

0 Le mécanisme d'Anticythère

Archimède est resté dans les mémoires pour ses exploits retentissants. Il soulevait le monde avec un point d'appui. Il sortait tout nu de sa baignoire en criant Eureka. Et encore, vous ne savez pas tout.

L'exploit dont il va être question dépasse tous les autres, et il a même des chances d'être vrai.

histoires d'informatique

Le mécanisme d'Anticythère

première machine à prédire



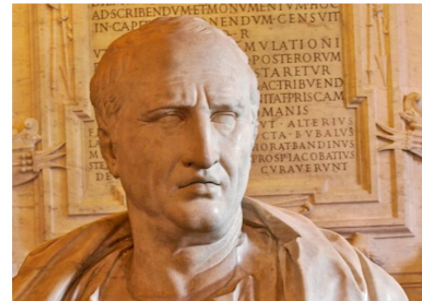
hist-math.fr

Bernard YCART

1 Marcus Tullius Cicero (106–43 av. JC)

Quand on veut savoir qui était vraiment Archimède, on peut demander à Cicéron. Il l'a presque connu : il n'a vécu qu'un siècle et demi après. C'est vous dire s'ils étaient proches.

Marcus Tullius Cicero (106–43 av. JC)



2 De la République, livre I

« Comme j'avais souvent entendu citer cette sphère à cause du grand nom d'Archimède, je n'y trouvai rien de si admirable au premier coup d'œil, et elle me parut moins belle que cette autre sphère d'Archimède, plus connue du peuple, et que le même Marcellus avait placée dans le temple de la vertu. »

Allons bon, une sphère. Qu'est-ce que ça pouvait bien être ?

De la République, livre I

Marcus Tullius Cicero (106–43 av. JC)

Comme j'avais souvent entendu citer cette sphère à cause du grand nom d'Archimède, je n'y trouvai rien de si admirable au premier coup d'œil, et elle me parut moins belle que cette autre sphère d'Archimède, plus connue du peuple, et que le même Marcellus avait placée dans le temple de la vertu.

3 Sphère armillaire

Pour être placée dans le temple de la vertu et être connue du peuple, ce devait être une sphère armillaire. Une sphère armillaire c'est ça. Des cercles de métal soudés entre eux. C'est une représentation des trajectoires des astres, mais une représentation fixe.

Sphère armillaire



4 Young girl with astronomic instrument (1525)

Elles ont aussi été utilisées comme jouet en modèle réduit, comme celle que tient cette petite fille. C'est un tableau hollandais du seizième.

Mais laissons Cicéron continuer.

Young girl with astronomic instrument (1525)

Jan Gossaert, Mabuse (1478–1532)



5 De la République, livre I

« Mais quand les doctes explications de Gallus nous eurent révélé l'usage de cette machine, il me sembla qu'il y avait eu dans ce Sicilien plus de génie qu'on ne pouvait en attendre de l'homme. Gallus nous apprenait que la sphère solide et pleine était une ancienne invention, et que Thalès de Milet en avait été le premier auteur. Il ajoutait que ce genre de sphère où se trouvaient représentés les mouvements du Soleil, de la Lune, et des cinq autres astres qu'on nomme errants, n'avait pu être suppléé qu'imparfaitement par une sphère solide, et que le mérite singulier de l'invention d'Archimède était d'avoir combiné dans un seul système tant de mouvements divers et d'inégales révolutions. »

Ah bon, plus de génie qu'on ne pouvait en attendre de l'homme? tant de mouvements divers? Ben apparemment oui. Même qu'un autre auteur latin, Lactance, dit à peu près la même chose. Ce Lactance vivait tout de même cinq siècles après Archimède.

De la République, livre I

Marcus Tullius Cicero (106–43 av. JC)

Mais quand les doctes explications de Gallus nous eurent révélé l'usage de cette machine, il me sembla qu'il y avait eu dans ce Sicilien plus de génie qu'on ne pouvait en attendre de l'homme. Gallus nous apprenait que la sphère solide et pleine était une ancienne invention, et que Thalès de Milet en avait été le premier auteur. Il ajoutait que ce genre de sphère où se trouvaient représentés les mouvements du soleil, de la lune, et des cinq autres astres qu'on nomme errants, n'avait pu être suppléé qu'imparfaitement par une sphère solide, et que le mérite singulier de l'invention d'Archimède était d'avoir combiné dans un seul système tant de mouvements divers et d'inégales révolutions.

6 Lactance, Divinae Institutiones

« Le Sicilien Archimède a pu construire, dans une sphère de bronze, une représentation mécanique de l'univers dans laquelle il a disposé le Soleil et la Lune en leur faisant accomplir des mouvements inégaux semblables aux révolutions de chacun de ces astres, correspondant aux jours ; il a pu faire en sorte qu'outre les montées et les descentes du Soleil, les phases croissantes et décroissantes de la Lune, ce globe décrive par sa rotation les cours dissemblables des astres aussi bien fixes qu'errants. »

On a du loupé quelque chose parce qu'il n'en reste rien de cette représentation mécanique de l'univers. Mais d'abord quel univers, et qu'est-ce que c'est que cette histoire d'astres errants ?

7 Le système solaire

Voici notre système solaire. Il y a le Soleil et neuf planètes connues, dont la Terre, entre Vénus et Mars. Je vous épargne les échelles réelles, les comètes et les astéroïdes.

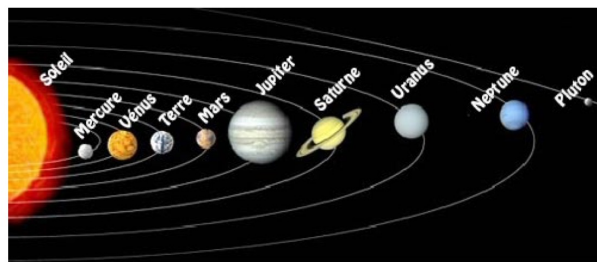
Au temps d'Archimède la vision de l'astronomie était différente. Uranus, Neptune et Pluton étaient inconnues. Ce qu'on voyait dans le ciel c'était le Soleil et la Lune qui tournaient régulièrement autour de la Terre. Et puis cinq planètes Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Comme leur trajectoire apparente était irrégulière on les appelait les « astres errants ».

Lactance, Divinae Institutiones

Lucius Caecilius Firmianus (ca. 250-325)

Le Sicilien Archimède a pu construire, dans une sphère de bronze, une représentation mécanique de l'univers dans laquelle il a disposé le soleil et la lune en leur faisant accomplir des mouvements inégaux semblables aux révolutions de chacun de ces astres, correspondant aux jours ; il a pu faire en sorte qu'outre les montées et les descentes du soleil, les phases croissantes et décroissantes de la lune, ce globe décrive par sa rotation les cours dissemblables des astres aussi bien fixes qu'errants.

Système solaire



8 Le système solaire de Ptolémée

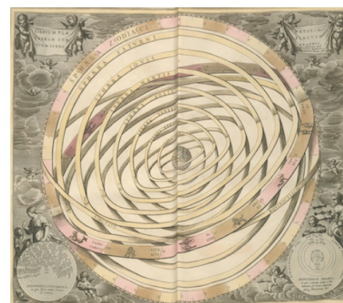
La vision du système solaire était celle-ci. La Terre au centre, et puis un ensemble de sphères concentriques. Dans l'ordre, la sphère de la Lune était la plus proche. Puis venait celle de Mercure, puis celle de Vénus. La sphère du Soleil était entre celles de Vénus et celle de Mars. Plus loin les sphères de Jupiter et de Saturne, juste avant la dernière, qui était la sphère des étoiles fixes.

Comment Archimède avait-il représenté tous ces mouvements dans une sphère de bronze ?

Mystère.

Système solaire de Ptolémée

Claude Ptolémée (ca. 90-168)



9 Magnes sive de Arte Magnetica (1641)

Évidemment quand il y a un mystère, on peut toujours compter sur Athanase Kircher pour y aller de son explication.

D'accord ça fait rigoler, mais ça ne rapproche pas de la vérité.

Magnes sive de Arte Magnetica (1641)

Athanasius Kircher (1602-1680)



10 Dimitrios Kondos (1900)

Les choses en sont restées là jusqu'à cet homme, Dimitrios Kondos. Il est grec, pêcheur d'éponge, et ce que vous voyez là est son outil de travail : un scaphandre.

L'histoire se déroule en avril 1900.

Dimitrios Kondos (1900)

pêcheur d'éponges



11 l'île d'Anticythère

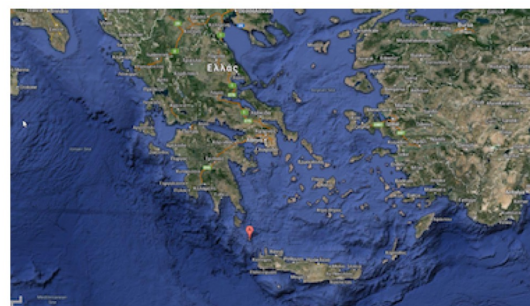
Il y a souvent des tempêtes en Méditerranée, et il vaut mieux s'abriter pour attendre qu'elles passent. Et celle-là, Dimitrios Kondos décide d'attendre qu'elle passe dans l'île la plus proche : Anticythère. C'est une petite île entre la Crète et le Péloponèse, avant l'île de Cythère, d'où son nom : Anticythère.

Et comme on ne va tout de même pas perdre son temps en attendant la fin de la tempête, on met les scaphandres, et on plonge. Et au lieu de remonter des éponges, l'un des plongeurs remonte un bras de statue.

Il y a une épave là-dessous, et la découverte est importante. Suffisamment pour attirer l'attention du ministre grec de la culture, qui lance une campagne de fouille. Les statues et les monnaies retrouvées ont permis de dater le naufrage assez précisément. Il aurait eu lieu en 87 avant Jésus-Christ. Vue la quantité de matériel, ça aurait pu être le butin qu'un général ramenait à Rome.

Mais il n'y avait pas que des statues et des monnaies. Il y avait aussi une sorte de caisse de bois entourée d'une gangue de calcaire et de mousse. La caisse part plus ou moins en morceaux, et à l'intérieur, on remarque des morceaux de métal d'une forme curieuse.

L'île d'Anticythère



12 Ensemble des fragments

Voici les fragments retrouvés. Il y en a 82 en tout.

Même sans analyse poussée, il est assez clair qu'il s'agit d'un mécanisme. À cause du lieu de la découverte, ce sera le mécanisme d'Anticythère.

Mais à quoi sert-il ? L'hypothèse d'un mécanisme astronomique a été faite assez vite. Au bout d'un siècle de recherches, on commence à avoir une idée plus précise.

Ensemble des fragments

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



13 Plus grand fragment

Voici le fragment le plus grand. Il fait environ 15 cm dans sa plus grande dimension.

Plus grand fragment

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)

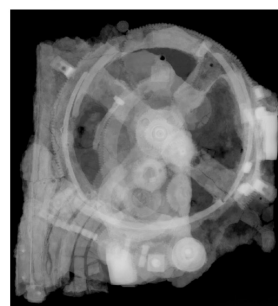


14 Radiographie

Voici ce que révèle la radiographie : derrière la grande roue, il y en a une quantité d'autres, plus petites.

Radiographie

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



15 Inscriptions

Et puis les examens ont fait apparaître des inscriptions, nombreuses.

Inscriptions

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



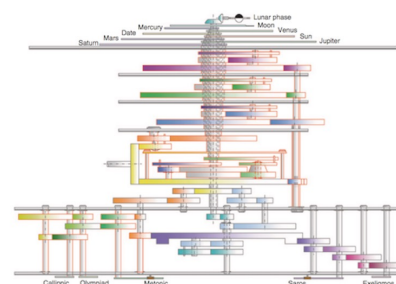
16 Schéma possible

En faisant l'inventaire complet des roues, en comparant les rapports de diamètres, en utilisant les inscriptions aussi, on a pu proposer des modèles de fonctionnement. Il y en a plusieurs dizaines, qui diffèrent parfois sur des détails. Ils sont tous d'accord sur un point : la machine pouvait représenter, et donc prédire, les mouvements du Soleil, de la Lune, et des cinq planètes. Vous les voyez en haut du graphique.

Il est même pratiquement établi que la machine était capable de prédire les éclipses de Lune et de Soleil.

Schéma possible

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



17 Reconstitution

Il existe plusieurs reconstitutions. Celle-ci a été réalisée en plexiglass d'époque.

Reconstitution

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



18 Reconstitution virtuelle

Celle-ci est un modèle virtuel. Sur la face avant, qui est à gauche, vous voyez comment pouvait apparaître le mouvement des sept astres.

Reconstitution virtuelle

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



19 Face arrière

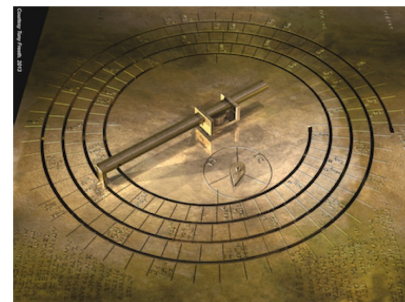
Voici la face arrière, avec ses nombreuses inscriptions.

Vu les dates, il est peu probable que le mécanisme d'Anticythère ait été construit par Archimède lui-même. Il a dû y avoir une tradition technologique à la suite d'Archimède. Cette tradition a duré suffisamment pour qu'on continue à construire des machines analogues, au moins jusqu'au temps de Cicéron.

En tout cas, à part le fait que ce n'est pas une sphère, le mécanisme d'Anticythère confirme ce que disaient Cicéron et Lactance. Il y avait bien une représentation mécanique des mouvements de la Lune, du Soleil et des cinq planètes.

Face arrière

Mécanisme d'Anticythère (87 av. J.-C.)



20 Traité de l'astrolabe (996)

Cette tradition était perdue au temps des Arabes, pourtant grands spécialistes d'astronomie autant que de machines. Al-Biruni est un des plus grands astronomes de tous les temps. Il a écrit un traité de l'astrolabe, dans lequel apparaît un mécanisme de représentation. Mais le mécanisme est différent et al-Biruni ne fait pas référence à Archimède.

Je crois que s'il avait existé un manuscrit décrivant la machine d'Archimède du temps des Arabes, ils l'auraient traduit, et le texte nous serait parvenu.

Traité de l'astrolabe (996)

Abū Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī (973–1048) (973–1048)



21 Astrarium (1364)

Il faudra attendre le début de la Renaissance, pour qu'apparaisse en Europe un mécanisme du type de celui d'Archimède, une horloge astrale. Giovanni Dondi est un horloger italien. Son horloge astrale est perdue, mais il en a laissé dans un manuscrit une description suffisamment détaillée pour qu'elle puisse être reconstruite.

Astrarium (1364)
Giovanni Dondi (1330–1388)



22 Astrarium reconstitué

Voici la reconstitution. Vous voyez en haut les cadrans. Il y en a sept, un pour chaque astre. En fait, vu la technologie de l'époque, les outils et les métaux pour tailler des engrenages, il n'est pas sûr que l'horloge de Dondi ait pu fonctionner en continu pendant très longtemps sans se bloquer.

Astrarium reconstitué
Giovanni Dondi (1330–1388)



23 A Philosopher lecturing on the Orrery (1766)

Le dix-huitième siècle est celui du triomphe de Newton. L'Europe des Lumières se passionne pour le mouvement des planètes. On donne un peu partout des cours de vulgarisation sur l'astronomie, qu'on illustre bien sûr par des planétariums. Depuis Copernic, Galilée et Kepler, le Soleil est au centre de la représentation de l'univers, et sur ce tableau de 1766 il est représenté par une lampe qui éclaire les visages des spectateurs.

A Philosopher lecturing on the Orrery (1766)
Joseph Wright of Derby (1734–1797)



24 Franeker Planetarium (1781)

Vers la même période, dans le nord de la Hollande, un amateur nommé Eisinga décide de construire un planetarium mécanique dans son salon. Ça lui prend sept ans, mais le résultat est impressionnant. Si impressionnant que le roi décide de le lui acheter. Le planetarium d'Eisinga est toujours la propriété de l'état hollandais qui en a fait un musée.

Franeker Planetarium (1781)
Eise Eisinga (1744–1828)



25 Projecteur de planetarium

Plus la peine de se fatiguer autant. On peut maintenant acheter un planetarium lumineux qui projette non seulement les planètes, mais l'ensemble de la voûte céleste.

26 références

Ça n'enlève rien à l'exploit d'Archimède. Cicéron avait raison : il y avait eu dans ce Sicilien plus de génie qu'on ne pouvait en attendre de l'homme.

Kircher, lui, s'était complètement planté, comme d'hab. Non, ne le lui dites pas, ça lui fait tellement plaisir de sortir n'importe quoi !

Projecteur de planetarium



références

- T. Freeth (2014) Eclipse prediction on the ancient Greek astronomical calculating machine known as the Antikythera mechanism, *PLoS one*, 9(7), e103275
- F. Garanbois-Vasquez (2010) De la source à l'objet : le planétaire d'Archimède, *Eruditio Antiqua*, 47–60
- A. Jones (2017) *A portable cosmos : Antikythera mechanism, scientific wonder of the ancient world*, Oxford University Press
- J. L. Lin, H. S. Yan (2016) *Decoding the mechanisms of Antikythera astronomical device*, Springer : New York
- E. Poulle (1998) L'astrarium de Dondi et l'horlogerie planétaire aux XIV^e-XVI^e siècles, *Actes des congrès de la Société d'Archéologie Médiévale*, 6, 287–291