

Première partie



de l'origine à
l'école d'Alexandrie

par Eric BUTZ



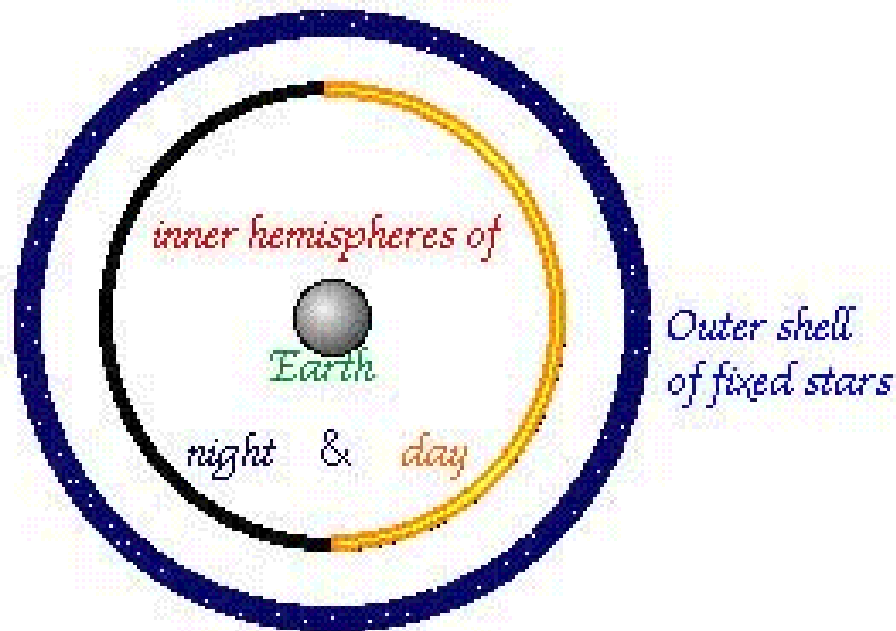
Anaximandre (610-547 avJC)

- La Terre est une colonne cylindrique encerclé par l'air, puis par le feu.
- La Terre est suspendue immobile au centre de l'Univers.
- Les corps célestes sont en équilibre.
- Derrière la voûte céleste, le feu.
- Les étoiles sont des trous dans cette voûte.
- Les phases de la Lune sont causées par l'ouverture ou la fermeture plus ou moins grande d'évents dans la voûte.



Empédocle (490-435 av.JC)

*Empedocles' double sphere
system: Day and Night*



En Egypte



Nout était la soeur de Geb dont elle devint l'épouse. Cette union déplût à Râ qui ordonna à Shou de séparer les époux frère et sœur. Nout personnifie la voûte céleste, Geb la terre et Shou l'air qui les sépare.

Pythagore (572-500 avJC)

- Les pythagoriciens rêvent d'un monde où règne l'harmonie des sphères, grâce aux nombres.
- Les astres émettent un son proportionnel à leurs distances mutuelles et donnent un concert...

(Cette idée est à la base de la troisième loi de Kepler).

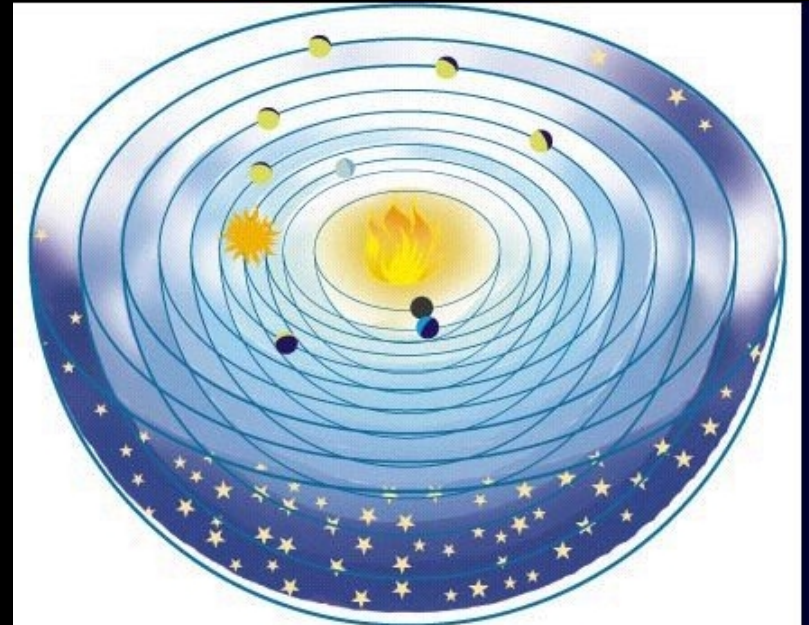
- Le cercle est une figure parfaite, sans commencement, ni fin, ni milieu. Il est donc à la fois fini et infini.
- La Terre est parfaite... donc elle est sphérique. *(mais ses contemporains émettent un doute sur la possibilité de présence d'habitants aux antipodes)*
- *Il n'est pas de la dignité de ces êtres sublimes de marcher inégalement dans leurs orbites circulaires....* Donc le mouvement des astres est circulaire et uniforme.

Pythagore (572-500 av JC)

- Douze sphères solides, en cristal transparent, qui roulent les unes sur les autres. Sur chacune d'elle est fixé un astre.

On trouve dans l'ordre :

- La sphère des étoiles fixes ,
- Celles de Saturne, Jupiter, Mars, Mercure, Vénus, le Soleil, la Lune, le globe terrestre,
- la sphère de feu, de l'air, de l'eau.
- Il rapporte de ses voyages que l'écliptique est oblique par rapport à l'équateur. La cause en serait *l'impétuosité des rayons de soleil, l'un des pôles ayant cédé...*)



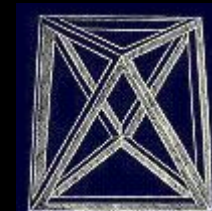
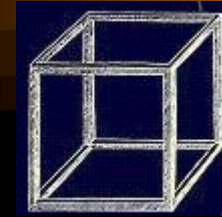
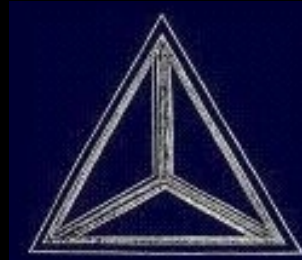
Platon (428-348 av JC)

- il imagine un espace infini dans lequel est plongé un Univers clos et limité.
- La Terre est au centre du monde.
- L'Univers est partagé en régions concentriques.
- La plus extérieure est l'orbe suprême, lieu des étoiles fixes. Elle tourne uniformément d'est en ouest autour de l'axe du monde. Son mouvement se combine avec les rotations des orbes inférieures.
- Les observateurs remarquent les stations et les rétrogradations de certains astres errants mais ce système est incapable d'expliquer ces phénomènes.
- Pour sauver les apparences, son élève Eudoxe introduit d'autres sphères et cercles : c'est la source des épicycles...

Platon (428-348 av. JC)

- Reprise des idées de Pythagore :
- Cube = La Terre.
- La pyramide = le feu.
- L'octaèdre = l'air.
- L'icosaèdre (20 faces) = l'eau.
- Le dodécaèdre (12) = sphère supérieure de l'Univers.

(voir le secret du monde de Kepler)



Aristote (384-322 av. JC)

- L'univers est formé de deux parties :
- Le monde sublunaire, contient les quatre éléments : terre, eau, feu, air. C'est le règne du chaos.
- Le monde supra-lunaire, contient l'éther, le cinquième élément, inaltérable. C'est le règne de l'harmonie éternelle.
- L'Univers est fini, unique et éternel.
- Au centre : la Terre.
- Les trajectoires des astres sont des cercles, figures parfaites, sans début ni fin. Le mouvement est uniforme.



Aristote (384-322 av. JC)

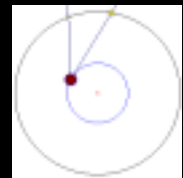
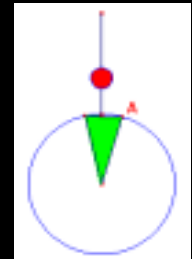
- Les astres sont, dans l'ordre : la Terre, la Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter, Saturne.
- Il rapporte qu'il a observé une éclipse de Mars par la Lune.
- Il observe le changement de grandeur apparente des planètes et estime que leur distance par rapport à la Terre doit varier. Pour cela il utilise un petit disque qui, suivant l'époque, occulte ou non l'astre.



Quelques règles de physique

Depuis Aristote et jusqu'à Copernic, voici des arguments contre l'idée de la rotation de la Terre :

- D'après la chute des graves, si la Terre tournait, une pierre lancée verticalement en l'air, retomberait en arrière.
- On observerait des parallaxes sur les étoiles.





Eratosthène. (276-190 av JC)

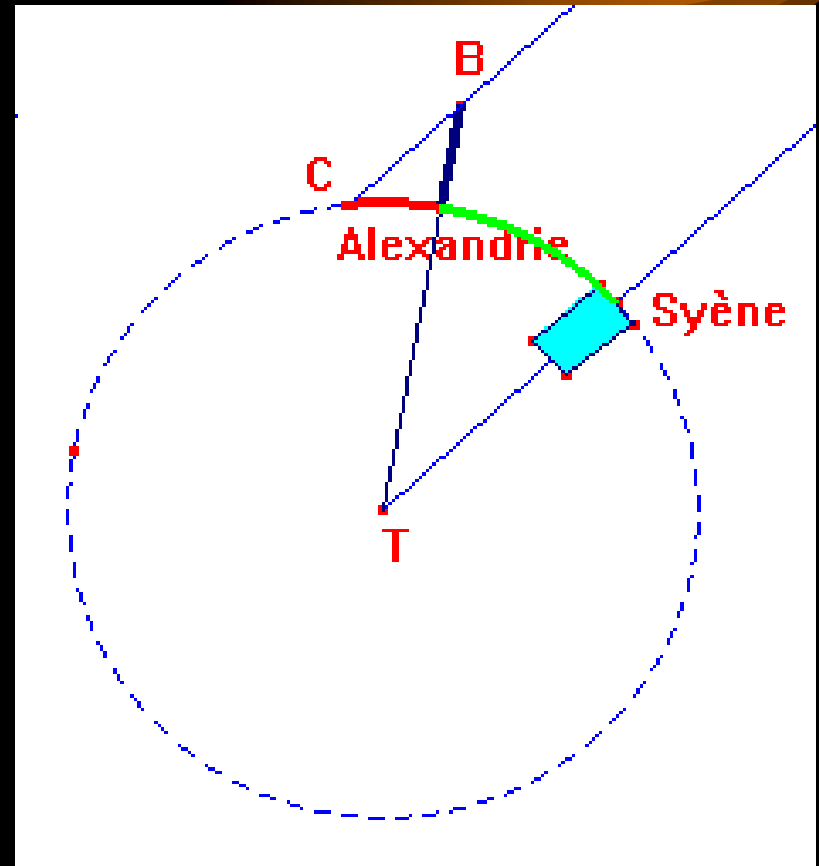
On lui attribue :

- La mesure de la circonférence terrestre : 250 000 stades.
- Le calcul de la longueur de l'année à 365 jours 1/4.



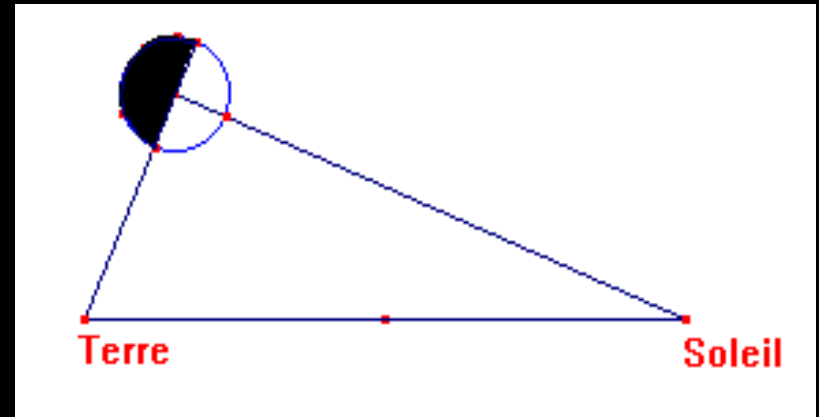
Eratostrène. (276-190 av JC)

mesure la circonférence terrestre :
250 000 stades.



Eratosthène. (276-190 av JC)

- La distance Terre-Soleil,
804 000 000 stades.
- La distance Terre-Lune,
780 000 stades.



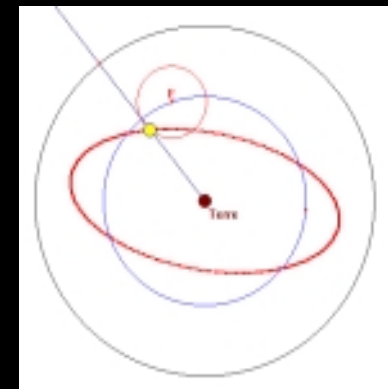
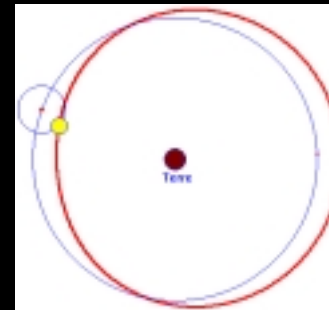


Hipparque (vers II^e av. JC)

- Le fondateur de la trigonométrie.
 - Cercle divisé en 360°.
 - Tables des cordes.
- Met au point le système des épicycles pour modéliser :
 - Les rétrogradations de astres errants.
 - Les changements des distances apparents entre la Terre et les astres errants.

tout en conservant les règles d'Aristote.

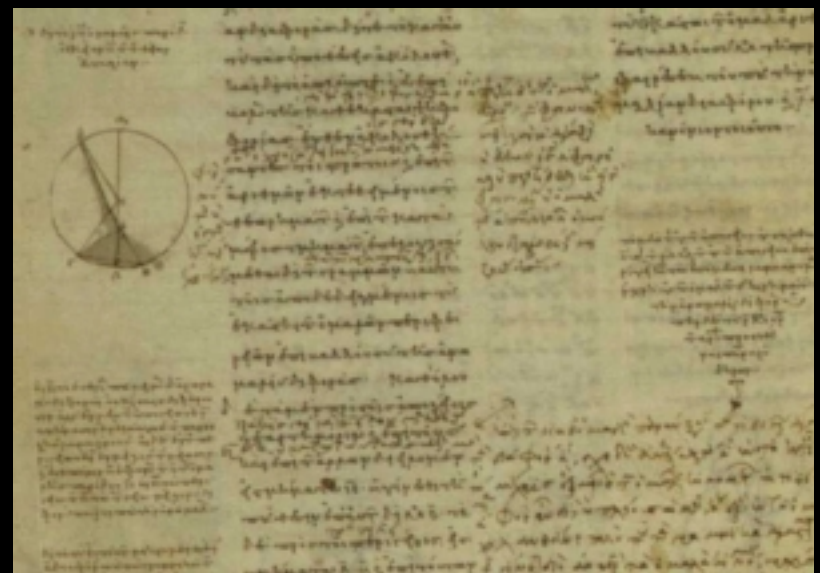
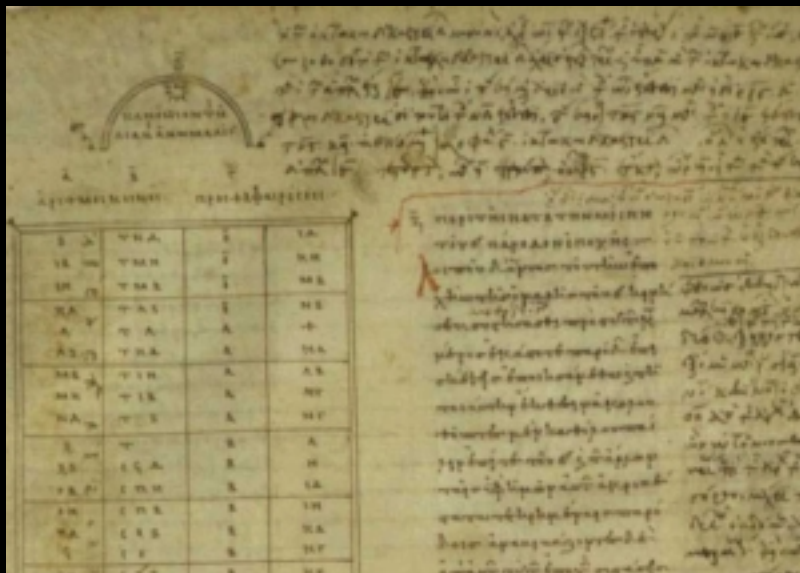
- Invente l'astrolabe.
- Explique les éclipses.
- Détermine l'inclinaison de l'écliptique.



Ptolémée Claude (90-168)



Bibliothèque du Vatican



Composition de mathématique

- Chap. I. De l'ordre des théorèmes.
- Chap. II. Le ciel se meut sphériquement.
- Chap. III. La terre est sensiblement de forme sphérique.
- Chap. IV. La terre occupe le centre du ciel.
- Chap. V. La terre est comme un point à l'égard des espaces célestes.
- Chap. VI. La terre ne fait aucun mouvement de translation.
- Chap. IX. Évaluations des droites inscrites dans le cercle.
- Livre V. Chap. 1. De la construction de l'astrolabe.

L'almageste

La table des cordes (extrait)

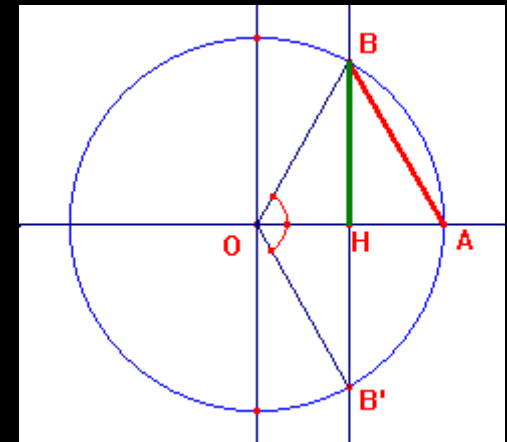
COMPOSITION MATHÉMATIQUE LIVRE I.

39

ΚΑΝΟΝΙΟΝ ΤΩΝ ΕΝ ΚΥΚΛΩ ΕΥΘΕΙΩΝ.									
ΟΡΘΟΓΩΓΙΑ.		ΕΥΘΕΙΩΝ.			ΕΠΙΧΩΡΙΤΩΝ.				
ΜΟΡΦΑΙ.		Η.	Π.	Δ.	Η.	Π.	Δ.	Τ.	
αγ	ο	αγ	αδ	αζ	ο	α	α	α	λγ
αγ	ς	αδ	αζ	αη	ο	α	α	α	λ
αδ	ο	αδ	αη	αθ	ο	α	α	α	αζ
αδ	ς	αη	αθ	αλ	ο	α	α	α	αβ
αη	ο	αη	αθ	αβ	ο	α	α	α	α
αη	ς	αθ	αλ	α	ο	α	α	α	α
αζ	ο	αζ	αλ	α	ο	α	α	α	αη
αζ	ς	αλ	α	α	ο	α	α	α	α
αη	ο	αη	α	α	ο	α	α	α	α
αη	ς	α	α	α	ο	α	α	α	α
αλ	ο	αλ	α	α	ο	α	α	α	α
αλ	ς	α	α	α	ο	α	α	α	α
αβ	ο	αβ	α	α	ο	α	α	α	α
αβ	ς	α	α	α	ο	α	α	α	α
α	ο	α	α	α	ο	α	α	α	α
α	ς	α	α	α	ο	α	α	α	α
α	ο	α	α	α	ο	α	α	α	α
α	ς	α	α	α	ο	α	α	α	α

ARCS.		CORDES.			TRANTIÈMES DES DIFFÉRENCES.			
Degrés	Min.	Part. du Sinus.	Prim.	Secon.	Part.	Prim.	Secon.	Terc.
23	0	25	55	27	0	1	1	33
23	30	24	26	15	0	1	1	30
24	0	24	56	58	0	1	1	26
24	30	25	27	41	0	1	1	22
25	0	25	58	22	0	1	1	19
25	30	26	29	1	0	1	1	15
26	0	26	59	38	0	1	1	11
26	30	27	30	14	0	1	1	8
27	0	28	0	48	0	1	1	4
27	30	28	31	20	0	1	1	0
28	0	29	1	50	0	1	0	56
28	30	29	32	18	0	1	0	52
29	0	30	2	44	0	1	0	48
29	30	30	33	8	0	1	0	44
30	0	31	3	30	0	1	0	40
30	30	31	33	50	0	1	0	35
31	0	32	4	7	0	1	0	31
31	30	32	34	22	0	1	0	27

Pour Ptolémée :
 $\text{corde}(\text{AOB}) = \text{AB}.$
 $\text{Sin}(\text{AOB}) =$
 $0,5\text{corde}(\text{B'OB})$

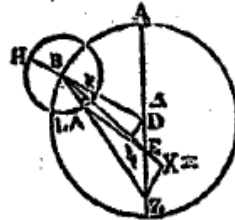


L 'almageste

(extraits : parallaxe de la lune, appareil pour...)

324 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ ΒΙΒΛΙΟΝ Ε.

360, et les arcs EM et EX de suppléments des demi-cercles vaudront chacun $170^d 28'$. Donc de leurs soutendantes, DM et ZX seront chacune de $9^p 58'$ des parties dont l'une et l'autre des

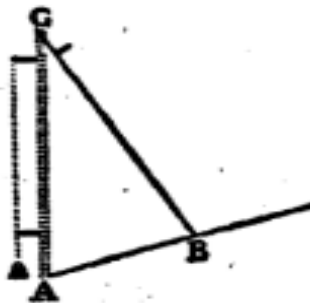


καὶ ΕΞ τῶν λοιπῶν εἰς τὰ ἡμικύκλια ρθὸν κη'. Καὶ τῶν ὑπ' αὐτὰς ἀρα εὐθειῶν, ἑκατέρα μὲν τῶν ΔΜ καὶ ΖΞ τοιούτων ἴσαι ὅτι νη' αἰῶν εἰς ἑκατέρα τῶν ΔΕ καὶ ΕΖ ὑποτείνουσιν ρθ', ἑκατέρα δὲ τῶν ΜΕ καὶ ΕΖ ὑ-

COMPOSITION MATHÉMATIQUE, LIVRE V.

329

ὅτι πλεῖστον ἀπὸ τοῦ κατὰ τὸ ἀξόνιον κέντρον ἀφιστοκῶτα καὶ διείλομεν τὴν ἀφωρισμένην γραμμὴν τοῦ τὴν βάσει ἔχοντος καὶ τοῦ εἰς μέρη ξ', καὶ τούτων ἴτι ἑκαστὸν εἰς ἴσα ἰδιωμένα τμήματα. Παριθέκαμεν δὲ καὶ ὅπῃδον τοῦ αὐτοῦ κα-



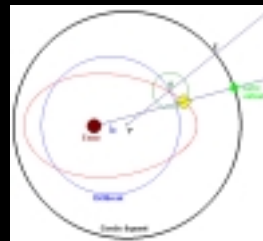
des points à égale distance des extrémités vers la base, et les plus éloignés qu'il étoit possible, du centre qui est à la cheville, et nous avons divisé la ligne ainsi déterminée de la règle fixe sur la base, en 60 portions, et chaque portion en autant de subdivi-



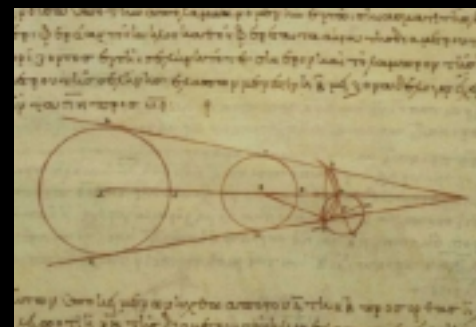
Les équants d'après Ptolémée.

Ptolémée essaya plusieurs modèles, en plus des épicycles d'Hipparque.

Le système des équants permet de *sauver les apparences* sur les variations de la vitesse et de l'éloignement des astres.



Il compare ses observations avec celles d 'Hipparque et en déduit le second mouvement de la sphère des fixes : la précession des équinoxes, de 1° en 72 ans



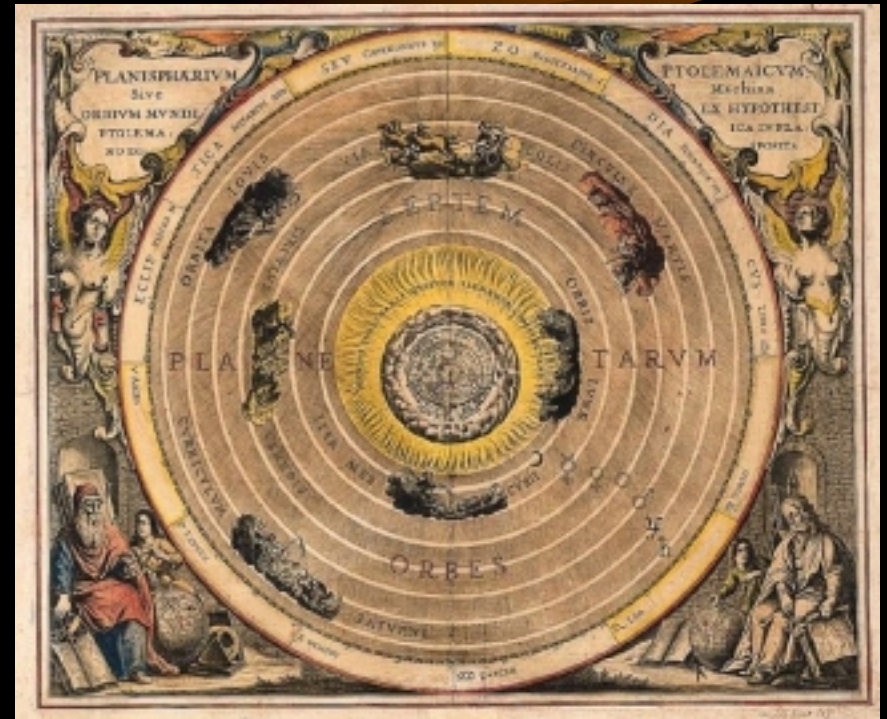
Sa manière de décrire les constellations

CONSTELLATION D'ORION.

L'étoile nébuleuse dans la tête d'Orion.....
La brillante, rougeâtre, sur l'épaule droite.....
Celle qui est sur l'épaule gauche.....
La suivante sous celle-ci.
Celle qui est dans l'angle du coude droit.....
Celle de la coudée droite.....
L'orientale et double du côté méridional du quadrilatère
au bout de la main droite.....
L'occidentale du côté méridional.....
L'orientale du côté septentrional.....
L'occidentale du côté boréal.....
L'occidentale des deux dans la massue.....
L'orientale de ces deux.....
L'orientale presque en ligne droite sur le dos..
La précédente de celle-ci.....
Celle qui est encore plus occidentale que cette dernière..
La restante et précédente des quatre.....
La bor. de celles de la peau ou cuir que tient la main gauche.
La seconde depuis la plus boréale.....
La troisième depuis la plus boréale.....
La quatrième depuis la plus boréale.....
La cinquième depuis la plus boréale.....
La sixième depuis la plus boréale.....

géomètres. Au contraire, celles de Vénus et de Mercure, quoique placées par les anciens au-dessous de celle du soleil, ont été reculées au-delà par quelques-uns de leurs successeurs, pour la raison que jamais elles n'éclipsent le soleil. Mais cette raison nous paroît bien foible, car il peut se faire que des astres soient inférieurs au soleil, sans que nous les voyons passer sur sa surface, attendu qu'ils peuvent être dans un plan qui ne passe pas par nos yeux, et pour cela ne pas nous paroître passer sur lui; de

Ptolémée



Quelques problèmes critiqués par les astronomes arabes à partir du XI^e siècle.

- **Problèmes relatifs aux épicycles :**
 - La vitesse apparente non uniforme.
 - Gros seur variable des planètes.
 - Mouvements stationnaires et rétrogrades.
- **Problèmes relatifs aux équants :**
 - mouvement non uniforme ou uniforme suivant le point de référence.
- **Problèmes liés aux sphères solides, les comètes.**

- Les éclipses de Soleil, sont totales ou annulaires. Ceci impose une variation de la distance Terre-Soleil.

