

Mécanisme d'Anticythère L'horloge mystérieuse

Astrolabe, horloge astronomique, calendrier ? Quoi qu'il en soit, le mécanisme trouvé dans une épave romaine du 1^{er} siècle av. J.-C. semble terriblement anachronique ! Depuis sa découverte au large de l'île grecque d'Anticythère, en 1900, le mystère persiste. Or, pour la première fois, une équipe pluridisciplinaire s'est constituée pour résoudre cette énigme. Nous avons rencontré ces chercheurs à Athènes.

Myriam Détruy



ATHÈNES, juillet 2006. Dans leur bureau près de la rue Éole, Yanis Bitsakis, physicien, et Agamemnon Tselikas, spécialiste des écritures anciennes, scrutent leur écran d'ordinateur. Un à un, les 82 fragments de bronze qui semblent constituer un instrument d'astronomie sophistiqué, défilent sous leurs yeux d'ex-

perts. Comment s'agencent ces caractères grecs révélés par les rayons X sous les sédiments ? Quel texte écrit voici plus de vingt siècles faut-il déchiffrer ? *"Parfois, je passe deux heures sur une seule lettre"*, confie Yanis Bitsakis. Avec son collègue paléographe, il fait partie de la première équipe de recherche pluridisciplinaire

réunie pour résoudre le mystère du mécanisme d'Anticythère ⁽¹⁾ — l'une des plus étonnantes reliques de l'Antiquité, découverte dans une épave romaine. Composé de morceaux d'un cadran zodiacal et de roues dentées insérées dans un engrenage, l'ensemble semble au moins aussi complexe qu'une horloge astronomique médiévale.

Malgré la corrosion, les trois fragments principaux du mécanisme (ici à taille réelle) laissent apparaître des éléments mécaniques d'une très grande finesse. Ils ont été retrouvés au large de l'île d'Anticythère (en haut), dans l'épave d'un navire romain qui faisait route de Bergama à Rome. Ils sont à présent exposés au musée national archéologique d'Athènes.

Photos DR et Antikythera Mechanism Research Project, Cortes Cyr.



Photos DR et Antikythera Mechanism Research Project

> Zoom

Astrolabe : cet instrument représente la voûte céleste projetée à plat et indique la position du Soleil et des étoiles brillantes. Il permet notamment de déterminer l'heure et de calculer des phénomènes astronomiques grâce à la hauteur des astres.

Ce mécanisme aurait dans ce cas un bon millénaire d'avance sur les premiers astrolabes (**Zoom**)... Vous avez dit étrange ? C'est bien l'avis des astronomes, mathématicien, archéologue, épigraphologue et autres scientifiques qui composent le projet de recherche sur le mécanisme d'Anticythère. Fin 2005,

soutenus par la fondation Leverhulme Trust, ils ont photographié sous tous leurs angles ces fragments — notamment deux morceaux qui avaient été oubliés dans les cartons ! Surtout, grâce à un scanner de près de 8 tonnes, venu exprès de Grande-Bretagne, ils en ont obtenu des images d'une grande précision (40 microns), ne laissant plus aucune zone d'ombre. Et si le secret de cet étrange mécanisme était sur le point de nous être révélé, un siècle après sa découverte ?

L'épave oubliée

↑ **LE d'Anticythère, printemps 1900.** Des pêcheurs d'éponges venant de Syme trouvent refuge lors d'une tempête sur cette île à mi-chemin entre le Péloponnèse et la Crète. Afin de voir si ces rivages sont propices à leur activité, ils effectuent une plongée. Lorsque le premier d'entre eux, Elias Stadiatis, remonte à la surface avec un bras en bronze plus grand que nature, il fait part à ses compagnons d'une vision étonnante. Là, par 42 m de fond, gît un bateau long d'une cinquantaine de mètres. L'épave est remplie d'amphores, de statues en bronze et en marbre.

La suite ne se fait pas attendre : accompagnés d'un archéologue, les pêcheurs passent près de deux ans à remonter leurs trouvailles. Les conditions sont difficiles ; l'un y perd la vie, deux autres restent handicapés. D'après leur aspect, les amphores sont datées de 80-70 av. J.-C., et les poteries de 75-50 av. J.-C. L'examen d'un morceau de bois arraché à l'épave fournit une fourchette plus large pour le naufrage : entre 220 et 43 av. J.-C. En 1902, l'archéologue Valerios Stais découvre parmi le butin, rassemblé au musée d'Athènes, des morceaux de bronze corrodés, qui laissent apparaître des roues dentées et d'intrigantes inscriptions astronomiques. L'objet est référencé comme "astrolabe", et plus personne ne s'y intéresse...

Un ordinateur antique

A THÈNES, 1951. Le physicien britannique Derek de Solla Price débute une longue étude du mécanisme, qui durera plus de vingt ans. D'emblée, il en perçoit l'extraordinaire complexité. Trois cadrans sont incrustés de part et d'autre d'une boîte en bois, suppose-t-il, et reliés entre eux par une trentaine de roues dentées. L'engrenage était probablement activé par une manivelle située sur le côté. Le cadran de devant comporte deux cercles concentriques. Le cercle interne indique les douze divisions du Zodiaque réparties sur 360°. L'autre est divisé en 365°, répartis sur les douze mois de l'année⁽²⁾. En dessous se trouve un parapégme, un calendrier astronomique perpétuel indiquant les levers et les couchers des fixes avec des indications météorologiques. Pour Price, cet instrument unique permettait de calculer les positions du Soleil

En 1900, des pêcheurs d'éponges (à gauche) remontent d'une épave échouée au large de l'île d'Anticythère de mystérieux morceaux de bronze. Ces fragments seront examinés par Derek de Solla Price de 1951 à 1974 (au centre), sans que le Britannique en découvre la fonction. En 2005, un scanner révèle de nombreuses inscriptions supplémentaires (ci-dessus).

et de la Lune à une date donnée. Son premier article, en 1959, *An Ancient Greek Computer (Un ordinateur de la Grèce antique)*, dans *Scientific American*, suscite l'engouement des scientifiques et du grand public. Certains imaginent même que seule une civilisation venue d'ailleurs a pu apporter cette technique aux Grecs (lire encadré p. 58). Price poursuit son étude, parvient à faire quelques radios des fragments, et publie en 1974 les résultats complets de son investigation, *Gears from the Greeks (Engrenages de la civilisation grecque)*. "C'est aujourd'hui l'ouvrage de référence", commente Yanis Bitsakis. Malgré cette étude fouillée, bon nombre de questions restent encore sans réponse, notamment celles sur le fonctionnement et l'origine de l'instrument. Île d'Anticythère, 1976. La *Calypso* et son célèbre commandant au bonnet rouge explorent l'épave. L'équipe de Jacques-Yves Cousteau y trouve, entre autres, des pièces de monnaie ! Une découverte qui permet d'affiner la date du naufrage et, surtout, de connaître la provenance du chargement. Le bateau, apparemment romain, emportait un butin pris à Pergame (aujourd'hui Bergama, en Turquie). Or, en 86 av. J.-C., l'armée romaine, en pleine reconquête de la Grèce, a mis la ville à sac. En route vers Rome, le navire aurait

sombré lors d'une tempête en mer Égée. Si l'année du naufrage est précisée, celle de la fabrication du mécanisme n'en est pas connue pour autant. D'après leur forme, les caractères grecs remontent au début du 1^{er} siècle av. J.-C., à plus ou moins quarante ans près. Une datation au carbone 14 est quasi impossible : il aurait fallu, par exemple, retrouver du bois ayant appartenu au mécanisme. Une telle expertise ne donnerait de toute façon pas de résultat plus précis. Alors, comment prouver que le mécanisme est authentique ? "L'endroit du naufrage, difficile d'accès, exclut toute addition postérieure", argumente Yanis Bitsakis. "Il représente un travail manuel considérable, qui rend impossible une falsification", ajoute Mike Edmunds, astronome à l'université de Cardiff.

Une chose est sûre : "Nous avons doublé le nombre d'inscriptions par rapport à Price, note Yanis Bitsakis. Grâce à nos scanners, nous sommes passés de 900 à 2000 caractères décodés. La quantité n'est toutefois pas le plus important. C'est surtout la qualité des mots déchiffrés qui compte." Le texte astronomique figurant sur le mécanisme a ainsi été très largement décrypté. "Une

seule et même personne est l'auteur des textes, et ceux-ci ont été écrits pour quelqu'un d'autre que leur créateur", signale Xénophon Moussas, qui enseigne l'astronomie à l'université d'Athènes.

Planètes et éclipses

PEU à peu, les éléments de Price sont corrigés et améliorés. Dans les années 1990, un informaticien australien, Allan Bromley, puis son collaborateur, Michael Wright, historien des sciences à l'Imperial College de Londres, ont transformé le mécanisme en un planétarium très élaboré. Il calculerait les mouvements du Soleil, de la Lune (et peut-être des cycles d'éclipses), ainsi que des cinq planètes alors connues : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Mike Edmunds lui conférerait, lors de son étude publiée en 2000, des propriétés astrologiques. Si les erreurs de Price sont unanimement reconnues, le fonctionnement du mécanisme pose toujours problème. Tout et son contraire ont à peu près été dits, les reconstitutions faisant largement appel à l'imagination. Concernant les planètes, seule Vénus (Aphrodite) est mentionnée dans les inscriptions. Il est

Les fragments ont été photographiés grâce à un dispositif permettant d'examiner en trois dimensions les moindres détails de leur surface (en bas, à gauche). Chaque spécialiste est mis à contribution pour percer le mystère : Agamemnon Tselikas (chemise rose) connaît les écritures anciennes, Yanis Bitsakis (devant), les techniques d'analyse du patrimoine, et Xénophon Moussas (en bas, à droite) est astronome.



Photos M. Détray et Antikythera Mechanism Research Project

CHRONOLOGIE

- **III^e siècle av. J.-C.** : Archimède (287-212) invente la vis sans fin.
- **II^e siècle av. J.-C.** : Hipparque (190-120) découvre la précession des équinoxes et imagine des modèles pour comprendre les mouvements du Soleil et de la Lune.
- **Première moitié du 1^{er} siècle av. J.-C.** : Posidonius (135-51 av. J.-C.), stoïcien grec (sous-entendu politicien, philosophe, astronome, historien, géographe...), fonde une école à Rhodes. Certains le voient comme un concepteur possible du mécanisme d'Anticythère.
- **85-60 av. J.-C.** : naufrage du navire romain sur l'île d'Anticythère.
- **55 av. J.-C.** : Geminus rédige l'*Isagoge* (introduction à l'astronomie). Le texte est très proche du parapégme gravé sur le mécanisme. Ce probable disciple de Posidonius pourrait, lui aussi, être l'auteur de l'objet.
- **env. 90-20 av. J.-C.** : Vitruve conçoit une horloge hydraulique astronomique.
- **45 av. J.-C.** : Dans *De natura deorum*, Cicéron (103-43), qui a séjourné de -79 à -77 à Rhodes, décrit un instrument conçu par Posidonius, capable de reproduire les mouvements du Soleil, de la Lune et des cinq planètes.
- **60** : Héron d'Alexandrie conçoit des odomètres, pourvus d'engrenages, pour mesurer les distances.
- **I^{er} siècle ap. J.-C.** : Ptolémée (100-170) représente le monde selon un système géocentrique et écrit l'*Almageste*.



Le bateau romain transportait un grand nombre de statues grandeur nature (dieux grecs, athlètes, chevaux...), désormais exposées dans le patio du musée d'Athènes.

▼ TROIS QUESTIONS À...

Mike Edmunds



Antikythera Mechanism Research Project

Astronome et chef de projet de recherche sur le mécanisme d'Anticythère

Pourquoi vous êtes-vous intéressé au mécanisme d'Anticythère un demi-siècle après l'étude de Derek de Solla Price ?

J'avais lu un article à propos du mécanisme il y a de nombreuses années, puis je l'avais oublié. Lorsqu'un étudiant m'a demandé un sujet de recherche, j'y ai repensé et me suis alors rendu compte à quel point c'était intéressant. Le problème était que, dans les études de Price, en 1974, et de Bromley, dans les années 2002, il y avait beaucoup d'erreurs et il manquait des données importantes, d'autant que Wright, le collaborateur de Bromley, ne publie pas les siennes.

Comment avez-vous réuni les cinq autres chercheurs anglais et grecs qui constituent avec vous le noyau dur de l'équipe ?

Avec Tony Freeth [mathématicien et réalisateur, NDLR], nous voulions faire un film sur le mécanisme. Nous avons donc monté le projet pour aller l'étudier à Athènes. Ce n'était pas évident d'obtenir les autorisations, car les fragments sont extrêmement fragiles. L'équipe s'est ensuite constituée grâce à des contacts personnels. C'était indispensable d'avoir des scientifiques grecs avec nous, afin de replacer l'objet dans son contexte et de déchiffrer les inscriptions.

Vos résultats risquent-ils de bouleverser une partie de l'histoire des sciences ?

Il n'y a rien de vraiment inattendu. La civilisation grecque a la réputation d'être mécaniquement peu avancée, peut-être parce que c'était les esclaves qui fabriquaient les objets mécaniques. Pourtant, on a la preuve du contraire. On a retrouvé des armes et des instruments de guerre de cette époque qui étaient déjà très sophistiqués.

Un scénario pour X-Files

Trop compliqué pour être antiquement grec ! Depuis les années 1970, le Suisse Erich von Däniken n'en démord pas : comme les statues de l'île de Pâques ou les pyramides d'Égypte, le mécanisme d'Anticythère est, pour lui, une nouvelle preuve que notre planète a été visitée il y a quelques millénaires par des extraterrestres. À ses yeux, les dieux grecs ne sont d'ailleurs absolument pas mythologiques. Ils connaissaient même le clonage, comme le prouvent les références aux centaures et autres cyclopes... Derek de Solla Price répond gentiment à ces rumeurs dans *Gears from the Greeks* : "Toute l'histoire de la science grecque ne prend son véritable sens que si nous supposons que notre vision, réduite aux instruments de Héron d'Alexandrie, sous-estime largement leur civilisation. Elle peut désormais être corrigée." On respire.

aussi question du cycle métonique (**Zoom**). "En plus des positions du Soleil et de la Lune, aujourd'hui clairement établies, le mécanisme suggère une sorte d'agencement planétaire. Il évoque aussi le point où les planètes sont stationnaires, ce que Price n'avait pas vu, explique Mike Edmunds. D'après les études menées jusqu'à présent, l'ensemble est cohérent avec les travaux astronomiques du 1^{er} siècle av. J.-C." Sur quelles théories s'appuie-t-il ? "D'après ce que nous savons de l'astronomie à l'époque où l'instrument a été fabriqué, j'aurais tendance à penser que la théorie de mouvement des planètes qu'il présente est assez simple, commente Alexander Jones, historien des sciences à l'université de Toronto. Il doit être basé sur le principe que chaque planète a un cycle défini, de sorte que par exemple le nombre de jours entre les dates successives où Mars est visible à l'aube est constant." Certains ont même imaginé que les planètes pourraient être représentées selon un système héliocentrique. Xénophon Moussas en doute : "Même si l'on savait à cette époque que le Soleil était au centre des planètes, les positions sont données par rapport à la Terre."

Sur les dents

AU-DELÀ des considérations astronomiques, c'est la technologie qui impressionne le plus les chercheurs. Derek de Solla Price a imaginé qu'un engrenage différentiel⁽¹⁾ était inclus dans le mécanisme. "Différentiel, c'est une question d'appréciation, commente Mike Edmunds. Disons qu'il s'agit plutôt d'engrenages complexes. Le nombre de roues connues, aujourd'hui, est arrêté à 30. Si l'on veut faire fonctionner le mécanisme d'une certaine façon, il faut en

> Zoom

Cycle métonique : cycle de 19 ans (235 lunaisons) au bout duquel les phases de la Lune se répètent aux mêmes dates de l'année solaire. L'astronome Méton avait noté cette coïncidence vers 430 av. J.-C.

ajouter quelques-unes." Presque aucune n'est complète, ce qui rend fastidieux le comptage des dents, primordial pour reconstituer correctement l'instrument. Alexander Jones admet que l'objet est très sophistiqué, en regard de ce que nous savons de la technologie de la Grèce antique. Mais

il n'est pas surpris : "Il montre plutôt que les productions scientifiques, comme les œuvres artistiques ou littéraires des anciennes sociétés gréco-romaines, sont aujourd'hui perdues." Les engrenages ne semblent pas être inconnus de la civilisation grecque, et un instrument du même genre est bien mentionné dans des écrits de Cicéron (voir chronologie p. 57). Mais aujourd'hui, seul le mécanisme d'Anticythère pourrait être la preuve de cette haute technologie.

L'équipe de recherche sur le mécanisme d'Anticythère rendra publics ses résultats en novembre. "Même si nous allons éclaircir pas mal de points, il est évident que des questions vont rester en suspens et que d'autres vont surgir", note Yanis Bitsakis. L'équipe prévoit de mettre en ligne ses données en 2007. Le monde entier pourra alors s'attaquer à l'énigme. ■

(1) www.antikythera-mechanism.gr

(2) Du calendrier gréco-égyptien.

(3) Système de transmission permettant à des roues dentées de tourner à différents régimes.

CE SUJET VOUS INTÉRESSE ?

Retrouvez Philippe Henarejos, rédacteur en chef de *Ciel & Espace* avec Christian Sotty et Jean-Yves



Casgha dans l'émission **MICROMÉGA** sur RFI (89 FM) le 2 septembre à 21h.