



Les rayons X font apparaître des structures mécaniques noyées dans des concrétions marines, au sein du principal fragment de la machine d'Antikythère. À la surface apparaît la roue motrice principale.

© 2005 Musée national archéologique d'Athènes (à gauche); © 2005 Nikon X-Tek Systems (à droite)

L'amas en question est le mécanisme d'Antikythère – on parle aussi de machine d'Antikythère –, un objet qui stupéfie les chercheurs depuis cent vingt ans. Au cours du ^{xx}^e siècle, l'amas d'origine s'est fragmenté en 82 morceaux, créant un puzzle en trois dimensions extrêmement difficile à reconstituer. La machine d'Antikythère semble en effet être un calculateur astronomique à roues dentées d'une très grande complexité. Nous avons aujourd'hui une idée plutôt précise de certaines de ses parties, mais des énigmes non résolues demeurent. Nous savons que cette machine est au moins aussi ancienne que le naufrage d'entre 60 à 70 avant notre ère qui l'a emmenée au fond de la mer, et, par ailleurs, certains indices poussent à penser qu'elle pourrait avoir été créée vers 200 avant notre ère.

En mars 2021, l'*Antikythera Research Team*, l'équipe dédiée à l'étude de la machine d'Antikythère que je dirige à l'université de Londres, a publié une nouvelle étude de ce mécanisme. Ses membres comprennent le spécialiste des matériaux Adam Wojcik, celui de l'imagerie Lindsay MacDonald, l'archéométallurgiste Myrto Georgakopoulou, l'horloger David Higgon, le physicien Aris Dacanalis, deux étudiants diplômés et le mathématicien et cinéaste que je suis. Dans notre article, nous proposons une nouvelle reconstitution des trains d'engrenages – c'est-à-dire des ensembles de plusieurs roues dentées fonctionnant de concert – situés à l'avant du mécanisme, dont l'analyse n'avait pas encore été faite. Ainsi, nous parvenons aujourd'hui à une compréhension nouvelle de la machine qui remet en question beaucoup d'idées sur les capacités techniques des Grecs anciens.

L'ASTRONOMIE DANS L'ANTIQUITÉ

Nous savons que les Grecs de l'Antiquité étaient rompus à l'observation des astres à l'œil nu. Chaque nuit, alors que la Terre tournait sur son axe, ils observaient la sphère céleste en rotation, ce qui leur donnait une perspective géocentrique sur le ciel nocturne. Les positions relatives de la plupart des astres restant inchangées, les anciens astronomes les considéraient comme des « étoiles fixes ». Toutefois, ils voyaient aussi des corps en mouvement par rapport à ce fond étoilé fixe : la Lune, par exemple, accomplit une rotation complète par rapport aux étoiles tous les 27,3 jours ; le Soleil fait la même chose en un an.

Les autres corps en mouvement sont les planètes, que les Grecs nommaient les « vagabondes » à cause de leurs mouvements erratiques en apparence. Pour les astronomes de

L'ESSENTIEL

> La complexité d'un mécanisme à engrenages vieux de plus de 2 000 ans intrigue depuis sa découverte en 1900 près de l'île grecque d'Anticythère.

> De nouvelles analyses par tomographie à rayons X complètent notre compréhension

du fonctionnement de la machine à partir de ses 82 fragments.

> L'étude des trains d'engrenages subsistants conduit à une nouvelle reconstitution, qui confirme l'ingéniosité de ce calculateur astronomique antique.

L'AUTEUR



TONY FREETH
est un mathématicien membre de l'équipe de recherche dédiée au mécanisme d'Anticythère à l'université de Londres.

L'Antiquité, ces astres errants représentaient la plus grande des énigmes. Ils finirent toutefois avec le temps par remarquer que les vagabondes accomplissent d'étranges cycles, se déplaçant parfois dans la même direction que le Soleil dans un mouvement «prograde», avant d'inverser leur mouvement, le rendant «rétrograde». Ces cycles dits «synodiques» sont l'apparence que prend, depuis la Terre, la révolution des planètes autour du Soleil. Les étranges inversions se produisent dans notre ciel étoilé parce que les planètes tournent autour du Soleil, comme nous le savons aujourd'hui, et pas autour de la Terre, comme le croyaient les Grecs.

L'ASTRONOMIE GÉOCENTRIQUE

En termes modernes, tous les corps en révolution dans le Système solaire suivent des orbites proches du plan de l'écliptique, celui contenant la trajectoire terrestre autour du Soleil. Cela implique qu'ils suivent tous à peu près le même chemin à travers les étoiles. Prédire la position des planètes le long de l'écliptique n'a pu qu'être très difficile pour les premiers astronomes, qui se servaient pour cela des périodes synodiques, celles des cycles du même nom. Il s'avère que l'une des principales fonctions de la machine d'Anticythère est de prédire les positions des planètes à l'aide des estimations des périodes synodiques élaborées pendant l'Antiquité. Une autre de ses fonctions est de suivre les mouvements lunaires et solaires, qui eux aussi varient par rapport aux étoiles.

La conception d'une grande partie du mécanisme d'Anticythère dérive donc du savoir des astronomes du Moyen-Orient antique. L'astronomie a en effet beaucoup progressé au cours du I^{er} millénaire avant notre ère à Babylone et dans la ville d'Ourouk. Les astronomes babyloniens, en notant quotidiennement les positions des corps astronomiques sur des tablettes d'argile, ont ainsi mis en évidence les mouvements périodiques du Soleil, de la Lune et des planètes. Pour faire des prédictions, c'était essentiel! En

dix-neuf ans, la Lune parcourt 254 fois son orbite avant de se retrouver au début de son cycle devant le même ciel étoilé, en d'autres termes à la même date, ou, ce qui revient au même, au même point de son orbite. Cette «correspondance périodique» – c'est-à-dire cette correspondance entre les périodes de deux astres – est le cycle métonique, nommé d'après l'astronome grec Méton d'Athènes (mort vers 460 avant notre ère), même si les Babyloniens l'avaient découvert bien avant lui. La machine d'Anticythère traduit plusieurs des correspondances périodiques babyloniennes.

Le philologue allemand Albert Rehm, spécialiste des inscriptions en grec ancien, l'un des acteurs clés des recherches initiales sur le mécanisme d'Anticythère, a été le premier à le considérer comme une machine à calculer. Entre 1905 et 1906, il fit des découvertes cruciales qu'il consigna dans des notes non publiées. Il découvrit par exemple le chiffre 19 sur l'un des fragments du mécanisme, chiffre qui fait référence au cycle métonique. Sur le même fragment, Rehm découvrit aussi les chiffres 76, soit quatre fois 19, donc un raffinement grec du cycle de dix-neuf ans, ainsi que le chiffre 223 correspondant au nombre de lunaisons du «saros», la période de 223 lunaisons (environ dix-huit ans) que les Babyloniens employaient pour prédire les éclipses lunaires et solaires. Ces cycles se répétant étaient la force motrice de l'astronomie prédictive babylonienne.

Le deuxième acteur clé de la recherche sur la machine d'Anticythère fut le physicien britannique devenu historien des sciences Derek John de Solla Price. En 1974, après plus de vingt ans de recherche, il publia un article important intitulé «Les engrenages des Grecs» («*Gears from the Greeks*»), dans lequel il citait de remarquables passages de Cicéron (106-43 avant notre ère). Dans l'un d'entre eux, l'avocat et homme politique romain décrivait une machine fabriquée par le mathématicien Archimède (287-212 avant notre ère) sur laquelle «étaient