

• Nous vous présentons ce soir, la **première partie** d'une rétrospective des hommes et des faits marquants des vingt cinq derniers siècles concernant l'astronomie et l'astrophysique

• Bien entendu, on ne peut pas être exhaustif en si peu de temps, alors il a fallu choisir

• Mais pour nous, tout commence par le monde occidental de l'époque : le « grand bassin méditerranéen ».

2023~2024

Petite histoire de l'Astronomie



1 - L' ANTIQUITÉ

Astronomie Mésopotamienne

Astronomie Égyptienne

Astronomie Grecque



um-Campanie
 lie-Calabre
 anie-Bruttium
 nium
 enum
 brie
 urio
 ilie
 urie
 h tie-Istrie
 nspodane

- 1 - Alpes-Graies-et-Pennines
- 2 - Alpes-Cottiennes
- 3 - Alpes-Maritimes
- A - Augusta Treverorum

La Mésopotamie

Tout commence en Mésopotamie (terre entre les 2 fleuves) vers 3500 avant J.-C.

Chez les sumériens, l'écriture apparaît vers -3300 et va rapidement se répandre dans tout le croissant fertile.



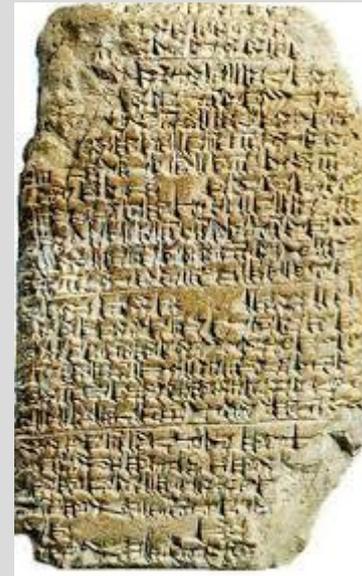


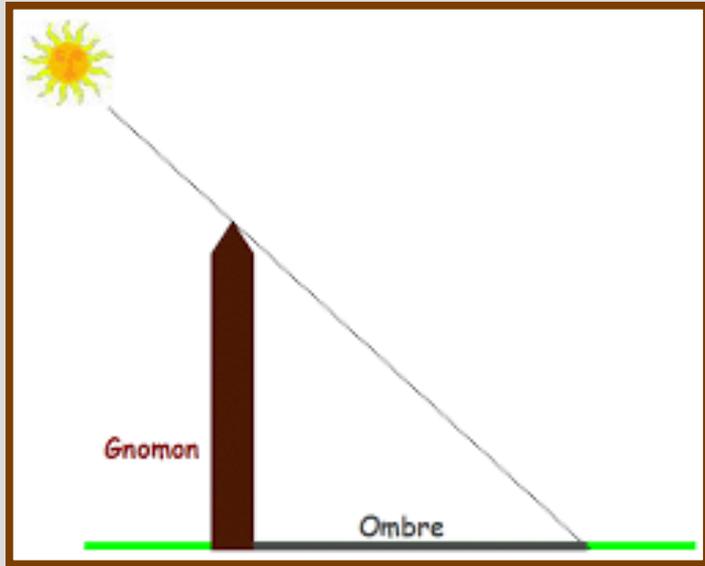
On dispose de nombreuses tablettes qui révèlent des données astronomiques relevées par les Babyloniens à partir du 2^e millénaire.

Ils connaissaient la Lune, les planètes, les fixes, mais aussi les saisons et les longueurs des ombres. La science astronomique pratiquée a surtout des objectifs pratiques et utilitaires

Ils disposaient de 3 instruments :

- Le Gnomon
- La Clepsydre (mesure du temps)
- Le Polos, instrument spécifiquement mésopotamien (l'ombre d'une bille placée au centre d'une 1/2 sphère, dessine à l'intérieur le parcours du soleil)





Gnomon : bâton (ou obélisque par exemple) planté dans le sol.
On mesure l'ombre.
Plus courte du jour > midi
Plus courte de l'année > solstice d'été



Polos : bille suspendue au dessus d'une 1/2 sphère.
On suit le parcours de l'ombre



Clepsydre
Antique horloge à eau

On estime que les premières clepsydras ont été créées en Égypte vers 1600 avant J. -C. Les Grecs puis les Perses et les Chinois les ont perfectionnées

Et un tube pour viser les étoiles !!

Un Gnomon dans une église

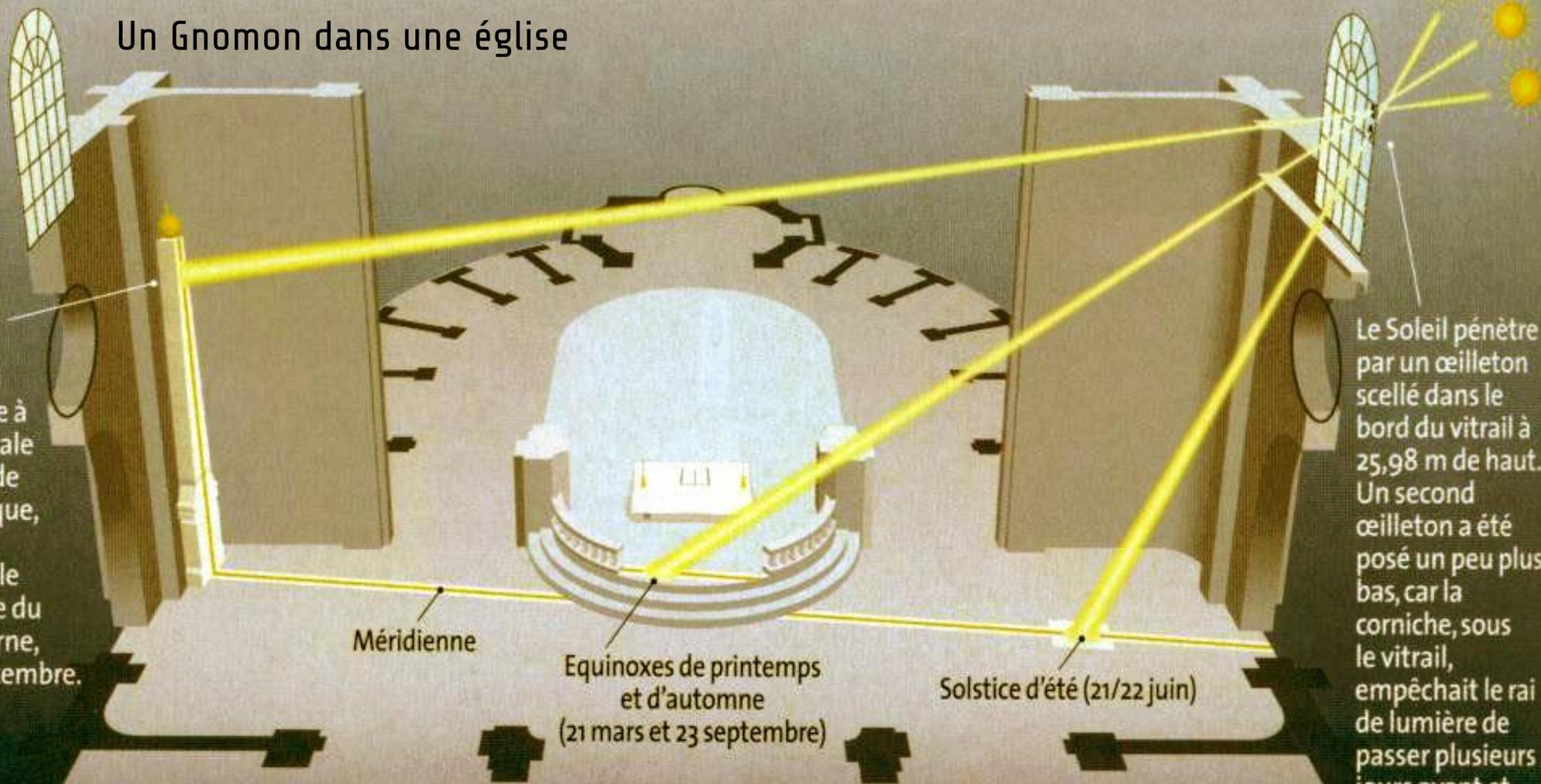
Solstice d'hiver.
Le Soleil remonte à la verticale le long de l'obélisque, et vient frapper le symbole du Capricorne, le 21 décembre.

Méridienne

Equinoxes de printemps et d'automne
(21 mars et 23 septembre)

Solstice d'été (21/22 juin)

Le Soleil pénètre par un œillette scellé dans le bord du vitrail à 25,98 m de haut. Un second œillette a été posé un peu plus bas, car la corniche, sous le vitrail, empêchait le rai de lumière de passer plusieurs jours avant et après le solstice d'été.



Comme toujours la cosmologie de l'époque est une tentative d'explication mythique du monde.

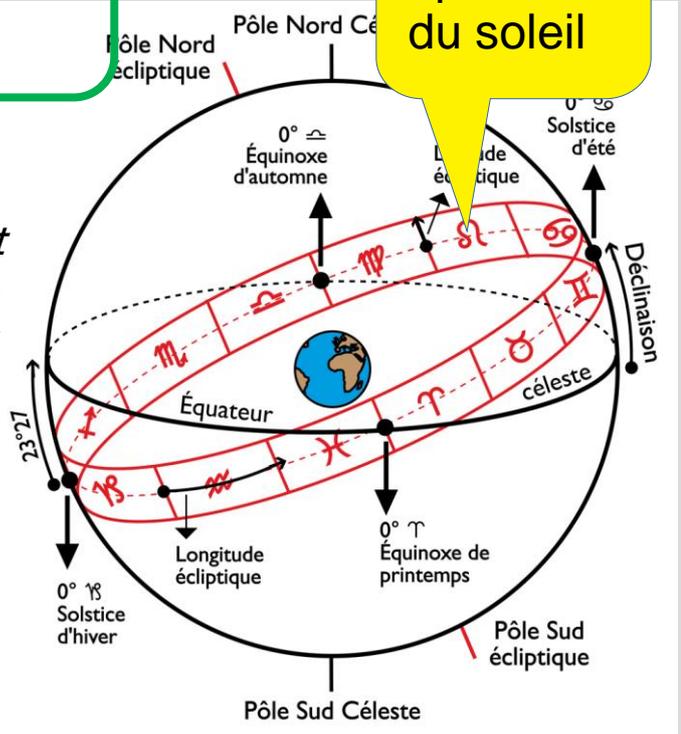
L'élément important est l'eau.

Le monde est une bulle immergée dans une mer primordiale.

Grands observateurs du ciel, ils notaient toutes leurs observations

Écliptique : parcours du soleil

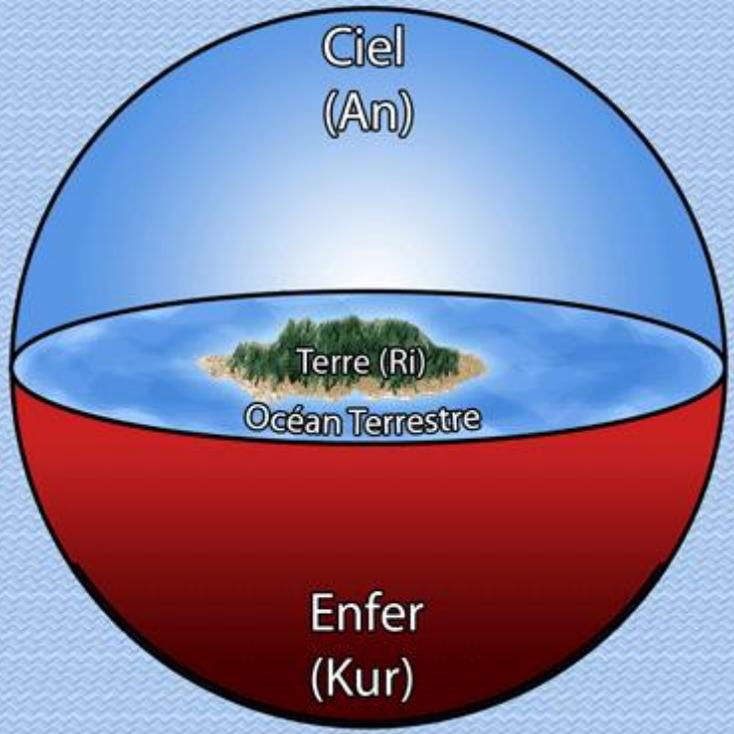
Ce sont les inventeurs du zodiaque : ils se repéraient dans le ciel en latitude (en + ou - de °) par rapport à l'écliptique) et en longitude en divisant l'écliptique en 12 arcs de 30° portant les noms des constellations (Zodiaque)



La représentation sumérienne du monde

(d'après S. Kramer -L'histoire commence à Sumer Ed. Arthaud)

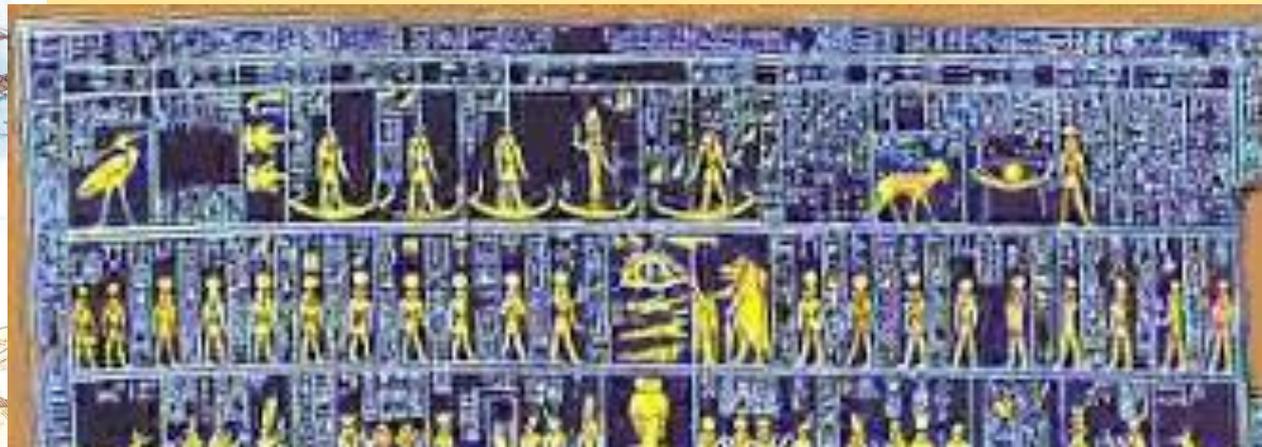
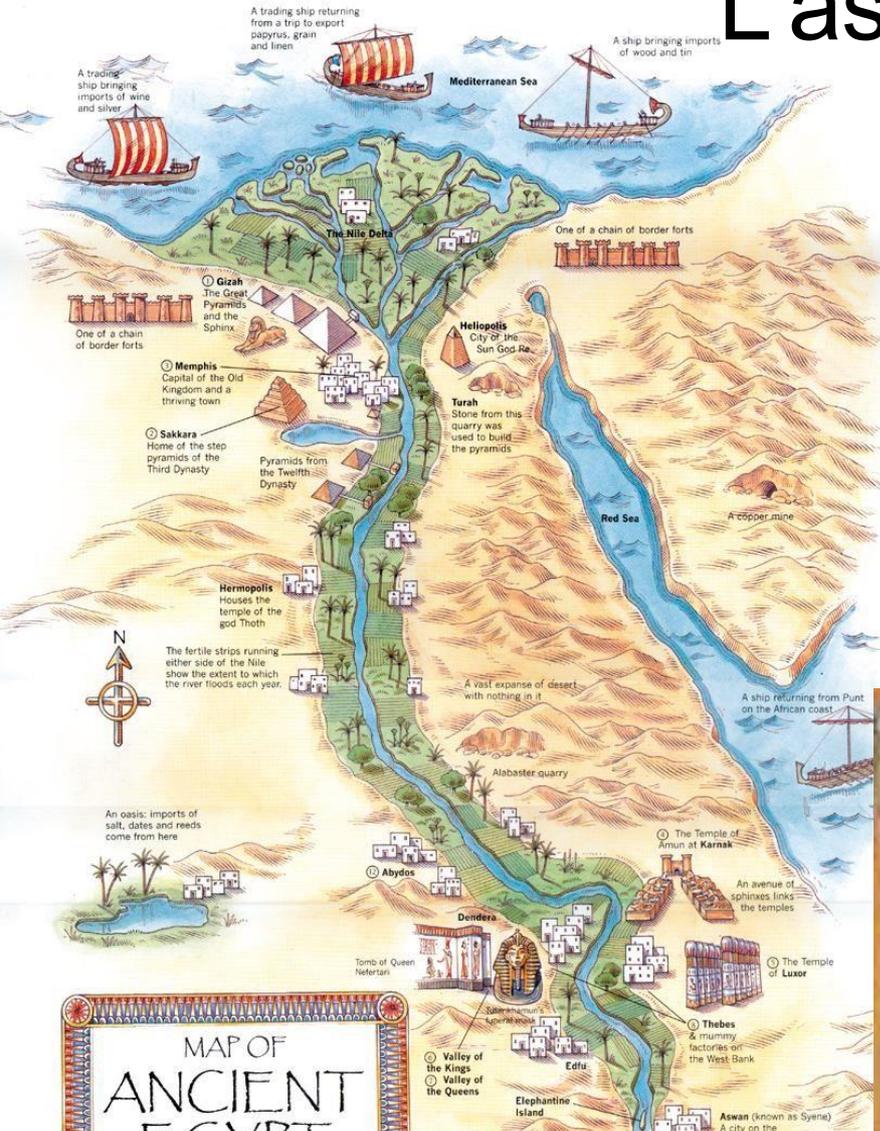
Mer primordiale



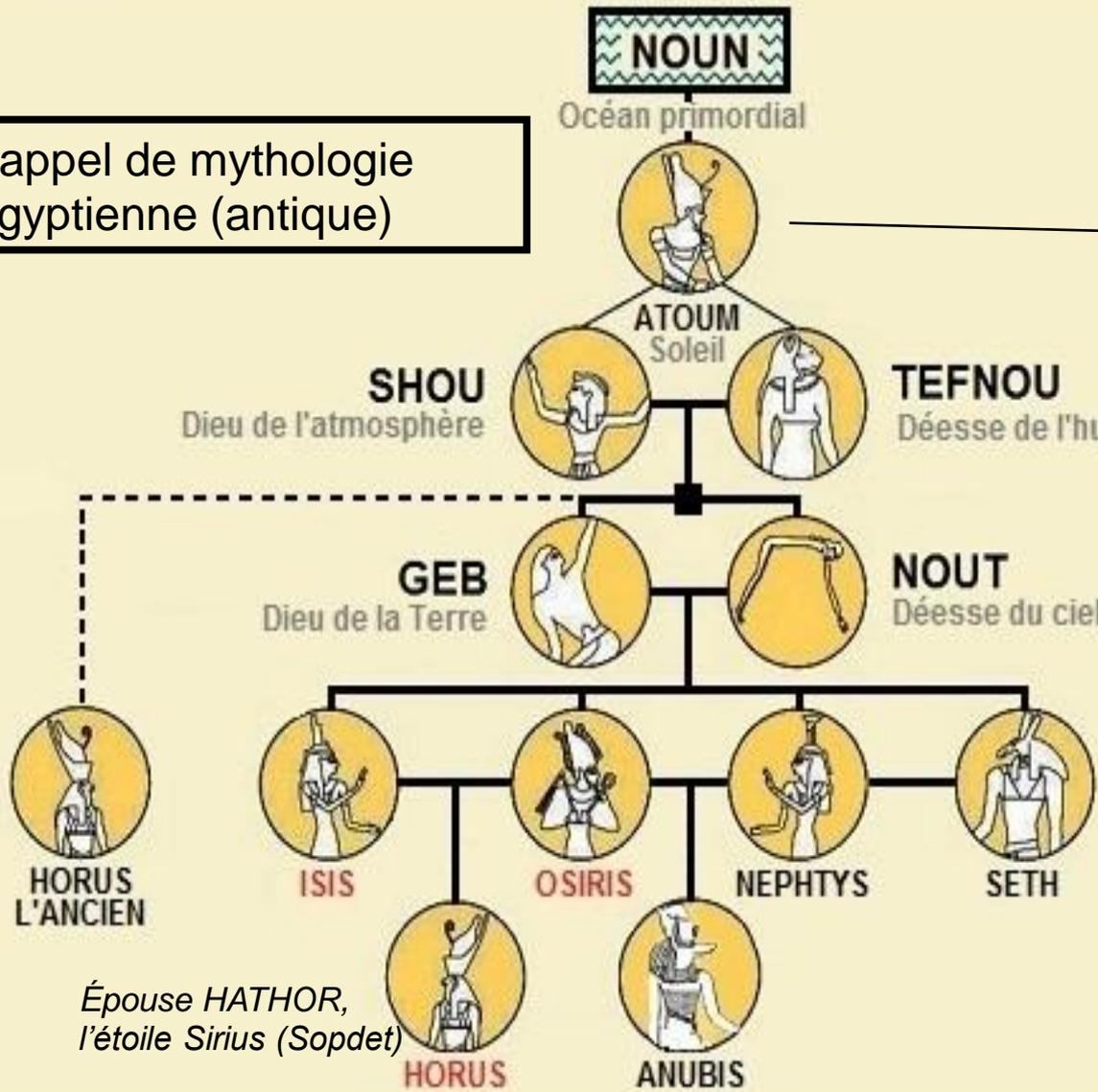
Mer primordiale

L'astronomie en Égypte antique

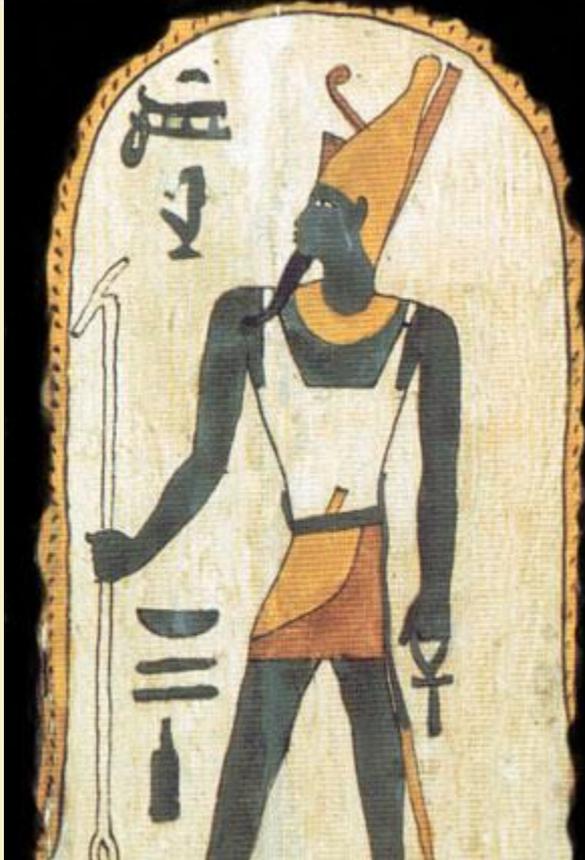
Il n'y a pas de papyrus concernant l'astronomie égyptienne antique ; les sources proviennent des monuments funéraires et des calendriers qui décorent les sarcophages. Les rares textes écrits datent de la fin de l'histoire de l'Égypte ancienne.



Rappel de mythologie Égyptienne (antique)



Seth jaloux tue Osiris ressuscité par Isis



Épouse HATHOR, l'étoile Sirius (Sopdet)

NOU

AMON

SHOU

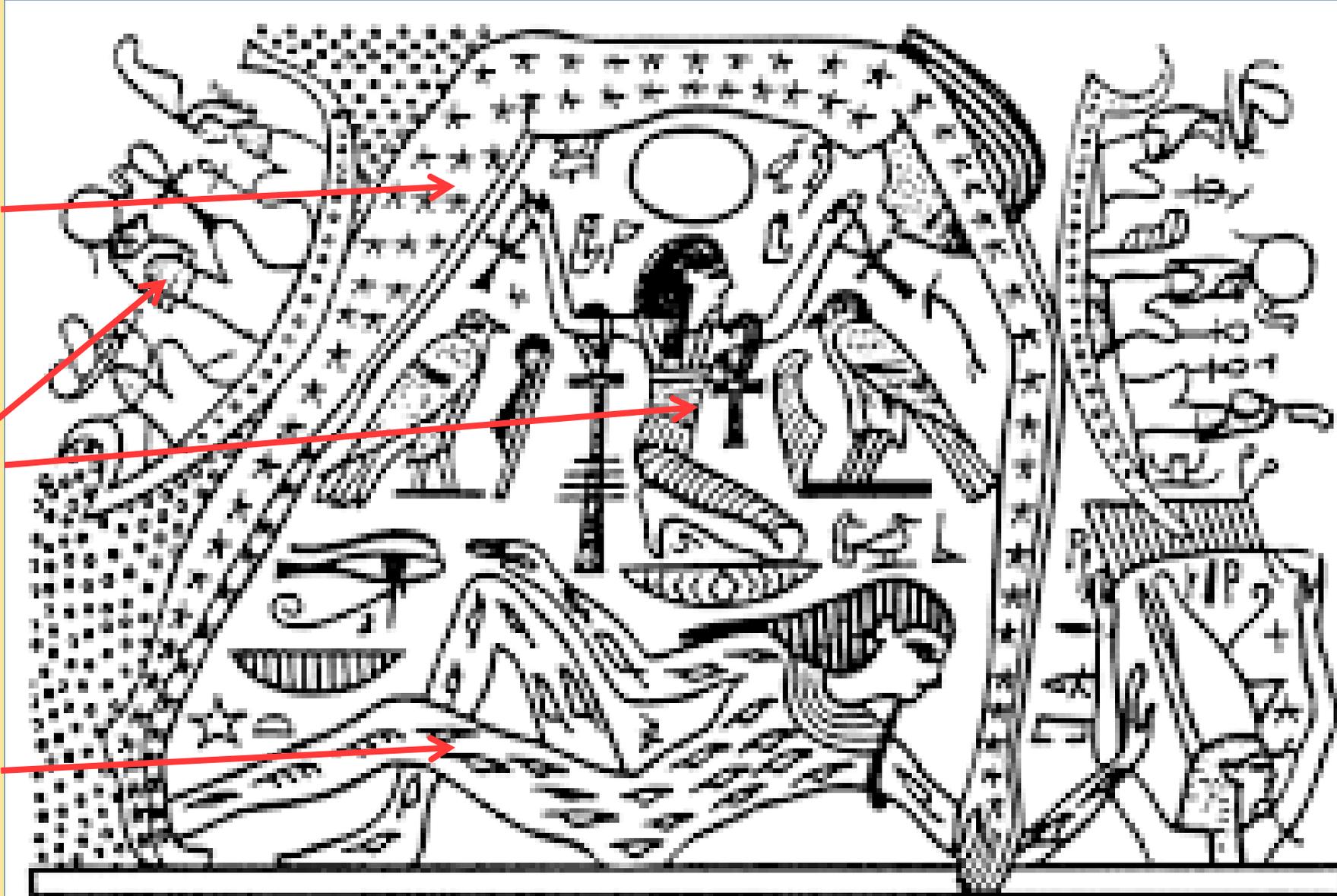
TEFNOUT

GEB

Le ciel
NOUT

Le soleil
Rê
(Amon Rê,
Ra)
(ex Atoum)

La Terre



Pour établir un lien entre l'astronomie égyptienne et celle que nous avons hérité directement des Greco-Romains et que nous utilisons encore de nos jours, on peut se baser sur la mythologie égyptienne pour dresser la liste¹ des divinités en relation avec notre système solaire:

Le **Soleil** est **Ré** en égyptien et pourrait être en lien avec l'Oiseau Bénou.

Mercure est **Sovkou** en égyptien et pourrait être en lien avec **Thot**

Vénus est **Douaou-Bonou** en égyptien et pourrait être en lien avec **Hathor**

La Terre est **Keb** en égyptien et pourrait être en lien avec **Geb**

La Lune est **Aset** en égyptien et pourrait être en lien avec **Isis**

Mars est **Horemakhet** ou **Seth** en égyptien et pourrait être en lien avec **Seth**

Jupiter est **Hartapshitiou** en égyptien et pourrait être en lien avec **Horus**

Saturne est **Harkahri** en égyptien et pourrait être en lien avec **Osiris**

La différence fondamentale entre notre culture gréco-romaine et l'égyptienne, c'est que la plus ancienne visualisait le ciel inversement à la culture occidentale, le ciel étant perçu comme étant féminin par le biais de la déesse Nout et la Terre étant masculine par le biais de Geb.

Les anciens Égyptiens se seraient inspirés des constellations pour créer leur panthéon



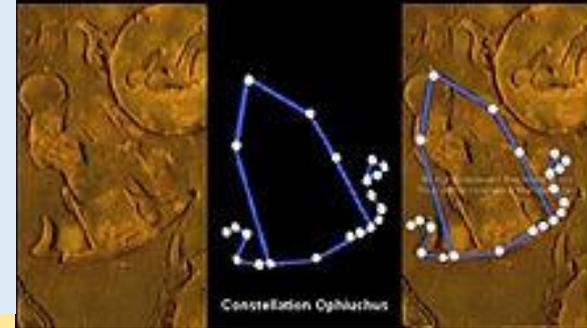
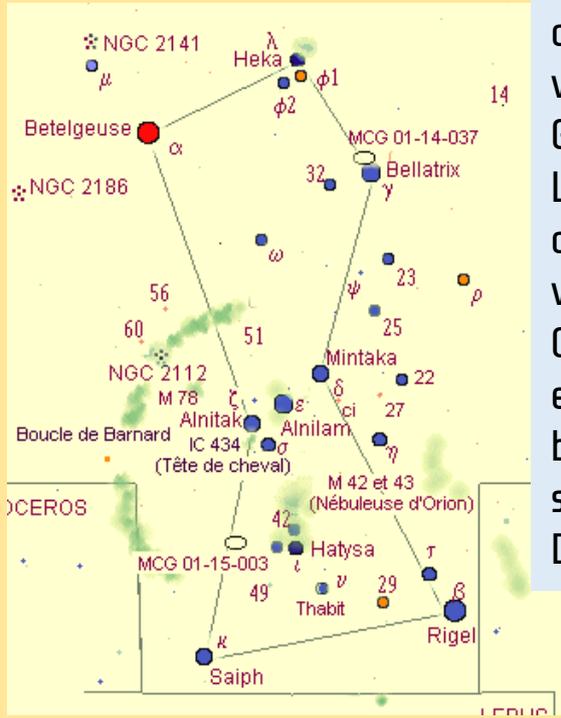
Il semble que l'origine de la forme de nos actuelles constellations trouvent sa source dans l'Ancienne Égypte.

Les grecs ont superposés à ces constellations leur mythologie, d'où quelques bizarreries zoologiques (la grande et la petite ourse ont des longues queues).

Orion (ou plus précisément le baudrier d'Orion) était connue des égyptiens sous le nom s3ḥ et figurait l'Osiris visible, le pendant de l'Osiris invisible figuré par la Grande ourse (msḥtjw).

L'Osiris visible du baudrier d'Orion était entouré par ses quatre enfants dits « les enfants d'Horus l'ancien » (la version archaïque d'Osiris).

Ceux-ci étaient Amset, Hâpi, Douamoutef et Kébehsénouf et formaient l'astérisme rectangulaire ceignant le baudrier d'Orion. Selon Bernard Mathieu, Qébehsénouf serait ainsi l'étoile Rigel, Hâpy l'étoile Bételgeuse, Douamoutef l'étoile Bellatrix et Imséti l'étoile Saiph.



La Constellation Ophiuchus représentée sous la forme du dieu Râ, patron des médecins, assis sur une barque dont les extrémités sont les constellations Serpens Cauda et Serpens Caput



©JFBRADU



Zodiaque de Denderah avec les 48
constellations de Claude Ptolémée
clairement identifiées



Piliers

36 divinités
(360 jours de l'année nilotique)

Points cardinaux
Génies à tête de faucon

Ecliptique

Constellations
34 + les 12 constellations de l'écliptique

Z
O
D
I
A
C

D
E

D
E
N
D
É
R
A
H





Aliaa Ibrahim

Le Calendrier Égyptien était solaire.

Il comportait 365 jours soit 12 mois de 30 jours + 5 jours ajoutés après, consacrés aux dieux. (1/4 jours en moins que l'année solaire).

L'année commence lorsque Sothis (c'est-à-dire l'étoile Sirius), après une période d'invisibilité d'environ 70 jours redevient à nouveau visible peu de temps avant le lever du Soleil. Dans l'ancienne Égypte, c'est à cette époque que commence l'inondation des terres par le Nil.

L'étoile Sothis réapparaît tous les 365,25 jours. Les astronomes le savaient.

Il y avait un temps des hommes (365 jours/an) et un temps des dieux (365,25 jours/an). Les 2 se rejoignent tous les 1460 ans (de 365 jours).

Cette très longue période est appelée période sothiaque.

I- Akhet (inondations)	II- Péret (semailles)	III- Chémou (moissons)
Thoth (juillet-août)	Tybi (novembre-décembre)	Pachons (mars-avril)
Paophi (août-septembre)	Méchir (décembre-janvier)	Payni (avril-mai)
Athyr (septembre-octobre)	Phaménouth (janvier-février)	Epiphi (mai-juin)
Choiac (octobre-novembre)	Pharmouti (février-mars)	Mésori (juin-juillet)

Dès lors, l'indication d'une date de lever héliaque de Sirius permet sa datation absolue, sachant qu'une coïncidence entre un lever héliaque et le premier jour du calendrier avait eu lieu en 139 après J.C., ce qui fixe les deux précédentes en 1320 et 2779 avant J.C. La période sothiaque est de 1460 années égyptiennes, soit 1459 années juliennes ou grégoriennes

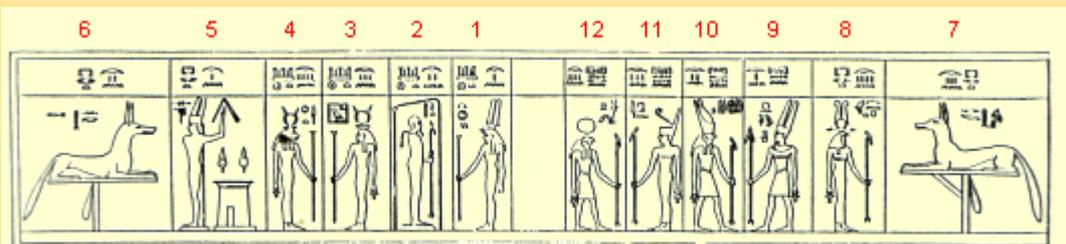
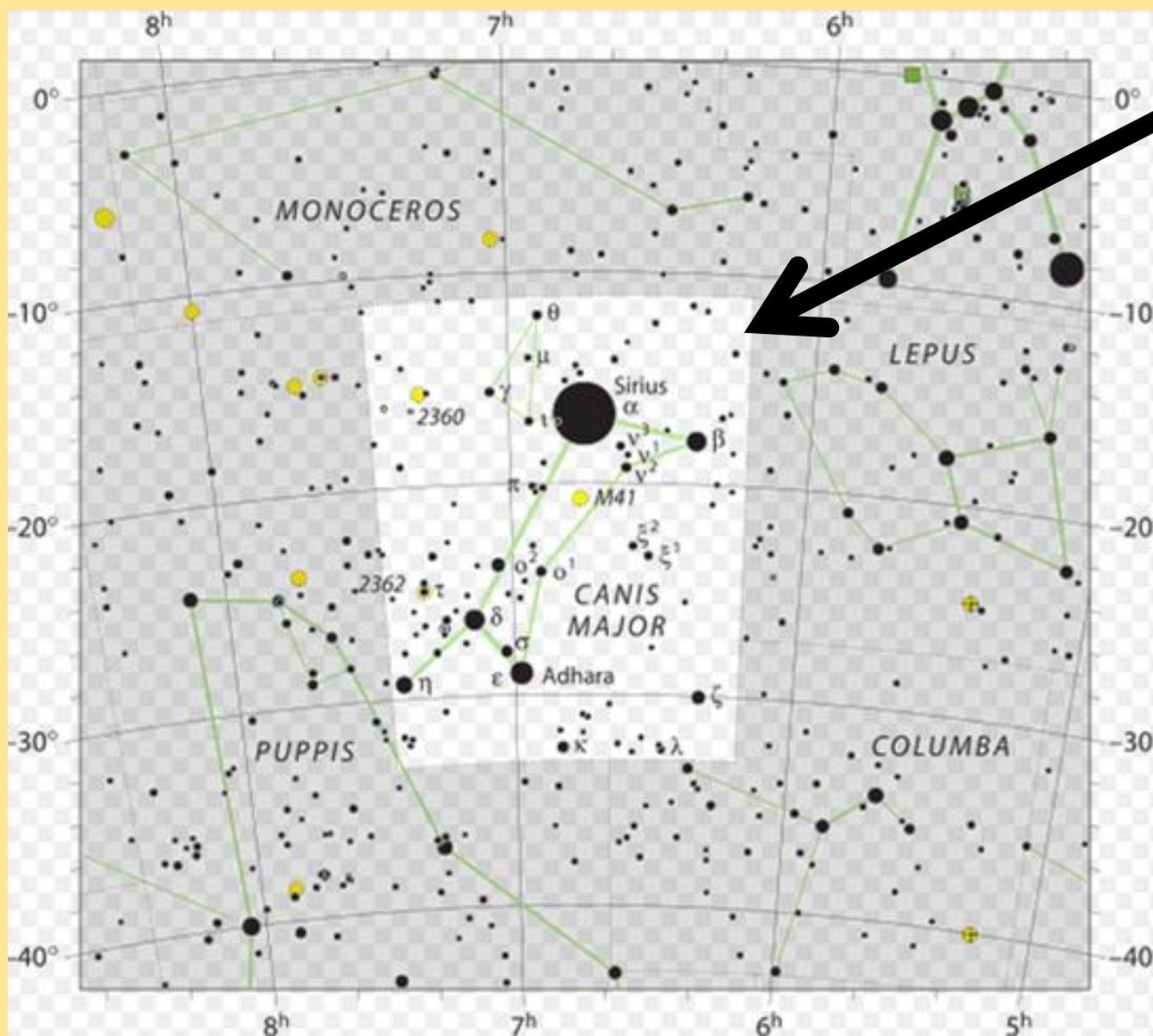


Table des mois, au Ramsesum de Thèbes.



Petit rappel d'astronomie.

Constellation du Grand Chien

Sirius se repère facilement.

C'est l'étoile la plus brillante du ciel et elle se trouve dans le prolongement du baudrier d'Orion, la grande constellation de l'Hiver



La Grèce antique



L'astronomie grecque

à travers ses grands hommes

C'est la rupture avec le monde antique : pour la première fois astronomie et mythologie ne sont plus liées
Tout commence sur la cote turque.

L'école de Milet

cette école va développer des théories peu cohérentes mais NON liées à la mythologie.

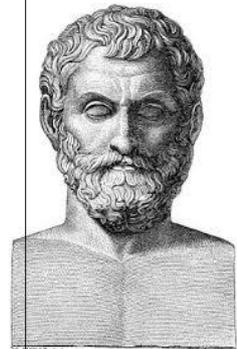
THALÈS (-625 ~ -550) : Thalès voyage en Égypte et en Mésopotamie

- Il est le premier à chercher une explication non mythique du monde
- Pour lui l'élément primordial est l'eau, qui est à l'origine des choses et les constitue.
- Il est le premier à décrire une éclipse de soleil

NB : chez les grecs anciens, les astres sont assimilés à des événements météorologiques.

Thalès dit : « les astres sont faits de terre, mais ils sont embrasés »

LES ASTRES NE SONT PLUS DES OBJETS MYTHOLOGIQUES

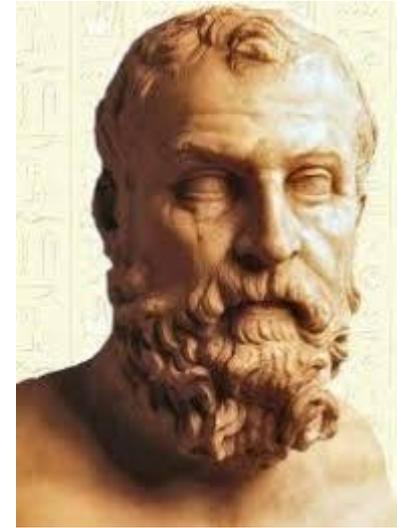


L'astronomie de cette époque est très inférieure à celle des Babyloniens (qui avaient compilé un grand nombre d'observations et faits des éphémérides)... mais sans mythologie ni astrologie.

ANAXIMANDRE (-610 ~ -545) école de Milet, disciple de Thalès

Pour Anaximandre le principe fondamental est l'Apeiron (éther), Un indéfini qualitatif et quantitatif. C'est une conception originale et peu cohérente dans laquelle les corps célestes sont des cercles de feux que l'on ne peut distinguer, avec des ouvertures qui nous permettent de les voir.

Très important car sa théorie est considérée comme la première tentative d'élaboration d'une mécanique céleste



ANAXIMÈNE (-580 ~ -530) disciple d'Anaximandre

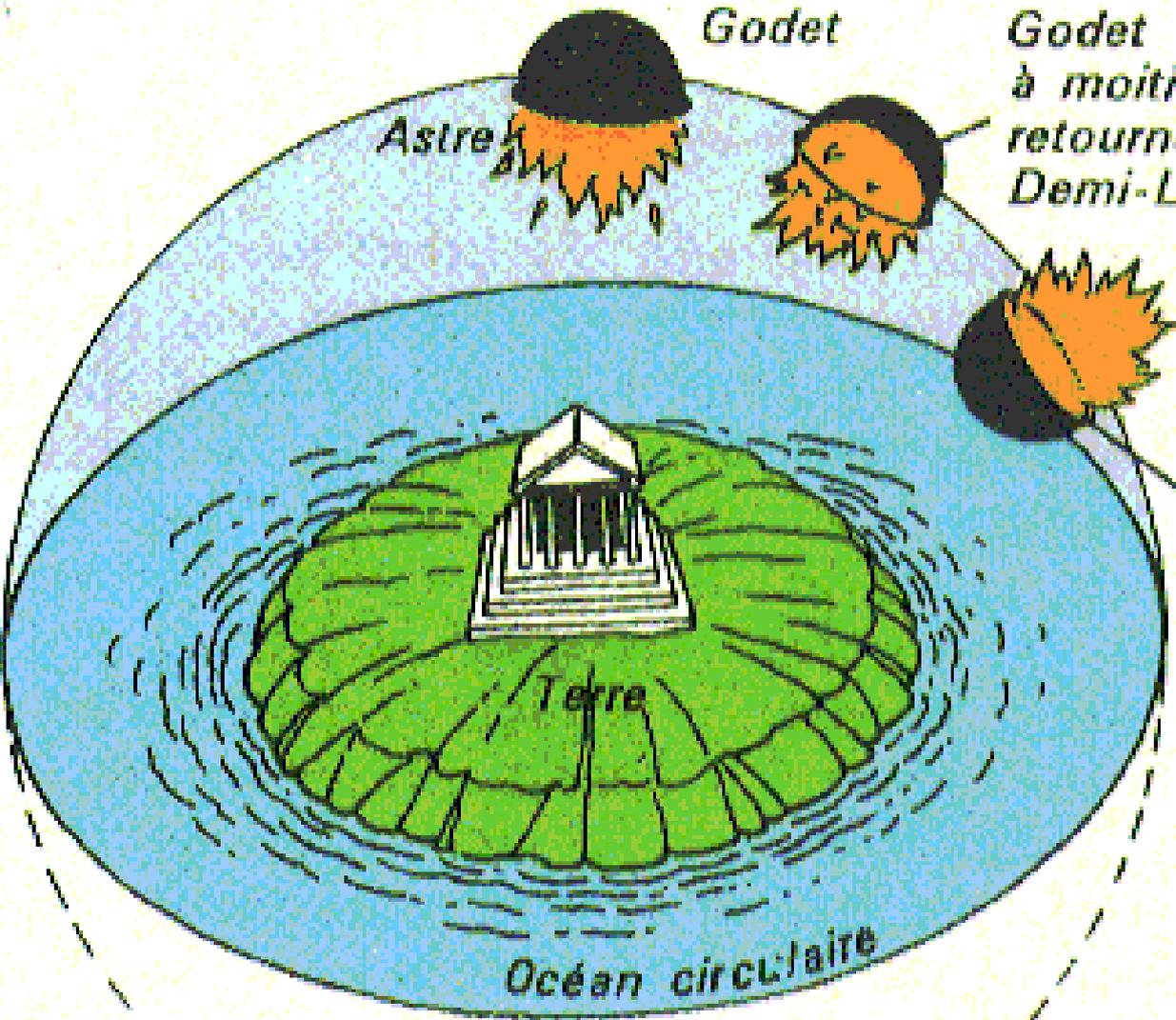
Auteur d'un grand livre de vulgarisation très reconnu à son époque.
L'air comme principe fondamental.

Cet élément génère les choses en même temps qu'il les constitue.

Pour Anaximène, la Terre est large et plate ; elle flotte sur l'air. Le Soleil, la Lune et les autres astres, flottent sur l'air. Les étoiles seraient « comme des clous enfoncés dans la voûte cristalline » (Aétius, Opinions, II, XIV, 3).



Le monde de l'école de Milet



Godet

Astre

Godet
à moitié
retourné
Demi-Lune

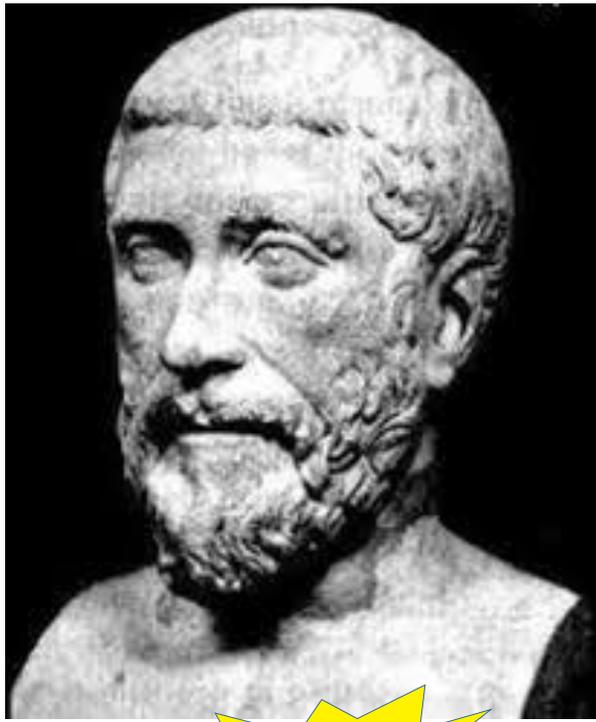
Godet
complètement
retourné
Eclipse
de Lune

Terre

Océan circulaire

L'école Pythagoricienne

Aucune œuvre concrète ne nous est parvenue.



Nouveau

PYTHAGORE (-569 ~ -475)

Les Pythagoriciens font des nombres le principe de toutes les choses, ils cherchent d'abord le principe mathématique.

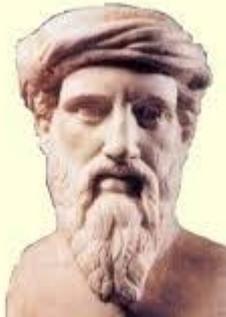
L'astronomie devient une science théorique.

- Les planètes ont un mouvement circulaire contraire à celui des étoiles (d'ouest en est).
- Pythagore est le 1^o à comprendre que l'étoile du soir et du matin (Vénus) ne font qu'une.
- l'Univers est infini
- La Terre est sphérique (forme parfaite mathématique)



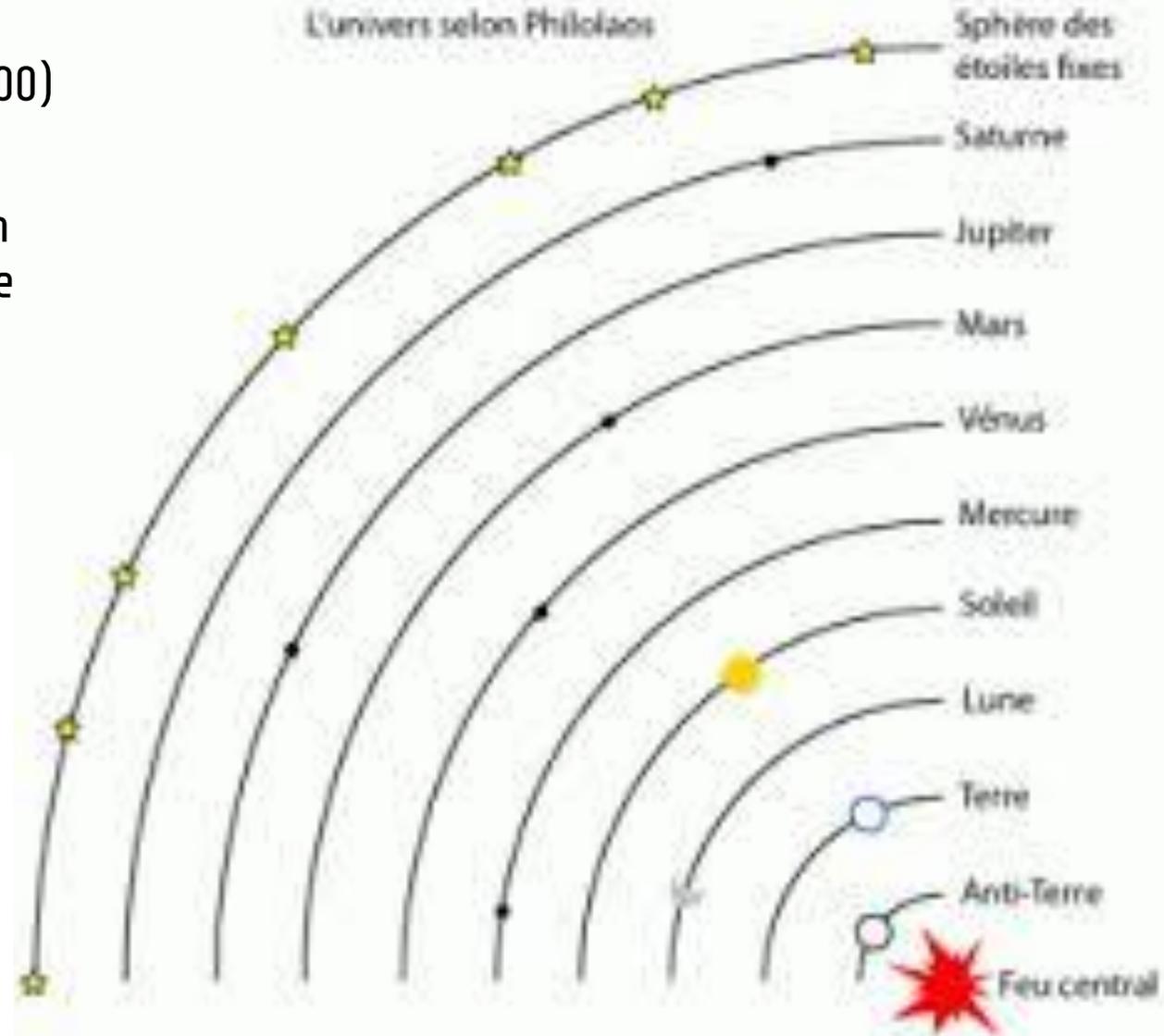
Par principe " forme parfaite " cercle et mouvement uniforme

Laisse agir les fous,
sans but et sans cause,
et toi dans le présent,
contemple le futur.



PHILOLAOS de Crotone (-450 ~ -400)

Bien que fausse sa conception de l'univers avec la Terre en rotation et en orbite exercera une certaine influence sur les philosophes ultérieurs.



A partir de 550 av. JC la civilisation grecque subit une grande mutation
L'éducation se répand sous l'influence des sophistes.
Athènes devient le centre intellectuel du monde Grecque

PLATON (-427 ~-348) disciple de Socrate

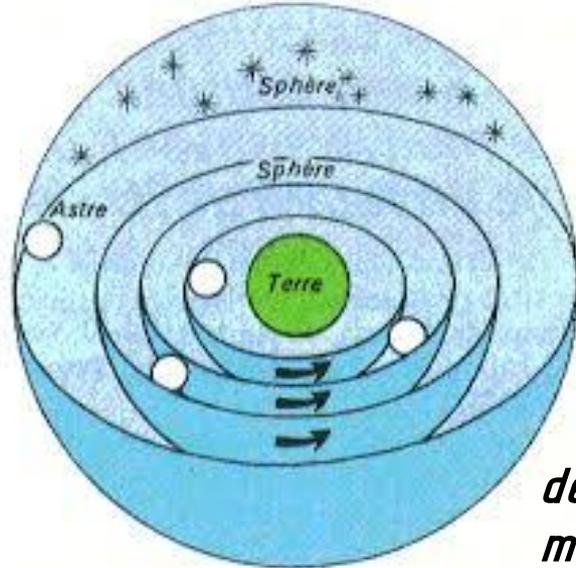
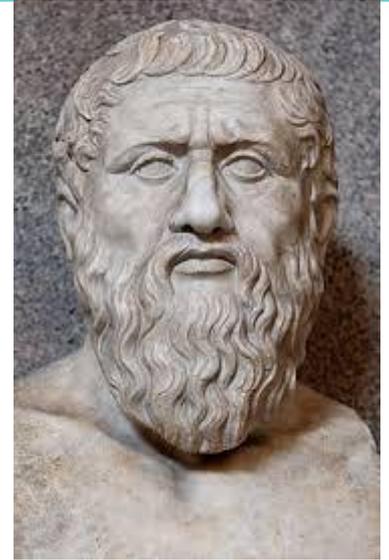
Il pose le problème aux mathématiciens :

« quels sont les mouvements circulaires et uniformes et parfaitement réguliers qu'il convient de prendre pour hypothèse afin que l'on puisse Sauver les apparences des astres errants » (Simplicius).

L'astronomie théorique l'emporte.

Il distingue 3 types de mouvements :

- la sphère des fixes
- la Terre
- le soleil, la lune, les planètes en sens inverse



A partir de Platon les astronomes cessent de n'être que des observateurs : ils cherchent, pour expliquer l'Univers, des combinaisons de mouvements circulaires (jusqu'à Képler) pour coller aux observations qui montrent que ces mouvements ne sont pas aussi parfaits.

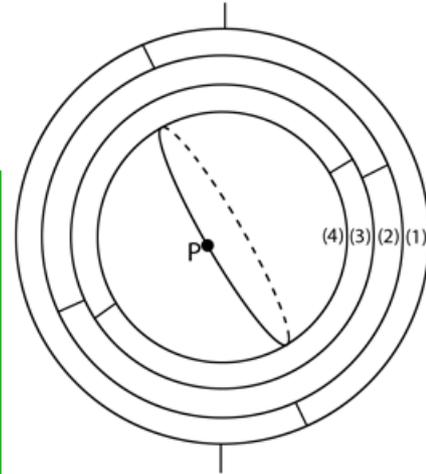
C'est la première fois qu'est posé le principe du caractère exact, mathématique de l'astronomie

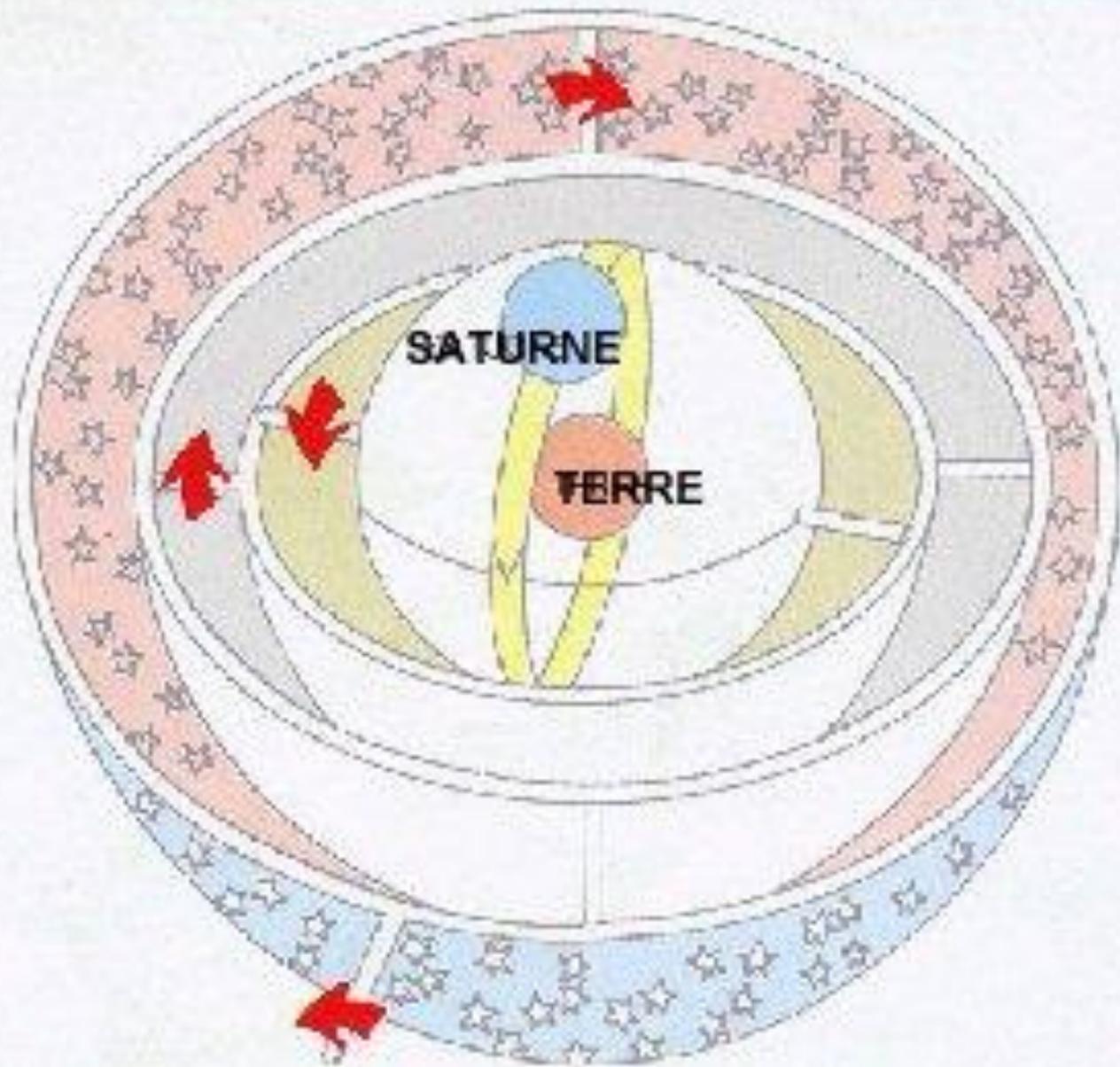
- L'Univers est constitué de quatre éléments qui sont le feu, la terre, l'eau et l'air. (Timée 31,32 b) ; il a une forme de sphère (Timée 32,33 b).
- Il y a deux sortes d'astres : les étoiles fixes et les astres errants, les planètes ; planomai = errer en grec (Lois VII, 822 a).
- Le temps n'existait pas avant que le Ciel ne fût né (Timée 37 e). Cette conception est très actuelle puisqu'il en est ainsi dans la théorie du Big-Bang. - C'est le Temps qui gère le mouvement des planètes.
- Dans la République il assure que « c'est en faisant usage de problèmes (...) comme en géométrie, que nous étudierons l'astronomie elle-même »

La contribution majeure de Platon est d'avoir imposé l'idée d'une astronomie fondée sur les mathématiques.



EUDOXE de CNIDE (-405 ~ -350) élève (et même plus) de Platon
Il reprend la théorie des sphères en vigueur et la complète
Théorie des sphères homocentriques : très complexe avec
au total au moins 27 sphères, qui rend plus ou moins compte
de phénomènes astronomiques jusqu'ici problématiques.

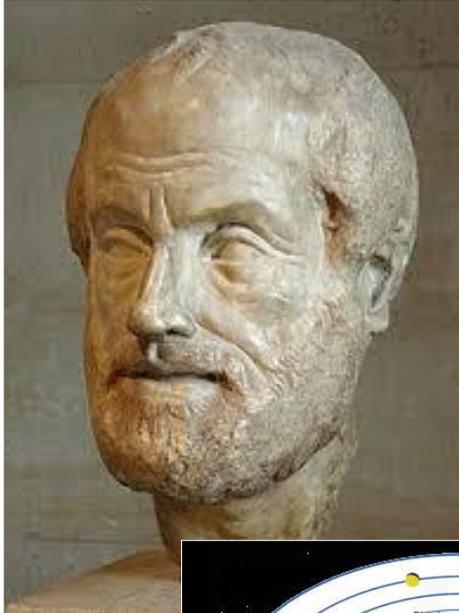




Le Monde d'Eudoxe

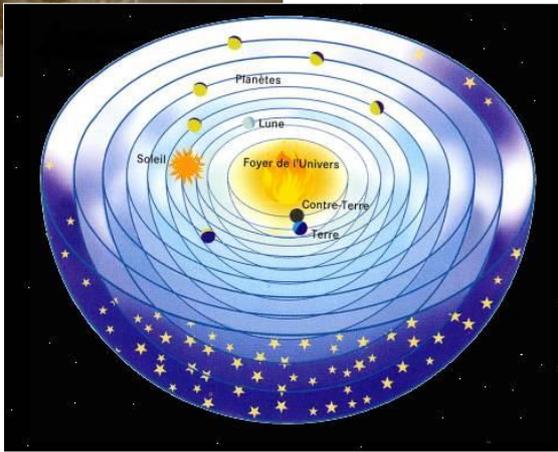
ARISTOTE (-405 ~ -350)

Il va reprendre et affiner la théorie des sphères avec au centre : la Terre puis la Lune, le Soleil, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne et la sphère des étoiles fixes.



Le problème du modèle de Pythagore résidait dans le fait que chaque planète était associée à une seule sphère, ce qui ne pouvait pas expliquer les irrégularités des mouvements apparents.

Aristote surmonta ce problème en créant un système plus complexe contenant 55 sphères emboîtées les unes dans les autres. Chaque planète était alors associée à un groupe de sphères dont les mouvement se superposaient. Le fait de combiner différentes rotations permettait de donner à chaque planète un mouvement complexe qui pouvait être ajusté pour correspondre à celui que l'on observait dans le ciel.



Pour Aristote, l'Univers comporte 2 parties :

*- le **SUBLUNAIRE** : l'eau, l'air, la terre, le feu, imparfait et corruptible*

*- le **SUPRALUNAIRE** : fait d'éther est parfait, les objets sont sphériques, à mouvement circulaire, parfaits et immuables. Cette vision va s'imposer pendant plus d'un millénaire.*

HERACLIDE du PONT (-388 ~ -312) élève d'Aristote

Il est célèbre à son époque pour 2 idées principales :

- Rotation de la Terre en 24 heures, la sphère des étoiles restant fixe.
- Vénus et Mercure tournent autour du Soleil.

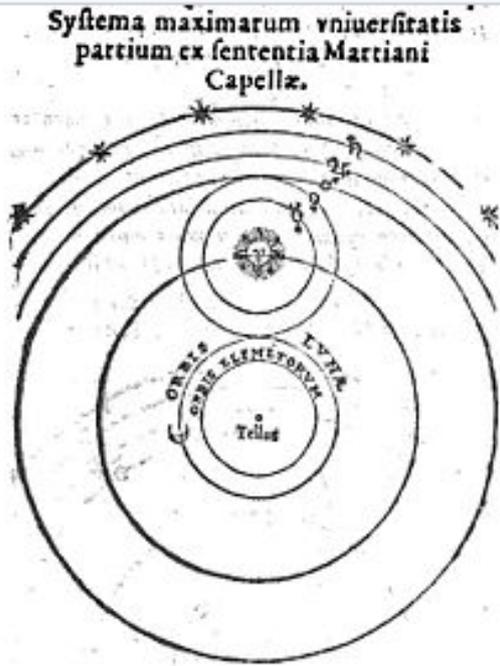


ARISTARQUE de SAMOS (-320 ~ -250)

Première hypothèse héliocentrique :

le Soleil est au centre de tout système.

Cette idée avait déjà été proposée par Héraclide sans conviction. Cette théorie fut peu suivie dans l'antiquité car l'idée Géocentrique était très ancrée dans les esprits.



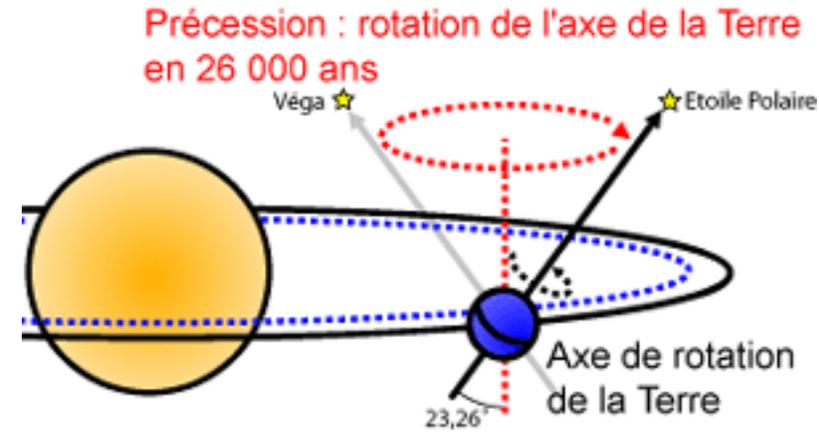
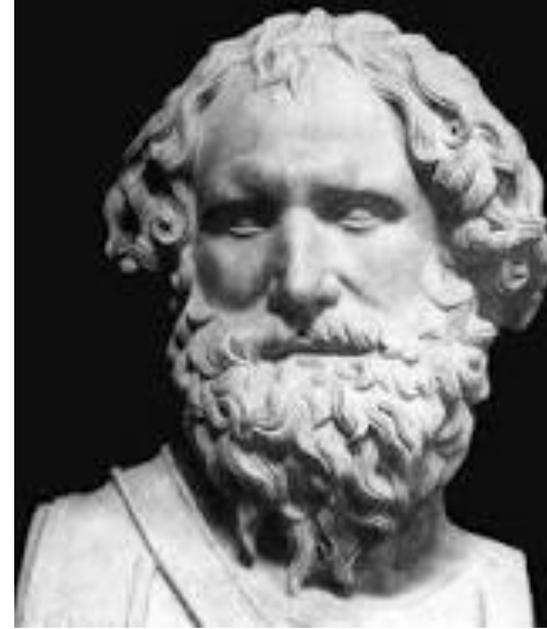
Représentation en 1573 par Valentin Naboith du modèle astronomique géo-héliocentrique d'Héraclide transmis par [Martianus Capella](#).

Notre Terre était forcément au centre du monde.

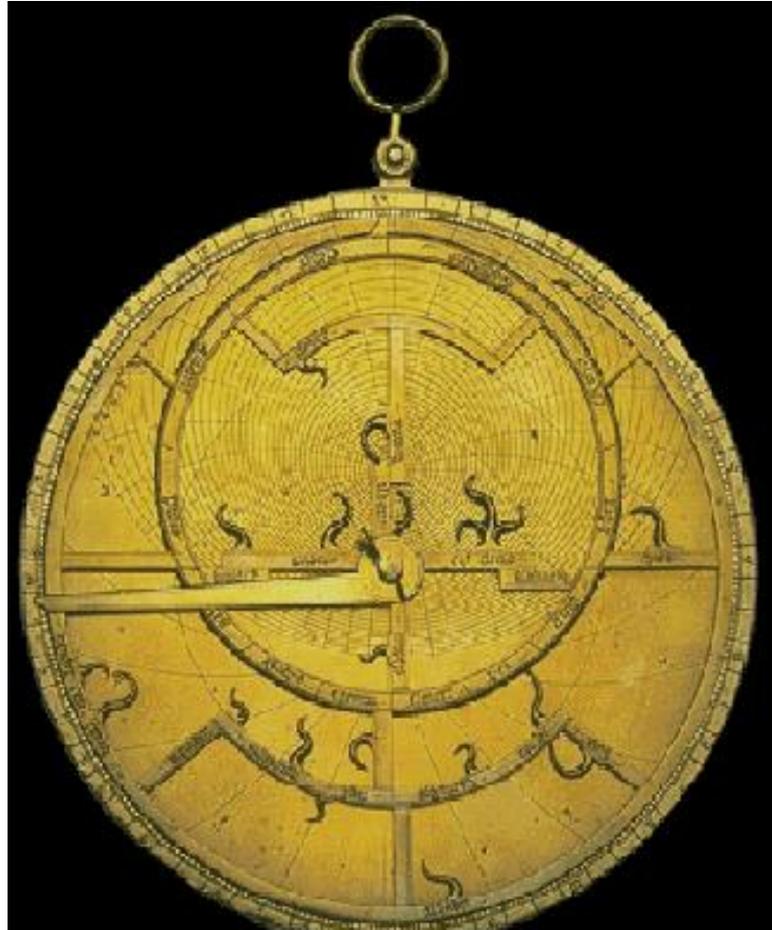
Le plus brillant astronome de l'antiquité

HIPPARQUE de NICÉE (-180 ~ -125)

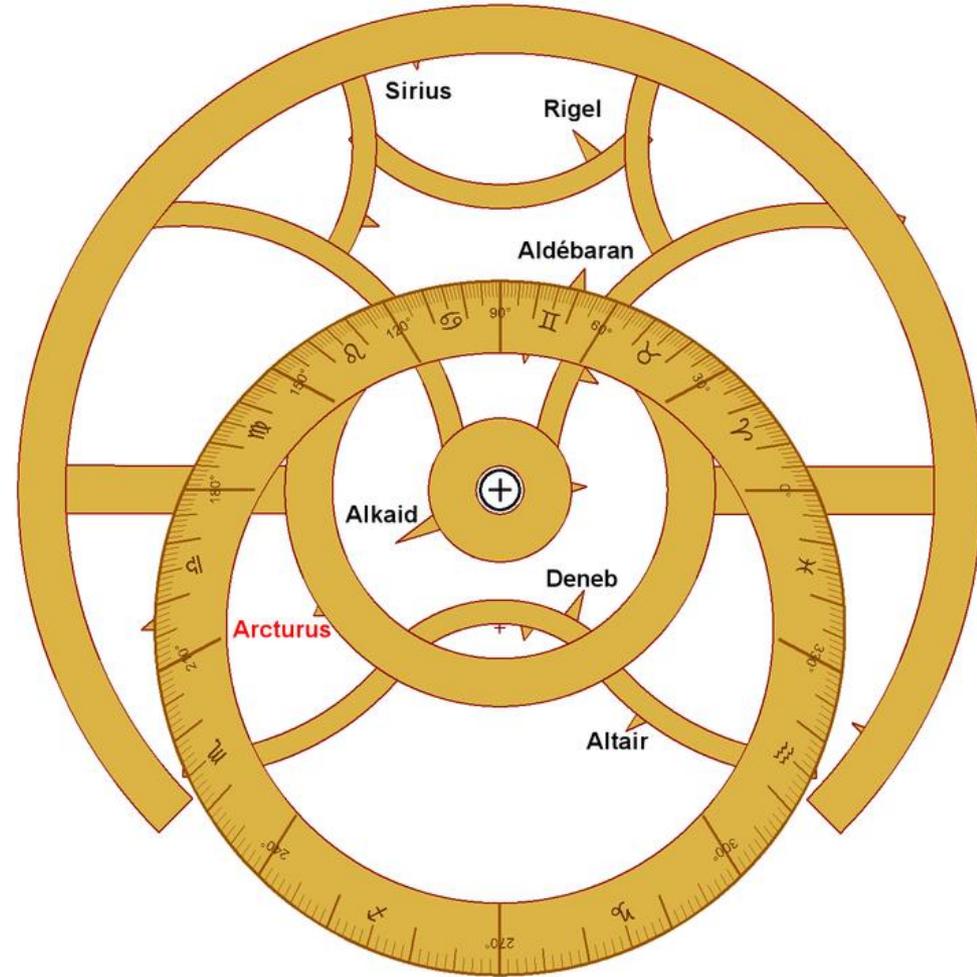
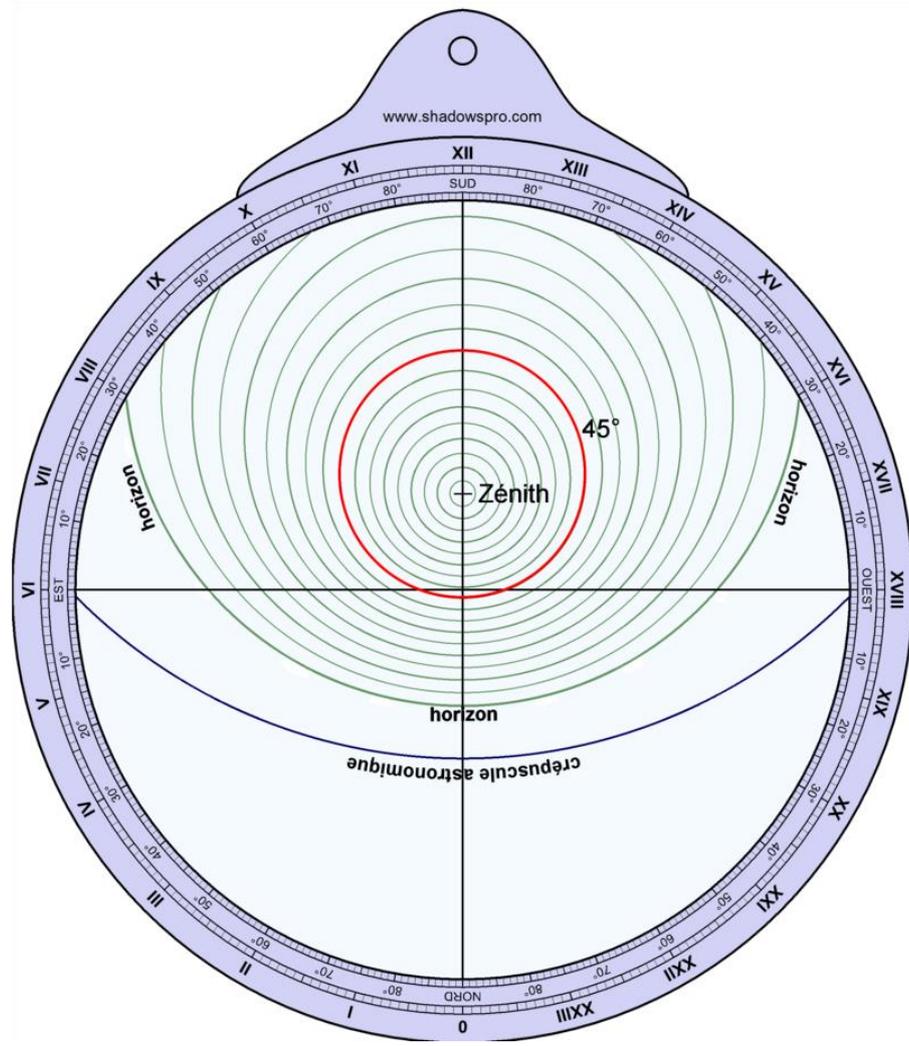
- Il imagine un système de coordonnées des astres basés sur longitude/latitude
- Il impose la division de la circonférence en 360° (de Babylone)
- Grand mathématicien, il invente la trigonométrie pour décrire la position des astres.
- il publie un catalogue de plus de 1000 étoiles (ou 850 selon les sources) que Ptolémée reprendra dans son Almageste.
- Il mène de nombreux travaux sur la rotation de la Terre, l'obliquité de l'écliptique, la précession des équinoxes, le mécanisme des saisons, ...
- Il conçoit un instrument de mesure et de calcul, l'ASTROLABE pour mesurer la hauteur d'un astre par rapport à l'horizon.
- Il explique les éclipses, établit des tables astronomiques décrivant les mouvements du Soleil et de la Lune, mesure la durée de révolution de la Lune.



L'ASTROLABE

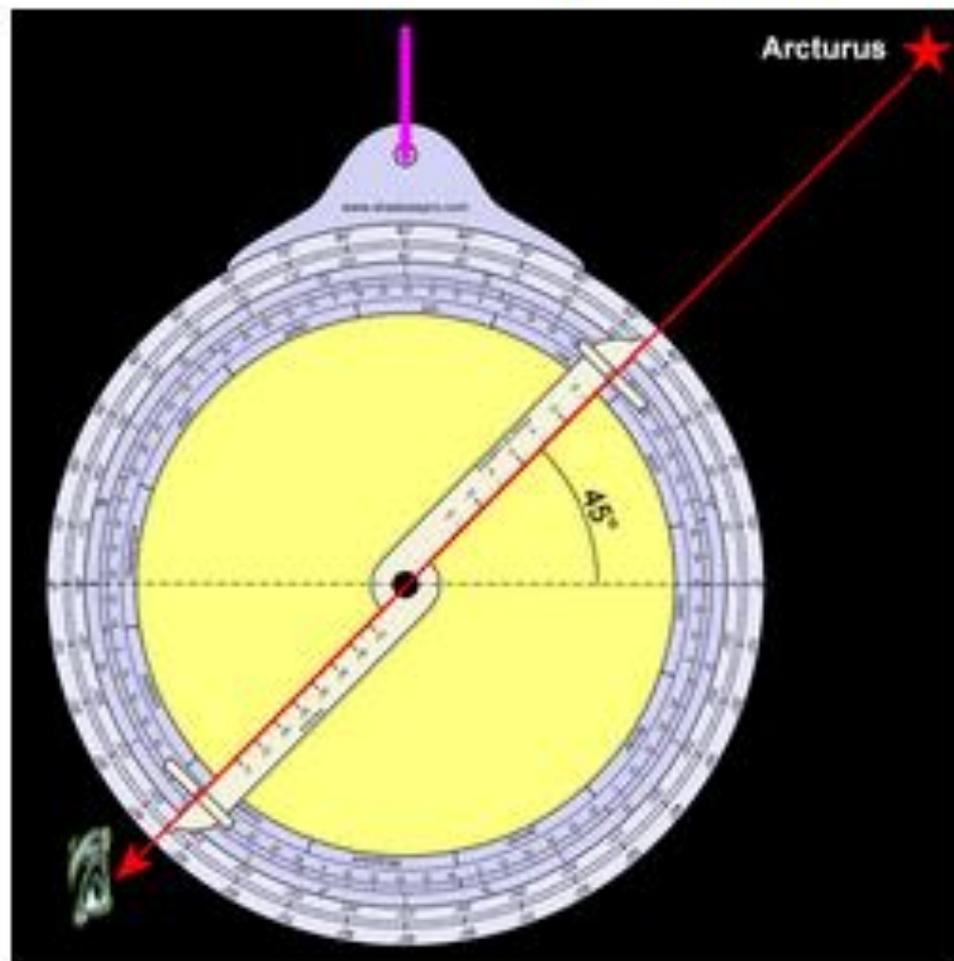


Araignée où sont notées quelques étoiles et le cercle de l'écliptique

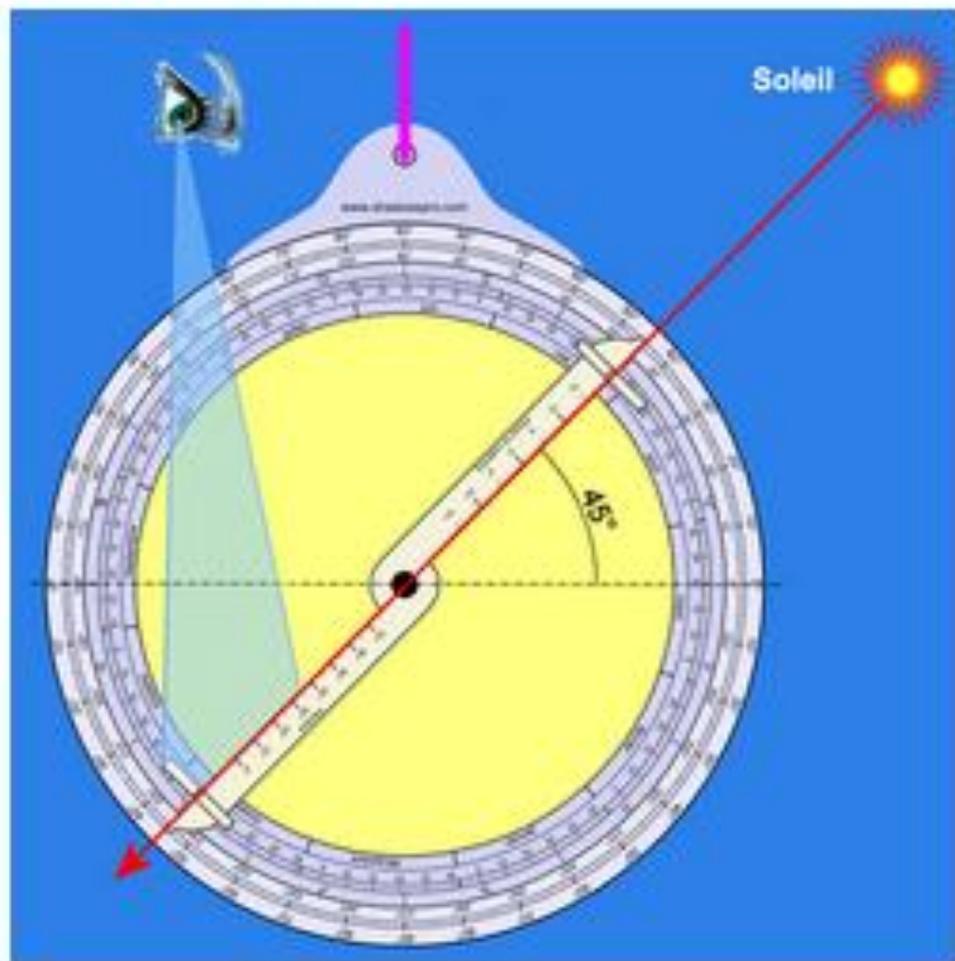


Mère et tympan simplifié pour une latitude de 48,8

Mesure de la hauteur d'un astre



1 - Mesure de la hauteur d'Arcturus.

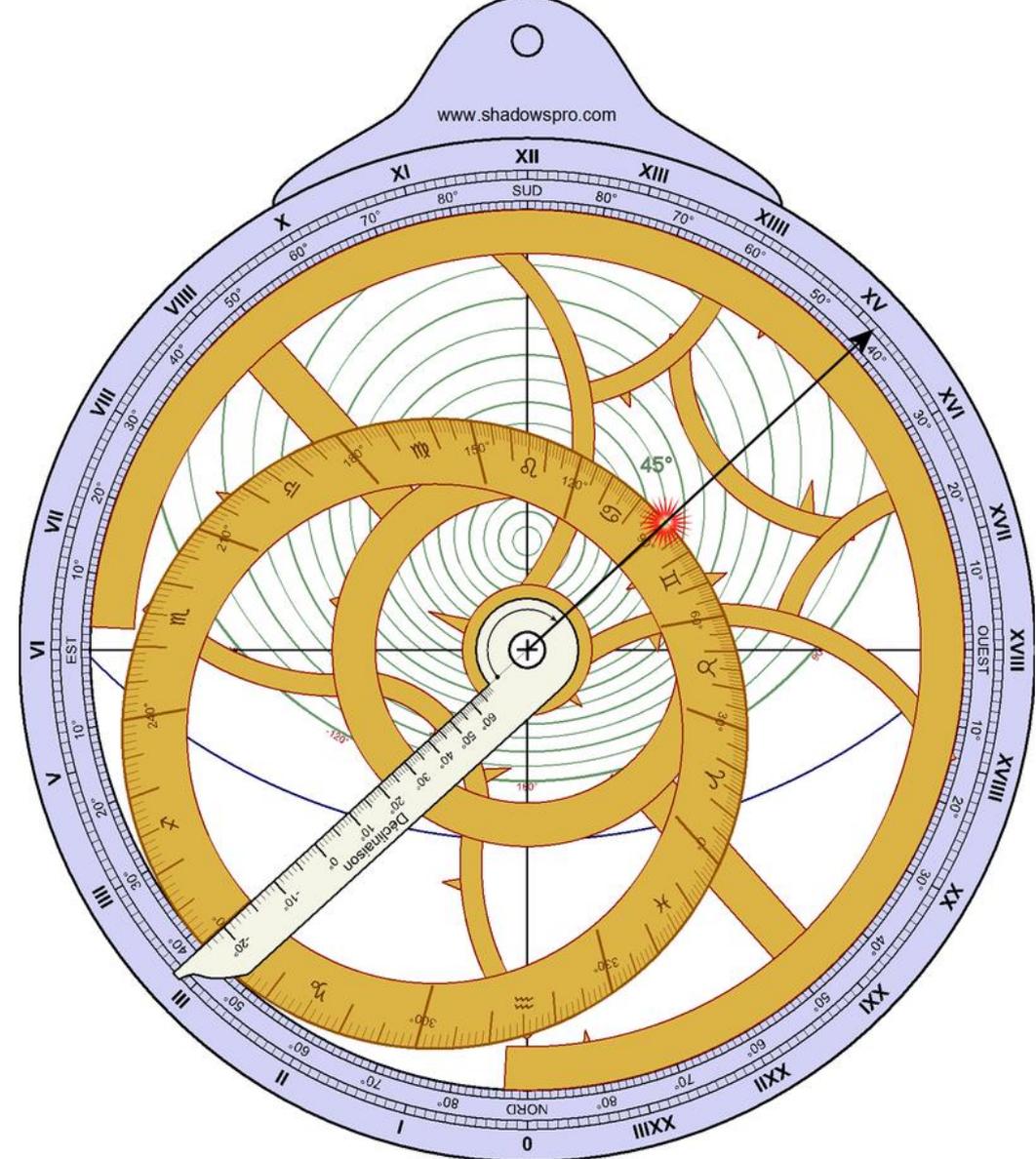


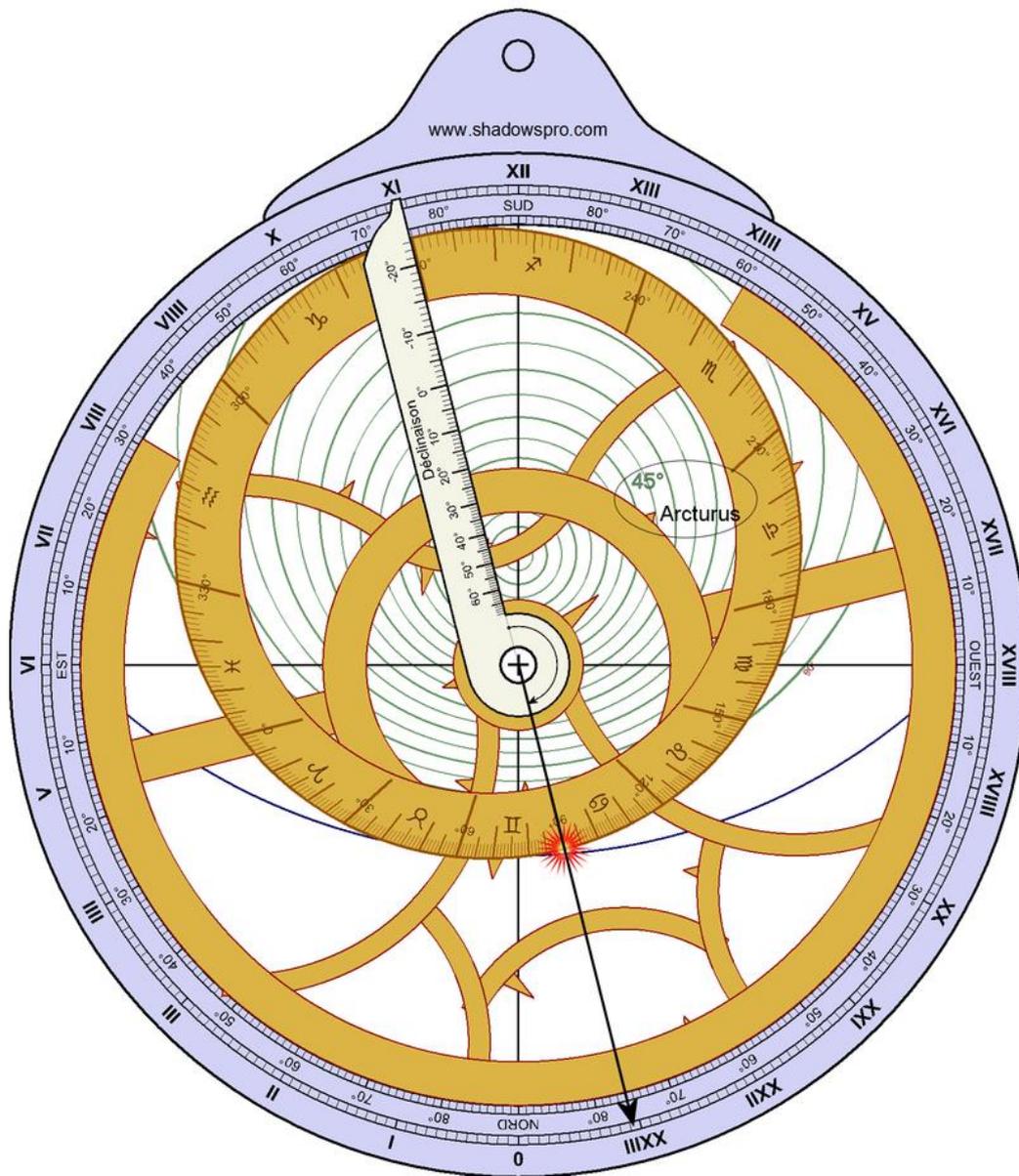
2 - Mesure de la hauteur du Soleil.

• on suppose que la hauteur de l'astre (le Soleil)
a été mesurée, au verso, et que l'on a mesuré
 45° ,

• si c'est à partir de la mesure de la hauteur du
Soleil :

- repérer la position du soleil sur
l'écliptique de l'araignée en fonction de
la date courante ; dans cet exemple il
est à l'entrée du signe du Cancer (♋) ;
- l'amener en contact, en tournant cette
dernière, avec l'almucantar « 45°
après midi / sud ouest » sur le tympan ;
- faire coïncider la règle avec ce double
point ;
- lire, dans le prolongement de la règle,
sur le limbe de la mère, l'heure solaire :
15 h 10 mi





• on suppose que la hauteur de l'astre (Arcturus) a été mesurée, au verso, et que l'on a mesuré 45° ,

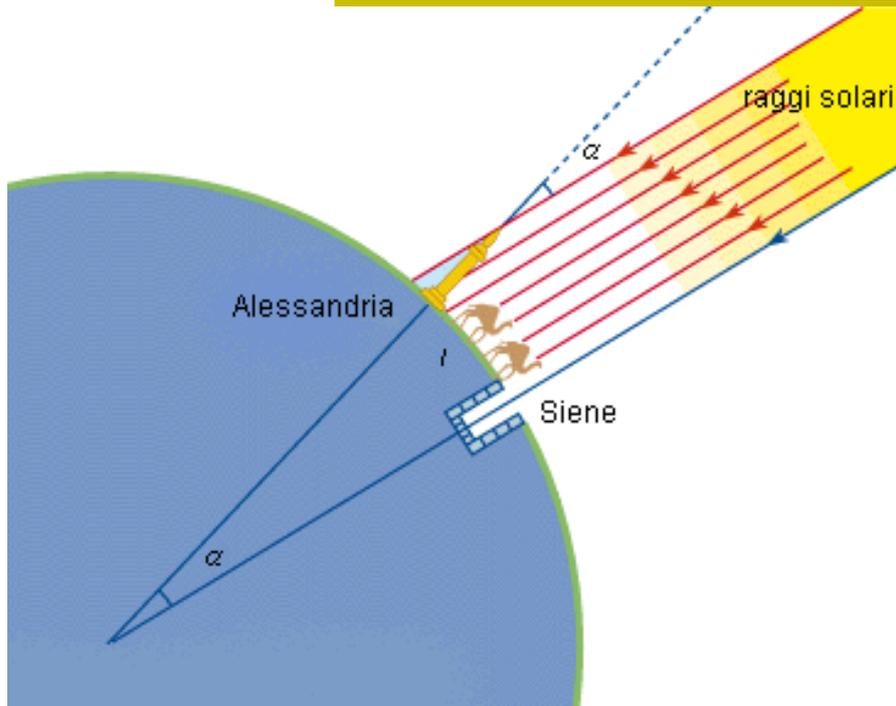
• à partir de la mesure de la hauteur d'Arcturus :

- repérer Arcturus sur l'araignée ;
- l'amener en contact, en tournant cette dernière, avec l'almucantarats « 45° sud ouest » sur le tympan ;
- placer la règle dans l'alignement du Soleil situé à l'entrée du signe du Cancer ;
- lire, dans le prolongement de la règle, sur le limbe de la mère, l'heure solaire : 23 h 03 min.



ERATOSTHENE de Cyrène

- Bibliothécaire de la célèbre **Bibliothèque d'Alexandrie** (on « empruntait » tous les documents arrivant au port pour en faire des copies!)
- Reconnaissance des nombres premiers
- Le plus génial, **il trouva une méthode astucieuse pour mesurer le diamètre de la Terre.**

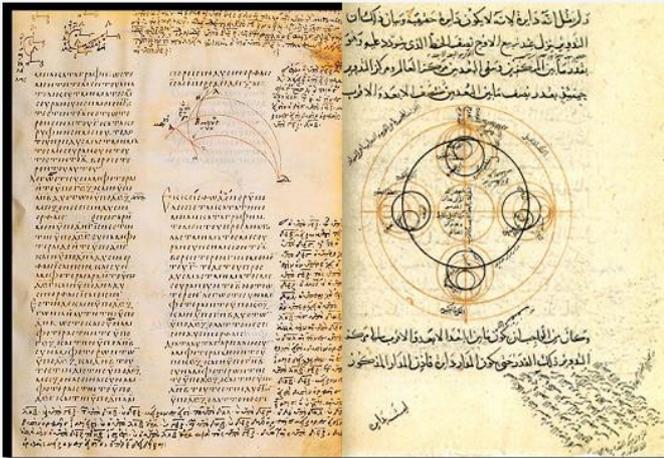


- Le jour du solstice d'été, le soleil éclairait le fond d'un puits au zénith à Syène, par contre à Alexandrie le même jour, à la même heure, un bâton posé dans le sable faisait de l'ombre, il mesura l'angle
- Ces deux villes sont presque sur le même méridien
- Il connaissait la distance entre les 2 villes : 5.000 STADES
- Il l'a fait mesurer par un marcheur professionnel ! (bématiste Béton)
- Il en déduisit que la circonférence était 50 fois plus grande ($\alpha = 7^\circ \gg 360/7 \approx 50$) soit 250.000 stades
- Soit $R = 6400\text{km}$ en unités de notre époque. **EXACT**

Suivent 3 siècles de marasme !! Puis....

PTOLÉMÉE Claude (+90 ~ +168) produit une œuvre considérable qui nous est parvenue et qui restera une référence pendant plus d'un millénaire.

Ouvrage principal : « Composition mathématique » ou **Almageste** (le grand livre), en 13 volumes, la somme astronomique la plus complète qui nous soit parvenue



Version grecque de l'Almageste (IX^e siècle)

Traduction arabe montrant le système géocentrique



Ptolemeus in Margarita Philosophica 1408 RAS Collection



Version grecque de l'Almageste (IX^{ème} siècle)



Traduction arabe montrant le système géocentrique

no. 2. Motu proprio. 3. Motu trepidationis, qui Mundi Polum versus fertur. Hic ordo Sphaerarum Corporum caelestium, in figurâ sequenti perspicue est delineatus.



Iam quidem merito de Systemate Pythagorico & Copernicano, aliquid dicere opus esset, certas autem ob causas, etiam si hoc sit antiquius, prius de Tyconico aliquid in me-

Hypothèse cosmologique d'Aristote, reformulée par Ptolémée
Crédit : Bibliothèque de l'Observatoire de Paris

Dans son traité, Ptolémée reprend les différents modèles astronomiques de l'époque et les perfectionne, notamment en ajoutant la notion d'équant.

Ses observations, jointes aux données antérieures dont il disposait, offrent un recul permettant une mesure fort précise des mouvements astronomiques, puisque l'ensemble couvre une période de près de neuf siècles.

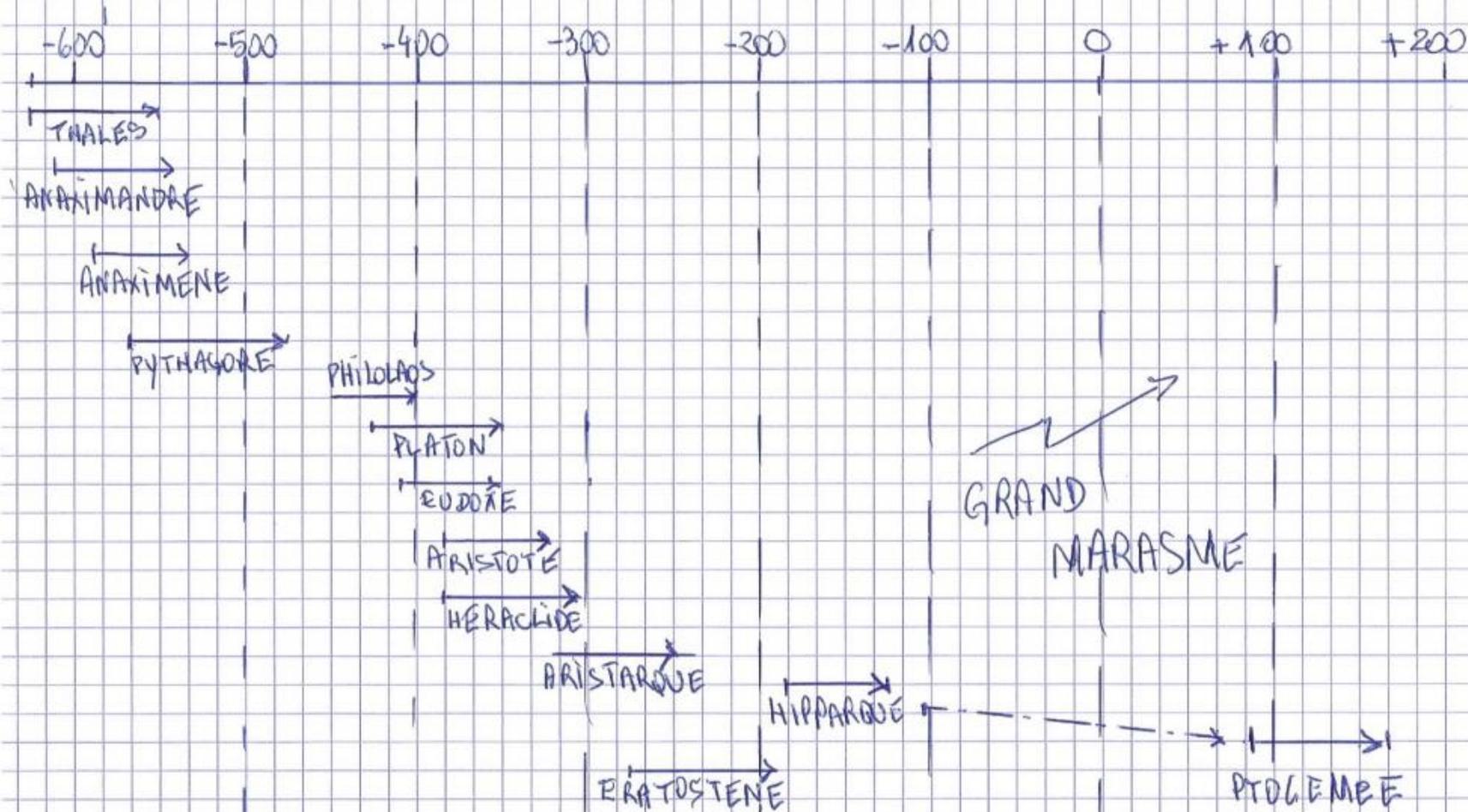
Ses « tables » de données, indispensables pour déterminer la position des astres, ont en effet comme point de départ le premier jour du calendrier égyptien de la première année du règne de Nabonassar, c'est-à-dire le 26 février 747 av. J. C5.

Ptolémée consacre donc le modèle géocentrique d'Hipparque, qui lui fut souvent attribué et qui fut accepté pendant plus de mille trois cents ans, quoique de manière discontinue. En Europe occidentale, en effet, il sombra dans l'oubli au début du Moyen Âge, avant d'être redécouvert à la fin de cette période. Cet héritage fut cependant préservé dans le monde arabe et, avec des hauts et des bas, dans l'Empire romain d'Orient et plus spécifiquement à Byzance. Sa méthode et son modèle de calcul ont d'ailleurs été adoptés avec quelques modifications dans le monde arabophone et en Inde, car ils étaient d'une précision suffisante pour satisfaire les besoins des astronomes, des astrologues, des détenteurs de calendriers et des navigateurs.

Ptolémée réalisa aussi une sorte de manuel pratique, appelé « Les tables faciles » ou parfois « Les tables manuelles » dérivé de l'Almageste et destinées à réaliser des calculs de position des astres et d'éclipses.

VIDÉO

ASTRONOMES PERIODE GRECQUE



Petit résumé en quelques images

*Merci
de votre attention*

Ptolémée observant les astres