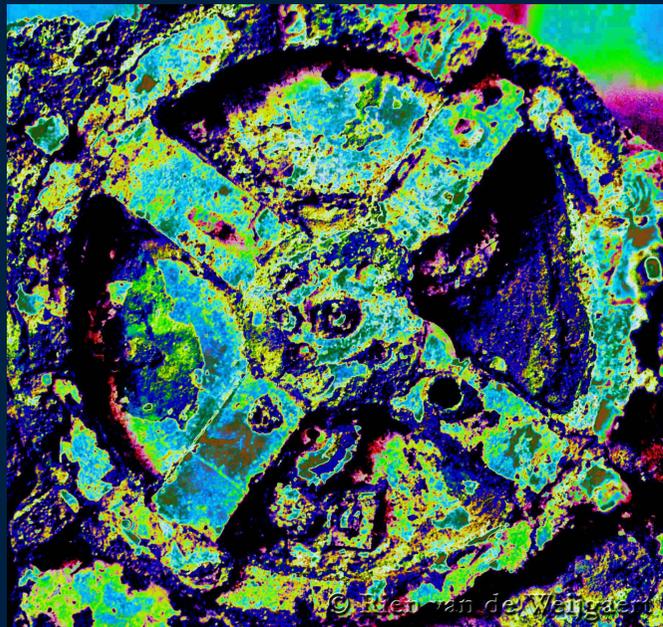


Le Mécanisme qui ne devait pas exister...



1900 – 2010

Film1-cut

SCHEMA

- Historique et reconstitution du mécanisme
- L'astronomie de Ptolémée
- Questions ouvertes - quelques réponses
- Origine, perte et transmission des connaissances scientifiques
- Les horloges astronomiques



Découverte et reconstruction

Un siècle d'efforts

- | | |
|-------------|--|
| 1900 – 1902 | Le capitaine Kontos et ses pêcheurs d'éponges. |
| 1958 – 1970 | Derek de Solla Price (<i>Yale, Princeton Univ.</i>) |
| 1985 – 2000 | Allan Broomley (<i>Univ. De Sydney</i>) |
| 1980 – 2009 | Michael T. Wright (<i>London Science Museum</i>) |
| 1998 – 2009 | Mike Edmunds , Tony Freeth etc. (<i>le 'Groupe'</i>) |
| 2008 - 2009 | Jo Marchant , <i>journaliste</i> ,
M. Mogi Vicentini , du <i>Planetarium de Milan</i> |

Septembre 1900

Le Capitaine **Kontos** et ses pêcheurs d'éponges de Symy s'abritent près de la côte de la petite île d'Anticythère.



Ils découvrent une épave de navire ancien chargé de toute sorte d'œuvres d'art.

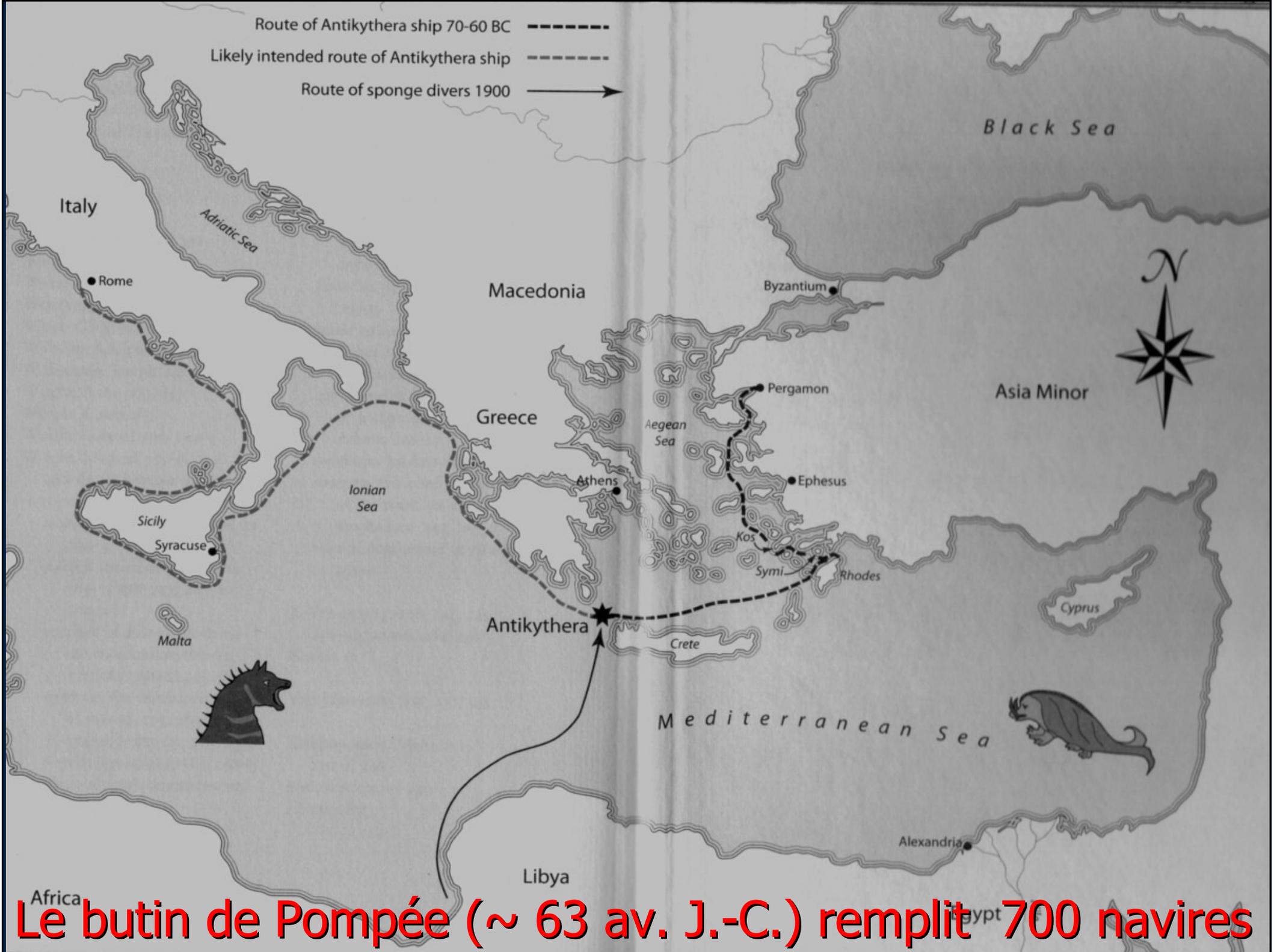




Anticythère

Symi



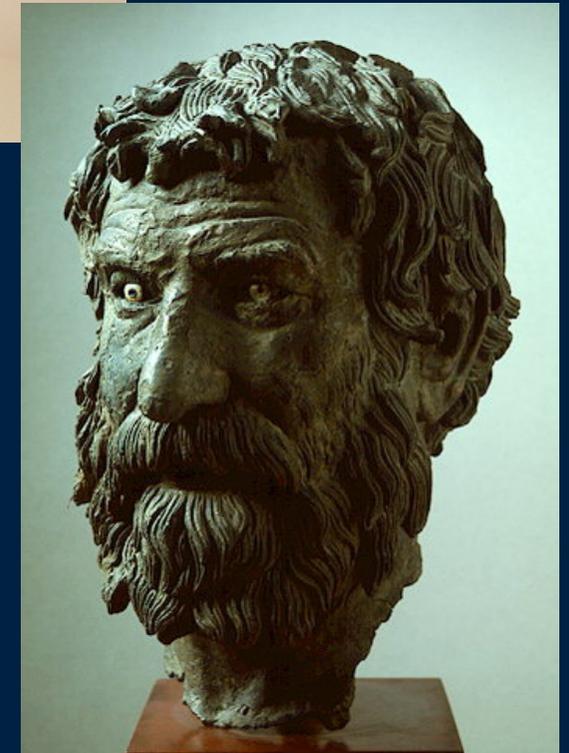


Le butin de Pompée (~ 63 av. J.-C.) remplit 700 navires

Campagne de fouilles de nov. 1900 à sept. 1901

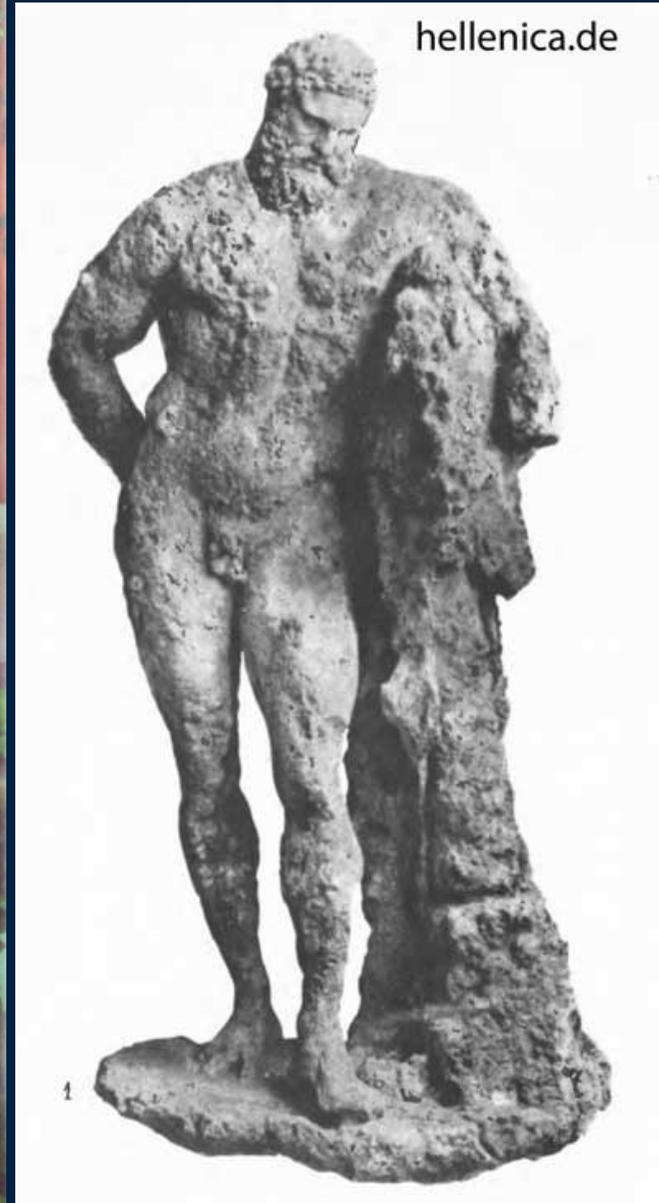


Musée d'Athènes



Arles 2011

Statues de l'épave



La découverte



En 1902, une concrétion de calcaire, bronze et bois, oubliée dans une cour, s'ouvre et laisse entrevoir un mécanisme.

Nettoyées, les pièces montrent des engrenages.

Des engrenages ?? La plus ancienne mention d'engrenages remonte alors à un texte de Al-Biruni env. 1.000 A.D.

Quelques experts discutent en long et en large, et un article paraît en 1934. Puis, il y a la guerre, on enterre les objets du Musée, et on oublie les fragments.

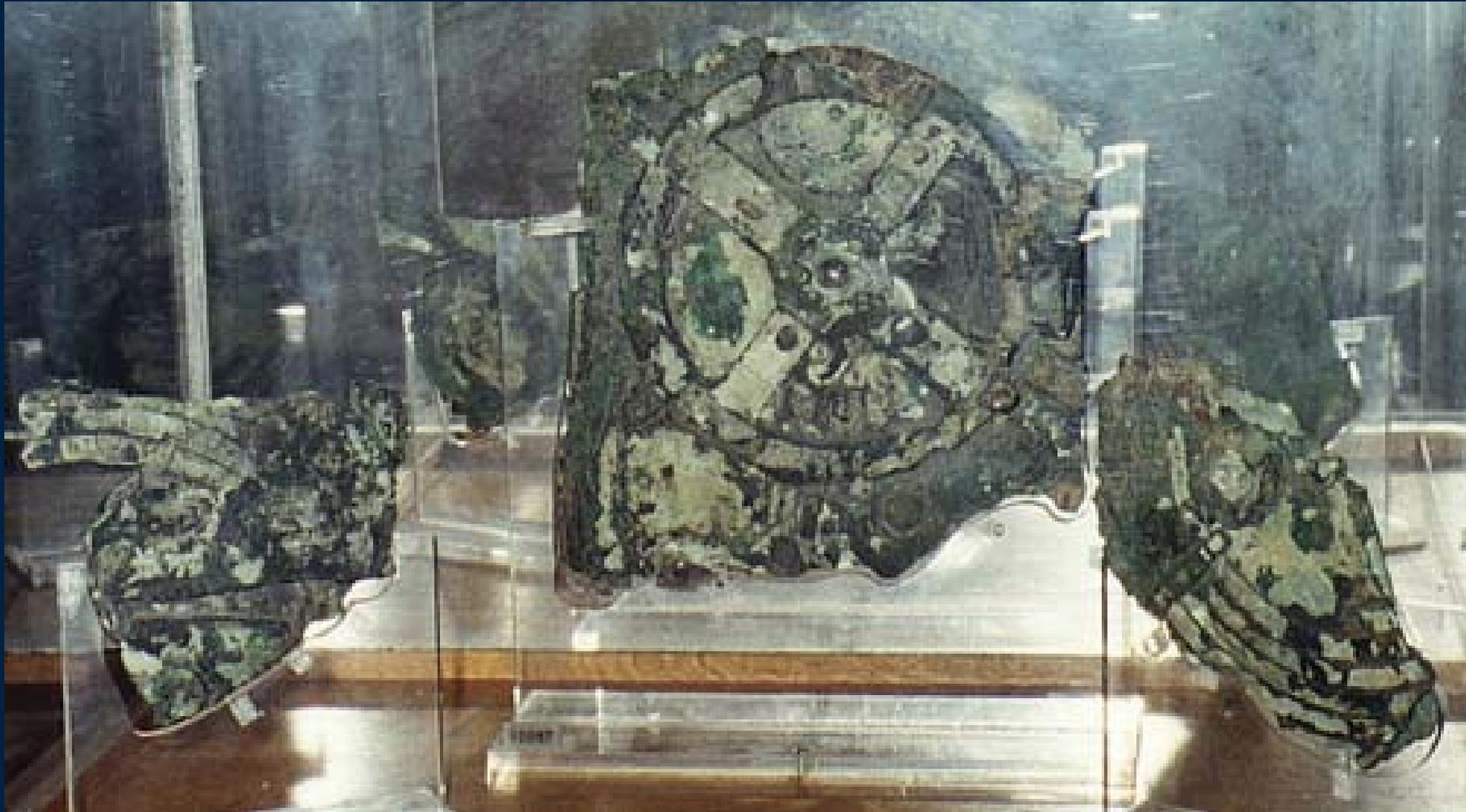
Datation de l'épave

Le bois du navire, par radio datation à 200 - 180 av. J.-C.

Les amphores (de Rhodes)
et la vaisselle de bord à 86 - 50 av. J.-C.

Des pièces de monnaie repêchées par
J. Cousteau et F. Dumas en 1953, à 70 - 60 av. J.-C.

Les fragments A, B, C (exposés en 1974)



Histoire du mécanisme

~ 87 av. J.-C.

~ 70 av. J.-C.

1901

1902

1910

1930

....

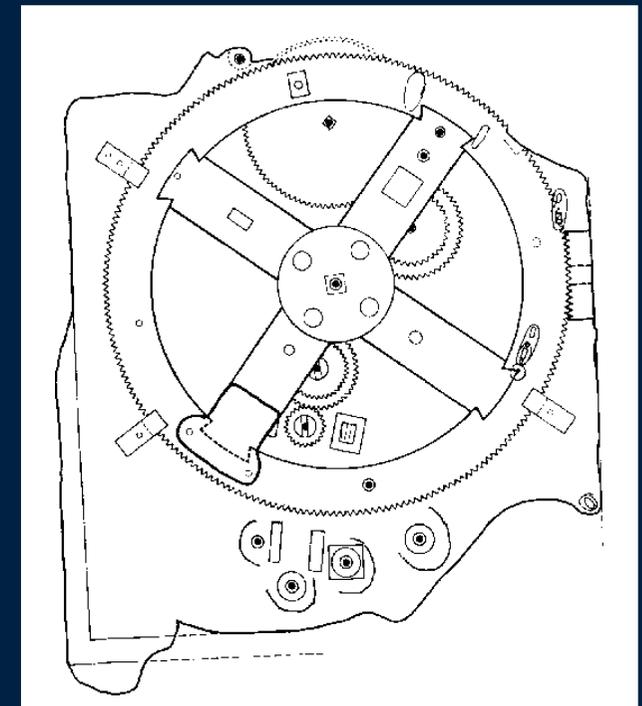
- fabriqué à Rhodes
- coulé près de Anticythère
- repêché
- il s'ouvre et montre des engrenages
- nettoyage
- quelques publications
- oublié pendant 30 ans



Avant nettoyage



Nettoyé



Histoire du mécanisme – 2



1953

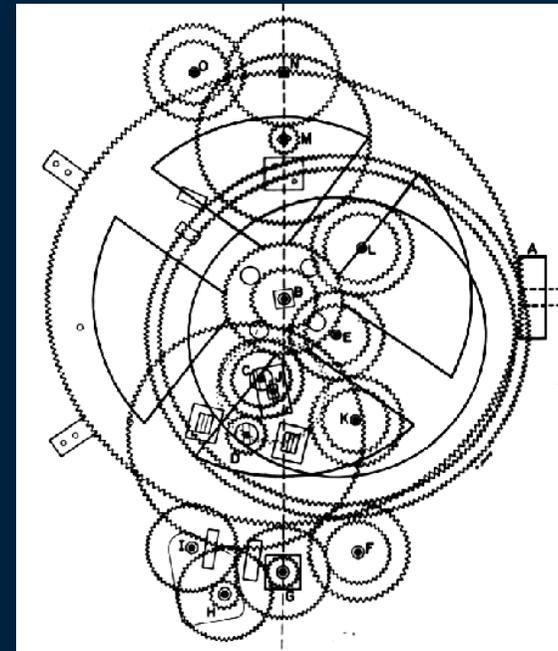
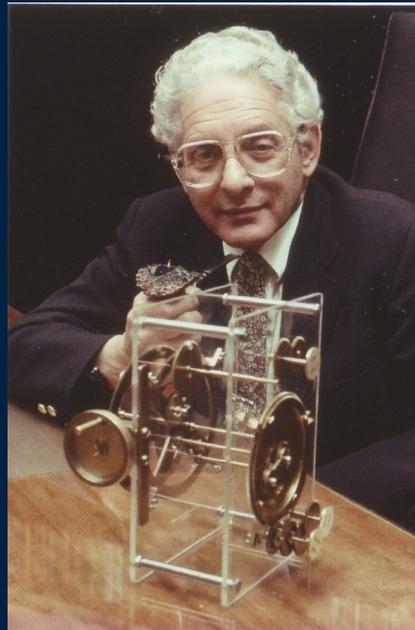
- J. Cousteau et F. Dumas
explorent l'épave

1962

- déchiffré par **D. de Solla Price**
Article en Sc. Am.

1974

- examen aux rayons X par
C. Karakalos. Price publie
« *Gears from the Greeks* »



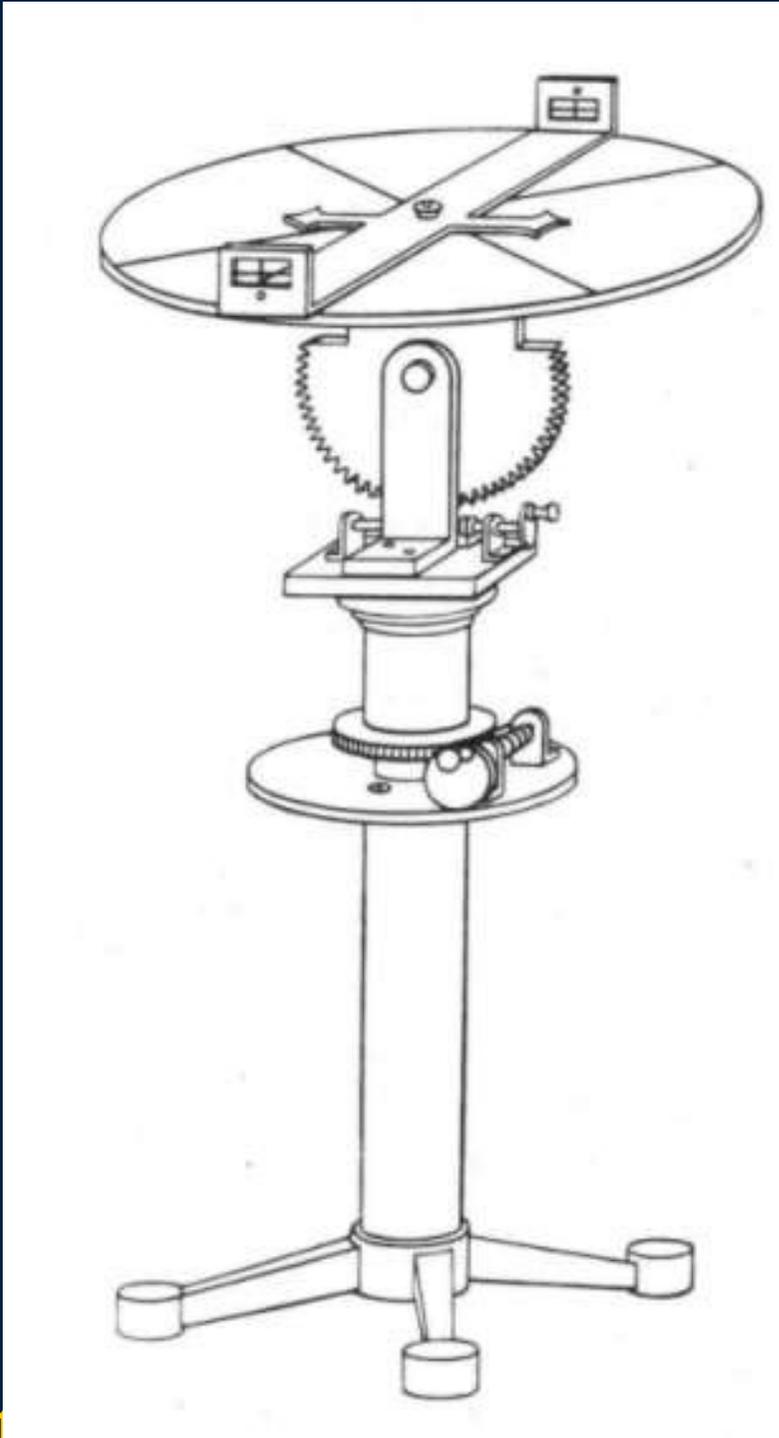
Mais la version officielle de l'histoire ne change pas :

« Les Grecs étaient de brillants philosophes et mathématiciens, mais ils ne s'intéressaient pas aux réalisations pratique. »

La Dioptré, décrite par Héron,
Ier siècle apr. J.-C.

(dans: *History of Technology*)

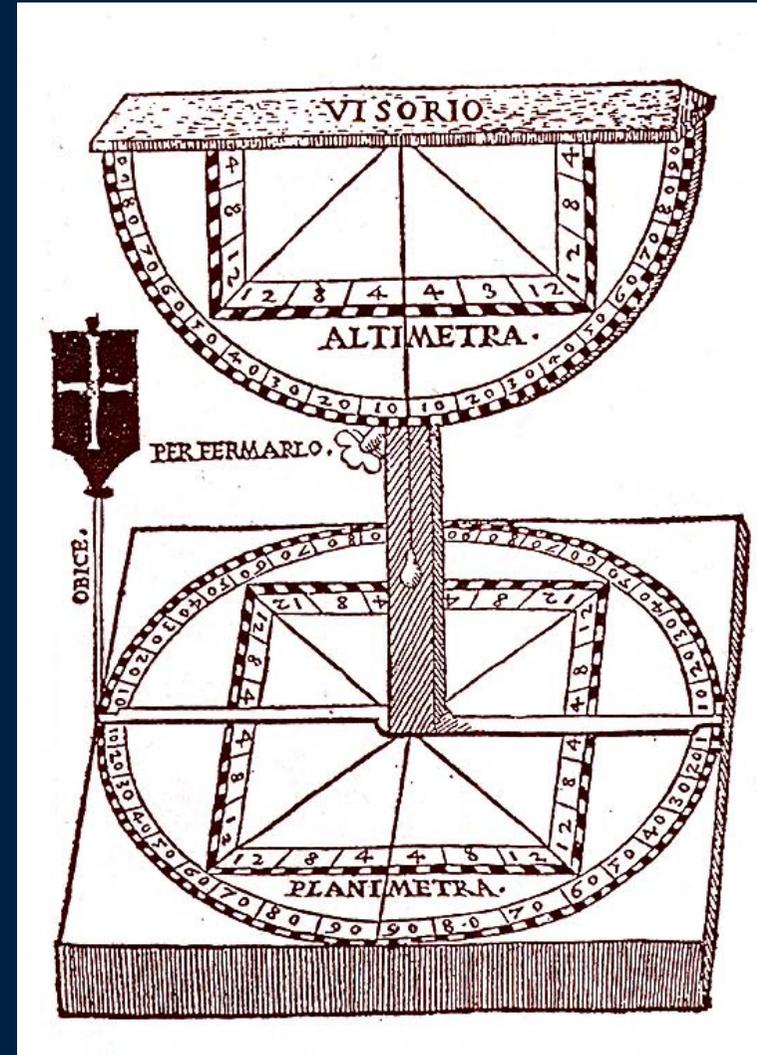
« la dioptré d'Héron reste unique, sans passé ni avenir, une invention géniale mais prématurée, dont la complexité dépasse les ressources de son époque »

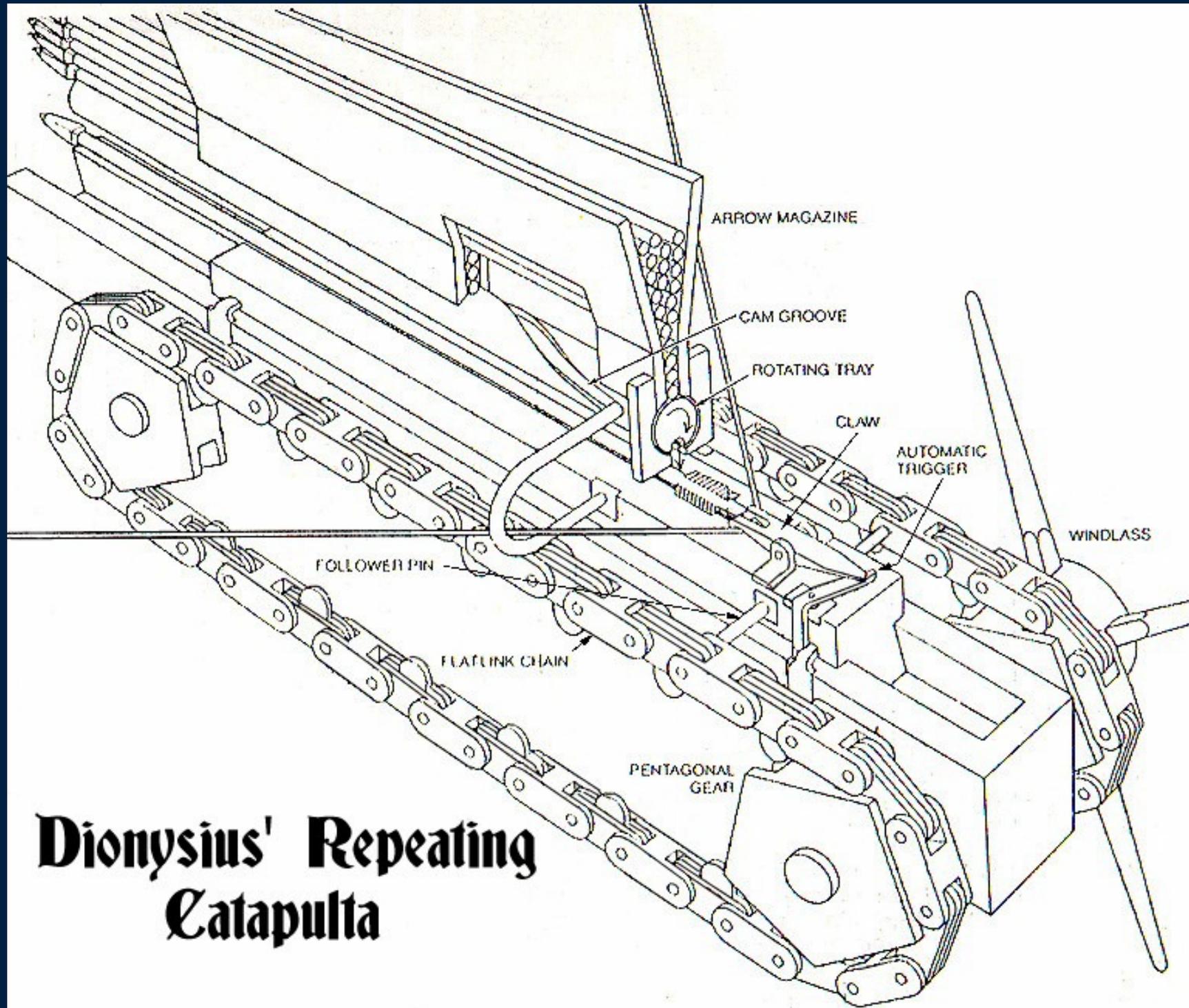


La dioptré, ancêtre du théodolite ?



Théodolite azimutal de Giovanni Gallucci, Venise 1598





Dionysius' Repeating Catapulta

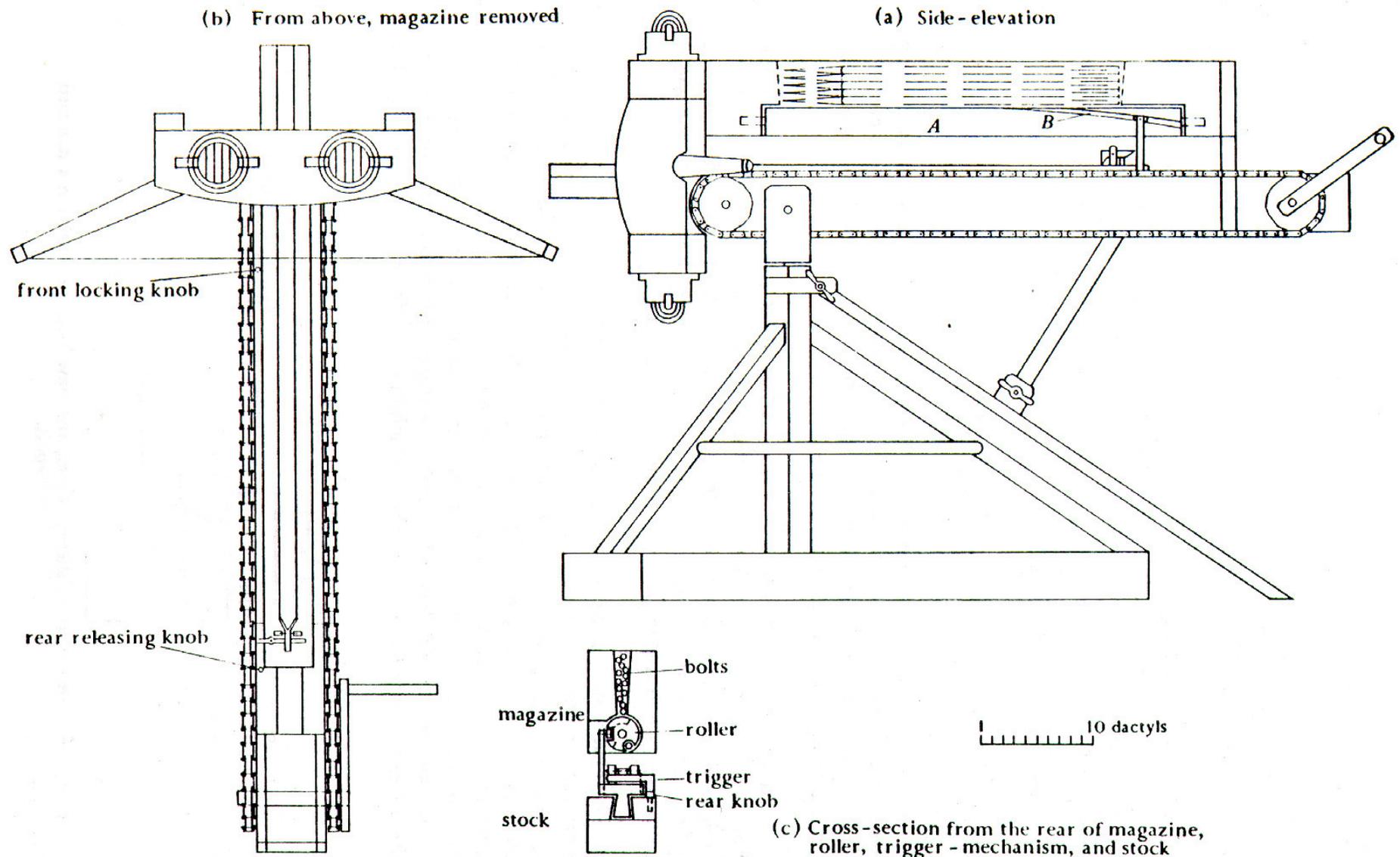


DIAGRAM 9. Dionysius' repeater.

Drawing (c) is to a slightly larger scale than the others. In (a) and (c) the gap between magazine and stock has been drawn larger than it should be, for the sake of clarity. See Preface, p. vi, for further comments.

Michael T. Wright entre dans notre histoire.



1980 - Assistant curateur de mécanique au *Science Museum* de Londres.

Lit l'article de Price et ne le comprend pas tout à fait.

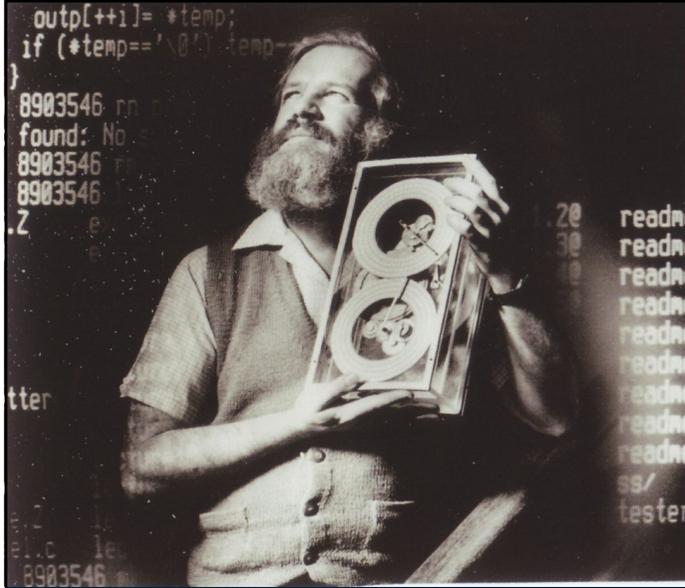
1983 - Un libanais vend au *Museum* un mécanisme très spécial.

Las de discussions des 'experts', Wright en fabrique un modèle.



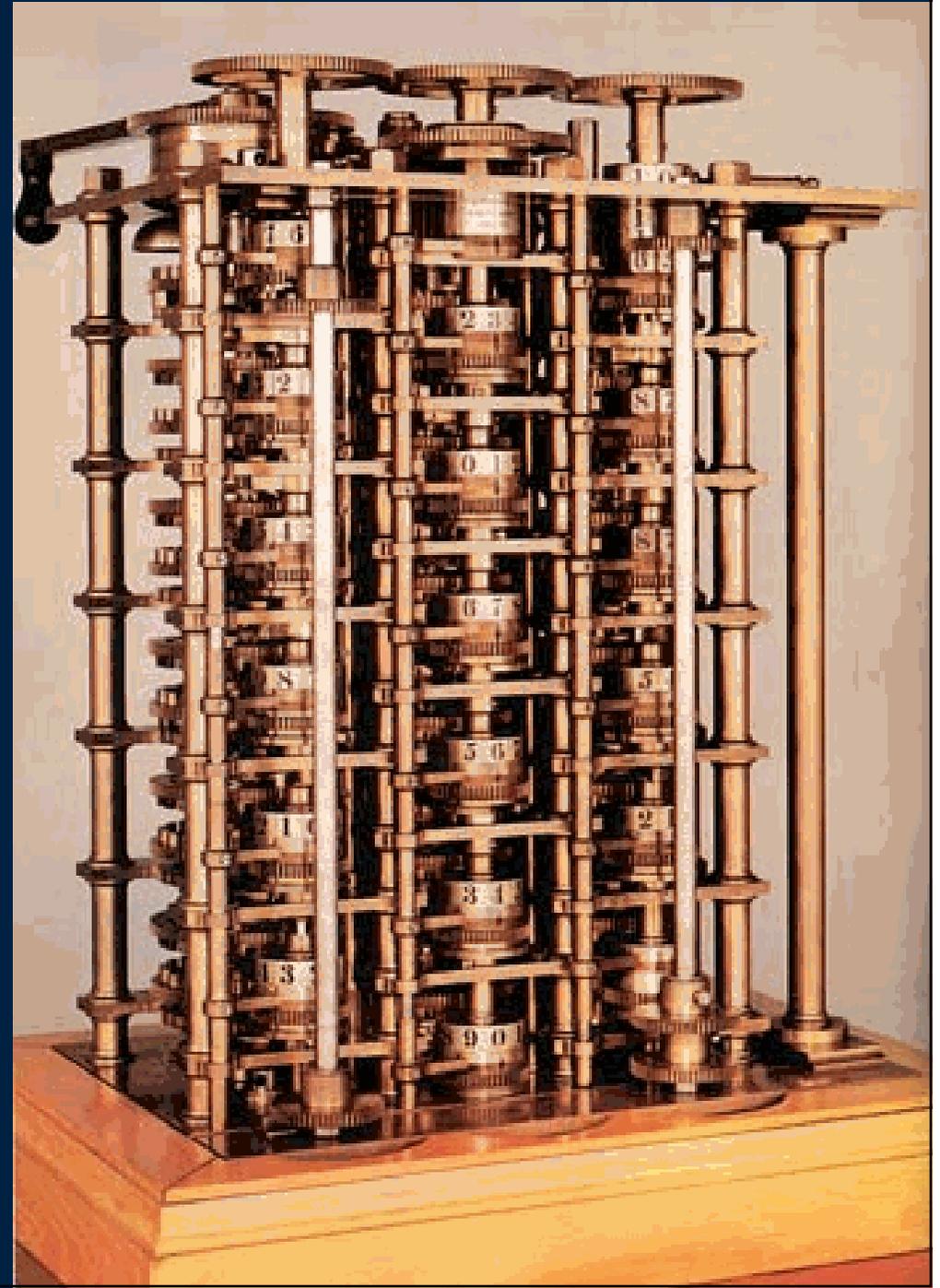
Astrolabe byzantin à engrenages du 6e siècle (M. Wright)

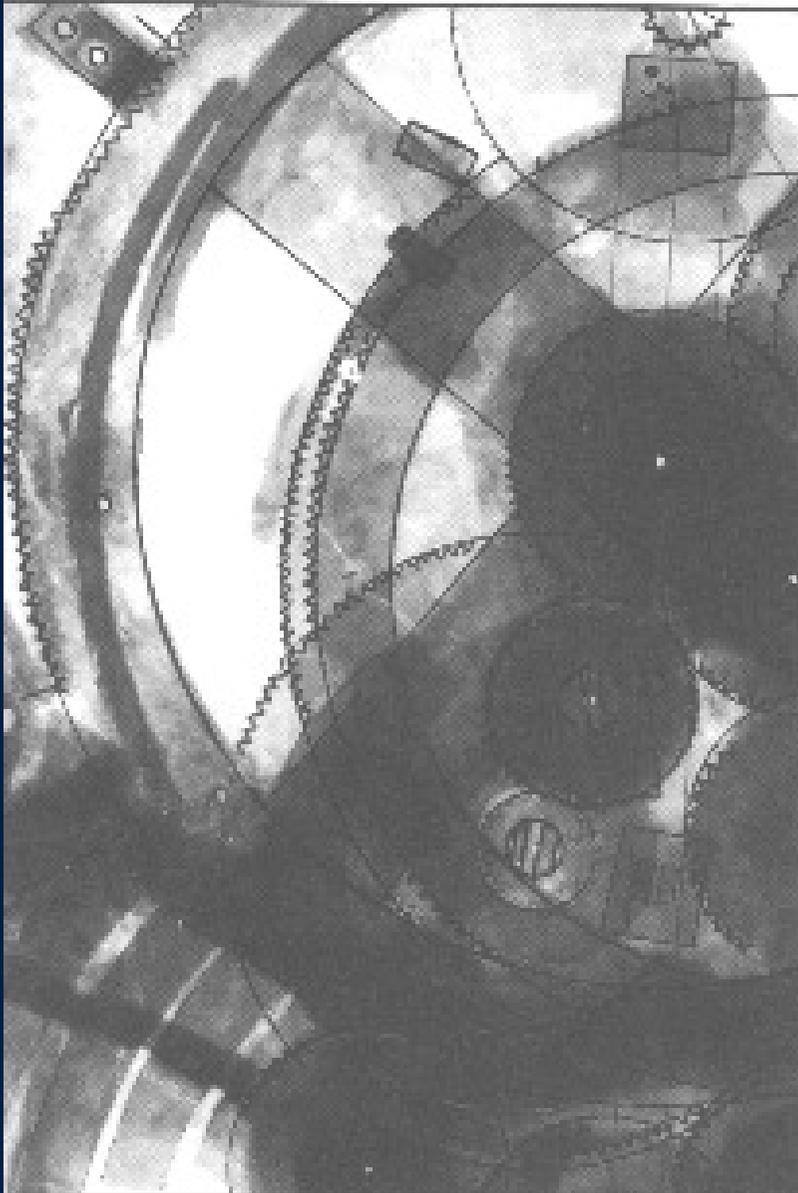




Allan Bromley with a reconstruction of the Antikythera mechanism at the University of Sydney
© Steven Siewert/
Fairfaxphotos

- 1985 - **A. Broomley** obtient l'aide de Wright pour la reconstruction d'une machine de **Babbage** (~ 1800)
- 1990 - Ayant appris de l'étrange 'mécanisme' grec, Broomley veut se rendre à **Athènes**. Wright ne peut que le suivre comme *assistant*.
Mais il faut des radiographies...





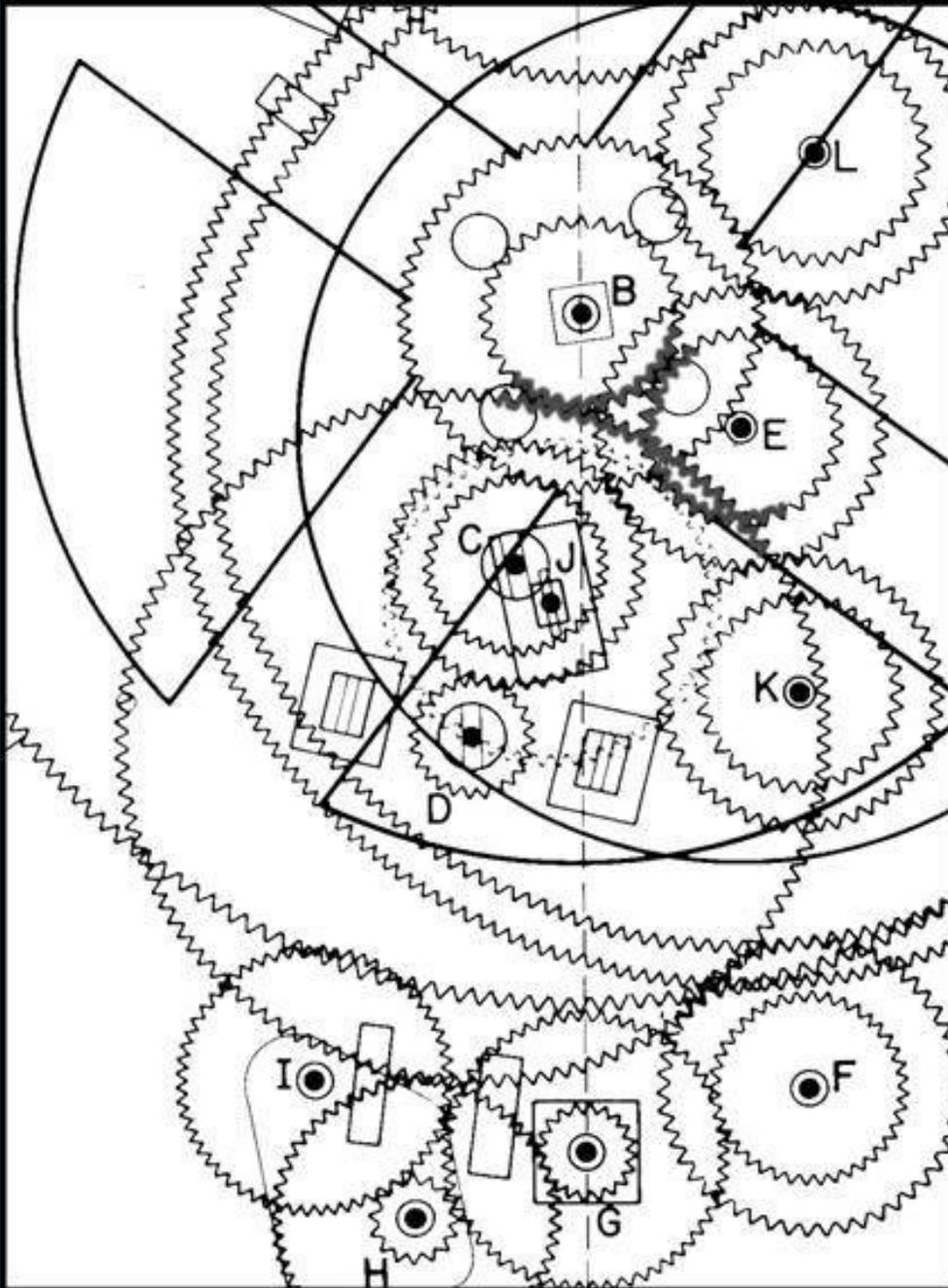
Ayant mis au point 'leur' technique de radiographie, Broomley et Wright étudient et radiographient les fragments pendant 3 ans (\Rightarrow 1994).

À la fin **Broomley repart en Australie** avec tous les clichés, laissant Wright avec une poignée de mouches.

S'ensuivent **6 année** noires.



X-ray 1994



Le mécanisme d'Anticythère - Hist. 3

Film2-cut

- | | |
|-----------|---|
| 2000 | <ul style="list-style-type: none">- M. Wright récupère enfin les clichés et travaille à un modèle du mécanisme.- Formation d'un « Groupe » universitaire concurrent. |
| 2003 | <ul style="list-style-type: none">- Michael Wright est remercié par le Nat. Science Museum, Le mécanisme est populaire sur BBC, Arte et Internet. |
| 2005 | <ul style="list-style-type: none">- M. Wright relate ses résultats à Olympia. Là, il apprend la découverte d'un fragment « F ». |
| Nov. 2006 | <ul style="list-style-type: none">- Présentation des résultats du « Groupe ».Michael Wright achève la reconstruction du mécanisme. |

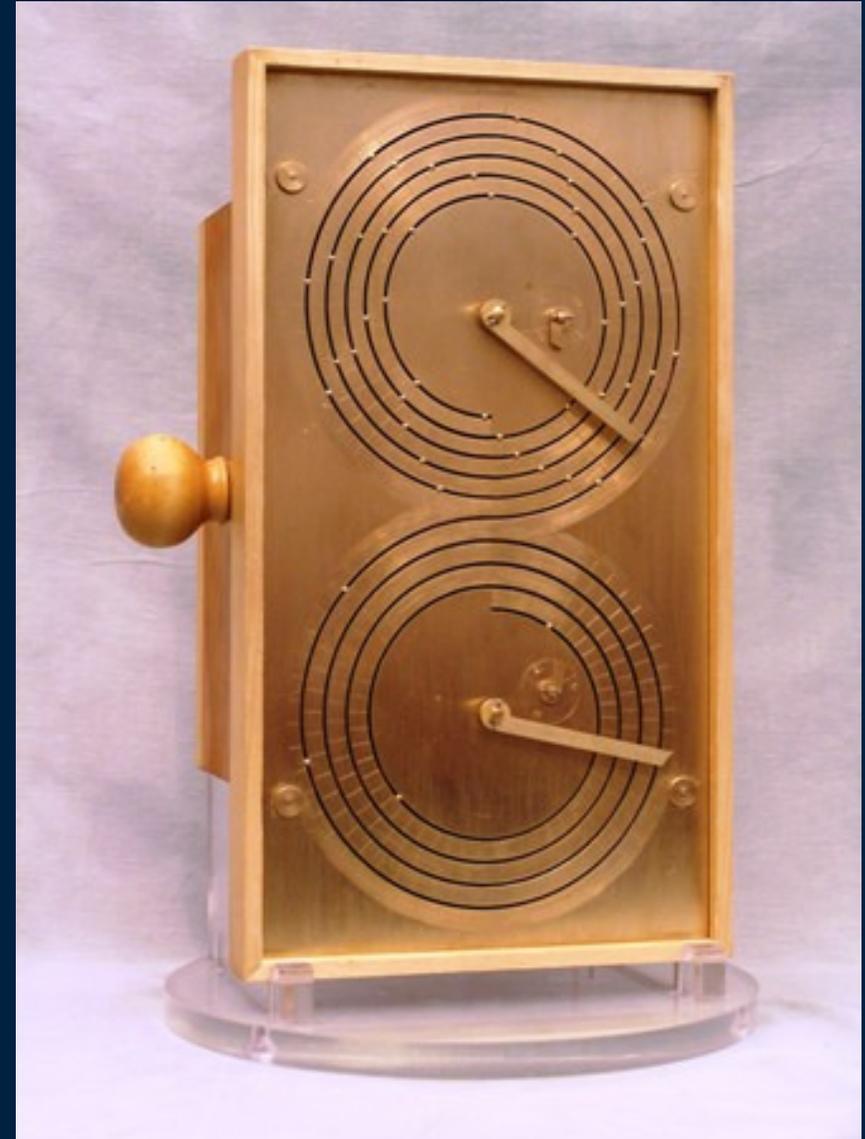
M. T. Wright à Cassis, en 2006

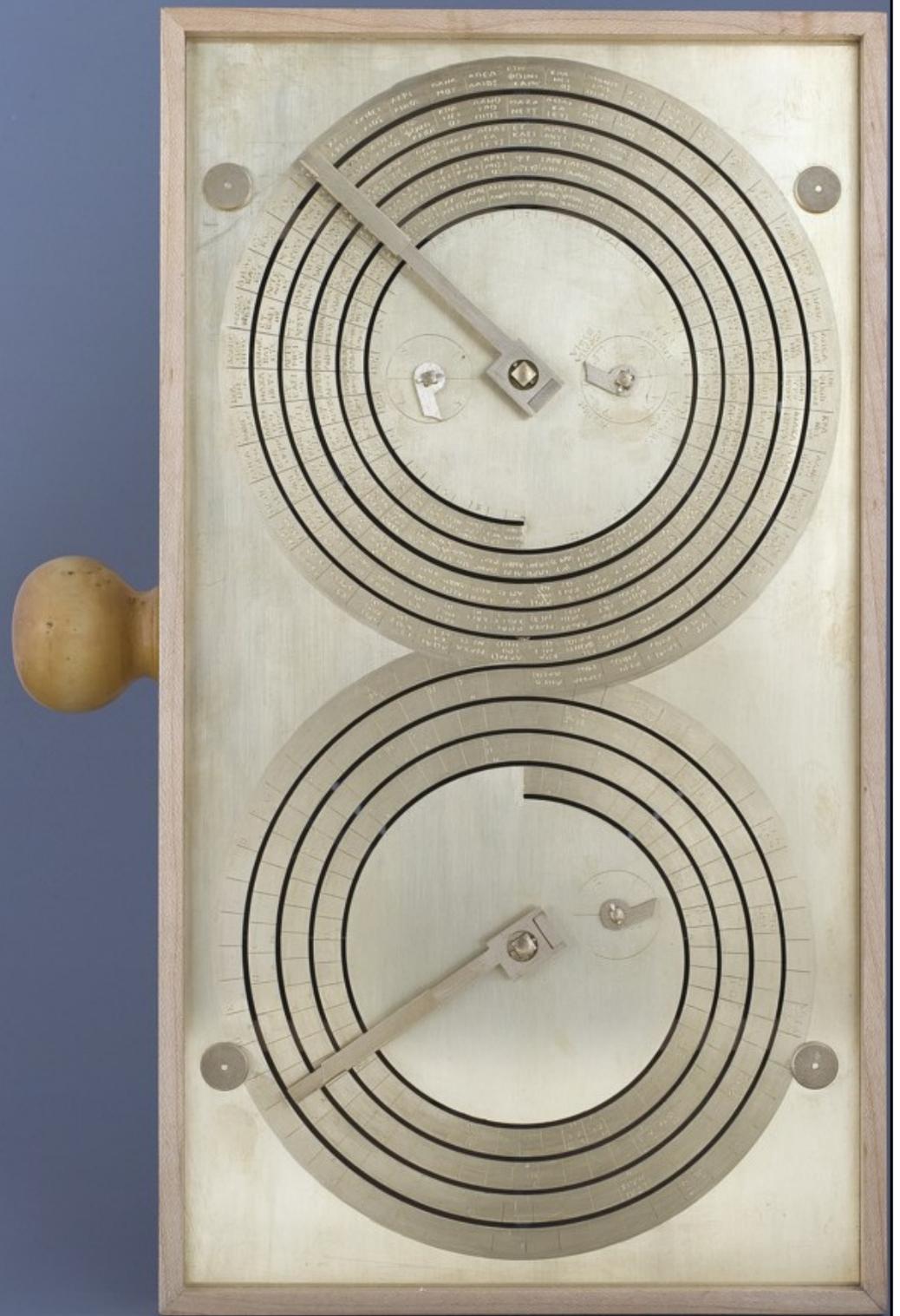
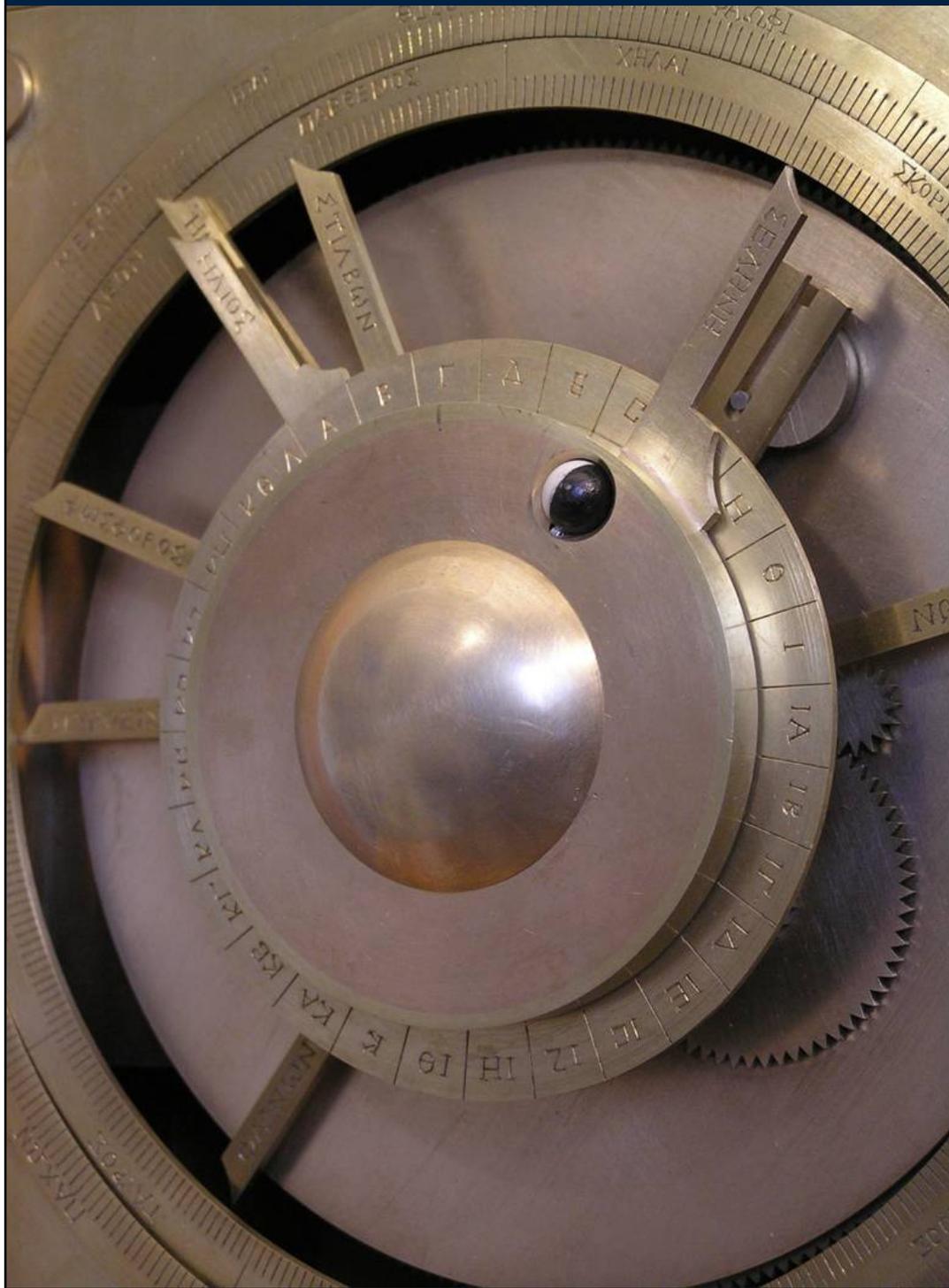


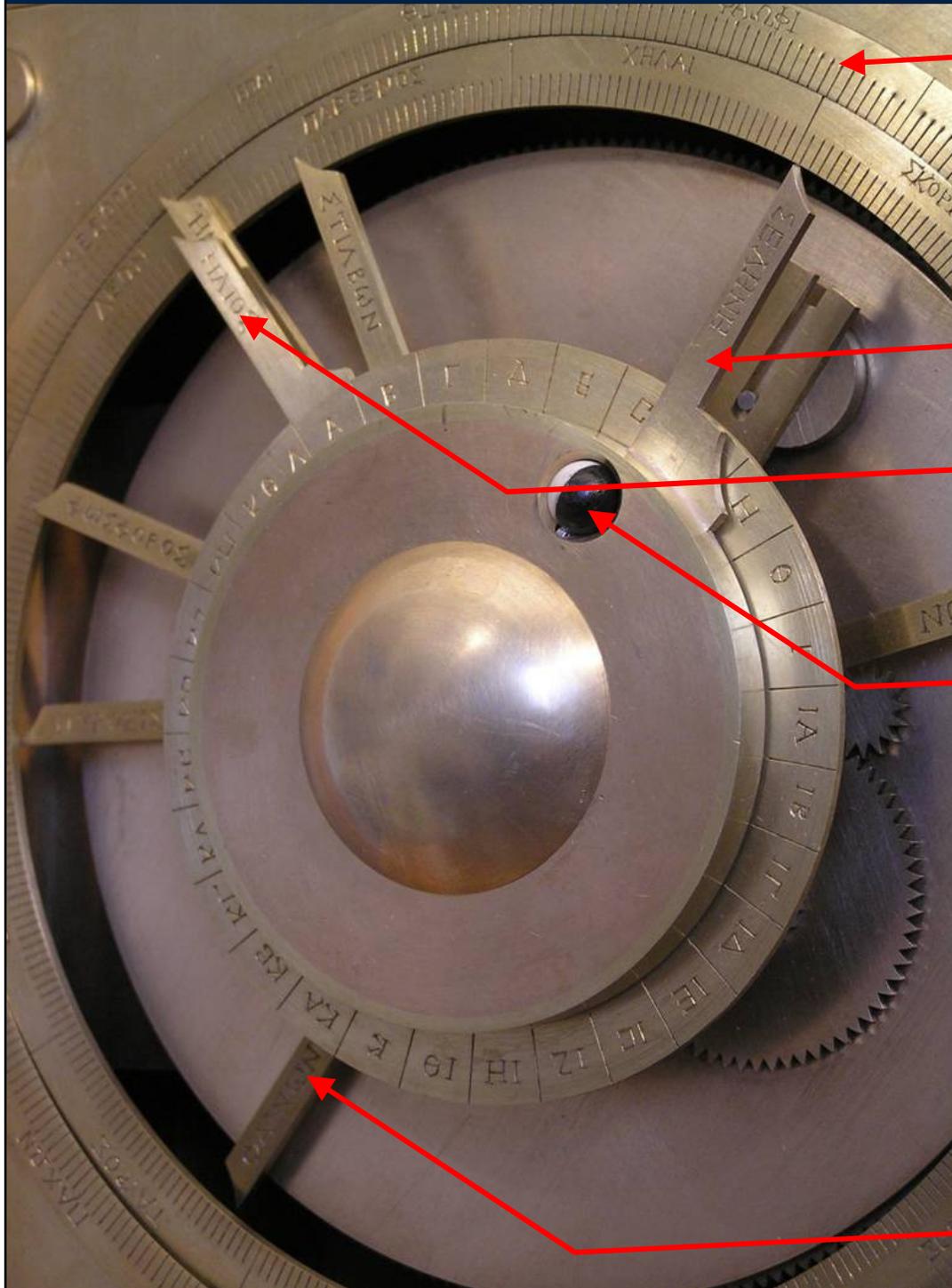
Vieux amis et jeunes étudiants.



Reconstruction de M. Wright, 2006







Année de 365 jours
(calendrier égyptien $12 \times 30 + 5$)

Zodiaque (12 constellations)

Lune (mouvement vrai)

Soleil moyen et Soleil vrai

Phase de la Lune

Par rapport aux étoiles « fixes »

5 Planètes, avec stations et
rétrogradations

Anticythère – Caract.

75 engrenages	Précision: $\pm 0.2^\circ$, env. 1 min/mois (observations sur > 50 ans)
Cadran frontal	Date. Position vraie du soleil, de la Lune et des 5 planètes par rapport au Zodiaque, en fonction de la date. Phases de la Lune. Lever et coucher des constellations.
Cadrans arrière, haut (Calendrier)	Cycle de Méton (235 mois, 19 ans) et de Callippe (4 x 19 ans, petit cadran). 4 ans, dates des jeux grecs, y c. Jeux Olympiques.
Cadrans arrière, bas (Éclipses)	Cycle de prévision des éclipses (Saros , 18 ans 8 h). Exeligmos (3 x cycles de Saros)

18 ans = 223 mois (synodiques), 242 mois draconitiques, ~239 mois anomalistiques.

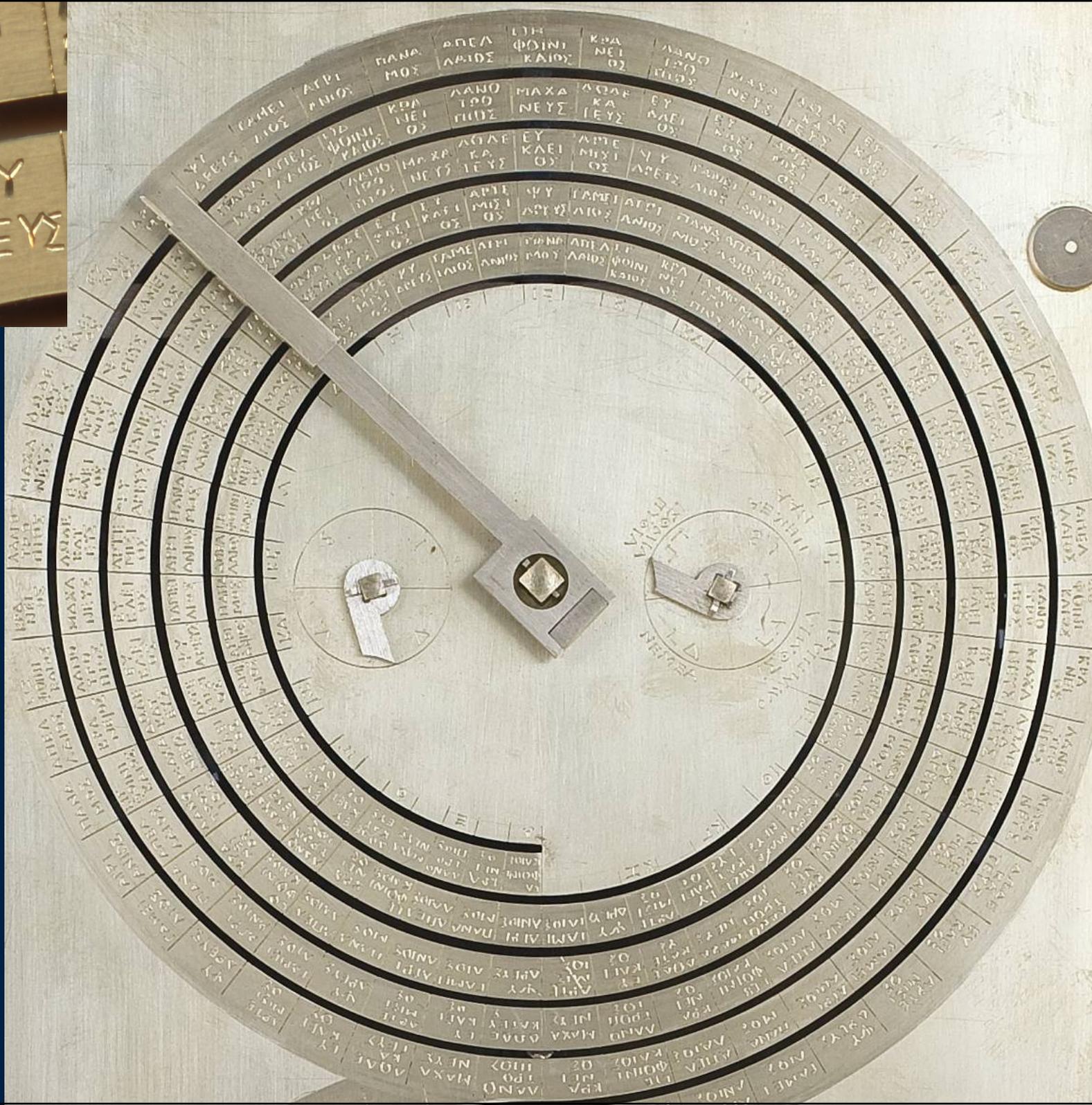


Calendrier luni-solaire

de Méton (19 ans,
avec 235 mois).

Petits cadrans :
Jeux
panhelléniques

et cycle de Callippe
(54 ans)



Prévision des éclipses.

Cycle de Saros

~ 19 ans

~ 223 mois lunaires

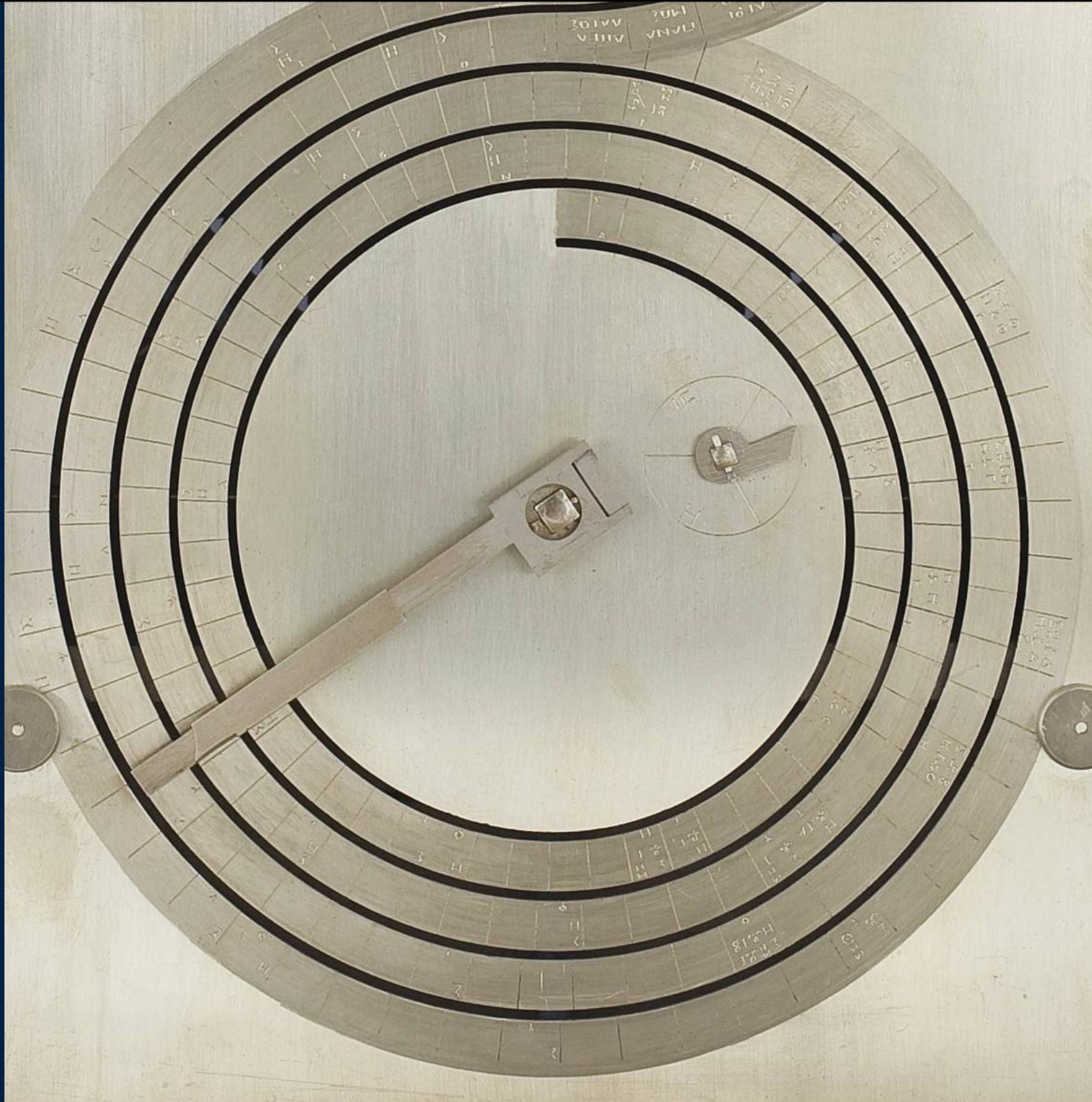
~ 242 mois draconitiques,

~ 239 mois anomalistiques.

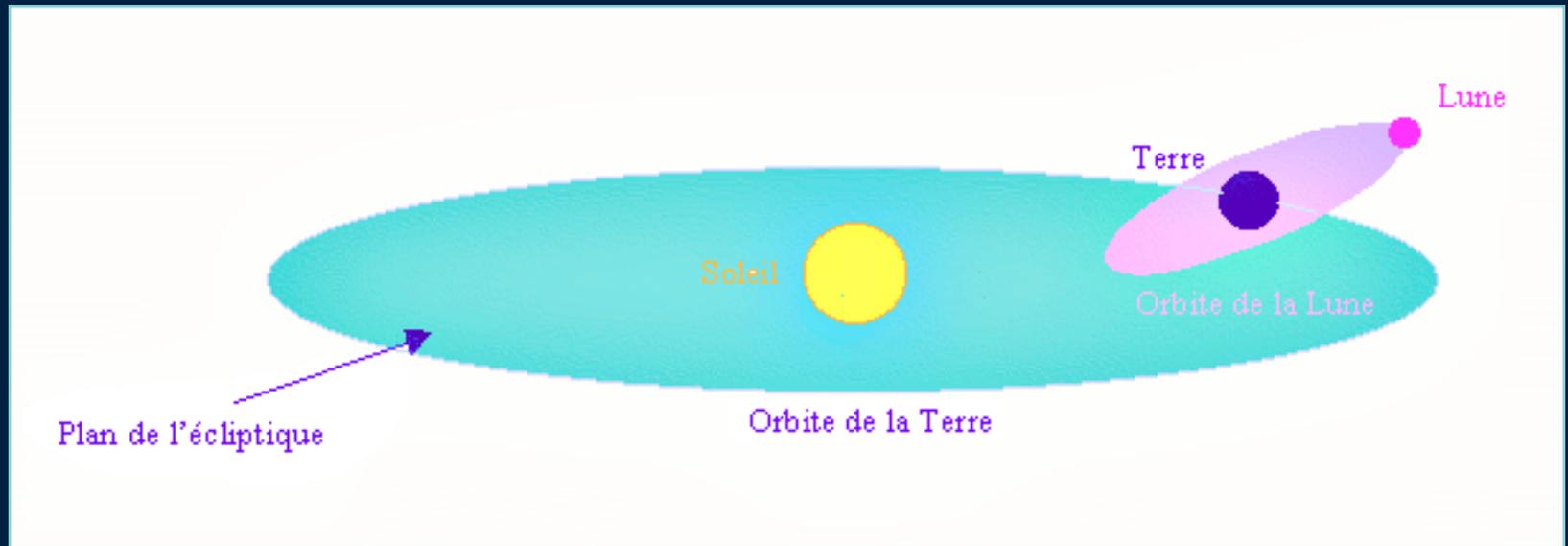
Petit cadran :
Cycle Exeligmos
(~ 3 x 18 ans)

ou

Cadran de corrections
(0, +8h, +16h)

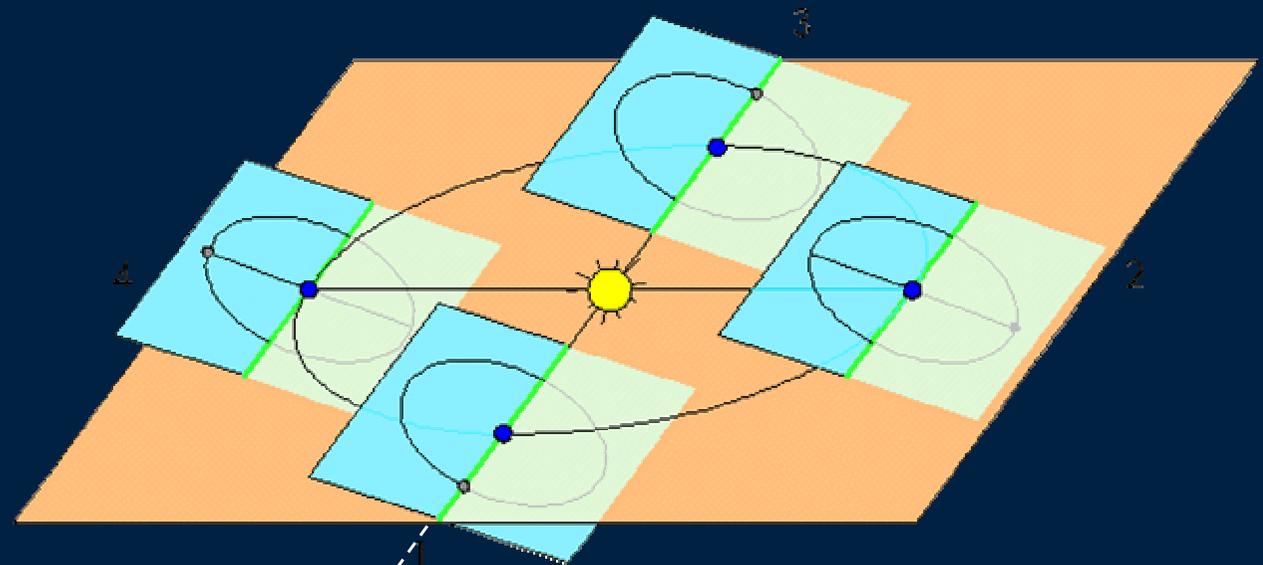


Mouvements de la Lune autour de la Terre



Précession du périégée : ~ 9 ans
(8.8504) - (excentricité de l'ellipse : 0.055)

Précession du plan de l'orbite : ~ 18.6 ans (18.5996)



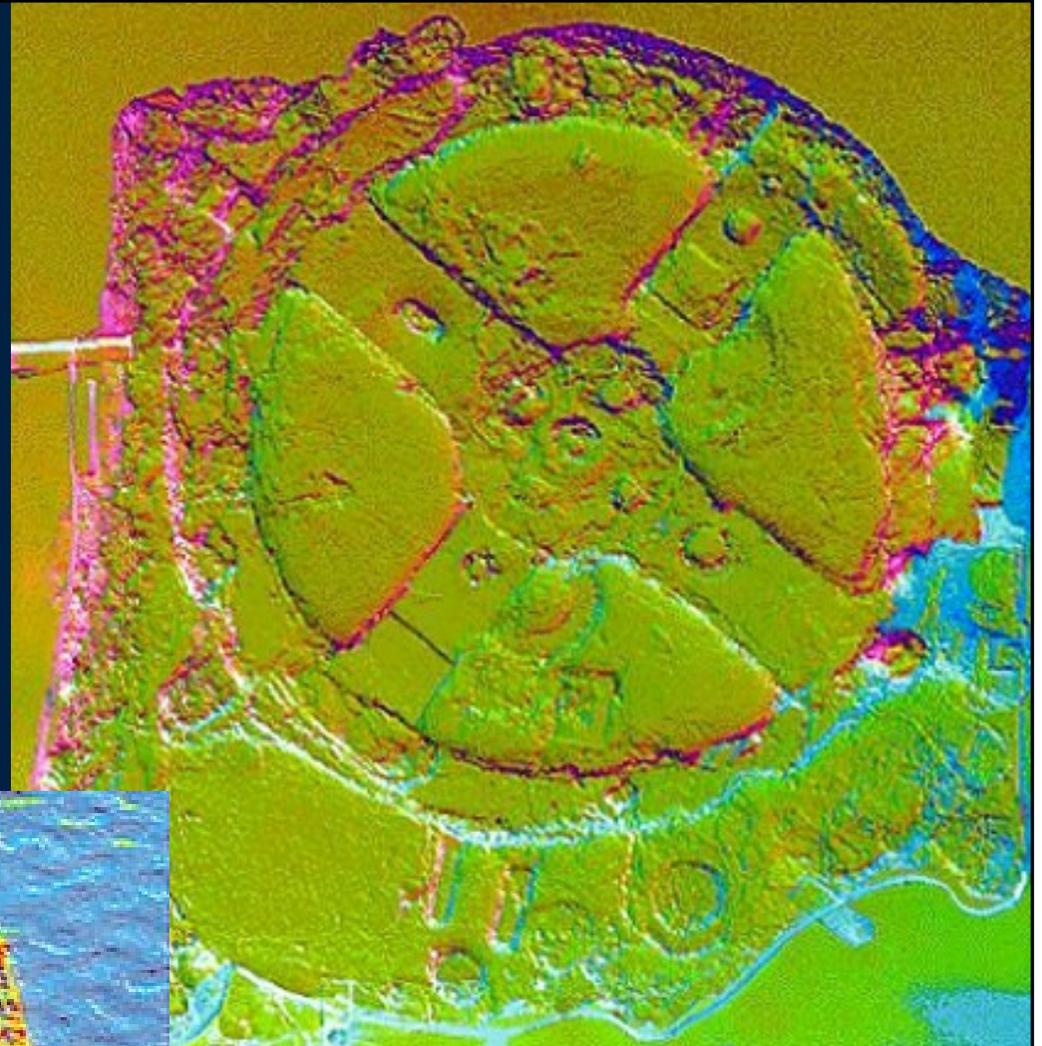
Ligne des éclipses

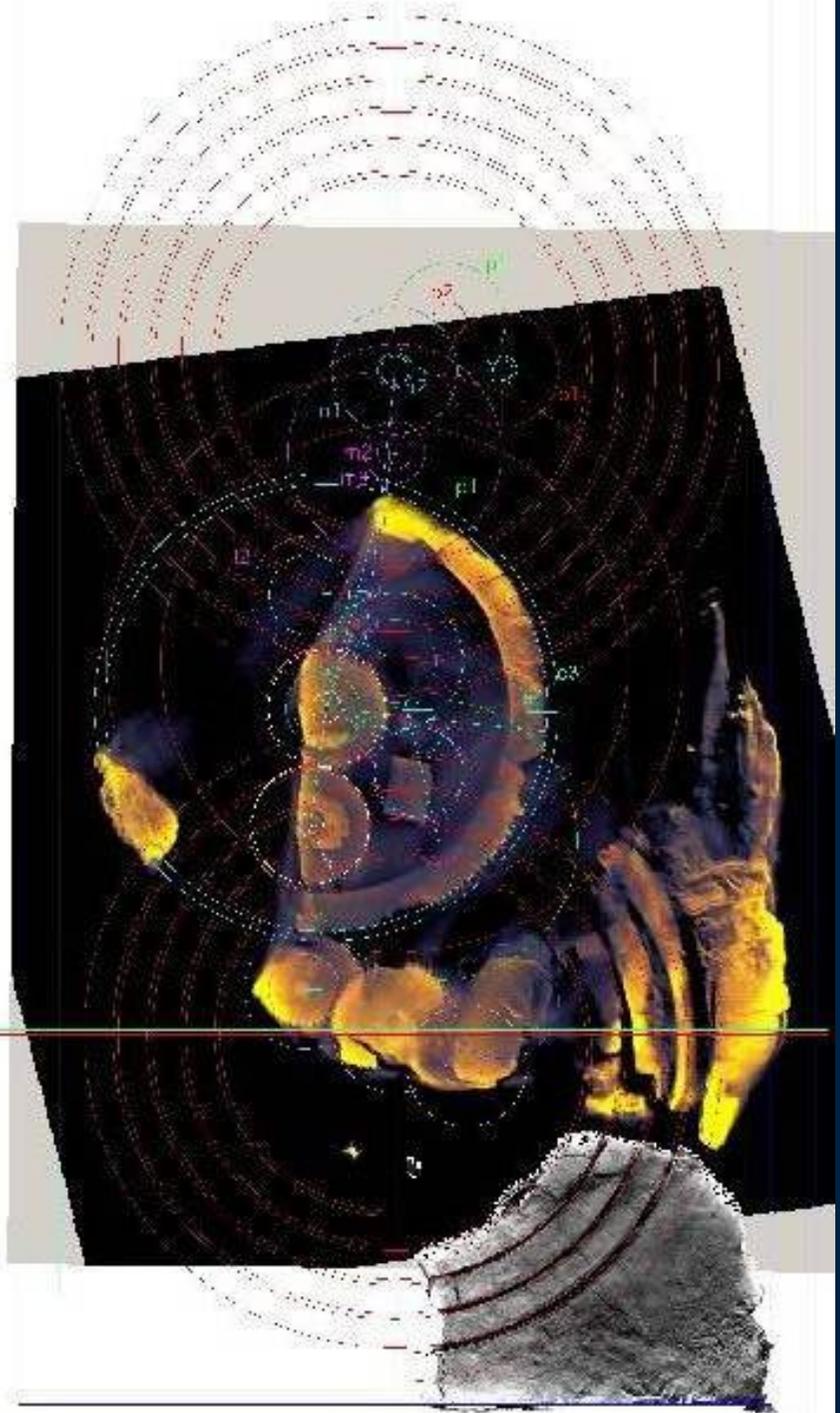
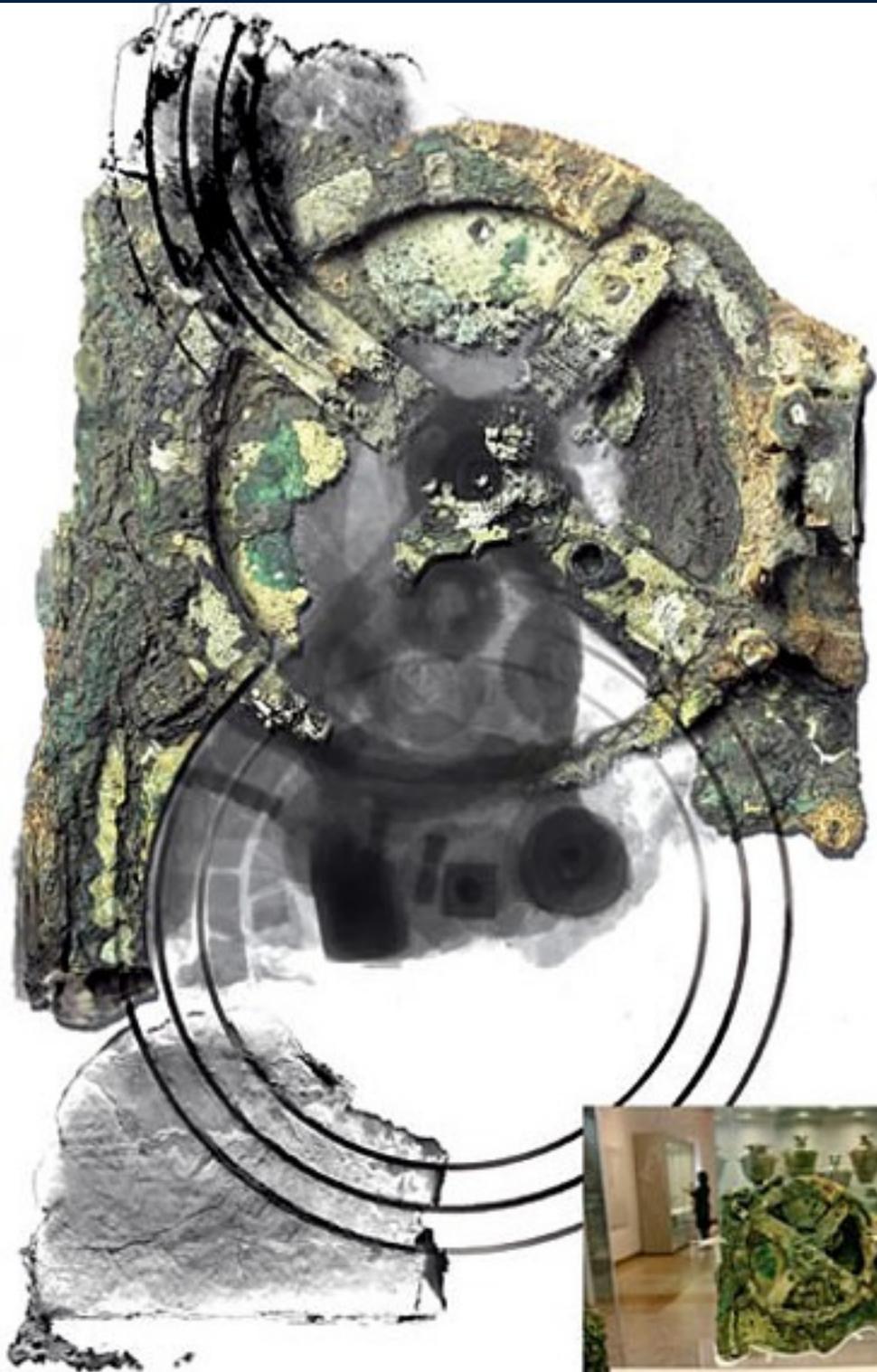
2005 – *Le nouveau Groupe* commence les mesures

- Mike Edmunds, univ. De Cardiff
- Tony Freeth, producteur de documentaires.
- Universitaires et chercheurs en Grèce, y compris au Musée d'Athènes.

Collaborations

- Hewlett Packard – photographie de surfaces computerisée.
- X-tek – rayons X pénétrants + tomographie (CT)
- Épigraphistes à Athènes et à New York.

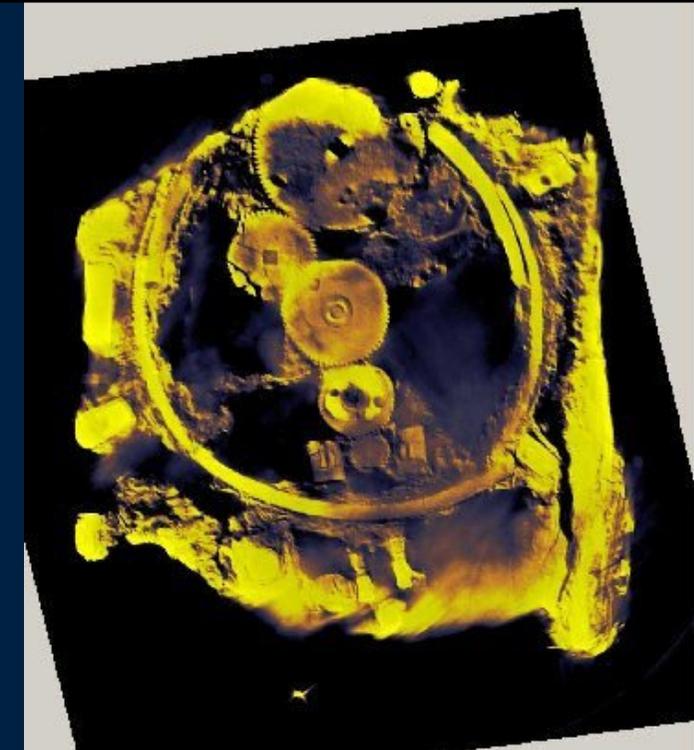




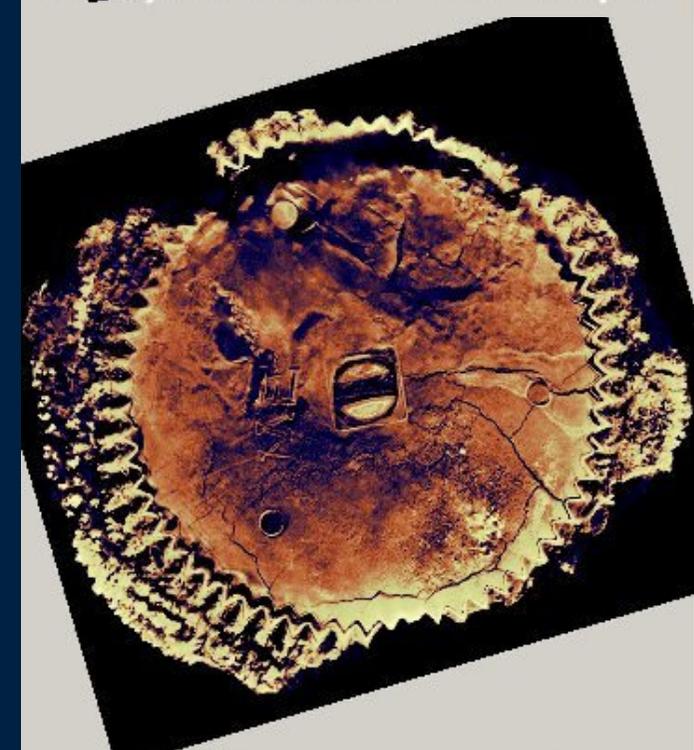
© Antikythera Mechanism Research Project



© Antikythera Mechanism Research Project



© Antikythera Mechanism Research Project



© Antikythera Mechanism Research Project

Derniers développements 2008-2009

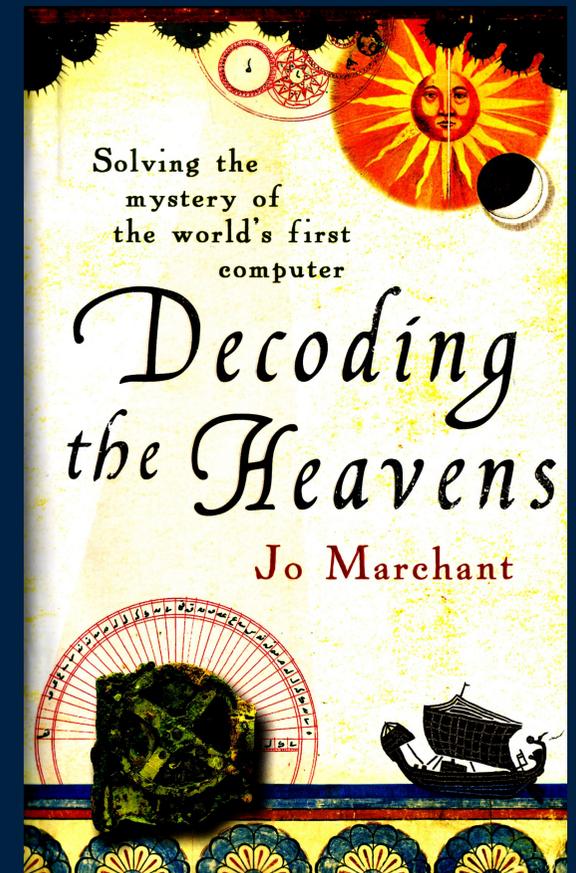
2008 Le 'Groupe' travaille sur les inscriptions (épi-graphistes)

fin 2008 Livre de Jo Marchant : *Decoding the Heavens*



2009 Expo à Florence - réplique du 1er modèle de Wright.

2009 modèle virtuel de *M. Mogi Vicentini*.



Commentaires :

« Cet objet, à lui tout seul, peut modifier notre opinion sur la science grecque, qu'on reconnaissait capable de grandes théories philosophiques, mathématiques ou astronomiques, mais inapte à les exploiter techniquement. »

Appendice : Héliocentrisme et Géocentrisme

Contre toute attente, il n'est pas plus simple de représenter le mouvement des astres, vus de la Terre, dans un schéma Copernicien plutôt que dans le système de Ptolémée (utilisé pendant 300 + 1400 ans).

A long-exposure photograph of a night sky showing star trails. The trails are curved, indicating the Earth's rotation. In the foreground, there is a dark landscape with a road and a mountain range under a cloudy sky.

Les planètes (astres vagabonds) :

- Lune
- Soleil
- Mercure

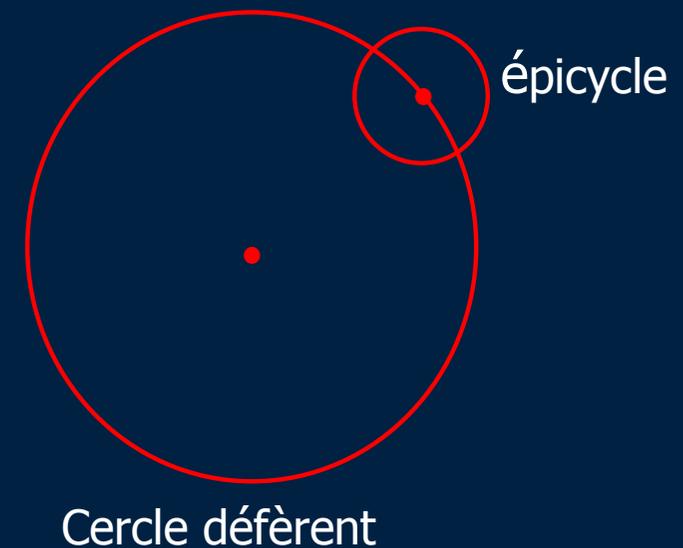
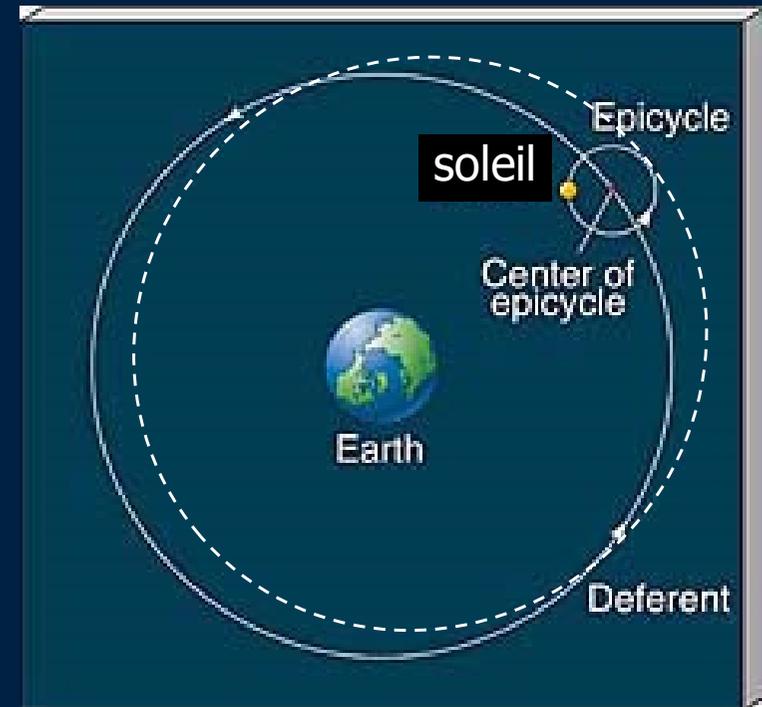
- Venus
- Mars
- Jupiter
- Saturne

1 - Orbites allongées

Les saisons (qui séparent les solstices et les équinoxes) n'ont pas la même durée:

Printemps	94 ½ jours
Été	92 ½ jours
Automne	88 1/8 jours
Hiver	90 1/8 jours

Donc... l'orbite du Soleil autour de la Terre n'est pas parfaitement ronde.



2 - Stations et rétro-gradations selon Ptolémée

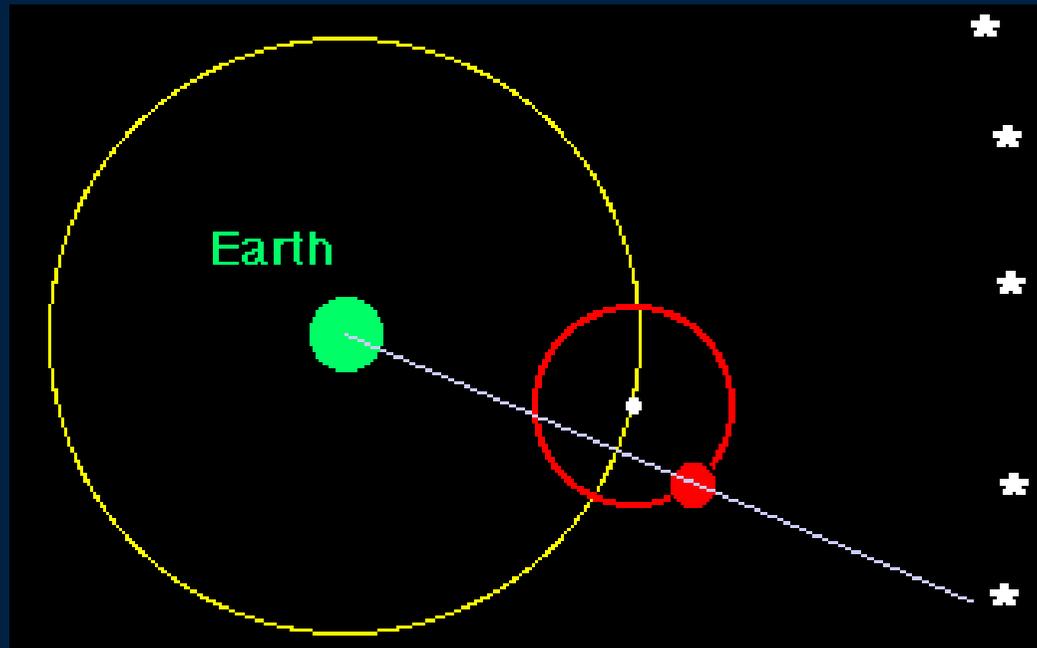
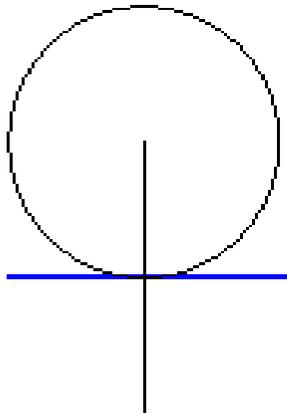
La planète Mars par rapport aux « fixes »



Terra et Coelum

Arles 2011

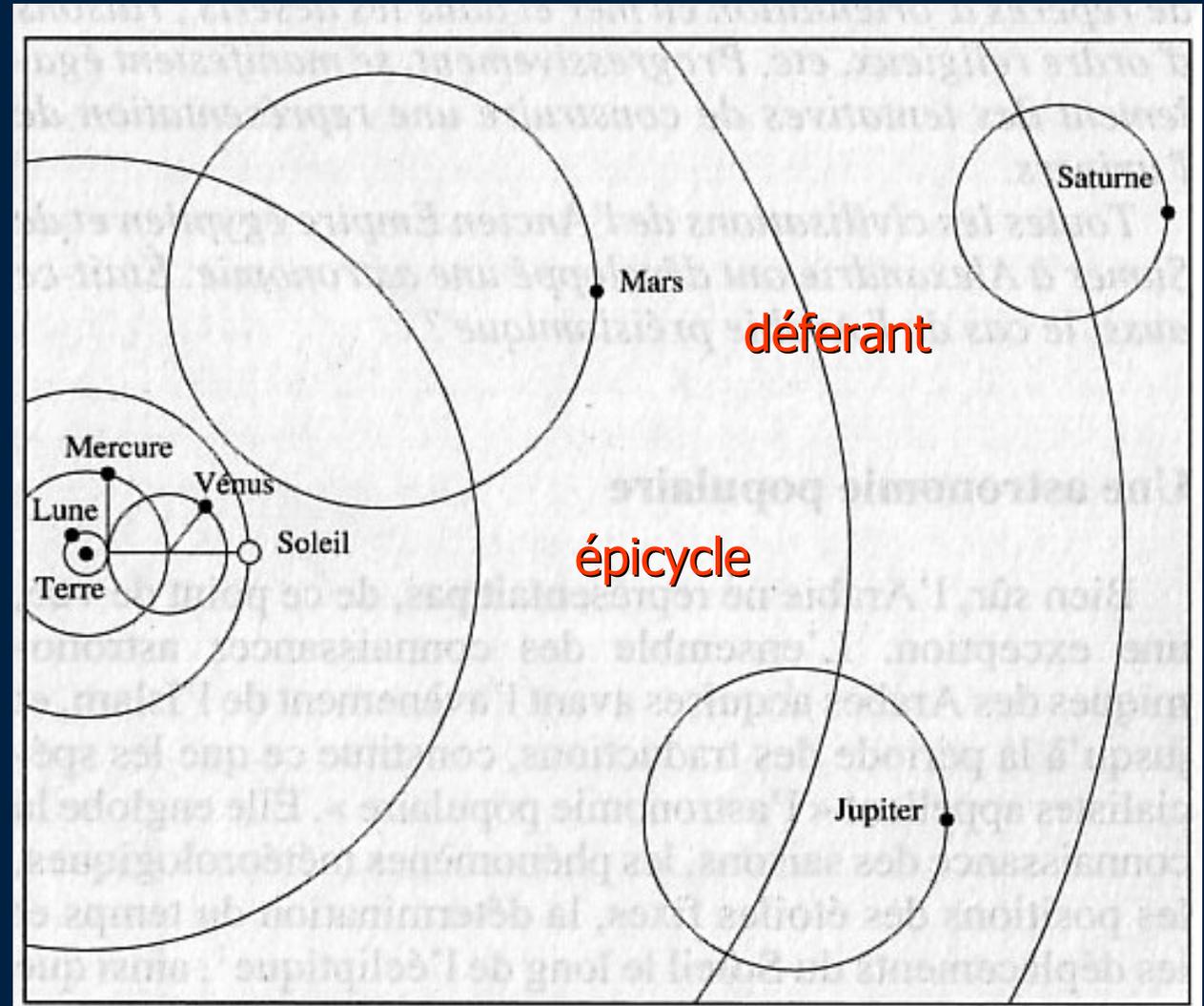
Une idée de géomètres ?



Déférents et Épicycles : un modèle utilisé pendant plus de 1400 ans

Ptolémée utilise pour chaque astre un petit cercle ("épicycle"), porté par un cercle principal, le "déférent".

Au besoin, il utilise des petites tricheries, en déplaçant un peu les centres ou en modulant les vitesses de rotation.



Le mécanisme est reconstitué, mais il reste des grandes questions :

- 1 - Qui a été capable de le construire, et pour qui, quand, dans quel but ?
- 2 - Pourquoi on en parle pas en littérature ?
- 3 - Pouvait-il s'agir d'une pièce unique ? Sinon, pourquoi on en a pas d'autres ?
- 4 - Il n'y a ni restes ni traces de rien de comparable, pendant les 1000 précédant et les 1400 ans suivant ce dispositif ??

Qui ?

R1 - Ou ? qui ? La conception d'un tel mécanisme devait remonter soit à **Archimède** (Syracuse) soit à la grande école astronomique de **Rhodes** :

Hipparque de Nicée (147-127 av. J.-C.),

Posidonios d'Apamée (135-51 av. J.-C.),

Géminos de Rhodes (110-40 av. J.-C.)

R2 - Oui, on en parle en littérature

Lucrèce	(-97,-54)
Cicéron	(-108,-42)
Vitruve	(-70,-24)
Strabon	(-64,-21)
Sénèque	(-3, 65)
Pline l'Ancien	(23-79)

Cléomède	(Ier s. av. J.-C.)
Diodore de Sicile	(fin Ier s.)
Plutarque	(46-125)
Aetius	(I-II s.)
Théon de Smyrne	(IIe s.)
Arrianus Flavius	(95-175)

...il faut savoir ce que l'on cherche,
et croire à ce qu'il relatent.

R3 – Ce n'était pas une pièce unique

La **mécanique** atteste d'une technique bien rodée – ce n'est ni la première, ni la dernière pièce !

Où sont les autres ?

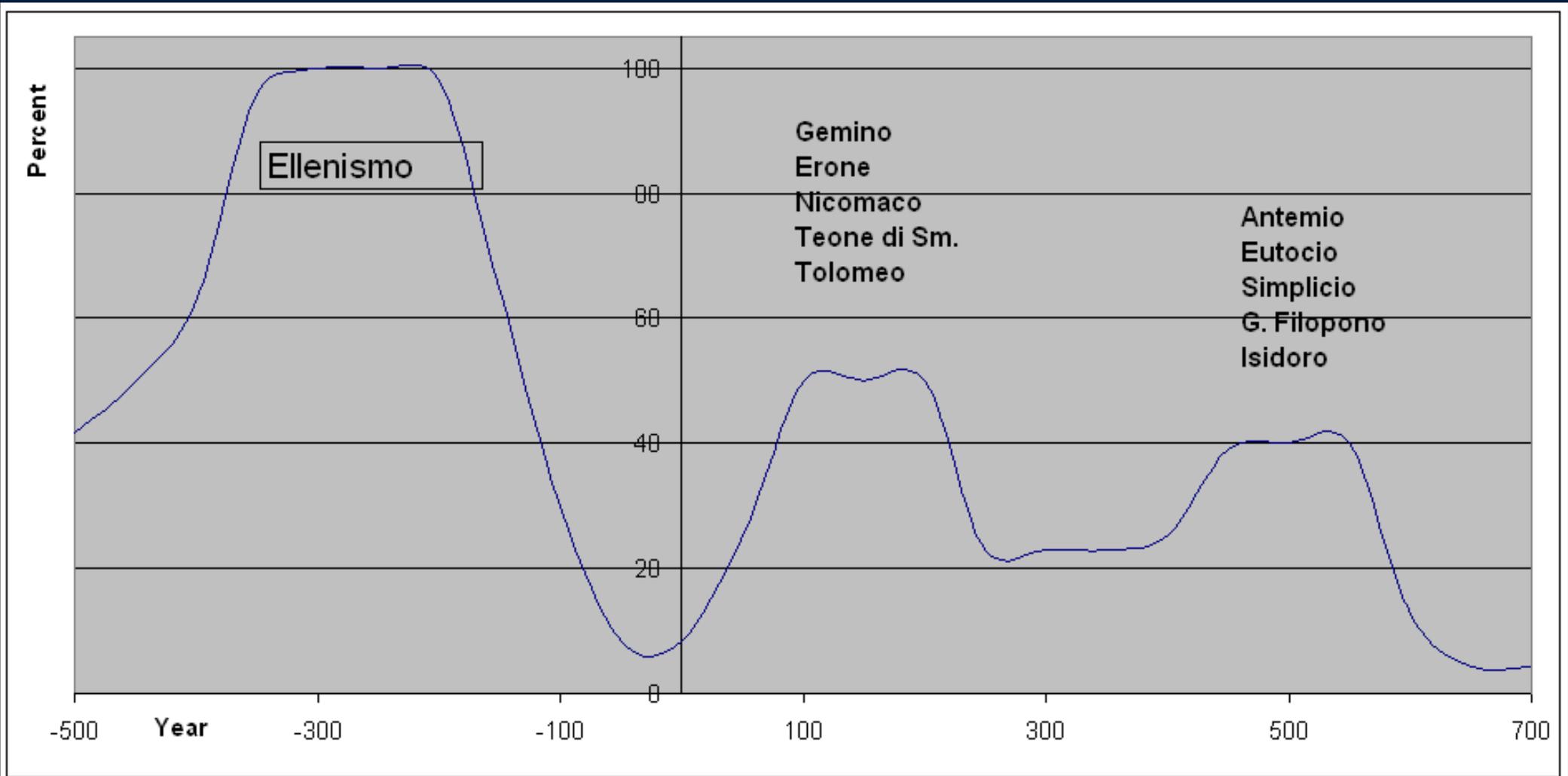
Le **musée d'Athènes** possède une de plus riches collections de bronzes grecs anciens : il sont 10 en tout, dont 9 viennent du fond de la mer.

Or, il y en avait de centaines de milliers dans le monde grec.

Pline l'ancien parle de **3000** statues en bronze dans les seules rues de **Rhodes**, et ceci quand Rhodes avait déjà été saccagée par les Romains (Cassius, 42 av. J.-C.)

R4 – Que s'est-il passé avant et après ?

Cela demande plus d'explications...



La science hellénistique, puis sous l'empire romain,
et à Byzance (sur une échelle arbitraire de 0 à 100)

[Astronomes grecs]

Hésiode de Ascra	(fl. 730 BC)
Theano de Thurii	(fl. 6e siècle BC)
Pherecydes de Syros	(fl. 6e siècle BC)
Anaximène de Lampsaque	(fl. 585-524 BC)
Heracleitus de Ephèse	(fl. 540 - 480 BC)
Anaxagore de Clazomènes	(fl. 500-428 BC)
Oenopides de Chio	(fl. 5e siècle BC)
Timaeus de Locres	(fl. 5e siècle BC)
Metone de Athènes	(fl. 5e siècle BC)
Démocrite	(fl. 460-370 BC)
Xénocrate de Chalcédoine	(fl. 397 - 314 BC)
Héraclide du Ponts	(fl. 4e siècle BC)
Philippe de Opus	(fl. 4e siècle BC)
Aristote de Stagire	(fl. 384-322 BC)
Aratus de Soli	(fl. 315 - 240 BC)
Aristarque de Samos	(fl. 320 - 250 BC)
Callippe de Cyzique	(fl. c. 370 BC)

Autolycus de Pitane	(fl. 300 BC)
Œudème de Rhodes	(fl. 350 - 290 BC)
Épicure de Samos	(fl. 341 – 271 BC)
Ératosthène de Cyrène	(fl. 276 - 194 BC)
Hermippe Callimachaeus	(fl. 200 BC)
Hipparque de Rhodes	(fl. 190 - 120 BC)
Posidonius de Syrie	(fl. 135 - 51 BC)
Andronique de Cyrrhus	(fl. c. 100 BC)
Geminus de Rhodes	(fl. 110 - 40 BC)
Théodose de Tripolis	(fl. 1er siècle AD)
Menelaus de Alexandrie	(fl. 1er siècle AD)
Hypsicle de Alexandrie	(fl. 2nd siècle AD)
Ptolémée de Alexandrie	(fl. 2e siècle AD)
Adraste de Aphrodisie	(fl. 2e siècle AD)
Théon de Alexandrie	(fl. c. 360 AD)
Proclus de Lycia (Diadochus)	(fl. 411 - 486 AD)
Héliodore de Alexandrie	(5e siècle, d.509)

Périodes successives



Thalès
Pythagore
Anaxagore
Méton
(Socrate)
Platon
Aristote
Eudoxe de Cnide

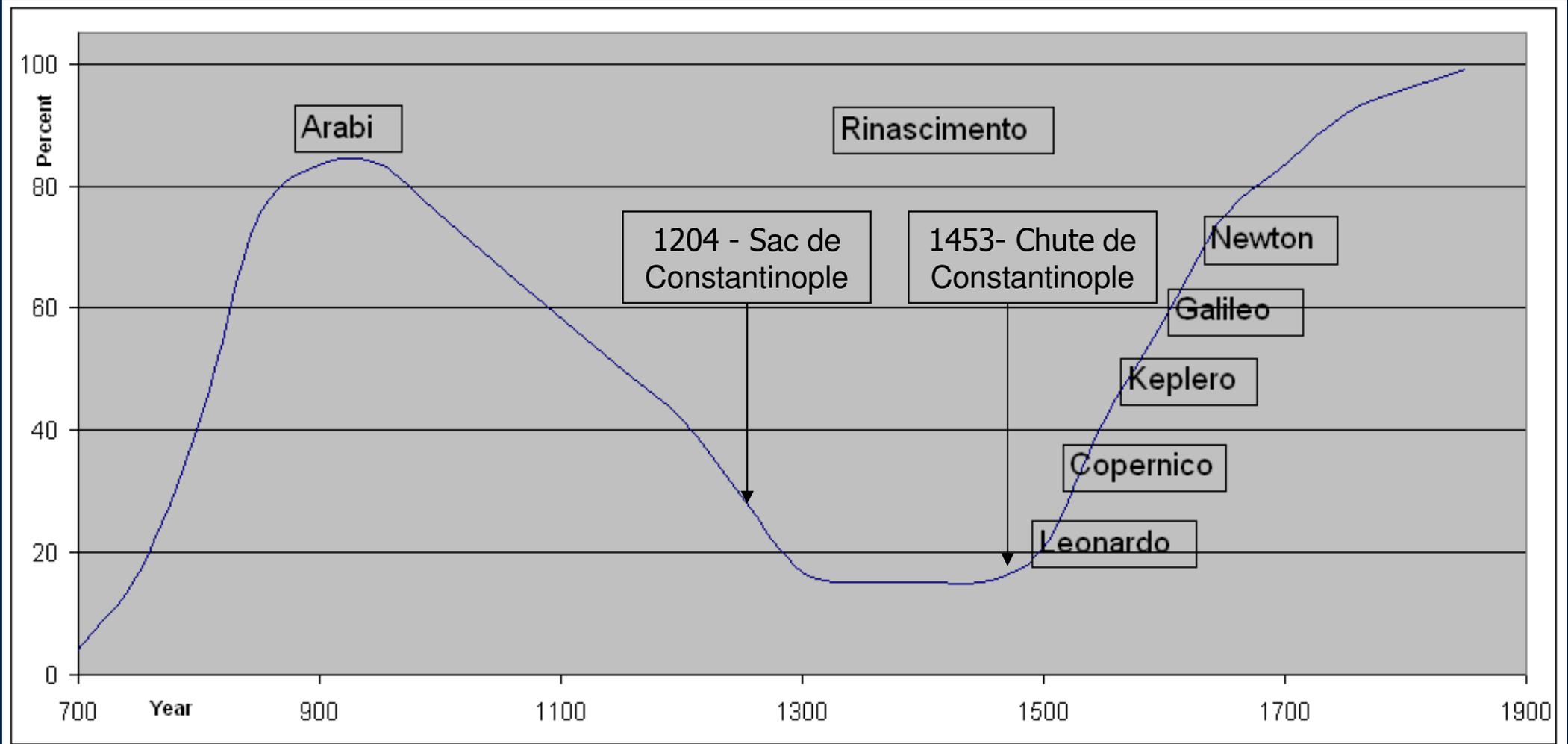
Euclide
Aristarque
Archimède
Ératosthène
Hipparque
Apollonios
Posidonius
Geminos

Menelaus

Ptolémée
...
Héron
...
Théon
Hypatie

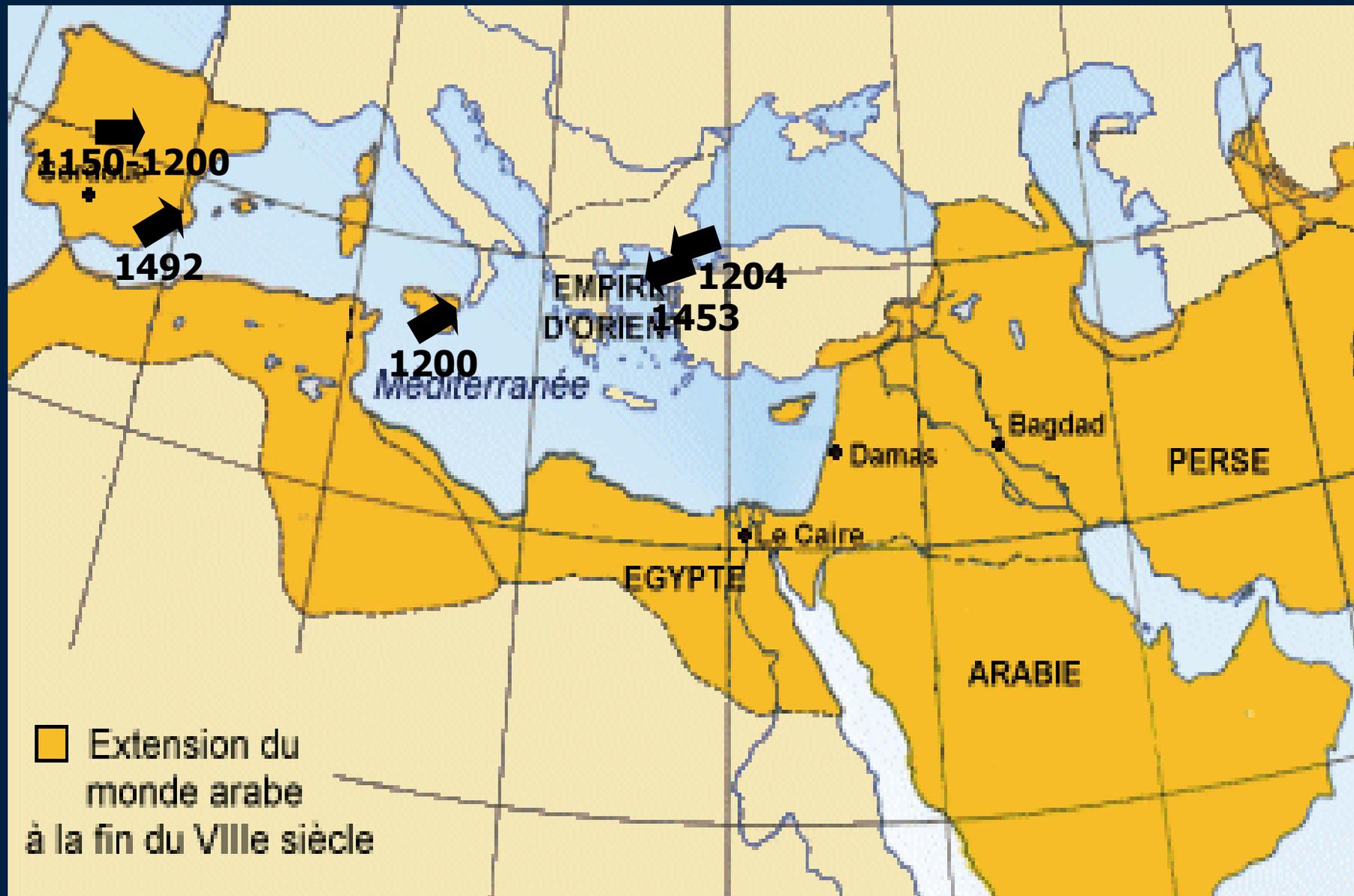
Après l'explosion du III-II siècle apr. J.-C. :

- La culture Hellénistique se meurt (lentement) sous le joug romain.
- Rome passe à côté des connaissances scientifiques.
- La "science" passe des Grecs aux Arabes, qui, heureusement pour l'Occident, la gardent en vie pendant 8 siècles.
- Pendant ce temps, les connaissances dans l'Europe du Moyen-Age s'effritent (et pas seulement à cause des invasions barbares).



Les Arabes et la reprise en Europe

Passage des textes arabo-grecs en Occident





- La **renaissance** scientifique en Europe est liée au retour des textes anciens (en grec ou en arabe)
- Le **redémarrage** a été bien plus lent que la révolution hellénistique.
- Les premiers **scientifiques 'modernes'** ont largement puisé dans les livres anciens qu'ils parvenaient à se procurer.
- Dans quelques cas, il faudra arriver au XVII-XIX siècle pour récupérer complètement les notions anciennes.

Un exemple : les Horloges astronomiques

En 1000 apr. J.-C. l'arabe Al-Biruni décrit un mécanisme semblable à celui d'Anticythère.

...

...

...

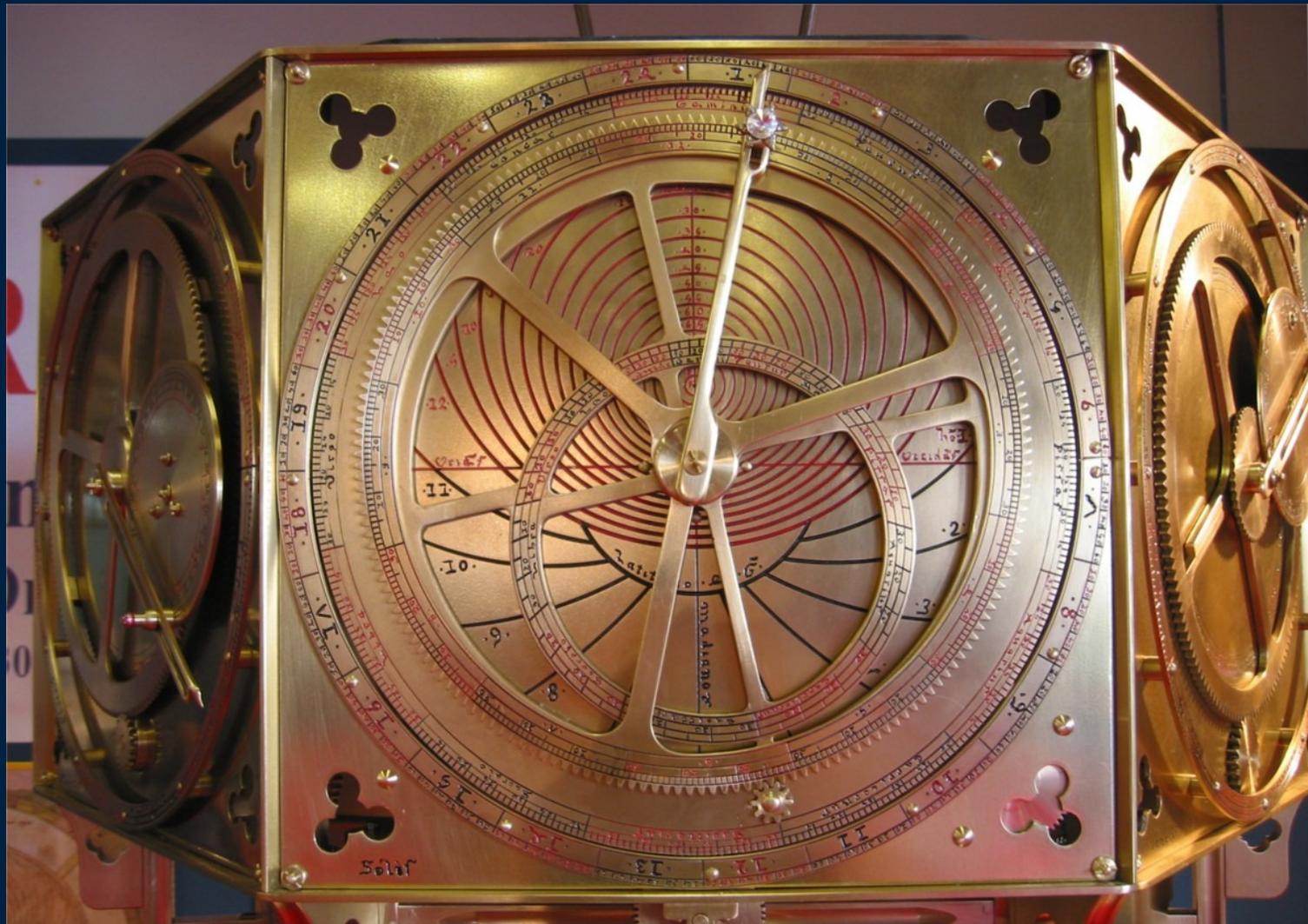
Un expert d'horloges médiévales:

« Les chercheurs s'accordent à penser que l'origine des horloges astronomiques en Europe **n'est pas antérieure à 1200** »

Puis en un siècle, entre 1300 et 1400

Plus de 100 horloges astronomiques font leur apparition en Europe:

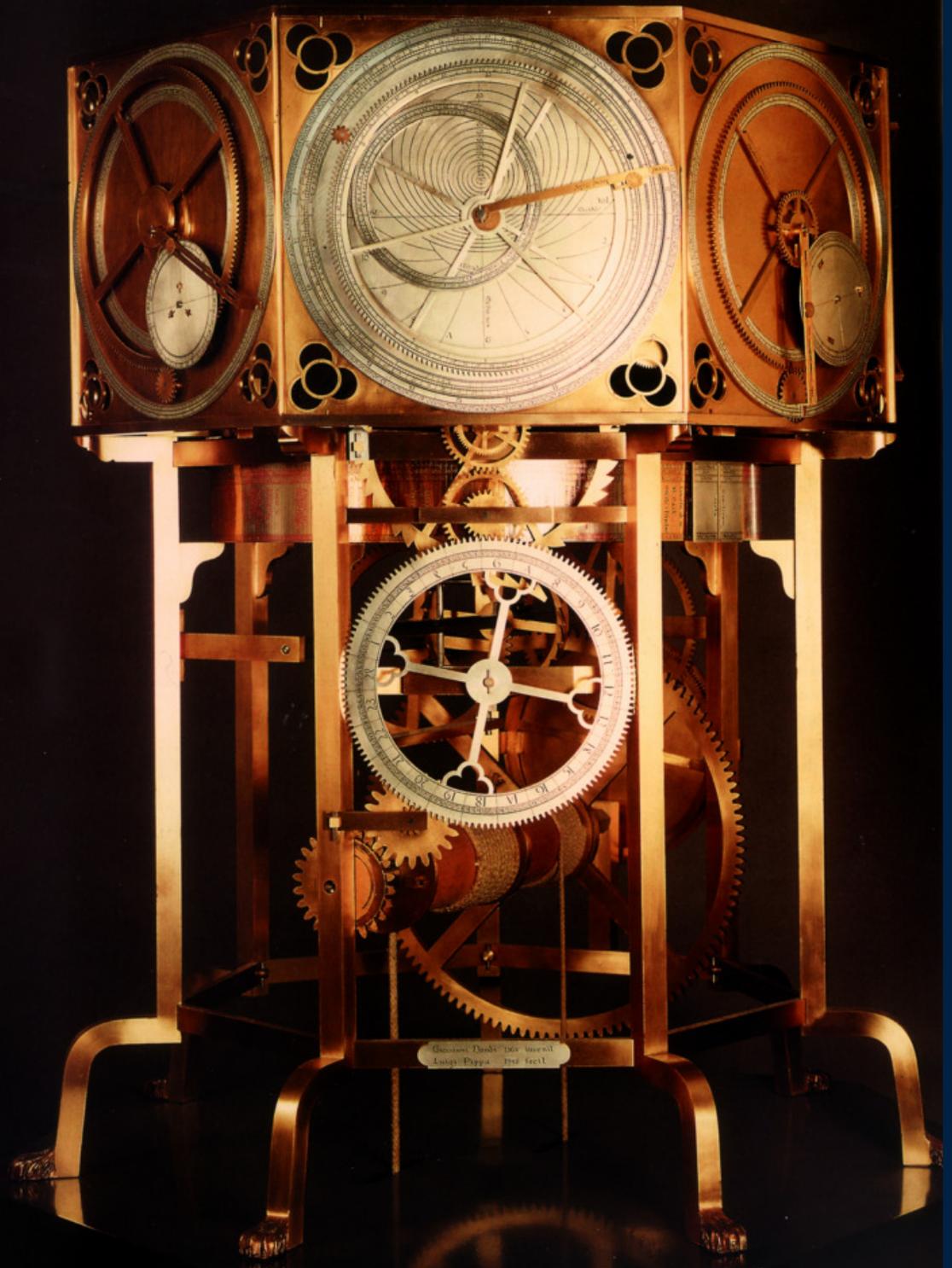
1308-18	Cambrai
1322-25	Cathédrale de Norwich
1307-8	Orvieto
1309	Milan, S. Eustorgio
...	
1327	St Albans (R. of Wallingford)
1343	Cathédrale de Modena
1344	G. Dondi, à Padoue
1354	Cathédrale de Strasbourg
1386	Cathédrale de Salisbury

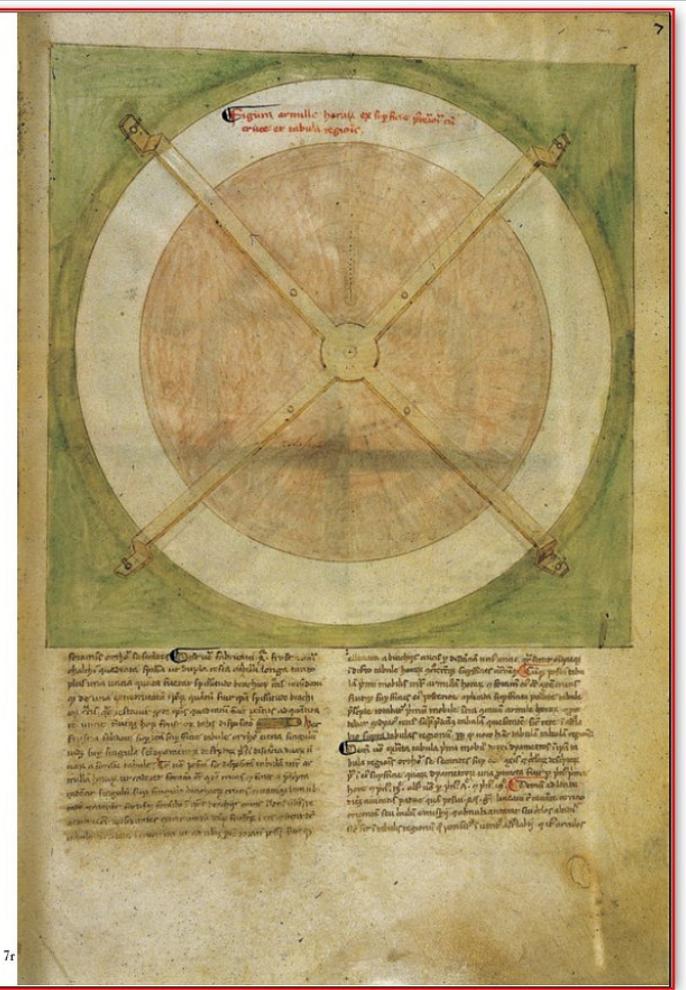
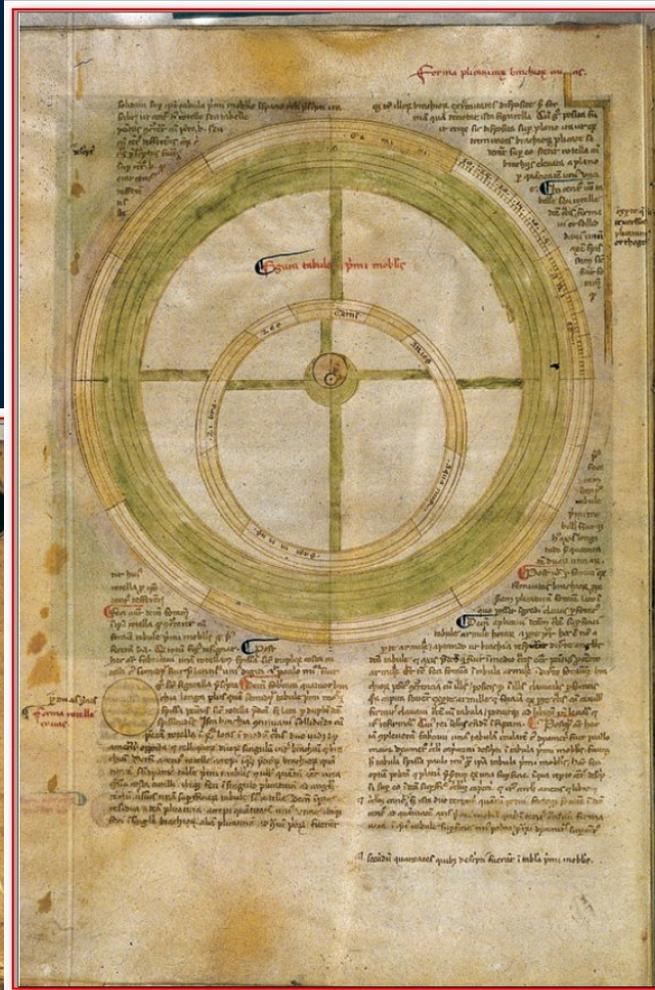
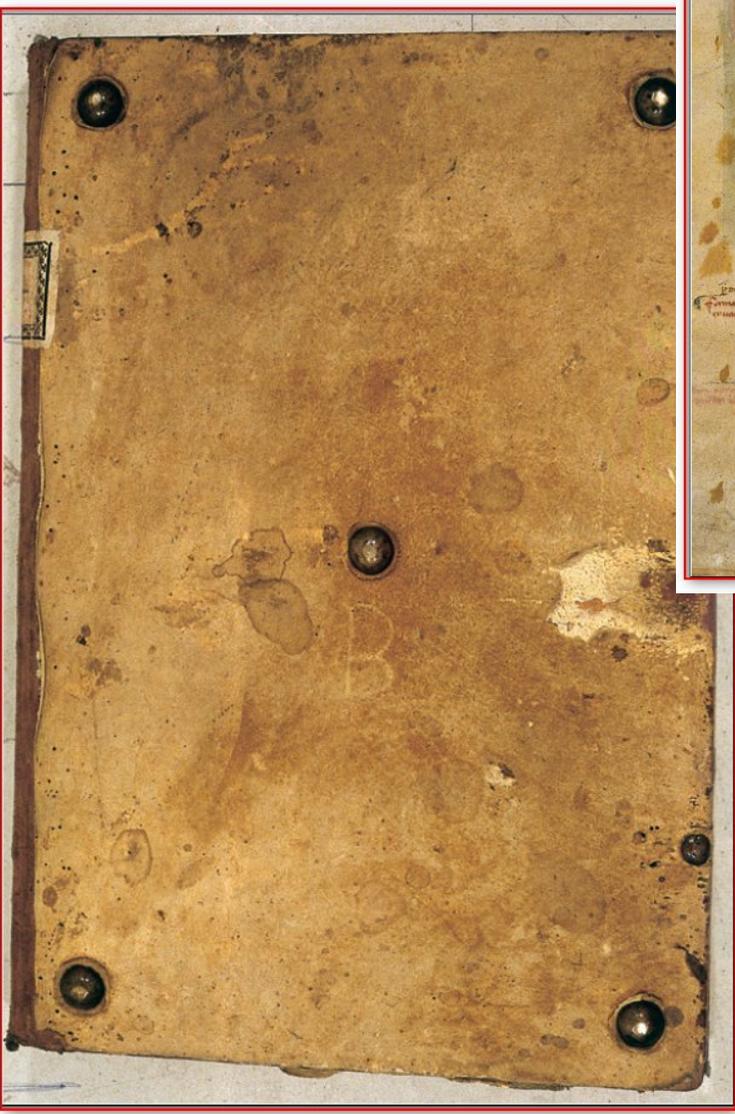


Astrario de Giovanni Dondi dell'Orologio,
Padova 1344,

Giovanni Dondi
Dell'orologio
Padova 1344

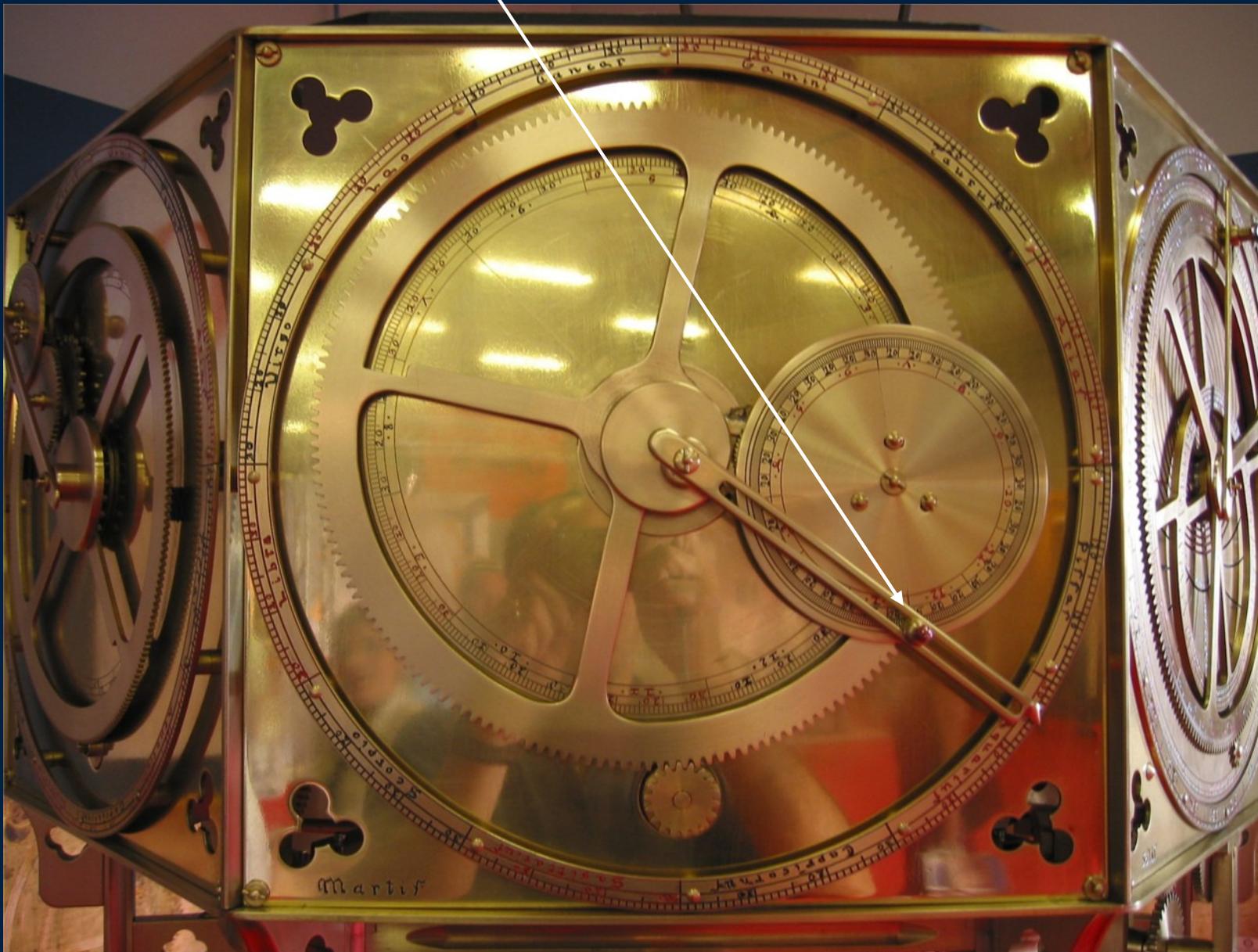
Reconstruit par **M. Aldo
Bullo**, à Chioggia en 2003





Tractatus Astrarii de G. Dondi

Position de Mars



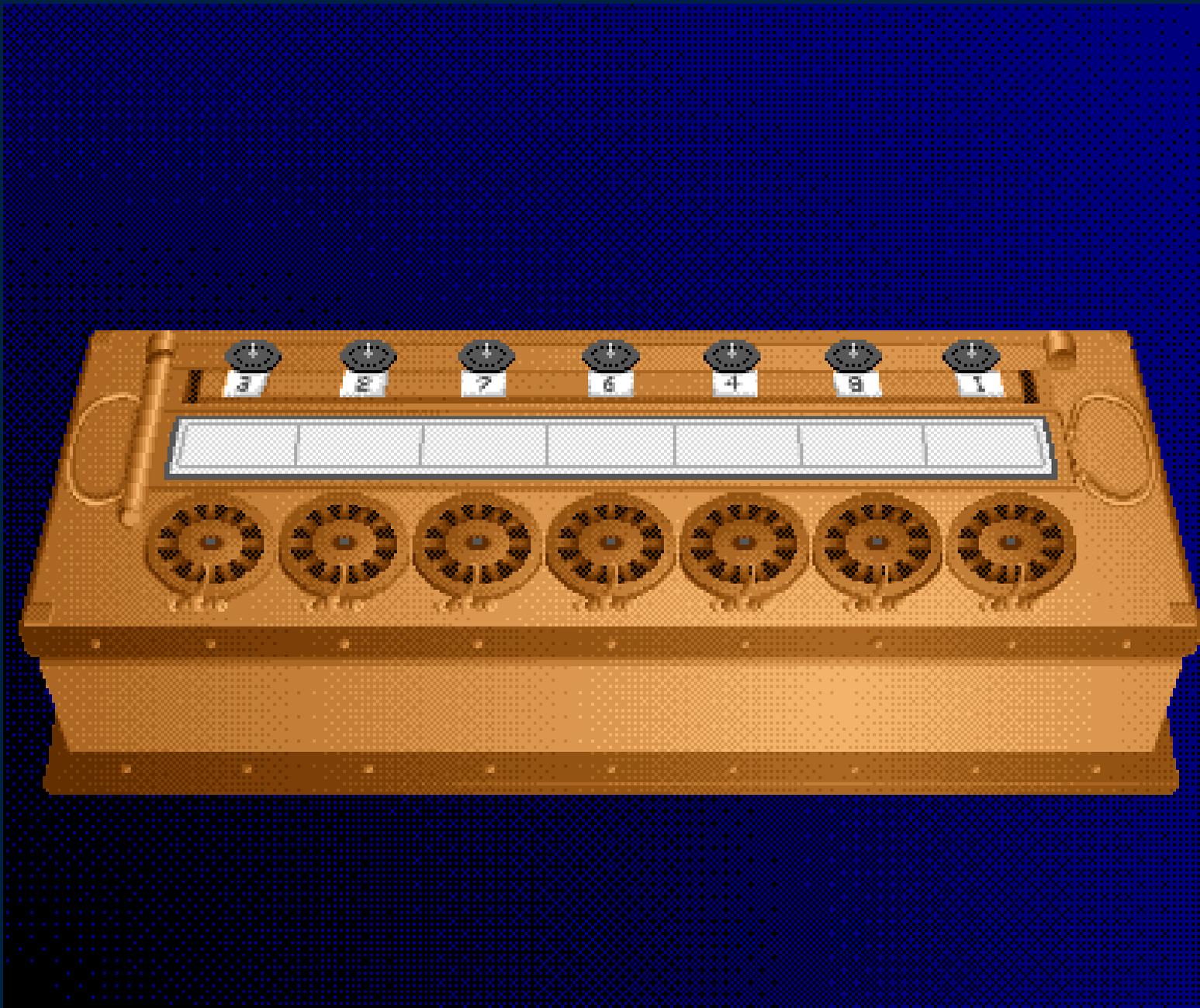
Astrario de Giovanni Dondi

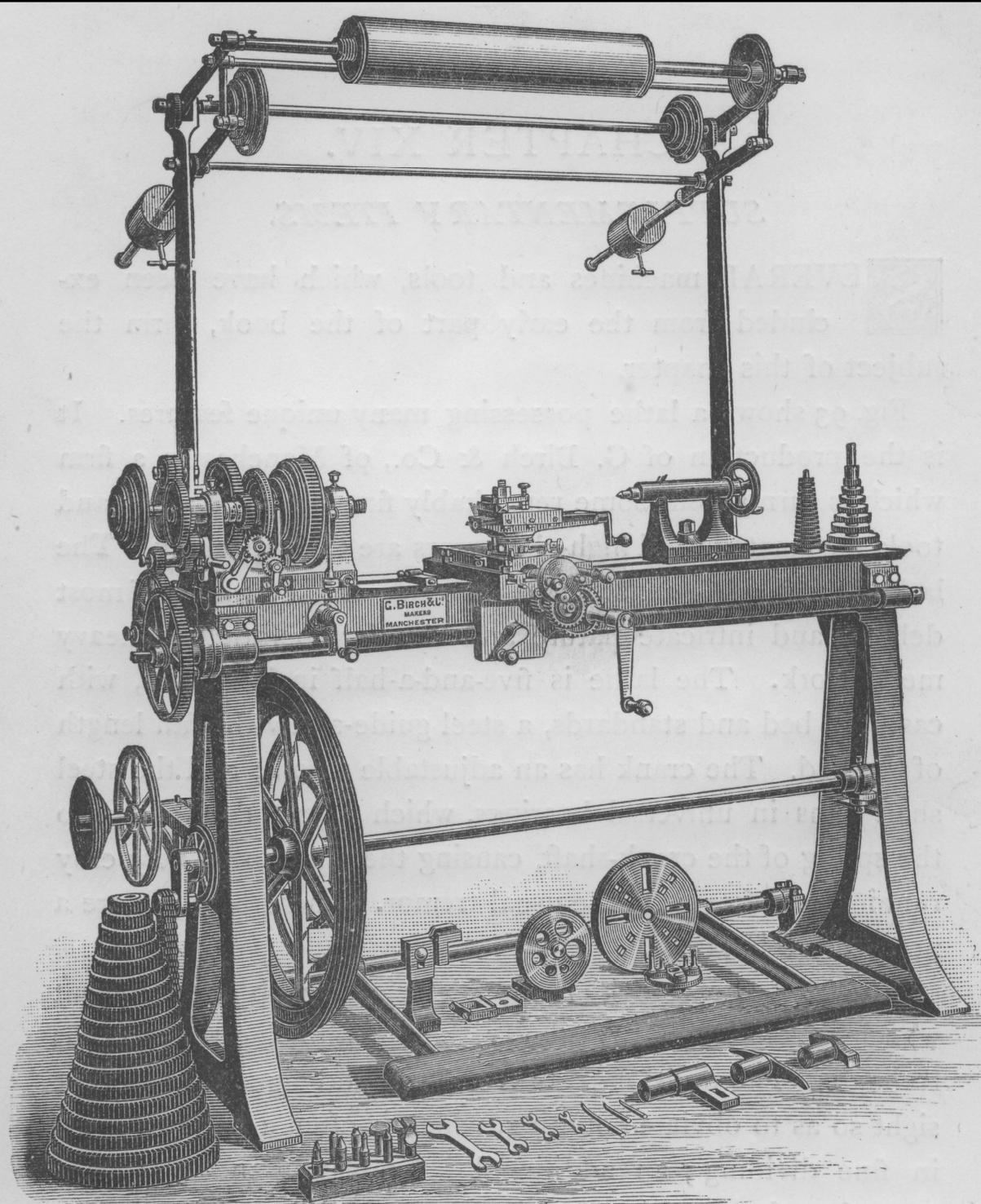
On s'arrête ici !

hist.sciences.online.fr →
conférences → antikythera

Merci de votre attention

La Pascaline, 1652





MANCHE ENGRAVING CO.
Fig. 93. BIRCH & Co.'s NEW LATHE.