

What is the Antikythera Mechanism?

On Easter Tuesday, 1900, sponge divers from the island of Symi discovered a roman shipwreck near the coast of the small island of Antikythera. A few months later, the Greek State organized the very first major underwater archaeology expedition, with the sponge divers and the assistance of the Greek Royal Navy.

The wreck is dated ca 80 - 60 BCE while much of its rich cargo dates from before the second century BCE; among the superb findings was an object full of gears, dials and inscriptions, also dated during the second half of this century.

This particular object is now called the "Antikythera Mechanism", and it is on display at the National Archaeological Museum in Athens. Ever since it was discovered, it was thought to be an astronomical device—sometimes as an astrolabe or a planetarium—or a navigational device or even a combination of different devices.

Over a century of research has now established that it is the oldest known astronomical and calendrical calculating machine. It has been called the "World's First Computer".

The three main fragments of the Mechanism are on display in the Bronze Collection of the National Archaeological Museum; the remaining 79 smaller fragments are kept in the collection's store.

Qu'est-ce le mécanisme d'Anticythère?

Le Mardi de Pâques 1900, des pêcheurs d'éponges provenant de l'île du Dodécanèse Symi, découvrirent une épave romaine tout près des côtes de la petite île d'Anticythère, au sud du Péloponnèse. Quelques mois plus tard, l'État grec organisa la première grande expédition archéologique sous-marine des temps modernes, grâce à des pêcheurs d'éponges et de la marine royale.

L'épave fut datée d'environ 80 à 60 av. J.-C. tandis qu'une grande partie de son chargement date d'avant le deuxième siècle av. J.-C. Parmi les superbes trouvailles fut remarqué un petit objet en bronze comprenant des rouages et des inscriptions, daté de la seconde moitié du deuxième siècle av. J.-C.

Cet objet, appelé «le mécanisme d'Anticythère» est conservé au Musée national archéologique d'Athènes. Les trois plus grands fragments du mécanisme sont exposés à la collection des bronzes du Musée.

Dès sa découverte, le mécanisme d'Anticythère a été considéré comme un objet astronomique: astrolabe, planétarium ou instrument de navigation. Après un siècle de recherches, il est maintenant établi qu'il s'agit d'une machine à calculer astronomique et calendaire, la «première calculatrice de l'humanité».



Where, when and by who was it built?

It is thought that the Mechanism was probably built during the second half of the 2nd century BCE, as part of the tradition of "Sphairopoiia" (sphere making), possibly originated by Archimedes. Starting with Apollonios of Perga (3rd - 2nd Century BCE), Hipparchos of Nicaea (2nd Century BCE) and their contemporaries astronomical theory had progressed far enough to make it possible to design a mechanism representing the movement of the "wanderer stars" (the planets) and the variable motion of the Moon (the first anomaly).

Poseidonios from Rhodes had been considered as a possible designer of the Mechanism.

Both Hipparchos and Poseidonios were active in Rhodes and this pointed to Rhodes or to the nearby Ionian coasts as a possible place for the birth of the Mechanism. Much of the cargo of the Antikythera ship also points to the same region. But the Metonic calendar and the month names point to months that could originate from Corinth itself or one of its colonies like Tauromenium, founded by Syracusians.

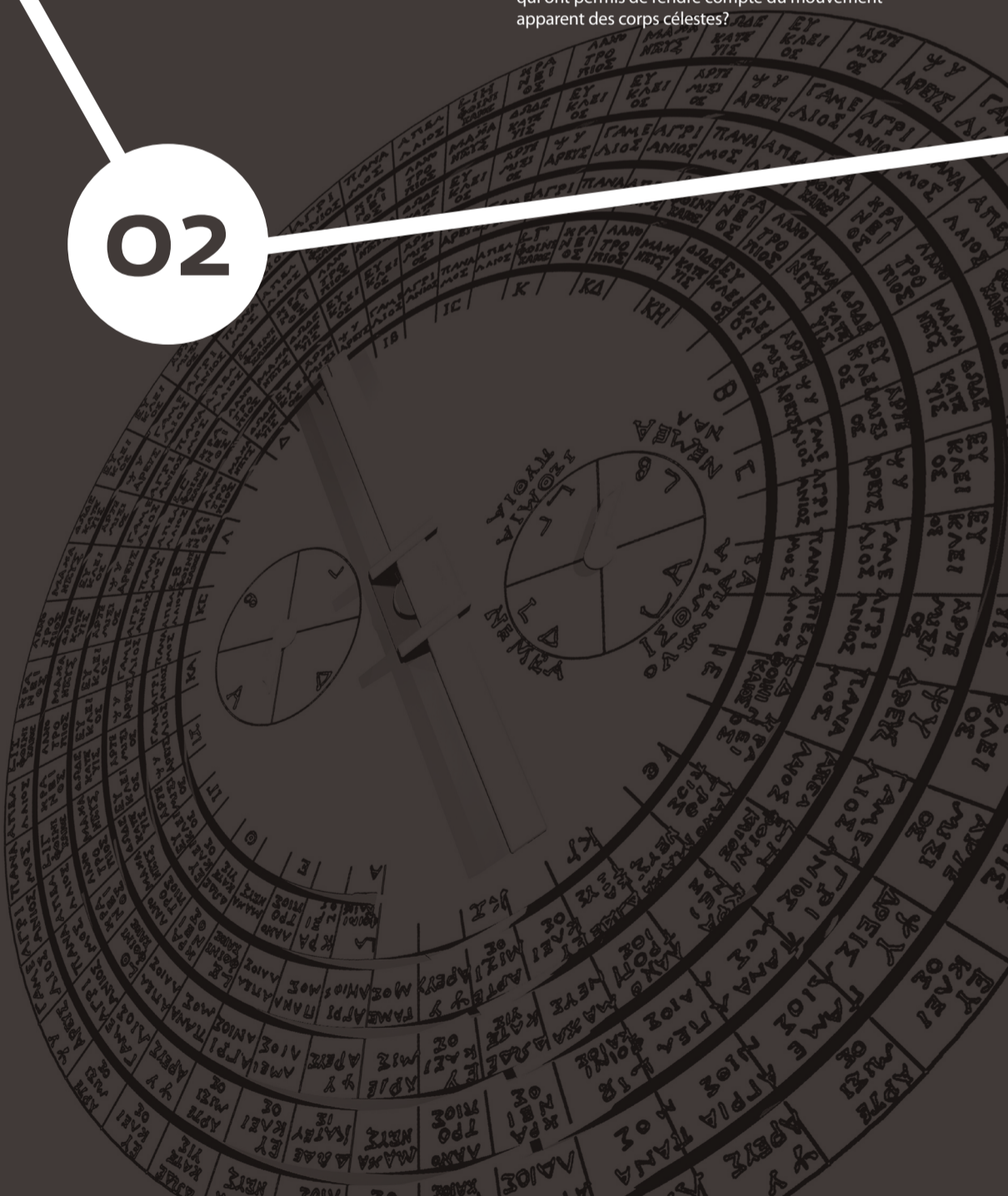
Could a tradition originating with Archimedes have survived, integrating into sphere making the epicycles or the equants, which permitted the explanation of the variation of the apparent velocity of heavenly bodies?

Où, quand et par qui a-t-il été construit?

On croit savoir aujourd'hui que le mécanisme a été probablement construit pendant la deuxième moitié du 2e s. av. J.-C. et fait partie de la tradition de la «Sphairopoiia» (ou shpéropée, construction des sphères) d'Archimède. L'astronomie mathématique d'Apollonios de Perge 3e-2e s. av. J.-C.), suivi par Hipparque (2e s. av. J.-C.) avait à cette époque progressé suffisamment pour rendre possible la conception d'un mécanisme représentant le mouvement des «astres errants» (les planètes) et le mouvement variable de la Lune.

Jusqu'à très récemment, Poseidonios de Rhodes était considéré comme le concepteur probable du mécanisme. Poseidonios et Hipparque ont tous deux exercé l'astronomie à Rhodes, ce qui fait de cette île un endroit probable pour la construction du mécanisme. D'ailleurs, une grande partie de la cargaison de l'épave semble aussi provenir de Rhodes. Mais les noms des mois du calendrier métonien lus récemment sont à consonance corinthienne, ce qui fait penser à Corinthe ou ses colonies, par exemple Syracuse mais aussi Tauromenium (l'actuelle Taormina) qui était sous l'influence de cette dernière. Serait-il possible que le mécanisme fasse partie de la tradition d'Archimède (3e s. av. J.-C.) en intégrant dans la sphairopoiia la construction des épicycles et des équants qui ont permis de rendre compte du mouvement apparent des corps célestes?

02



Why the Mechanism is an astronomical calculating machine?

From the moment when the fragments of the Mechanism were discovered, it was observed that its mechanical elements were mixed with bits of inscriptions where astronomical terms like "of the Sun", "ray", "Venus" were visible. The similarity of these mechanical elements with more recent objects was obvious.

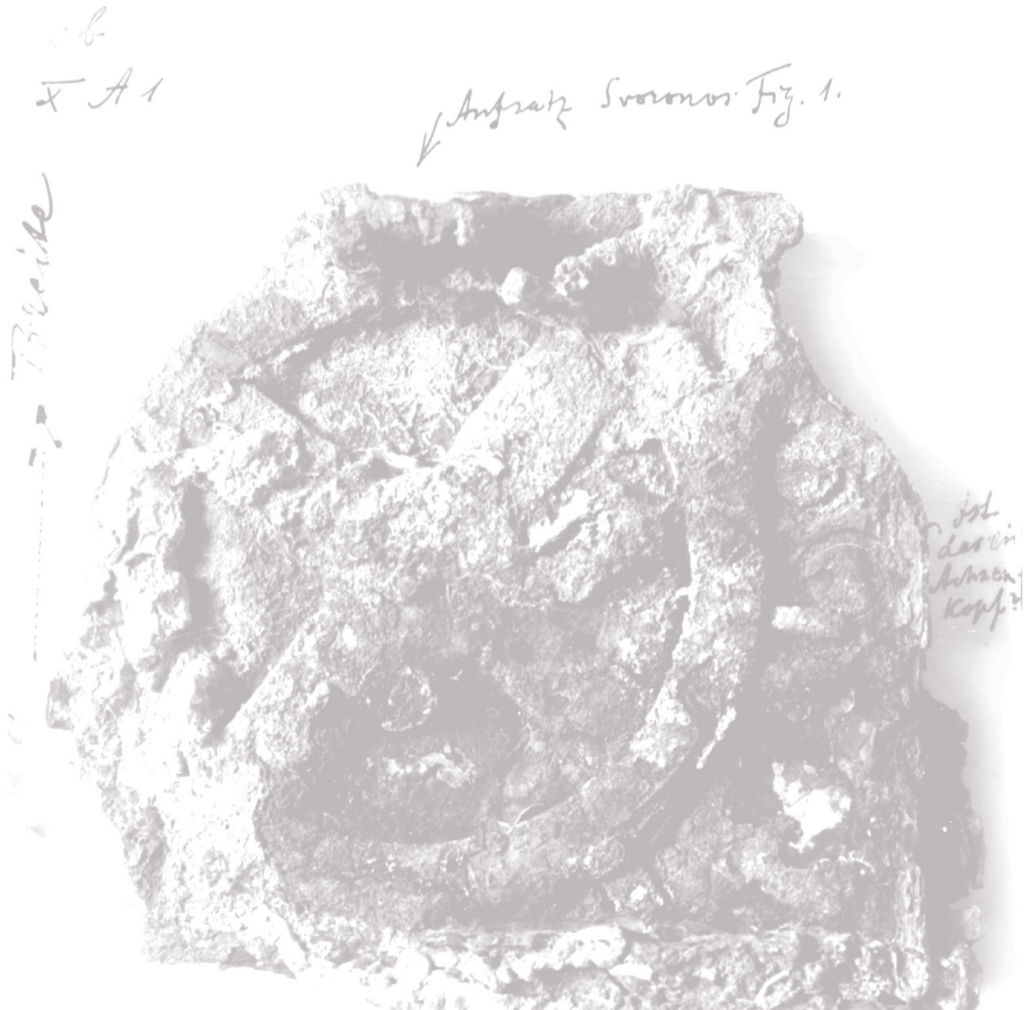
As cleaning of the fragments moved forward, new inscriptions were revealed, such as numbers related to astronomical periods (e.g. the number Iota Theta - 19 for the Metonic period of the Moon and the number Sigma Kappa Gamma - 223 for the Saros eclipse prediction period). It was clearly an astronomical device of great sophistication.

Pourquoi le mécanisme d'Anticythère serait-il une machine à calculer astronomique?

Quand les fragments du mécanisme ont été découverts, il a été observé qu'ils portaient des inscriptions sur lesquelles on pouvait lire des termes astronomiques comme "Soleil", "rayon", "Vénus" etc.

Après le nettoyage des fragments de nouvelles inscriptions furent révélées, comme par exemple des nombres liés à des périodes astronomiques: le nombre ΙΘ (Iota-Thêta) = 19 pour le cycle lunaire de Méton et le nombre ΣΚΓ (Sigma Kappa Gama) = 223 pour le cycle de prédiction des éclipses appelé Saros. Il était évident qu'il s'agissait d'un instrument astronomique sophistiqué.

03



Who studied the Mechanism and why new investigations were needed?

From May 1902, in the first publication about the discoveries from the Antikythera wreck, the “strange bronze machine” is mentioned, with a possible astronomical function. In subsequent publications, the word “astrolabe” is mentioned, while other opinions prefer a more complex device, like a planetarium.

The debate continues until the 1970s and the first X-rays, where consensus is reached about the nature of the artefact: it is a mechanical calculating device which displays calendars and related astronomical phenomena. But theories about its functions are challenged and the deciphered inscriptions are sparse.

Consequently, the National Archaeological Museum grants permissions for further investigations: in 1990, with linear tomography, and in 2005, with advanced surface imaging and tomography techniques. This last interdisciplinary research is still ongoing.

Qui a étudié le mécanisme d'Anticythère et pourquoi de nouvelles recherches étaient nécessaires?

En mai 1902, dans la première publication au sujet des découvertes du naufrage d'Anticythère, l'«étrange machine en bronze» est déjà mentionnée et un usage astronomique lui est attribué. Dans des publications ultérieures, certains pensaient à un astrolabe tandis que d'autres imaginaient des fonctions plus complexes, comme celles d'un planétarium.

Le débat continua jusqu'aux années 1970 quand le mécanisme fut soumis aux rayons X. Alors, les chercheurs arrivèrent à un consensus: il s'agissait bien d'une machine à calculer qui comporte des calendriers et est reliée à des phénomènes astronomiques. Mais ses fonctions n'étaient pas encore déterminées avec certitude et les inscriptions déchiffrées étaient éparées.

C'est pourquoi le Musée National Archéologique donna deux nouvelles permissions pour que les fragments soient examinés à l'aide de techniques de pointe: en 1990 par tomographie linéaire et en 2005 par scanner X 3D et imagerie de surface sophistiquée. L'étude de données de cette dernière recherche par une équipe pluridisciplinaire est toujours en cours.

04



Which are the parts of the Mechanism and what is displayed on it?

The Mechanism consists of scales, dials, axles, pointers and inscriptions on many of its plates, including the front and back covers. As guessed by the early 20th century epigraphists, these inscriptions are something like an "instruction manual".

Putting these inscriptions into the context of ancient astronomy, in conjunction with examination of the remaining mechanical parts (gears, axles, scales, dials etc.) enables researchers to be confident about the calendrical and astronomical functions of much of the surviving device.

But an important part of the Mechanism is missing and the research on some functions relies to a large extent on the interpretation of the inscriptions.

Quelles sont les parties du mécanisme d'Anticythère et que montre-t-il?

La partie mécanique du mécanisme d'Anticythère est faite d'engrenages, de graduations, d'axes et d'aiguilles. Le mécanisme comporte aussi des inscriptions gravées sur certaines de ses surfaces et surtout sur deux plaques qui sans doute servaient à le fermer. Ces inscriptions sont une sorte de mode d'emploi, chose déjà remarquée par les premiers épigraphistes qui les ont étudiées.

L'étude de ces inscriptions dans le contexte de l'astronomie grecque ancienne et leur examen en relation avec les parties mécaniques a permis aux chercheurs d'affirmer les fonctions astronomiques et calendaires de l'objet.

Malheureusement une grande partie du mécanisme est perdue et les hypothèses sur certaines fonctions supplémentaires sont en grande partie fondées sur l'interprétation des inscriptions.

05



How does it work?

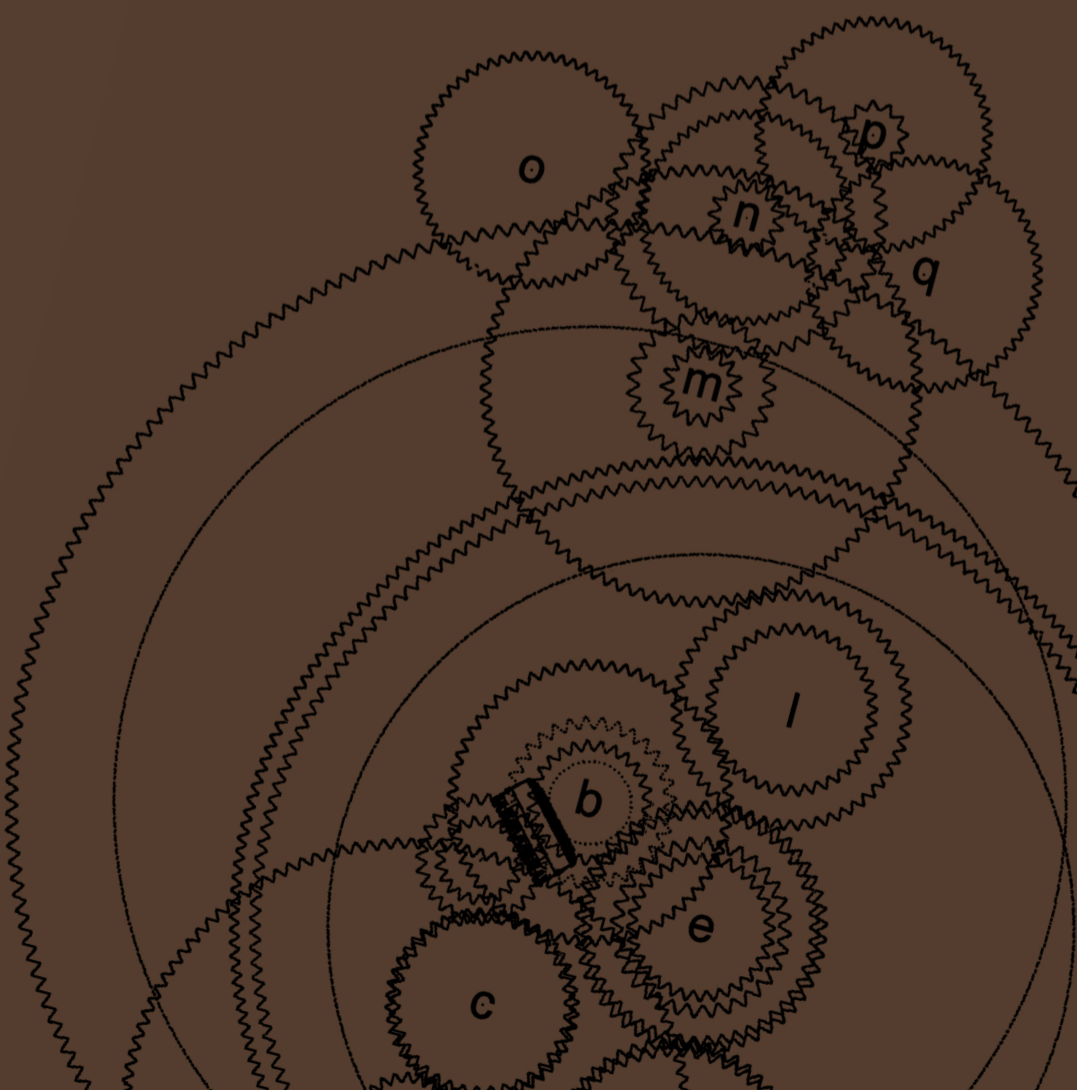
Turning a crank handle moves simultaneously all the pointers, through gears and axles that connect them. By selecting a date in the front 365 days dial (with the possibility of an extra leap day every four years), corresponding information can be read about the astronomical bodies on the other dials. Alternatively, the user can select an astronomical event and then see the date when it will occur (or has occurred in the past).

For instance, the user can directly check the correspondence between the solar and the lunar calendar, the position and phase of the moon, and the eclipses that may occur for a given day of the selected month. But the most remarkable ability of the Antikythera Mechanism is to show the variable motion of the Moon, realized through an extraordinary epicyclic gear train.

Comment ça fonctionne?

En faisant tourner une manivelle sur le côté du mécanisme on fait tourner simultanément toutes les aiguilles, à l'aide des engrenages et des axes qui les relie. Ainsi, en choisissant une date dans le calendrier de 365 jours du cadran de la face avant de l'appareil (avec la possibilité de choisir une date supplémentaire tous les quatre ans), les autres aiguilles donneront toutes les informations astronomiques qui correspondent à cette date précise. Inversement, l'utilisateur peut placer une aiguille sur un phénomène astronomique et voir ainsi la date à laquelle ce phénomène aura (ou a eu) lieu.

Par exemple, l'utilisateur peut immédiatement se rendre compte de la correspondance entre les calendriers lunaire et solaire, de la position et la phase de la Lune ainsi que des éclipses susceptibles d'avoir lieu à une date précise. Une fonction très remarquable du mécanisme est qu'il rend compte de la vitesse variable du mouvement apparent de la Lune, à l'aide d'un agencement très ingénieux du système d'engrenages de l'épicycle lunaire.



Is it unique (without precursors or successors)?

References to similar mechanisms are found in many ancient texts, but none matches exactly our knowledge of this specific device. It is almost certain that many similar mechanisms were constructed in Antiquity, but there were not saved as they were recycled to build other objects.

The technology for cutting gears and their use for the variation of rotation ratios were known at least a century before the estimated period during which the Mechanism was built, e.g. the second half of the 2nd century BCE. After the Mechanism was built, Cicero (end of 2nd century BCE - beginning 1st century BCE), Vitruvius (1st century BCE) and Heron (1st century BCE - 1st century AD) have detailed mentions of geared devices, but also of planetaria. It should be mentioned that Heron's terminology matches pretty closely some of the terms encountered in the "user manual" of the Mechanism.

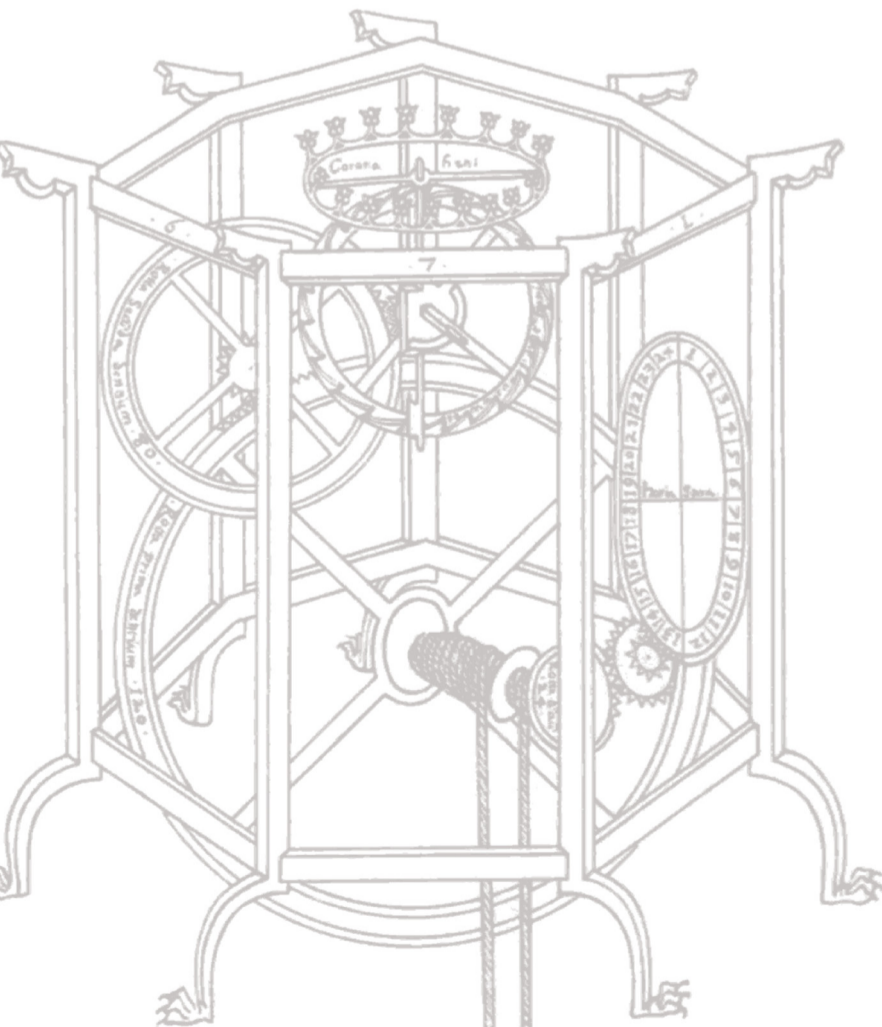
After the Antikythera Mechanism, the next known complex geared astronomical device is the Giovanni de Dondi's planetarium (astrarium). Later in Western Europe more and more precise planetaria were built, both for astronomical use and to enhance the prestige of their owners. Despite the lack of evidence, it is considered that this tradition was saved by anonymous artisans, as seen in similar cases.

Est-il unique (sans ancêtres ou successeurs?)

Tandis que plusieurs textes anciens mentionnent des mécanismes similaires, aucune de ces mentions ne concorde exactement avec ce que nous connaissons du mécanisme d'Anticythère. Il est probable que des mécanismes similaires aient été construits pendant l'antiquité, mais ils ne survécurent pas à cause du recyclage de leurs matériaux.

La technique de découpage des roues dentées et leur usage pour faire varier les rapports de rotation étaient connus au moins un siècle avant la construction estimée du mécanisme (seconde moitié du 2^e s. av. J.-C.). Plus tard, Cicéron (fin 2^e s. – début 1^{er} s. av. J.-C.), Vitruve (1^{er} s. av. J.-C.) et Héron d'Alexandrie (1^{er} s. av. J.-C. – 1^{er} s. après J.-C.), donnent des détails sur des instruments à engrenages, mais aussi sur des planétariums. Il faut noter que la terminologie de Héron concorde avec certains termes du «manuel d'emploi» du mécanisme d'Anticythère.

Après le mécanisme d'Anticythère, le prochain instrument astronomique connu qui comporte des engrenages compliqués est l'horloge de Giovanni Dondi (l'«astrarium»). Après la Renaissance en Europe occidentale, des planétariums de plus en plus précis furent construits à l'usage des astronomes mais aussi comme objets de prestige. Malgré le manque d'informations, on peut supposer que les techniques de construction aient été perpétuées par des artisans anonymes, comme d'ailleurs dans d'autres cas similaires.



What is an “astronomical and calendrical computer”?

Predicting the position of heavenly bodies was for all time important for human social life. A modern computer can output, for a given date and location, the position and the phases of the Moon, the visible constellations, the eclipses... But also complex conversions between various calendars used from the Antiquity.

Some of these calculations can be performed by mechanical means (gears, axles and pointers), although without the same precision or speed.

Such examples are the astrolabes (for calculating the hour, the sunrise and sunset of stars), the complex astronomical clocks (which, along with the hour, display some astronomical phenomena), orreries, planetaria, etc.

Qu'est-ce une “calculatrice astronomique et calendaire”?

Le calcul de la position des corps célestes a toujours tenu une place importante dans l'organisation de la vie sociale. Aujourd'hui nous avons recours aux ordinateurs et à des logiciels spéciaux pour déterminer, en fonction d'une date et d'un endroit précis, la position et la phase de la Lune ou la position des planètes, des étoiles fixes et des constellations, mais aussi pour calculer les éclipses et faire les conversions entre les calendriers employés par diverses civilisations.

Certains de ces calculs peuvent être accomplis à l'aide de calculatrices mécaniques faites d'engrenages, d'axes et d'aiguilles, avec, toutefois, une moindre précision.

De tels instruments sont les astrolabes (pour calculer l'heure et le lever et le coucher des étoiles), les horloges astronomiques plus ou moins complexes (lesquelles, en sus de l'heure, donnent des mesures pour divers phénomènes astronomiques), les planétaires, les planétariums, etc.



08