiques. Il en existe plusieurs centaines : par exemple, la présence ou l'absence de « dents de sagesse ».



Fouille d'une sépulture gauloise à Fontenay-le-Marmion (14). Les anthropologues et archéologues utilisent de petits instruments pour fouiller ce genre de site (pinceaux, outils de dentistes...). 'La grande pièce', 2004, chantier de la RD 562 © Service Départemental d'Archéologie du Calvados.

L'archéologue doit rester prudent dans l'interprétation de ces analyses :

- La répartition en sous-groupes est essentielle et les liens familiaux restent des hypothèses.
- Lors de regroupements familiaux, aucune autre précision sur le degré de parenté ne peut être avancée (cousins, frères, mère-fille...).

Pour déduire de potentiels rites funéraires, il faut vérifier si le groupe identifié correspond à un traitement ou à un secteur géographique particulier. En établissant le plan de la nécropole, on s'aperçoit que les individus ne sont parfois pas déposés au hasard.

Détermination du sexe, de l'âge et de la cause du décès

La détermination du sexe d'un squelette se fait en observant la taille des os (les os des hommes sont plus gros) et leur forme (forme de la voûte crânienne, robustesse osseuse).

L'observation du bassin reste le meilleur indicateur : il s'agit de la *méthode de Bruzek* (le bassin de la femme est adapté à la grossesse, il est donc plus large que celui de l'homme).

Une autre méthode est possible : l'amélogénine. Elle repose sur l'analyse de l'ADN contenu dans n'importe quel os ayant conservé de la matière organique. On l'utilise notamment pour les squelettes d'enfants, pour qui la détermination à partir du bassin est complexe.

Les anthropologues différencient deux classes d'âge : les non-adultes (du stade foetal à 20 ans) et les adultes.



Schéma comparant les bassins féminin et masculin.
© Dr Richard MARTZOLF
Encyclopédie médicale
Vulgaris.

Il est difficile de déterminer la cause de décès d'un individu, c'est-à-dire de distinguer ce qui a provoqué le décès de ce qui a pu le favoriser. Une estimation sanitaire peut être tout de même réalisée : l'arthrose, la tuberculose et l'état dentaire s'observent facilement.

Âges	Critères les plus pertinents	Datation
Nouveau-nés Jeunes enfants	Maturation osseuse et dentaire	Très précise
Adolescents	Degré de soudure osseuse	Précise
Après 30 ans	Sutures crâniennes	Peu précise

L'ARCHÉOMÉTALLURGIE

L'archéométallurgie consiste en l'étude des activités métallurgiques des sociétés anciennes. La métallurgie peut être comprise en étudiant la structure superficielle et interne des métaux et de leurs alliages. On peut donc partir de l'objet lui-même pour reconstituer les gestes et le savoir-faire de l'artisan.

Le métal garde en mémoire certaines informations qui témoignent de l'activité thermo-mécanique de l'objet : martelage, coulée, recuit... Les techniques peuvent être décrites par le biais d'une chaîne-opératoire qui rassemble des informations sur les matières, les outils et les gestes des différentes étapes de fabrication d'un objet.



Reconstitution d'un foyer d'artisan du métal tel qu'il était utilisé dès le ^{ix} siècle avant J.-C. L'archéologie expérimentale, à partir des données des sites et des observations ethnologiques, essaie de réaliser des objets anciens avec les techniques de l'époque. L'artisan verse le métal en fusion du creuset dans le moule. © Ewa Wyremblewski

Observations du mobilier et premières hypothèses

Le premier outil qui peut être utilisé est la loupe binoculaire couplée aux observations à l'œil nu. Cela permet d'examiner la surface, d'identifier les zones fortement corrodées, et d'observer les traces de la fabrication ou de l'utilisation de l'objet.

Prélèvements

Les analyses de la microstructure des métaux requièrent une découpe de l'objet qui se fait à l'aide d'une scie d'horloger. Un fragment de 2 mm² suffit.

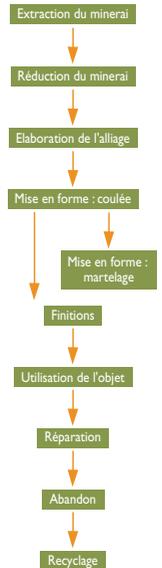
	Techniques d'étude	Types d'informations
Sans prélèvement	examen à l'œil nu	typologie
	examen à la loupe	procédé de mise en forme
	examen radiologique	état de conservation

donnent des informations sur les conditions d'élaboration. Par exemple, le martelage est plus facile à 10 % d'étain qu'à 15 %, mais le moulage se réalise mieux avec plus d'étain. Plus un bronze contient de l'étain, plus il sera fragile et dur après refroidissement. Par conséquent, si l'artisan veut travailler par martelage, il choisit ce qu'il va mettre dans son creuset.

Dans les années 1930, des méthodes d'analyses nouvelles sont mises au point par des physiciens et appliquées aux métaux anciens.

Les observations à l'œil nu et au microscope, complétées par des analyses de composition de l'alliage, permettent d'identifier les procédés de fabrication, d'évaluer le savoir-faire de l'artisan.

Dans les années 1970, R. Tylecote a été le premier à utiliser l'archéométallurgie pour l'étude des civilisations anciennes.



Exemple de chaîne opératoire liée à l'artisanat du métal.
Source : Ewa Wyremblewski

	Techniques d'étude	Types d'informations
Avec prélèvement	analyse de composition	minerais
	analyse de microstructure	procédé de mise en forme
		nature et fonction de l'objet

Le prélèvement de matière dans l'objet permet de porter les analyses plus loin. Outre les problèmes de provenance des minerais, on peut déterminer la composition des alliages. Les éléments majeurs (+ 5 %), mineurs (- 3 %) et traces (0,1 %) du métal

A. LEHOËRFF, *Le travail en laboratoire au service de l'histoire de l'artisanat métallurgique du début du premier millénaire avant notre ère en Italie. Quelques résultats sur les mobiliers de Tarquinia Veio et des collections villanoviennes britanniques*, dans *Mélanges de l'École française de Rome*, t. III, 2, 1999, p. 787-846.

M. PERNOT, A. LEHOËRFF, *Batte le bronze il y a trois mille ans en Europe occidentale*, dans *Techné*, n° 18, 2003, p. 43-48.

Des échantillons aux analyses

1. Enrobage

Le prélèvement est enrobé dans une résine synthétique pour être plus facile à manipuler.



© Ewa Wyremblewski

3. Attaque chimique

Le polissage des échantillons ne fait pas tout apparaître. Pour rendre les grains visibles, le métal est attaqué avec une solution à base de perchlorure de fer, d'éthanol et d'acide chlorhydrique.

Description des microstructures

Une fois l'échantillon prêt, le microscope optique permet d'observer différents états métallurgiques. Ceux-ci correspondent aux divers traitements subis par le métal, lors de sa fabrication ou de son utilisation. Il en existe trois principaux :

- **L'état brut de coulée**

Au moment du refroidissement, lorsque les alliages se solidifient, la microstructure du métal est arborescente. Cet état s'identifie au microscope car on observe des formes spécifiques dites « dendritiques ».

- **L'état déformé**

Lorsque l'objet métallique a subi un traitement mécanique, par exemple du martelage, la microstructure du métal est différente d'un brut de coulée. Cet état déformé s'identifie au microscope car il présente des « macles mécaniques », qui sont des cristaux orientés différemment avec des stries fines.

- **L'état recuit**

Lorsque l'objet métallique a subi un traitement thermique, au contact d'une source de chaleur importante, le métal se recristallise. Dans ces conditions, le matériau se restaure et forme des « macles thermiques ». Celles-ci sont, dans ce cas, à angle droit.

1. Composition des alliages

Pour connaître la composition des alliages métalliques, on utilise un microscope électronique à balayage (MEB). L'image est obtenue point par point, entre 6 à 10 nanomètres. Cette microscopie permet un grossissement plus important et l'obtention de la composition chimique de l'échantillon, si elle est couplée à un système d'analyse à rayons X.

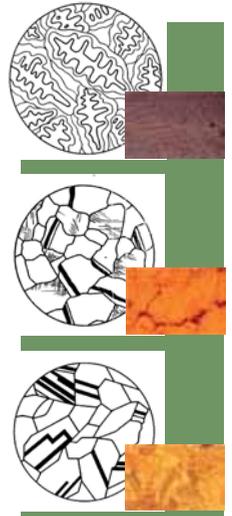
2. Polissage et observations microscopiques

L'échantillon prêt, la surface à observer doit être soigneusement polie. Il s'agit d'une étape délicate dont l'objectif est d'atteindre une surface « miroir », appelée coupe métallographique.

À l'aide d'une polisseuse, l'échantillon est poli en plusieurs étapes par des disques de plus en plus fin. Entre chaque séquence, la surface est examinée au microscope.



Polisseuse. Laboratoire de recherche et d'études des alliages cuivreux anciens dirigé par Anne Lehoërf (Halma-Ipel/L3/IUF)
© Ewa Wyremblewski.



© Ewa Wyremblewski

L'archéozoologie cherche à reconstituer le milieu animal et ses rapports avec l'homme, à partir des ossements découverts sur un site archéologique. Il y a plusieurs étapes : détermination des espèces, étude de l'utilisation des animaux, analyse des conséquences de l'intervention humaine. Tous ces éléments servent à restituer le mode de vie des sociétés anciennes.

Détermination des individus...

La détermination des ossements s'appuie sur les caractéristiques d'une famille ou d'une espèce : par exemple, les critères distinguant les carnivores des herbivores ou les cervidés des bovidés. La première étape est de distinguer et de trier les catégories d'os : ceux de la tête, les côtes, les vertèbres...

L'âge

La détermination de l'âge est essentielle pour la compréhension de la gestion des troupeaux par les populations du passé. Il est important de savoir, par exemple, si le chasseur épargnait certaines classes d'âge ou si l'éleveur de bovins pratiquait un élevage de boucherie ou un élevage mixte consacré à la production de viande et de lait. Dans la pratique, la méthode est basée sur l'observation de la dentition et du degré d'ossification du squelette.

Le sexe

La détermination du sexe est, elle-aussi, indispensable pour l'étude de la gestion des troupeaux. Cela a permis de mettre en évidence l'apparition de la castration des animaux dès le Néolithique pour les bovins.

• Les critères morphologiques

Divers critères morphologiques permettent de déterminer le sexe : la morphologie du bassin, les chevilles osseuses (os qui portent les cornes), les canines, etc.

• Les critères ostéométriques

Le sexe peut également être déterminé en mesurant les os (les os d'une vache sont en général plus petits et plus fins que ceux d'un taureau). Ces critères restent inutilisables pour certaines espèces comme le cheval ou le chien. Les recherches ont surtout été menées sur le boeuf, le porc, le mouton et la chèvre.

Domestique ou sauvage ?

La distinction entre formes sauvage et domestique d'une même espèce permet de mettre en évidence certaines modifications morphologiques qui accompagnent la domestication. L'une des principales est une réduction de la stature, notamment pour les boeufs, les porcs et les moutons, à partir du Néolithique ancien. Pour le chien, c'est au moins au Mésolithique qu'il faut rechercher les premières traces de domestication du loup (-10 000 ans environ).

L'absence de sanglier sur de nombreux sites gaulois, en opposition avec leur omniprésence dans l'imaginaire collectif, a parfois motivé une recherche désespérée de nouveaux critères de distinction entre porcs et sangliers de l'âge du Fer. La distinction entre un porc gaulois et un sanglier est réalisable à l'œil nu dans la majorité des cas, mais il existe de grands porcs et de petits sangliers. En réalité, le meilleur critère est le profil du crâne.



Fosse rassemblant du boeuf, du mouton et du porc sur le site de Port-Sec Sud à Bourges (Cher), © Anne Tichit



Crâne de sanglier. Le crâne du porc se creuse au fil du temps s'éloignant du profil du sanglier.
© Marilyne Salin, archéozoologue au service archéologique de Bourges

...Prélèvement et échantillonnage



Squelette d'un étalon âgé d'une douzaine d'années abattu d'un coup de hache portée sur le crâne et inhumé dans une fosse. Le cheval, symbole de pouvoirs dans l'Europe préhistorique, catalogue d'exposition du musée de préhistoire de Nemours, 2001, p. 76. © P. Mênien, archéozoologue

Sur les sites archéologiques, on ne trouve que les ossements des vertébrés (os, dents, arêtes...) et les coquilles des invertébrés. D'autres matières animales sont aussi étudiées : les parties molles (pelages, plumes, cuir, viscères) exceptionnellement conservées dans des milieux très froids, très humides ou très secs ; les éléments moléculaires (ADN).

L'extrême diversité des matériaux et des approches font qu'un même échantillon peut être étudié successivement par plusieurs archéozoologues de différentes spécialités.

La collecte sur le site

La collecte, qui s'effectue à l'œil nu, est conditionnée par les moyens employés pour fouiller. À la pelle et à la pioche, les arêtes de poissons sont difficiles à récolter ! Cela induit une perte d'informations et provoque une déformation des proportions entre espèces ou entre jeunes et adultes. Cette lacune peut être compensée par un tamisage partiel ou total qui permet de récupérer les éléments les plus petits. En général, le tamisage à sec sur maille de 5 mm et un examen soigneux des refus de tamis suffisent à récolter l'essentiel des restes de grands mammifères et des coquilles.

La microfaune

Beaucoup de ces petits animaux (rongeurs et insectivores, petits oiseaux, reptiles) ont des exigences écologiques précises : ils donnent des indications sur les paysages environnant le site ou sur les activités agricoles.

Ils peuvent aider à comprendre la fonction et l'évolution d'une structure : par exemple, l'accumulation de restes de souris dans un puits peut révéler la proximité de l'habitat. Sans tamisage fin, ce genre de restes passe inaperçu à la fouille. Il faut prélever du sédiment bien référencé (localisation spatiale et chrono-stratigraphique) sur la surface de fouille, le tamiser selon des normes précises, et réserver le tri à un spécialiste.

Les traces laissées sur les os

• Les traces de boucherie

Les armes et les outils lors de l'abattage et de l'exploitation de l'animal laissent des traces sur les os. Les blessures de chasse, par exemple, correspondent souvent à des impacts de projectiles, le plus souvent dans le crâne ou dans le cœur (la clavicule gauche témoigne de l'impact).

• Les traces d'origine technique

Elles sont le résultat d'un travail artisanal sur la matière osseuse (ivoire, coquillage, corne, bois animal) pour en faire des armes, des outils, des éléments de parure ou des objets d'art. La progression de nos connaissances sur l'outillage des sociétés anciennes, ainsi que l'expérimentation, permettent de comprendre ces gestes.



Trace de brûlure sur cet os.
© Marilynne Salin,
archéozoologue au service
archéologique de Bourges.

• Les traces d'origine naturelle

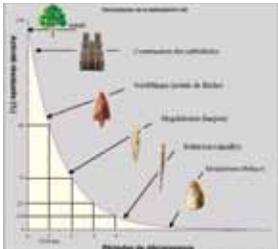
Elles correspondent aux traces faites par les rongeurs ou les carnivores et par diverses agressions du milieu naturel dans lequel les ossements d'une carcasse sont enfouis.

LA DATATION AU CARBONE 14

La méthode de datation par le Carbone 14 est souvent la seule réalisable sur un site archéologique. C'est pourquoi elle est connue du grand public, notamment depuis la datation du linceul de Turin en 1988. Le Carbone 14 fut découvert à Chicago en 1946 par Willard Franck Libby. Il fit l'hypothèse que cet isotope était produit en continu dans la nature et a établi une théorie quant à son utilisation pour la datation en archéologie. Il prouva la fiabilité de sa méthode en 1960, et reçut le prix Nobel de chimie.

Qu'est-ce que le Carbone 14 ?

Toute matière vivante en interaction avec le gaz carbonique de l'atmosphère fixe du carbone. Ce gaz carbonique contient une petite proportion de Carbone 14 (^{14}C).



Courbe de décroissance exponentielle du Carbone 14. Source : Centre de Datation par le Radio Carbone, Lyon.

Les deux techniques de mesure mises en oeuvre

• Mesure par comptage de la radioactivité

Chaque atome de ^{14}C se désintègre en reformant de l'azote. Il émet alors un électron avec une énergie de 0 à 50 keV (Kilo-électronvolts). Pour détecter cette faible énergie, il faut posséder quelques grammes d'échantillons. Le comptage dure un ou deux jours. La précision d'analyse est de l'ordre de 0,5 - 1 % près. Les compteurs sont des appareils relativement coûteux (env. 7 000 €), mais c'est la méthode la plus utilisée (150 laboratoires dans le monde).

• Mesure par la spectrométrie de masse couplée à un accélérateur de particules

Depuis les années 1980, en utilisant un accélérateur de particules, il est possible de mesurer des échantillons beaucoup plus petits, malgré la faible radioactivité. Ces appareils sont plus volumineux et plus chers (2 400 000 €) et ont un coût de maintenance très élevé. Mais une datation est possible en une heure avec des échantillons de quelques milligrammes.

Le principe de datation

La méthode repose sur un principe simple : tout corps vivant possède un rapport $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$ identique à celui du CO_2 contenu dans l'atmosphère du moment.

À la mort de l'organisme vivant (végétal ou animal), les atomes stables de ^{12}C restent, alors que les atomes de ^{14}C , instables, décroissent et se transforment par des atomes de ^{14}N (Azote 14). Il est possible de déterminer le temps écoulé depuis cette mort, en mesurant le taux résiduel de Carbone 14.

On sait ainsi que pour 100 % de ^{14}C actif au départ, il n'en demeurera plus que 50 % après 5 568 ans, 25 % après 11 136 ans, 12,5 % après 17 190 ans, etc.



Appareil de spectrométrie de masse par accélérateur du laboratoire Artemis © CEA, CNRS, IRSN, Ministère de la Culture et de la Communication.

Les matériaux concernés

En théorie, toutes les matières carbonées formées depuis moins de 45 000 ans sont datables par radiocarbone. Certaines fournissent une meilleure précision. Les quantités nécessaires vont de 10 g pour du charbon à 200 g pour des ossements (pour au moins un gramme de carbone extrait).

Les restes végétaux et organiques

Les graines, noyaux de fruits, fragments de tissus, colorants, mortiers : leur emploi est encore limité car souvent la quantité n'est pas suffisante.

Les tissus, toiles, tapisseries et tapis

Tout objet tissé à partir de fibres naturelles (lin, coton, laine, soie) peut être daté. Quelques fibres suffisent pour l'analyse.

La méthode est utilisée pour l'authentification d'une pièce de tissu ou pour dater certaines restaurations, comme par exemple la « Tapisserie de la Reine Mathilde » de Bayeux (broderie de laine sur toile de lin).



Détail de la Tapisserie de Bayeux (XI^e siècle)
 © Avec autorisation spéciale de la Ville de Bayeux

Le charbon de bois

La majorité des datations radiocarbone proviennent des charbons de bois parce que les datations sont très fiables.

Le bois

Le bois est en général un très bon matériau de datation mais, suivant la partie du tronc analysée (proche du centre ou proche de la périphérie), les dates obtenues peuvent être plus ou moins éloignées du moment de l'utilisation du bois, car seul le dernier cerne produit est en équilibre avec l'atmosphère.

Les peintures préhistoriques

En France, la méthode fut appliquée pour la première fois aux charbons de bois trouvés sur le sol de la Grotte de Lascaux.

Aujourd'hui, grâce à la spectrométrie de masse, on réussit à dater les peintures préhistoriques.



Lascaux II, salle des taureaux, paroi droite et gauche ;
 diverticule axial, entrée et parois droite
 (site ouvert au public - www.semitour.com) © SEMITOUR

L'os et l'ivoire travaillés

La datation se fait sur la matière organique extraite de ce matériau, le collagène, qui se conserve mal. Toutefois, les objets ne doivent pas avoir été traités par un consolidant ou un vernis.

Les ossements

C'est l'autre matériau principal de datation via radiocarbone.

LA CARPOLOGIE

La carpologie est l'analyse des graines et des fruits conservés dans les sédiments archéologiques. Le support d'étude concerne les fructifications, les graines, les fruits, les pédoncules, les rachis d'épis, les glumes et glumelles. Les champs d'étude s'étendent aux préparations alimentaires et aux pratiques agricoles.

À la fin du XIX^e siècle, les fruits et leurs graines font partie de la botanique. Des découvertes exceptionnelles sur des sites, dont la capacité de conservation est excellente, favorisent l'intérêt pour cette discipline.

La **carpologie** devint partie intégrante des études archéologiques dans les années 1960-1970, notamment sous l'impulsion des pays anglo-saxons.

Ces **restes** correspondent aux déchets perdus et abandonnés par l'homme sur son lieu de vie et d'activité. Les carpologues s'intéressent à ces paléosemences dans le cadre d'une étude de l'homme et son milieu. Cela consiste à :

- **Retracer** l'histoire de l'alimentation végétale.
- **Suivre** l'évolution de l'agriculture.
- **Connaître** les milieux environnants.
- **Étudier** certaines pratiques culturelles.

Les types de fossilisation

La conservation des paléosemences dépend du milieu.

Il y a plusieurs types de fossilisation :

• La carbonisation

La carbonisation est la plus courante. Elle survient après un incendie, une torréfaction ratée ou encore résulte de l'utilisation de végétaux comme combustible.

• La minéralisation

Elle se produit dans des conditions physiques et chimiques particulières au sein du sédiment, lorsqu'il existe par exemple une circulation d'eau chargée en sels minéraux. Les vestiges minéralisés se caractérisent par une cristallisation et une teinte opaque brun miel.

Ces conditions se rencontrent surtout en milieu urbain, dans les latrines ou des fossés riches en matière organique. Cependant, toutes les espèces ne possèdent pas la faculté de se minéraliser (les céréales par exemple).

• L'imbibition

Il faut que règne une ambiance privée d'oxygène qui inhibe le développement des bactéries. Ce contexte est provoqué par la présence constante d'une forte humidité. Cela se rencontre dans des sites immergés ou situés en-dessous de la nappe phréatique. C'est le contexte le plus favorable, où tout peut être conservé.

• Les empreintes

Il s'agit d'impressions de semences ou d'épis dans de l'argile, résultant d'actes délibérés (décoration) ou involontaires.

Les paléosemences sont présentes dans pratiquement tous les lieux d'activité humaine : aires de stockage, dépotoirs, sols d'habitat, milieux funéraires...

Lorsque les vestiges sont organisés en forte concentration, cela peut correspondre à d'anciennes zones de réserves ou de dépôts...



Bibliographie

C. BOURQUIN-MIGNOT, J.-E. BROCHIER, L. CHABAL, *La botanique*, Errance, Paris, 1999.

V. MATTERNE, *Agriculture et alimentation végétale durant l'âge de fer et l'époque gallo-romaine en France septentrionale*, Ed. M. Mergoil, Montagnac, 2001.

“KARPOS,” - “CARPO / CARPERE,”

En grec : produit de la terre

En latin : cueillir, détacher, arracher

Prélèvements / Échantillonnage

L'échantillonnage dépend de contraintes techniques et matérielles. Sur un chantier, les impératifs de temps, de budget, puis les conditions en laboratoire ne sont pas toujours compatibles. C'est le dialogue avec l'archéologue qui permet de réaliser des bons échantillons. Mais tout ne peut pas être étudié, il faut faire des choix, selon ses problématiques de recherches.

Les grains de céréales sont facilement repérables sur un chantier. En revanche, plus petites, les bases d'épillettes ou d'autres semences ne le sont pas toujours. Pour être efficace, il faut donc prélever des sédiments dans plusieurs structures susceptibles de contenir des restes végétaux.

Nielle des blés : mauvaise herbe des champs qui a presque disparue de nos jours à cause des pesticides. Elle fut très abondante à l'époque romaine au moment de la moisson. Cette espèce est aujourd'hui protégée.
© Marie Derreumaux



Tri et détermination des espèces à la loupe binoculaire.
© Marie Derreumaux



Tamisage en laboratoire.
© Marie Derreumaux

Tri sur le terrain et en laboratoire

Chaque échantillon prélevé est ensuite tamisé. Divers procédés peuvent être utilisés. Le plus commun est un tamisage sous eau, pluie fine à l'aide d'un pommeau de douche. On utilise une colonne de deux ou trois tamis à mailles de 2 à 0,5 mm.

Il s'agit d'une étape délicate qui conditionne la suite du travail. Les refus du tamis sont triés, à sec le plus souvent mais aussi dans l'eau dans le cas de sédiments conservés en milieu humide. Ils sont triés à l'œil nu ou à la loupe binoculaire.

Identification, détermination

Les semences isolées sont ensuite identifiées, regroupées par espèce, dénombrées, mesurées puis dessinées et/ou photographiées. La détermination s'opère à partir du principe de l'anatomie comparée. Une collection des semences actuelles et des « Atlas » de références sont indispensables.

Une fois les résultats obtenus, ils s'expriment dans une liste dressée en fonction du nombre de spécimens et de leur provenance. C'est à partir de ce corpus que l'on arrive à des interprétations.



« Atlas » de référence. © Marie Derreumaux

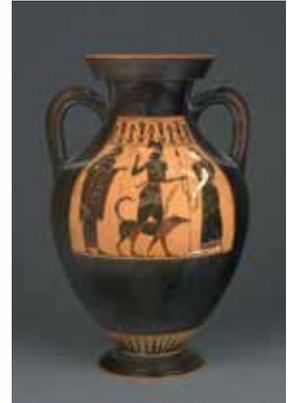
LA CÉRAMOLOGIE

Les objets en céramique sont cassables, mais l'argile cuite dont ils sont faits est un matériau très solide qui se conserve bien dans le temps. Ces objets représentent une part essentielle des découvertes lors de fouilles archéologiques. Ils peuvent être de production locale ou importés, de luxe ou d'utilisation quotidienne.

Les études de céramique en laboratoire ont pour but de compléter les informations obtenues par observation à l'œil nu ou au microscope :

- **déterminer** l'origine du vase, dans le cas où les décors et les formes ne suffisent pas,
- **étudier** les techniques de fabrication, par exemple la température de cuisson, pour les études sur l'artisanat et les recherches ethnographiques.

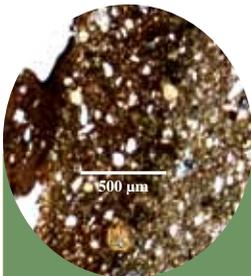
Certaines méthodes permettent de préciser la datation. Les céramiques sont aussi, avec les monnaies, les éléments utilisés le plus couramment pour la datation d'un site ou d'une occupation.



Amphore à figures noires produite à Athènes et datée de l'époque archaïque (540-530 av J.-C), découverte à Vulci (Italie).
Conservation : Musée du Louvre N° d'inventaire : F25.Photo RMN - © Hervé Lewandowski

L'argile

L'« argile » du potier est constituée de minéraux argileux, d'inclusions minérales (quartz, calcite, mica), de fragments de roches (granite, calcaire), de fossiles et de matières organiques. La pâte utilisée par les potiers n'est pas à proprement parler de l'argile mais une préparation pour améliorer la plasticité de la matière. On épure, le plus souvent à l'aide d'eau, pour enlever les minéraux argileux bruts.



Vue microscopique de la pâte d'une céramique fabriquée dans un atelier de potiers à Bourbonne-les-Bains. Les grains blancs sont de minuscules inclusions de quartz.
© Lucille Alonso

Déterminer les origines

	Types de techniques d'étude	Types d'informations
Sans prélèvement	examen à l'œil nu	mode de façonnage
	examen à la loupe binoculaire	mode de cuisson
		texture de la pâte

Analyses pétrographiques

Ces analyses s'intéressent aux seules inclusions présentes dans l'argile, c'est-à-dire aux éléments minéraux comme le quartz, le mica ou les fragments de roches qui entrent dans la composition de la pâte.

C'est à partir de ces observations et des interrogations de l'archéologue que l'on choisit les méthodes d'investigation nécessaires pour la suite de l'étude : analyses pétrographiques ou chimiques.

	Types de techniques d'étude	Types d'informations
Avec prélèvement (lame mince)	examen au microscope polarisant	<ul style="list-style-type: none">• nature des inclusions• abondance des inclusions• granulométrie
Sans prélèvement : sur cassure fraîche ou fragment poli	microscope électronique (images numériques)	études quantitatives (pourcentages des types de grains, distribution granulométrique)

A. D'ANNA, A. DESBAT, D. GARCIA, *La céramique, La poterie du Néolithique aux Temps modernes*, Errance, Paris, 2003.
 J. ÉVIN, G.-N. LAMBERT, L. LANGOUET, Ph. LANOS, Ch. OBERLIN, *La datation au laboratoire*, Errance, Paris, 2005.

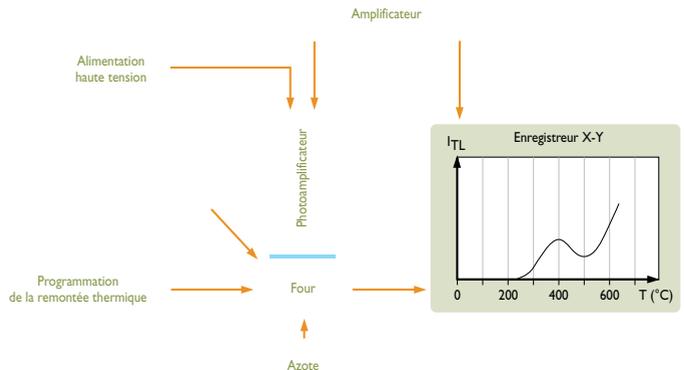
La datation des céramiques par ...

Thermoluminescence

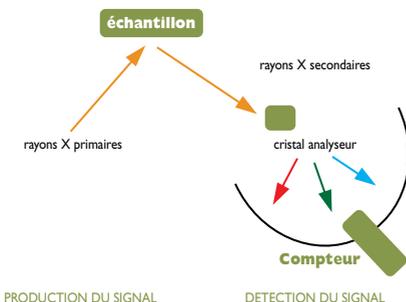
La thermoluminescence est un phénomène physique qui se traduit par la propriété qu'ont certains cristaux d'émettre de la lumière lorsqu'on les chauffe. Cette luminescence ne se produit que si le chauffage a été précédé d'une irradiation due, par exemple, à l'exposition à la radioactivité naturelle pendant des milliers d'années.

D'un point de vue physico-chimique, certains électrons se retrouvent piégés, avec un excès d'énergie, dans les défauts et impuretés du réseau cristallin. Ces endroits sont appelés « centre-pièges ». Le nombre d'électrons piégés et l'énergie ainsi accumulée sont proportionnels au temps car, au fur et à mesure du temps et donc de l'irradiation, les centres-pièges s'accroissent.

Chauffer le cristal irradié ainsi pendant x années permet de libérer les électrons piégés et donc l'énergie cumulée. Ce phénomène s'accompagne de l'émission de photons lumineux d'où le nom de thermo-luminescence. La mesure de l'énergie accumulée, qui est délicate, permet de remonter à l'âge de l'objet examiné.



D'après le Schéma théorique d'une installation de mesure de la thermoluminescence cristalline.
 Extrait de Ph. Jockey, *L'archéologie*, Belin, 1999



Chaque élément qui compose l'argile produit un rayonnement différent, enregistré par le capteur qui tourne autour de la préparation. On enregistre l'angle et l'intensité de chaque rayonnement qui correspondent à un élément chimique et à son intensité.

Analyses chimiques : la fluorescence X

Les analyses par fluorescence X étudient la totalité des composants chimiques de la pâte. Elles sont réalisées sur un ensemble d'échantillons (perles) représentatifs des différents vases à étudier. Le tesson doit être broyé et soumis à une préparation pour passer dans l'appareil. On a intérêt à garder un morceau du tesson entier comme référence.

	Types de technique d'étude	Types d'informations
Avec prélèvement sur « perle »	appareil à fluorescence X	composition chimique : identification des éléments
		mesure de concentration

On constitue, par ces analyses, des groupes de vases, proches dans leur composition et mode de production, qui sont certainement de même origine.

LA DENDROCHRONOLOGIE

La vieillesse d'un arbre correspond à la jeunesse d'un autre...

Le mot dendrochronologie vient du grec : "dendron" = arbre ; "kronos" = le temps ; "logos" = l'étude. Il s'agit au sens propre de « l'étude de l'âge des arbres ».

La dendrochronologie utilise les connaissances sur la croissance des bois pour les dater. C'est actuellement une des méthodes de datation les plus connues et les plus précises. Cette méthode est inventée dans les années 1930 aux États-Unis par le physicien et astronome Andrew Eliott Douglass.

Les cernes des arbres

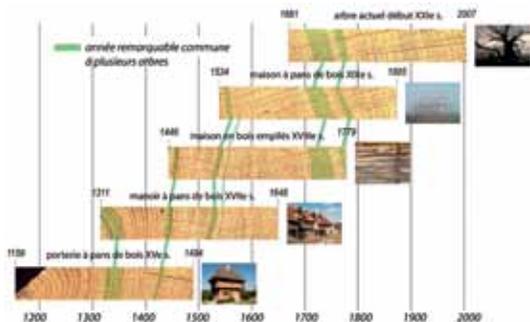
En Europe tempérée, les cernes se forment chaque année au début du printemps jusqu'en automne. L'hiver marque l'arrêt de la croissance et donc la limite du cerne. Le nombre de cernes correspond au nombre de cycles annuels de croissance : il faut compter les cernes pour connaître l'âge de l'arbre. La date de sa mort est « inscrite » sur l'arbre, dans le dernier cerne produit, situé juste sous son écorce. Dans les meilleures conditions, on peut estimer à l'année près, parfois à la semaine près. L'évaluation du nombre de cernes visibles sur l'échantillon n'est pas si facile. La qualité des résultats est liée à la « longueur » de la « chronologie » lisible. Plus il y a de cernes, plus il est facile de déterminer une date. La largeur des cernes varie en fonction de grands événements climatiques. Cette variation est identique pour les arbres de la même espèce dans une même région.



Photographie réalisée sur une coupe fraîche d'un arbre © Ewa Wyremblewski

En Europe, c'est le chêne qui offre la séquence la plus longue et la plus exploitable : on est parvenu, en Irlande, à reconstituer des séquences de près de 9 000 ans.

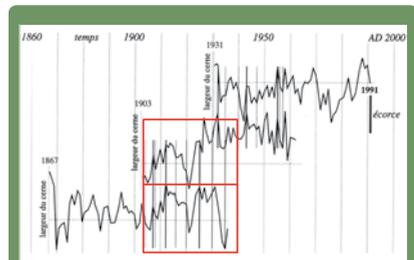
Processus de datation



Le principe de datation : établir des séquences communes entre les arbres. Source : Vincent Bernard

Pour pouvoir dater, il a fallu assembler les séquences d'un grand nombre d'arbres et établir des systèmes de références. Les atlas de séquences dendrochronologiques recouvrent parfois plusieurs milliers d'années.

On date certains points grâce à d'autres méthodes de datation comme le radio-carbone pour obtenir une chronologie absolue de ces séquences. Ce travail est aujourd'hui grandement facilité par l'informatique.



Le dendrochronologue commence par mesurer la largeur des cernes au centième de millimètre à l'aide d'un système vidéo-informatisé. Il établit ensuite un graphique pour chaque échantillon, représentant la croissance de l'arbre. L'image obtenue est "en dent de scie". Source : G.L. Chrono-Ecologie, CNRS, Univ. de Franche-Comté, Besançon 06/1998.

Ph. BARRAL, Br. MAURICE-CHARBARD, G.N. LAMBERT, *Les veines du temps : lectures de bois en Bourgogne*, Musée Rolin, Autun, 1992.

J. EVIN, A. FERDIÈRE, G.N. LAMBERT, *Les méthodes de datation en laboratoire*, Errance, Paris, 2005.

... Mémoire de l'arbre. Mémoire du temps

Les bois faisant l'objet de prélèvements sont divers : bois de construction comme les charpentes, bois mort trouvé sur un site, objets en bois travaillé.

Réaliser un prélèvement ou un échantillon

Dans la réalité du travail archéologique, les bois découverts sont altérés par le temps et l'homme. Le plus souvent, les cernes périphériques sont perdus : il est impossible d'établir la date d'abattage de l'arbre. L'idéal est donc de prélever un maximum d'échantillons supposés cohérents chronologiquement.

Le bois peut être prélevé frais, sec, gorgé d'eau, carbonisé ou non. L'essentiel est qu'il conserve sa structure et que les fibres ligneuses ne soient pas trop altérées.

Traitement des échantillons

Une fois prélevés, les échantillons sont traités afin d'améliorer la lecture anatomique : les bois secs sont polis, les bois gorgés d'eau sont rafraîchis à l'aide d'une lame de rasoir.

Avant la mesure des cernes, chaque carotte est planée : après réhumidification, on élimine à l'aide d'une lame environ 1/3 de l'épaisseur des échantillons. Un planage soigné assure une parfaite observation des moindres détails de la structure du bois et permet de mettre en évidence des cernes très fins.

La recherche en France

Les premières datations historiques françaises ont été effectuées dans des laboratoires étrangers comme ceux de Trèves ou Neuchâtel. L'impulsion a eu lieu avec Pierre Pétrequin qui fouille les bords du lac de Clairvaux dans le Jura. Devant l'absence de résultats satisfaisants, l'idée vint de construire un laboratoire propre à l'archéologie en France. Le laboratoire de Chrono-écologie est créé à l'université de Besançon en 1981.

En France, il existe actuellement quatre laboratoires :

- . Marseille, spécialisé dans la datation des épaves sous-marines.
- . Champenoux (près de Nancy) : travaillant en collaboration avec l'INRA, s'intéressant à l'évolution des forêts françaises.
- . Rennes, spécialisé dans l'analyse des essences.
- . Besançon, spécialisé dans la datation historique et d'œuvres d'art.



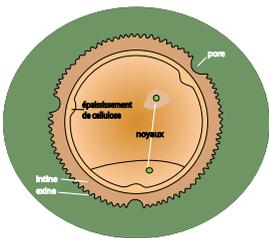
Cette souche, gorgée d'eau, qui fut découverte sur un site de pêche datant du II^e millénaire (Normandie), a fait l'objet d'un prélèvement. © Ewa Wyremblewski.

LA PALYNOLOGIE



Le terme de « palynologie », créé en 1944 par les botanistes Hide et Williams, est aujourd'hui employé pour désigner l'ensemble des recherches dont les grains de pollen et les spores sont l'objet.

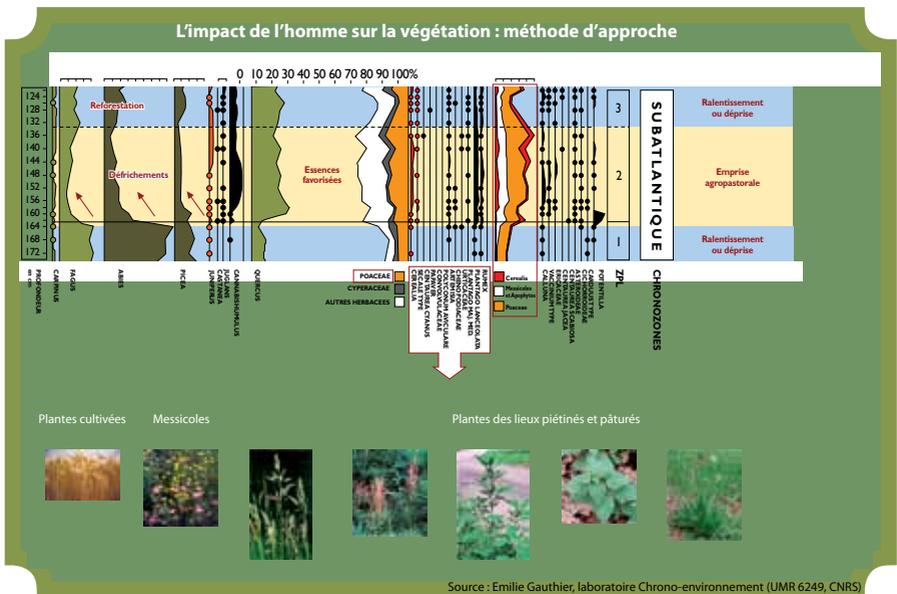
Discipline botanique, la palynologie permet de reconstituer l'évolution de la végétation d'un lieu en recherchant les acteurs naturels (conditions climatiques) ou humains (déboisements, cultures) qui y ont participé. Son application à l'archéologie (la « paléopalynologie ») permet de reconstituer l'environnement végétal des sociétés anciennes.



Grain de pollen
Source : http://www.infovisual.info/01/023_fr.html

La morphologie du grain de pollen est caractéristique de chaque espèce végétale. Il est alors possible de déterminer l'identité de la plante qui a produit tel ou tel pollen. L'enveloppe du grain, appelée exine, résiste à l'altération dans certaines conditions. Cela explique la présence de spores et de grains de pollen conservés dans de nombreux sédiments anciens (parfois pendant plusieurs milliers d'années).

Les meilleures conditions de conservation sont les milieux humides comme les tourbes, les vases, les argiles.



Du terrain au laboratoire

Sur un site archéologique, la zone de prélèvements est choisie avec l'archéologue. Les prélèvements doivent être faits en présence du palynologue ou au moins, en accord avec lui.

Prélèvement et techniques

Le but est de rechercher le « piège » idéal pour les sédiments et donc les grains de pollen et de spores qu'ils peuvent contenir.

Toutefois, les échantillons les plus fiables proviennent de sédiments non perturbés par la présence de l'homme. Ces sédiments sont prélevés par carottage dans les milieux à sédimentation continue (lacs, lagunes, tourbières, marais...).



Palynologues procédant à un carottage.
© Hervé Richard, laboratoire Chrono-environnement (UMR 6249, CNRS)



Prélèvement sur carottage. Dans les milieux humides, l'échantillonnage est essentiellement réalisé sous forme de séries continues obtenues par sondages et carottages.
© Hervé Richard, laboratoire Chrono-environnement (UMR 6249, CNRS)



Dans les milieux secs et meubles (c'est-à-dire sur la plupart des chantiers de fouilles), on réalise le plus fréquemment des séries d'échantillons séparés, recueillis sur des coupes aménagées dans les dépôts sédimentaires.

© Laurent Deschodt, Inrap

Analyses de résidus antiques

Occasionnellement, on peut aussi analyser des résidus antiques : résines des amphores, résidus recouvrant le fond des vases, poussières tapissant le fond des sarcophages, contenus viscéraux des corps humains ou animaux conservés dans les tourbes ou les glaces. La palynologie de ce type de matériaux est susceptible de fournir des indications sur leur origine, leur composition et leur rôle.

Identification

Les pollens déposés sur des lames sont observés au microscope, déterminés et comptés. La grande variété de formes, de tailles, d'éléments présents sur l'enveloppe du pollen permet de classer et d'identifier la plante émettrice.



Pollen de céréale. Photographie prise au microscope photonique.



Pollen de la famille des Apiacés. Photographie prise au microscope photonique.

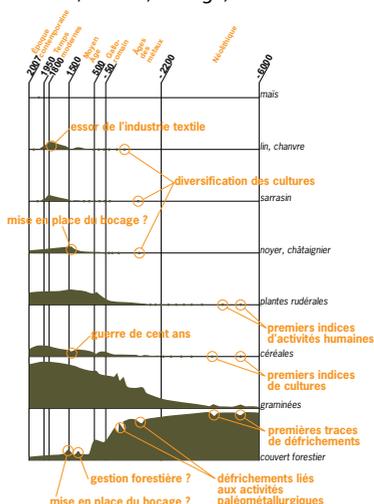


Pollen de fagopyrom (sarrasin). Photographie prise au microscope photonique.

Source : Delphine Barbier-Pain, Inrap GO.

Présentation des résultats

La proportion des différents types de pollens identifiés dans un échantillon est traduite sous forme d'un « spectre pollinique ». Ce spectre est l'image de la végétation telle qu'elle était à un moment donné dans les environs immédiats du site analysé. Ce sont les variations des spectres des différents types de pollen qui permettent de reconstituer les évolutions climatiques et révèlent les actions de l'homme sur son environnement (déforestation, culture, élevage).



Exemple de diagramme pollinique.
Source : Mathilde Dupré, graphiste assistante d'étude et d'opération, Inrap 2007

ARCHÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE : LE BOAT 1550 BC

Les communautés maritimes de l'Âge du bronze...

En septembre 1992, lors de travaux urbains dans le port de Douvres, les archéologues du Canterbury Archaeological Trust (CAT) interviennent dans le cadre d'une fouille d'archéologie préventive. Ils mettent au jour des planches de chêne soigneusement assemblées par des systèmes de tenons et mortaises, des liens végétaux. Sous six mètres de sédiments, une extrémité apparaît, de forme évasée en « y », une autre reste prisonnière en limite de la fouille. C'est un BATEAU...

Les archéologues savent déjà que cette découverte archéologique est majeure.

Ils ont très peu de temps pour sortir le bateau du puits dans lequel il se trouve. Les conditions de travail sont délicates : le bateau est sous le niveau de la mer et le puits est régulièrement inondé.

De sérieux problèmes pratiques se posent :

- soulever la construction de bois, complexe et fragile,
- remonter le bateau à la surface.

Des moyens exceptionnels sont mis en œuvre pour que le bateau soit restauré, étudié et présenté au public. Le musée de Douvres se dote alors d'une galerie, inaugurée en 1999.



Les archéologues fouillent le bateau à Douvres © CAT.



Le bateau au musée de Douvres © CAT.

Est lancé le vaste projet de raconter une histoire méconnue des côtes de la Manche et de la mer du Nord il y a 3 500 ans et qui replace l'idée d'une Eurorégion sur la longue durée... Naît alors le projet « BOAT 1550 BC », soutenu par l'union européenne (programme Interreg IVa des 2 Mers), conduit par des archéologues de 3 pays (France, Angleterre, Belgique).

Sept partenaires* s'associent pour faire connaître cette très ancienne histoire commune à travers différentes manifestations. Le projet reçoit le soutien du Conseil Régional Nord-Pas de Calais.

* Université Lille 3/MESHS, Canterbury Archaeological Trust, INRAP, Canterbury Christ Church University, Université de Gand, Conseil Général du Pas de Calais, Ville de Boulogne-sur-Mer

Au terme de 15 ans de recherches internationales, les archéologues proposent une restitution du bateau, en établissent les plans et préparent une réplique dans le cadre d'une archéologie expérimentale.

P. CLARK (éd.), *The Dover Bronze Age boat*, with illustrations by Caroline Caldwell, Swindon, English Heritage, 2004.
 A. LEHOËRFF (dir.), avec la collaboration de J. BOURGEOIS, P. CLARK, M. TALON, « Par-delà l'horizon, sociétés en Manche et Mer du Nord il y a 3500 ans », *Catalogue de l'exposition itinérante*, éditions Somogy, 2012.

...d'hier à aujourd'hui

La datation radiocarbone parle : le bateau a été construit vers 1550 avant notre ère et constitue ainsi l'un des plus vieux bateaux maritimes retrouvés en Europe.

Ses caractéristiques



Reconstruction du bateau © P. CLARK.

Tous les matériaux qui le constituaient ont été identifiés, ainsi que les outils employés pour sa construction. Le système est si complexe, que seuls des charpentiers de marine spécialisés ont été à l'origine d'une telle réalisation. La coque rescapée est de 2,2 m environ sur 9,5 m de longueur. Elle est dans un état de conservation tout à fait remarquable : traces des outils ayant servi à sa fabrication, conservation d'éléments organiques assurant l'étanchéité du bateau.

Le bateau d'aujourd'hui est constitué de :

- 4 planches taillées dans de hauts chênes dépourvus de branches latérales pour éviter les nœuds. De tels arbres sont très rares en Europe occidentale aujourd'hui ;
- 2 planches plates pour le fond, avec taquets et rails pour la jonction à d'autres poutres, réunies en bas le long d'un joint central puis liées à des poutres transversales ;
- planches latérales incurvées cousues à la partie inférieure du bateau à l'aide d'un osier torsadé, avec également des taquets latéraux sculptés dans l'épaisseur du bois ;
- pièces de bois formant un Y pour la poupe.

Sa reconstruction

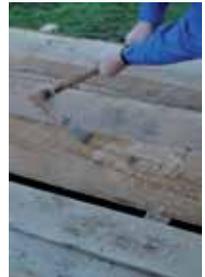
Un programme d'archéologie expérimentale est engagé :

- construction d'une réplique grâce aux plans établis,
- fabrication de haches métalliques typiques de l'Âge du bronze qui seront utilisées à la construction de la réplique.



Partie métallique de la hache de l'expérimentation © A. Lehoërf

Au début de l'année 2012, une équipe d'experts s'est rassemblée à Douvres pour renouer avec cette première charpenterie de marine de l'histoire européenne. Le chantier de reconstruction d'une embarcation sera mené pendant plusieurs semaines. On sait que sa taille était 18 x 3 mètres et que 16 hommes manœuvraient le bateau à la pagaie. Ce chantier de reconstruction de la réplique à l'échelle 1:2 avec les matériaux et les techniques utilisés en 1550 avant J.-C. a été lancé en janvier 2012.



Maniement de la hache © A. Lehoërf

Le but est là : redécouvrir une identité commune, ancienne de 3 500 ans.

Les acteurs de « BOAT 1550 BC » rêvent de renouer avec cette histoire très ancienne : construire un bateau identique, traverser le Channel, rassembler les populations de part et d'autre. Ce serait une aventure extraordinaire et la réalisation de son « petit frère » à l'échelle 1:2 est le premier pas...

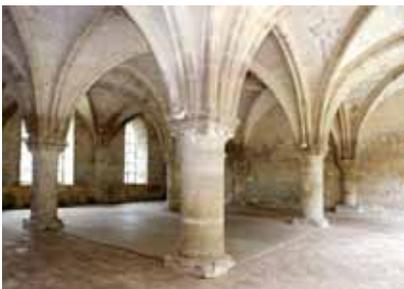


Coulée du métal © A. Lehoërf

Archéologie de l'élévation...

Apparaissant au milieu des années 1980, l'archéologie du bâti est une méthode d'analyse archéologique des monuments permettant l'étude des élévations de toute construction bâtie, qu'elle soit religieuse (églises, abbayes), militaire (châteaux) ou laïque (maisons). Elle documente toutes les phases de l'édifice.

C'est au XIX^e siècle que les savants réalisent des études de monuments, tout d'abord sur les monuments antiques comme les arènes, les théâtres, puis, sous l'impulsion du romantisme et de Viollet le Duc, sur les monuments médiévaux comme l'Abbaye de Fontevraud.



Abbaye de Vaucelles © DR.

Archéologie du bâti = archéologie de la construction = archéologie de l'élévation => envisager de manière différente une même méthode d'analyse. Selon l'édifice à analyser, on insiste plus sur :

- la vie du bâtiment,
- les phases de la construction que le monument a connu,
- les techniques mises en œuvre,
- les outils utilisés par les ouvriers qui l'ont édifié.

Et à la reconstruction, c'est tout le processus de la construction et non du seul bâti que les archéologues prennent en considération.

Le savant part de l'idée que :

- l'édifice a un passé,
- l'étude des transformations de l'édifice en élévation est aussi nécessaire que la fouille en sous-sol.

Deux principes

Le travail de l'archéologue ne consiste pas en une seule fouille en sous-sol. Il ne faut pas oublier que la recherche archéologique porte également sur l'étude des parties aériennes.

L'archéologie du bâti, c'est :

1. « lire les murs » (R. Krautheimer),
2. comprendre l'activité de bâtir.

C'est aussi :

1. retrouver les diverses phases de construction,
2. les traces de reprises et de transformation.

Le bâtiment évolue, est modifié par les individus qui l'habitent.



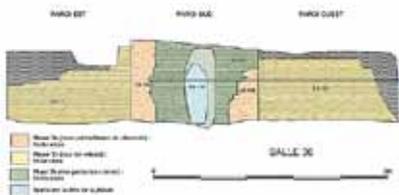
Bouchage de porte. ThANAr (Grèce) 2006
© G. Naessens.

C'est aussi :

1. restituer le contexte historique de l'édifice,
2. restituer la chronologie relative de celui-ci,
3. étudier les modifications apportées à sa structure (perçement, bouchage d'ouverture, réhaussement de sols...).

C'est aussi :

1. savoir comment s'organisait le chantier,
2. savoir comment travaillaient les bâtisseurs,
3. connaître leurs techniques.



Coupe stratigraphique, Château d'eau, Porta Romana, Ostie © H. Dessales

R. GINOUVES, R. MARTIN, « Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine », *Collection de l'École Française de Rome*, 3 vol., 1985-1998.

C. ARLAUD, J. BURNOUF, « L'archéologie du bâti médiéval urbain », *Les Nouvelles de l'archéologie* n°53-54, 1993, p. 5-69.

F. JOURNOT, « Archéologie du bâti » dans *La construction en pierre*, 1999, p. 133-162.

...Archéologie de la construction

Comme pour la fouille classique, l'archéologue du bâti établit une stratigraphie du bâtiment : chaque strate de la construction reçoit une unité stratigraphique (1 US = 1 numéro). Une US positive correspond à une phase de construction, une US négative à une structure disparue, à un trou, à un percement d'une porte...



Abbaye de Vaucelles © D. Coullier.

La restauration

L'archéologue du bâti a recours aux sources écrites et archéologiques pour restituer les édifices antiques, médiévaux ou modernes. Grâce aux comptes de construction, il peut :

- compléter les parties inconnues d'un édifice (parties hautes incomplètes, pans entiers de murs disparus),
- préciser certains détails (présence de vitres, de volets aux fenêtres, d'enduits peints...).

Les imprécisions des textes peuvent être complétées par l'étude des vestiges et ainsi :

- identifier les outils et les techniques employés,
- montrer l'évolution d'un édifice que les textes ne décrivent qu'une fois terminé.

Toute restauration d'édifice réclame un travail en amont pour comprendre et expliquer l'évolution de l'édifice. Chaque dossier doit comporter, notamment :

- une chronologie détaillée,
- un bilan historique du bâtiment, du site (histoire de la ville, aspects juridiques et sociaux du bâtiment...),
- un rapport analytique (nature et qualité des pierres...),
- les références complètes des sources et de la bibliographie,
- un volume iconographique,
- un relevé précis et le plus fidèle possible du bâti.

Les techniques

L'archéologue du bâti procède :

- à un relevé « pierre à pierre » des façades,
- à une analyse des pierres, de leur type, de leur gabarit, de leur forme, de leur appareillage, de leur montage, de leur origine géographique,
- à un repérage des marques lapidaires, des traces d'échafaudage, d'accrochage, d'outils,
- à une analyse des mortiers, des enduits,
- à une analyse des décors éventuels (fresques, peintures murales), de leurs compositions physico-chimiques, de leurs couleurs, de leur histoire et de leur signification,
- à une analyse des charpentes, des techniques d'assemblages.

Il s'appuie de plus en plus sur les sciences appliquées comme la datation au ^{14}C ou la composition physico-chimique des matériaux...

L'Abbaye de Vaucelles

L'abbaye cistercienne de Vaucelles, fondée en 1131, est l'une des plus importantes de l'ordre implantée en France du Nord. Riche d'histoire, haut lieu de la connaissance et du fait religieux, tout comme le Cambrésis, le Conseil Régional Nord-Pas de Calais l'a choisie pour le lancement d'une étude dont la finalité est sa restitution virtuelle. Ce projet scientifique et culturel novateur s'appuie sur de nombreuses études : archives, iconographie, archéologie, archéologie du bâti, etc.

Le but est :

- d'aborder son Histoire depuis sa fondation jusqu'à son occupation pendant les conflits mondiaux,
- d'étudier son architecture à travers l'art, la politique, la sociologie, l'histoire, la religion...,
- d'étudier l'existant, de faire l'inventaire du dépôt lapidaire, d'entreprendre de nouvelles fouilles...

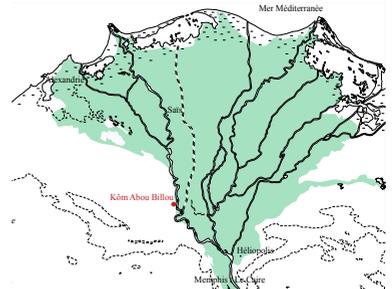
Les recherches s'inscrivent dans une dynamique régionale forte comme en témoignent les campagnes archéologiques menées ces dernières années sur les Abbayes de Marquette, de Loos, du Mont-Saint-Éloi.

FOUILLE ARCHÉOLOGIQUE EXCEPTIONNELLE : KÔM ABOU BILLOU, UNE VILLE ÉGYPTIENNE

Du programme d'étude...

Kôm Abou Billou est situé en bordure du désert libyque et s'étend le long du Nil, aux portes de l'actuelle province de Ménoufieh, l'une des plus prospères d'Égypte. Entouré de bananiers et d'orangers, le site correspond à l'ancienne ville pharaonique de Mefkat, la Térénouthis des Grecs. Idéalement placé entre les deux capitales traditionnelles de l'Égypte, Memphis et Alexandrie, et à proximité du Ouadi Natroun, Kôm Abou Billou était aussi un lieu de passage où aboutissaient de multiples pistes caravanières.

Aux abords de cette ville inexplorée se trouve une vaste nécropole, célèbre pour les nombreuses stèles funéraires qu'elle a livrées, et qui s'étendait à proximité d'un temple en calcaire de l'époque gréco-romaine et d'un sanctuaire d'Hathor. Aujourd'hui la ville forme un trapèze de 17 hectares, aux rues se croisant à angles droits, et réunit des zones d'habitat, des structures artisanales (ateliers de potiers) et des bâtiments administratifs.



Carte du Delta égyptien © S. Dhennin.



Plan schématique du site actuel Kôm Abou Billou - Térénouthis © 2011 - S. Dhennin, Th. Fournet (d'après Google Earth).

Construite en briques crues, Kôm Abou Billou présente un état de conservation exceptionnel avec des murs s'élevant encore à plusieurs mètres. Un établissement de bains visible en surface témoigne du confort dont jouissaient les habitants, de même que certains bâtiments de très grandes dimensions marquent l'intérêt du pouvoir royal pour cet endroit stratégique.

Les vestiges présents en surface (céramiques, faïences, fragments de statues entre autres) sont le reflet de la prospérité de la ville et de son occupation sur le long terme. Des fouilles archéologiques permettraient de saisir, enfin, l'ampleur et la richesse de cette zone urbaine encore vierge de toute exploration.



Vue actuelle de la ville © S. Dhennin.

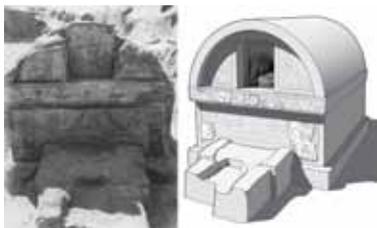
S. DHENNIN, « Térénothis - Kôm Abou Billou : une ville et sa nécropole », *BIFAO* 111, Le Caire, 2011.

G. WAGNER, J.-CL. GRENIER, ABD EL-HAFEEZ ABD EL-AL, *Stèles funéraires de Kom Abu Billou*, RGC 55, Paris, 1985.

F. HOOPER, *Funerary Stelae from Kom Abou Billou*, *KMAS* 1, Ann Arbor, 1961.

...à la fouille

Le programme d'étude et de fouille du site de Kôm Abou Billou est porté par les plus grandes institutions archéologiques françaises en Égypte : l'IFAO et le CNRS*. L'équipe scientifique, dirigée par D. Devauchelle (UMR 8164, Lille 3) et par S. Dhennin (IFAO) rassemble des chercheurs français et égyptiens. Elle réunit de nombreux spécialistes qui s'appuient sur des laboratoires d'analyse des matériaux en France et en Égypte (anthropologie, zoologie, datation au Carbone 14...).



Tombe de la nécropole © S. Dhennin et Th. Fournet.

La nécropole, utilisée de l'Ancien Empire (2686-2181 av. J.-C.) à l'aube de l'époque médiévale (640 ap. J.-C.), constitue la partie la plus exceptionnelle du site. Composée de milliers de sépultures surmontées de monuments en brique crue aux formes parfois originales, elle a dans le passé fait l'objet de fouilles, mais demeure méconnue. Sa situation en bordure du désert lui a assuré un état de conservation unique, comme en témoigne le riche mobilier funéraire composé de bijoux, d'amulettes, de statuettes...

L'étude de cette nécropole permet l'application de nombreuses disciplines de l'archéologie. Deux d'entre-elles sont particulièrement importantes pour notre connaissance des populations de cette ville : l'épigraphie et la numismatique.

* Institut Français d'Archéologie Orientale du Caire et l'UMR 8164 Halma-Ipef

L'épigraphie

Cette discipline étudie les inscriptions présentes sur la pierre, le bois ou le métal. Pour la période pharaonique, elles nous éclairent sur l'identité des personnes ayant vécu à Kôm Abou Billou, sur leurs métiers ou encore les divinités qu'ils adoraient. À la période gréco-romaine (332 av. J.-C. – 476 ap. J.-C.), les stèles funéraires nous fournissent de précieuses données car les épitaphes mentionnent le nom du défunt, sa filiation, ses qualités comme « qui aime ses enfants », son âge à sa mort et la date de son décès.



Stèle d'Ankhhor, inscrite en hiéroglyphes, xxv^e dynastie © Musée de Montgeron.



Stèle funéraire inscrite en grec (II^e s. ap. J.-C.) : Sôsandros fils de Chryssippos, ancien agoranome, qui aime ses enfants, âgé de 30 ans, aie bon courage ! © Collection privée.

La numismatique

C'est l'étude des monnaies qui, sur le site, se retrouvent majoritairement en contexte funéraire. Ces monnaies accompagnaient les défunts dans leur tombe et constituaient une offrande à Charon qui, selon la tradition, permettait aux morts le passage du Styx, l'un des fleuves des Enfers.

L'étude des monnaies est essentielle car elles donnent un *Terminus Post Quem* : par exemple, une monnaie de Trajan retrouvée dans une tombe indique le règne de cet empereur comme date la plus ancienne possible, et cela même si cette monnaie est un remploi plus tardif. La numismatique apporte également des informations sur le monnayage égyptien et, à une plus grande échelle, sur l'économie de la méditerranée antique.

D'autres sciences archéologiques seront appliquées sur ce site comme :

- la topographie, utilisée pour dresser les plans de la ville au fur et à mesure de l'avancée des fouilles ;
- la paléobotanique, qui fournira l'identification des matières brûlées en offrande devant les tombes ;
- les prospections géomagnétiques qui nous permettront de lever le voile sur les vestiges enfouis de la nécropole...



Pièce de monnaie © Th. Faucher.