

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

UN CALCULATEUR ASTRONOMIQUE

Découvert il y a plus d'un siècle dans une épave, le mécanisme d'Antikythère est l'objet technique antique le plus complexe jamais découvert. Ce dispositif en bronze, datant probablement d'entre 205 et 60 avant notre ère, contient des dizaines de roues dotées de dents mesurant environ 1 millimètre de long. Leurs mouvements prédisaient les positions à tout moment du Soleil, de la Lune et des cinq planètes connues dans l'Antiquité. À l'université de Londres, une équipe de recherche consacrée à la machine d'Antikythère vient de proposer une nouvelle reconstitution du fonctionnement des engrenages situés à l'avant de la machine.

Façade avant : À l'intérieur de l'appareil, une roue motrice principale fait tourner tous les engrenages, lesquels déplaçaient des aiguilles et des anneaux concentriques affichant les positions de différents corps célestes. De petites sphères indiquaient la position du Soleil et de la Lune et la phase de la Lune. Des perles colorées indiquaient la position des planètes le long de l'écliptique, le plan du Système solaire.

Façade arrière : Deux grands cadrans étaient visibles à l'arrière de l'appareil, ainsi que plusieurs cadrans plus petits. Le grand cadran supérieur est un calendrier représentant le cycle métonique, une période de dix-neuf ans au cours de laquelle 235 phases lunaires se répètent. Le grand cadran inférieur est le cadran « saros » de 223 mois, servant à prédire les éclipses solaires et lunaires.



ENGRENAGES DONNANT LES SOLEIL, MARS ET SATURNE « VRAIS »

Les engrenages permettant d'afficher les positions du Soleil et de Mars, Jupiter et Saturne étaient montés sur une plaque circulaire reliée à la roue motrice principale par des piliers.

- Soleil
- Mars
- Jupiter
- Saturne

Mécanisme du Soleil « vrai »

ROUE MOTRICE PRINCIPALE

Cette roue centrale orchestrait les différents trains d'engrenages chargés de calculer les positions du Soleil, de la Lune et des planètes à un moment donné.

- Soleil
- Lune
- Nœuds lunaires

Roue motrice principale

Roue dentée à 53 dents en mouvement variable dans le système pour la Lune

Roue dentée plate se connectant à la manivelle extérieure (non montrée)

Pilier

Roue à 38 dents

Plaque rectangulaire

- Mercure
- Vénus

ENGRENAGE POUR MERCURE ET VÉNUS

Les positions de Mercure et de Vénus étaient produites par des engrenages reliés à une plaque rectangulaire, elle-même reliée à la roue motrice principale par des piliers.

Plaque frontale, vue depuis l'intérieur

Aiguille lunaire

Aiguille indiquant les nœuds lunaires

DANS LE VENTRE DE LA MACHINE

PLAQUE CENTRALE

Une plaque placée au centre du mécanisme portait les trains d'engrenages produisant les affichages sur les plaques avant et arrière.

Axe de sortie pour le mouvement variable du système lunaire

Engrenages à aiguilles et fentes créant le mouvement variable de la Lune.

ENGRENAGES POUR LA LUNE VARIABLE

Tant les Babyloniens que les Grecs savaient que le mouvement de la Lune varie par rapport aux étoiles – ce que l'on explique en termes modernes par son orbite elliptique. Un train d'engrenages particulièrement compliqué calculait ce mouvement variable de la lune d'une manière spectaculairement efficace.

Roue à 127 dents pour créer le mouvement variable de la Lune

Roue à 188 dents soudée à la roue à 223 dents

Façade arrière

La nouvelle reconstitution de la machine d'Anticythère comprend un total de 69 roues dentées, dont les mouvements produisent ensemble des calculs astronomiques d'une spectaculaire complication. La plus grande partie de cette complexité se retrouve dans les entrailles de la machine, où des trains d'engrenages concouraient à diverses déterminations de la position des astres – dans certains cas à plusieurs en même temps! L'utilisateur n'avait qu'à placer le cadran calendaire sur un point du passé, du présent ou du futur, et les engrenages internes déplaçaient les pointeurs et les anneaux sur les affichages de la façade de façon à indiquer les positions des astres.

- Calendriers métonique et callippique
- Calendrier des Olympiades
- Cycles saros et exeligmos

CADRANS ARRIÈRE

Le cadran supérieur arrière était un calendrier métonique/callippique conciliant le mois lunaire avec l'année solaire. Il comprenait également un cadran plus petit indiquant le cycle quadriennal des Olympiades des Jeux panhelléniques, couramment utilisé pour marquer le temps. Le cadran inférieur arrière était un calendrier saros qui prédisait les éclipses solaires et lunaires selon le cycle « saros » de 223 mois. Sur la façade arrière, des inscriptions lui étaient associées, qui décrivaient les caractéristiques des éclipses prédites.