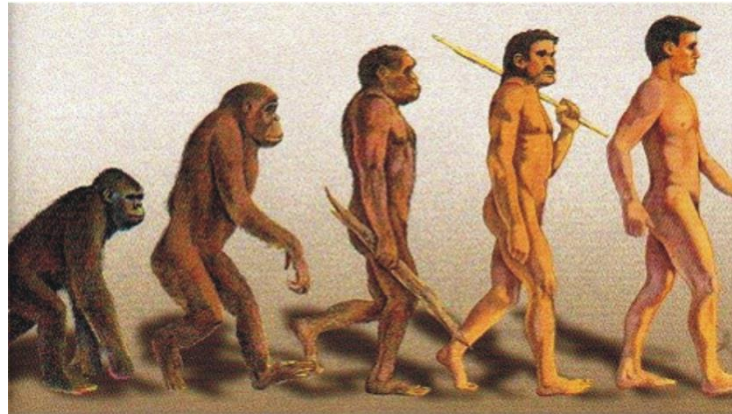




Histoire de l'astronomie

L'histoire remonte à très loin...



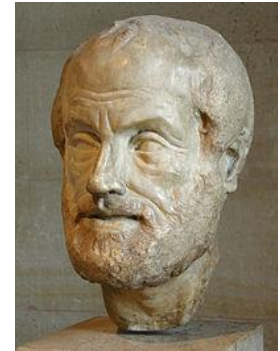
Peu de traces des premières civilisations sud-américaines ou orientales.



Les premières compilations du savoir viennent des sumériens, des mésopotamiens, des égyptiens et puis, et surtout, des grecs.



Dans l'antiquité, et jusqu'à **Aristote** (-384, -322), l'univers était la Terre et les étoiles. La Terre était plate, et flottait sur un océan infini.

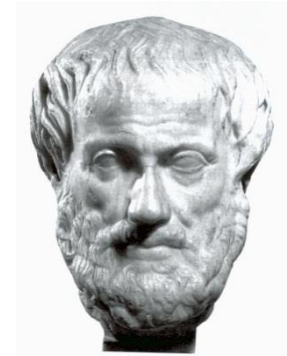


L'univers d'Aristote est géocentrique

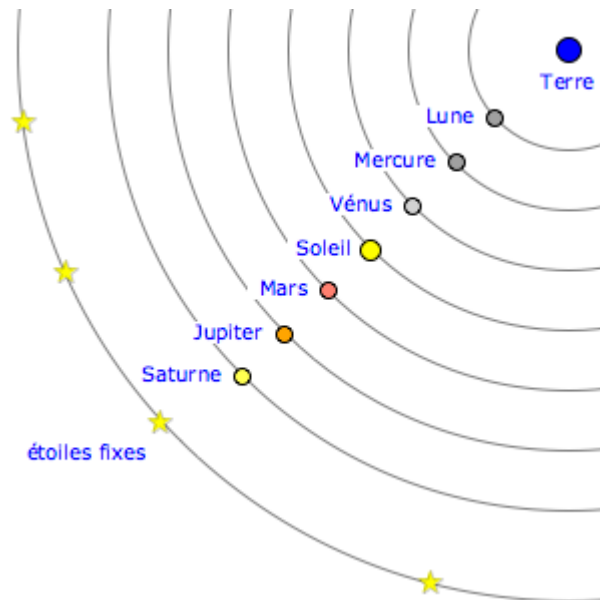
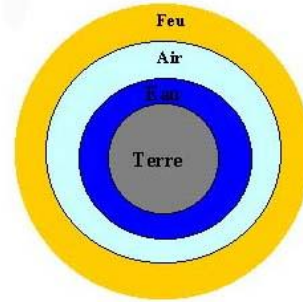
La Lune	}	Astres mobiles
Le Soleil		
Mercure		
Vénus		
Mars		
Jupiter		
Saturne		
Les étoiles		Astres fixes

L'ensemble est immuable
et existe depuis toujours.

Antiquité



Aristote (-384, -322)



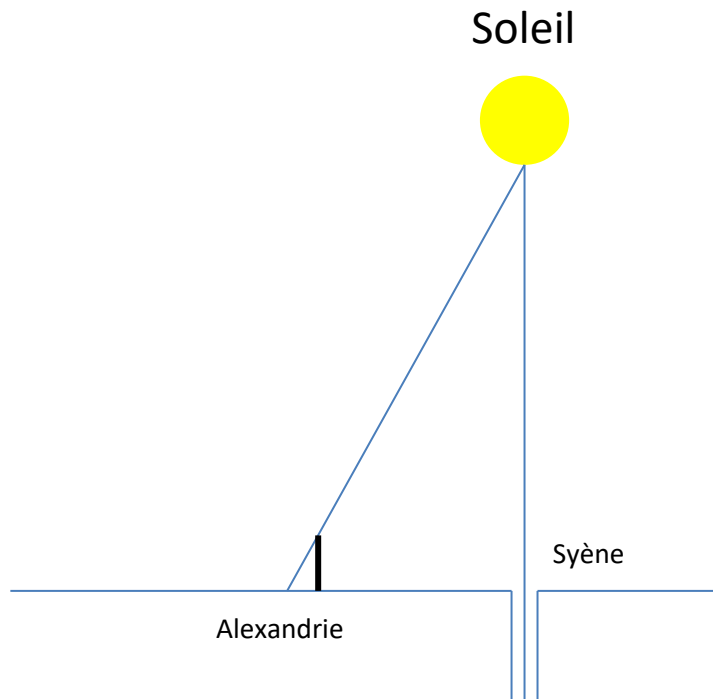
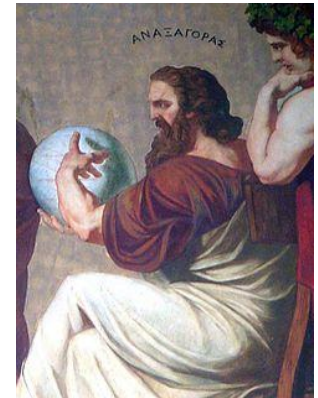
Calcul de la distance du Soleil (h) par **Anaxagore** (-500, -428)

Données :

Au solstice d'été, Soleil à la verticale de Syène

Au solstice d'été, Soleil à 7° de la verticale

Alexandrie – Syène = 800 km



Résultat :

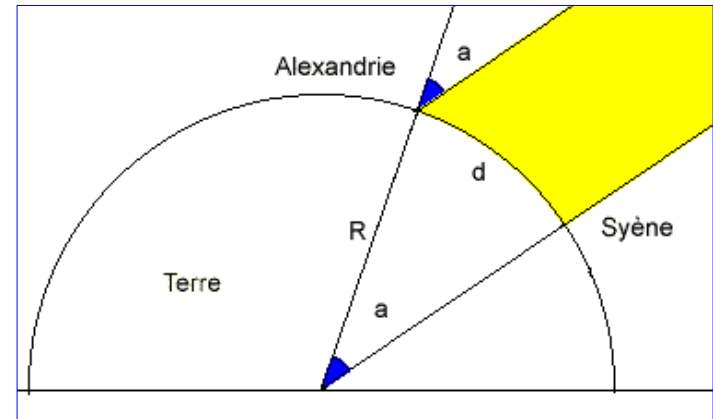
$h = 6\,515 \text{ km}$

Diamètre du Soleil ($0,5^\circ$) = 57 km

D'où vient l'erreur ?

Eratosthène (-276, -194) posa les hypothèses suivantes :

- 1- Le Soleil est très éloigné de la Terre.
Ses rayons arrivent parallèlement sur Terre.
- 2- La Terre est sphérique, et non plate.



Cette configuration ne permet plus de calculer la distance et le diamètre du Soleil, mais le rayon de la Terre.

Résultat : $R = 6\,540$ km.

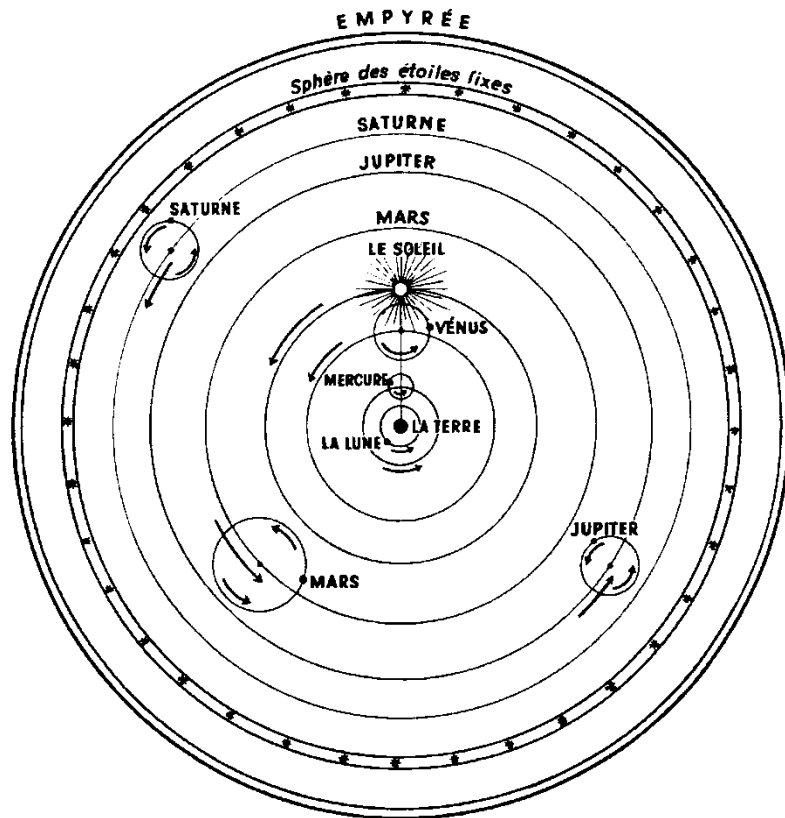
La vraie valeur est de 6 378 km (2,5% d'erreur !)

Aristarque de Samos (-310, -230) mesure les distance relative de la Lune et du Soleil (avec de grosses erreurs cette fois).

Claude Ptolémée (90-168) compile les connaissances astronomiques dans l'« *Almageste* ».

Il entérine les « épicycles » pour rendre compte de certains mouvements des planètes.

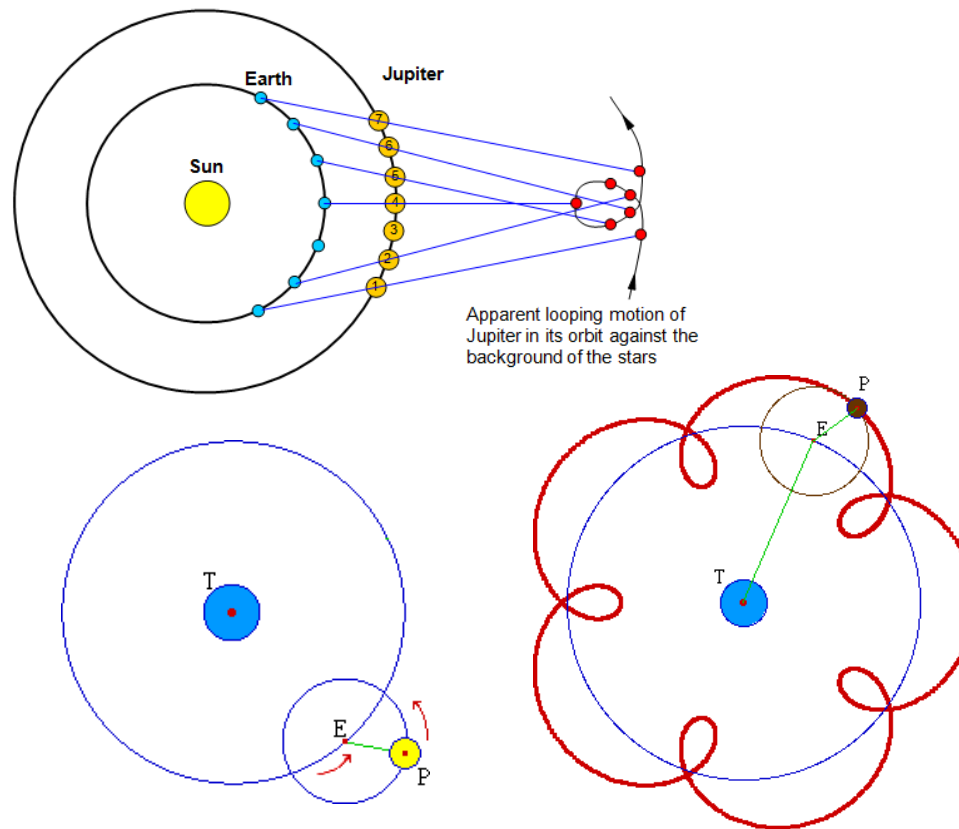
Ce système d'épicycles perdurera jusqu'à la renaissance occidentale.



L'univers était alors constitué des 8 sphères, dont la sphère des fixes composée de 1022 étoiles cataloguées dans 48 constellations

Claude Ptolémée (90-168) compile les connaissances astronomiques dans l'« *Almageste* ».

Il entérine les « épicycles » pour rendre compte de certains mouvements des planètes.



Ce système d'épicycles perdurera jusqu'à la renaissance occidentale.

7 siècles sans modification, entre Ptolémée et le IXème siècle

État des connaissances astronomiques de cette époque :

- La Terre est immobile au centre du monde (et elle est ronde).
- Tous les autres corps tournent autour de la Terre.
- Le cercle étant la seule forme parfaite, ces autres corps tournent selon des trajectoires circulaires.

Religion catholique = obscurantisme

Religion musulmane = progrès

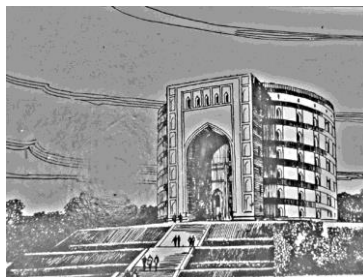
Les objectifs de l'astronomie arabe :

- Se repérer dans le désert
- Déterminer précisément les heures des prières
- Prévoir le début du Ramadan (géométrie sphérique)
- Déterminer la direction de La Mecque (longitude)

Le Coran incite à étudier les astres :

« C'est lui (Dieu) qui a placé pour vous les étoiles dans le ciel afin que vous soyez dirigés dans les ténèbres sur la terre et sur les mers »

Ils critiquent Ptolémée, créent des observatoires, inventent et perfectionnent des instruments de mesure (astrolabes, sextants...), éditent des tables de positions d'étoiles et des planètes, et font des avancées significatives en mathématiques.



Observatoire de Samarkand

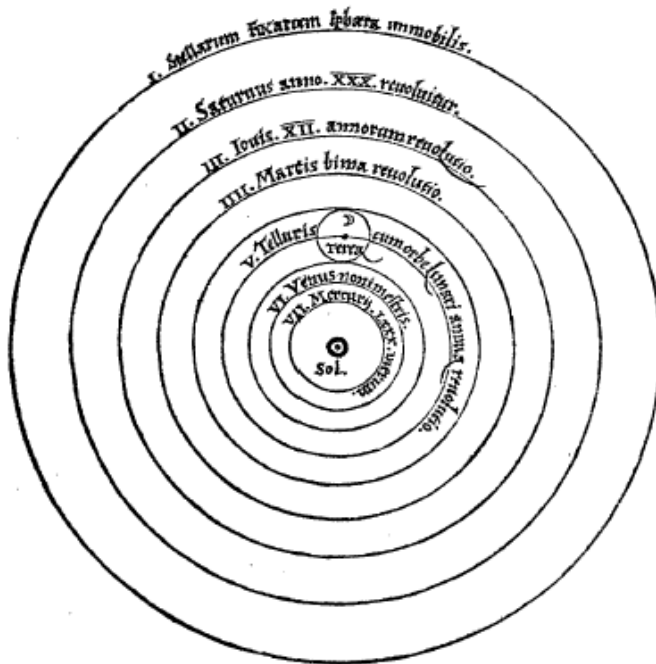
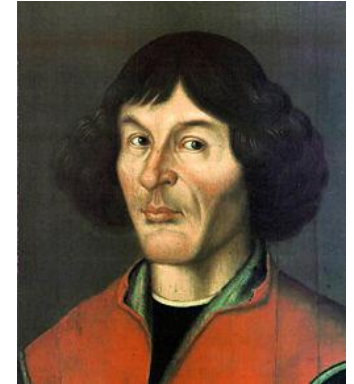


Ulug Beg

Nicolas Copernic (1473-1543)

La première révolution dans la conception de l'univers est due à Copernic, avec sa vision héliocentrique du monde.

Vision héliocentrique postulée par Aristarque de Samos, près de deux mille ans auparavant, sans succès.



Le Soleil est au centre du monde, mais les sphères persistent.

Sa thèse reste manuscrite de 1511 à 1543 où elle est imprimée et plus largement diffusée.

Tycho Brahé (1546-1601)

Famille noble danoise.

Consacre sa fortune aux livres, au matériel d'astronomie, d'astrologie et d'alchimie.

1566 : perd son nez suite à un duel avec un cousin.

1571 : mort de son père. Il s'installe dans la propriété familiale.

1572 : supernova. Il abandonne provisoirement l'alchimie.

Il devient alors célèbre dans toute l'Europe.



Tycho Brahé (1546-1601)

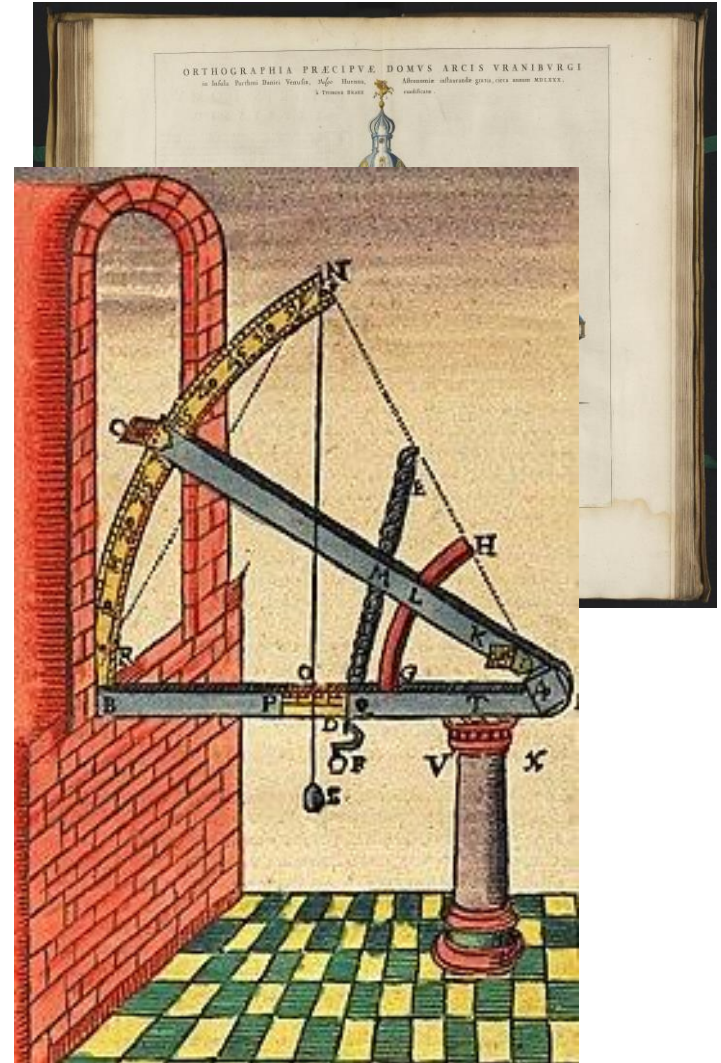
Il est convaincu que les progrès de l'astronomie passent par des observations méticuleuses et précises.

1576-1580 : construction d'Uraniborg.

Uraniborg contient des instruments, des ateliers, une imprimerie et un labo d'alchimie.

1577 : premières observations, découvre tout de suite une comète.

Dernières mesures avant lui : Ulug Beg (1394-1449) à Samarkande.



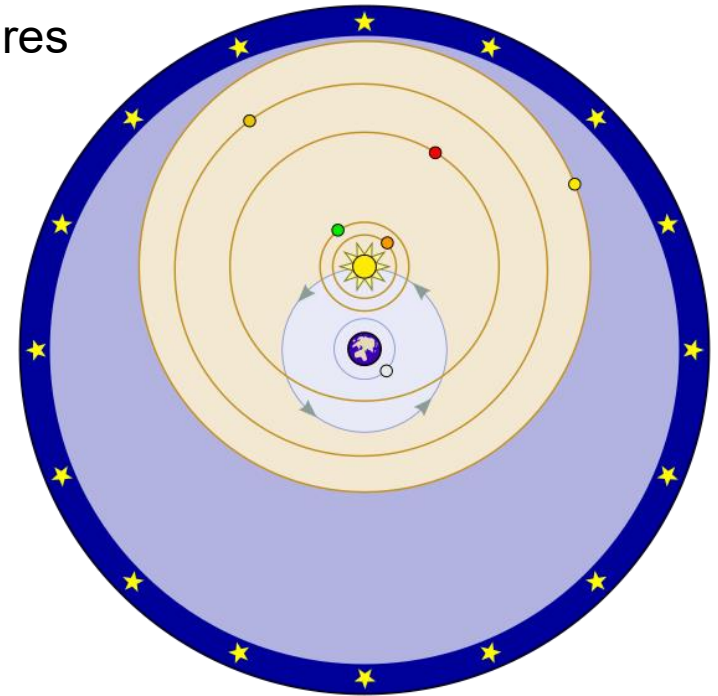
Tycho Brahé (1546-1601)

Toutes ses théories doivent faire l'objet de mesures réalisées par lui.

Il n'accepte pas totalement l'héliocentrisme.

Il propose un univers différent.

La Terre est immobile (pas de rotation, pas de précession...)



1588 : son protecteur meurt, son île est dévastée, et il voyage.

1599 : rejoint Prague et Képler.

Galiléo Galilei (1564-1642)

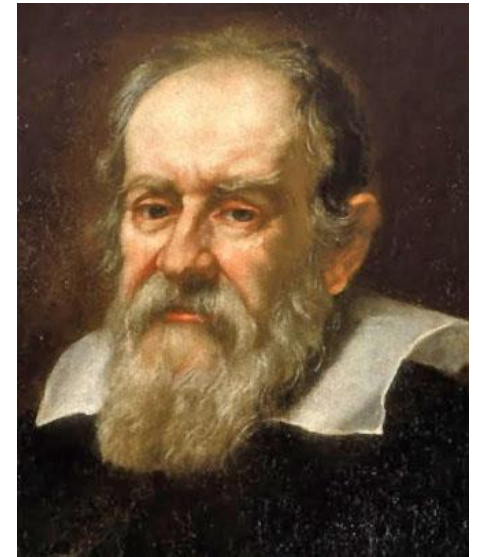
Astronome et physicien italien.

Galilée a été le premier, en 1609, à pointer une longue vue vers le ciel et à étudier ses observations.

Il fabrique plusieurs dizaines de lunettes. Peu sont performantes en astronomie.

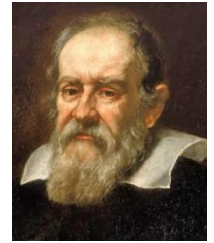
Il lègue les droits de son invention à la République de Venise, intéressée par ses implications militaires.

Sa réputation grandit, ses gages sont doublés, ce qui le met à l'abri du besoin.



Galiléo Galilei (1564-1642)

A l'aide de ses lunettes, il découvre :



Les cratères et les montagnes de la Lune. Le terminateur n'est pas parfait...

Les « oreilles » de Saturne.

Les phases de Vénus.

Le détail des taches solaires.

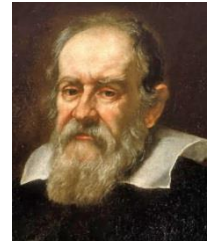
Les satellites de Jupiter (modèle de système solaire).

Des étoiles dans la Voie Lactée.

Des amas d'étoiles qui sont des points à l'œil nu.

Toutes ces découvertes accréditent l'héliocentrisme, et il se met à dos les tenants du géocentrisme, en grande majorité des religieux.

Galiléo Galilei (1564-1642)



Ses moins rudes adversaires admettent que le système héliocentrique peut simplifier certains calculs, mais en réfutent toute réalité physique.

Il a néanmoins le soutien des scientifiques qui l'appuient dans sa démarche de faire accepter ses thèses.

En 1633, durant l'inquisition, Galilée est condamné à la prison à vie, et sommé de prononcer une abjuration préparée par le Saint Office.

Et pourtant, elle tourne...

L'église ne reconnaîtra son erreur qu'en 1992, par la voix de Jean-Paul II.

Johannes Kepler (1571-1630)

1600 : jeune astronome allemand plein d'avenir, appelé à Prague auprès de Tycho Brahé.

Défenseur de l'héliocentrisme.

Relations houleuses avec Tycho Brahé.

Reconnaît la précision de ses mesures, mais aussi son incapacité à en tirer parti.

Tycho lui demande de préciser le mouvement de Mars (Kepler est de santé fragile – myopie et diplopie - et ne peut pas observer).

Pendant ce travail (6 ans), il découvre ses 2 premières lois. Publication en 1609 dans « Astronomia Nova » (Force quasi-magnétique).

Sa troisième loi est découverte après son départ de Prague, à Linz (Autriche).



Johannes Kepler (1571-1630)

Il restera 12 ans à Prague, jusqu'à la mort de Rudolphe II.

Publie une première version des « Tables Rudolphines » (version finale en 1627). Remplacent les « Tables Alphonsines » (Ptolémée).

Ces tables sont les plus précises avant l'optique.

S'intéresse aussi aux cristaux de glace, à la médecine, à l'œil, à l'optique (camera obscura, réfraction dans l'atmosphère...)

Il se fabrique des verres correcteurs pour limiter ses défauts oculaires.

1611 : publication de « Dioptrics ». Conçoit la lunette de Kepler.



Giordano Bruno (1548-1600) osa avancer quelques idées révolutionnaires, ce qui lui coûta la vie :

- Les étoiles ne sont plus à une distance fixe de la Terre. Il leur donne une répartition tridimensionnelle
- Les planètes évoluent dans un fluide appelé l'« éther » qui n'oppose pas de résistance à leur mouvement
- Le soleil est une étoile comme les autres
- Chaque étoile possède son cortège de planètes
- Les comètes sont des astres, et non des signes divins

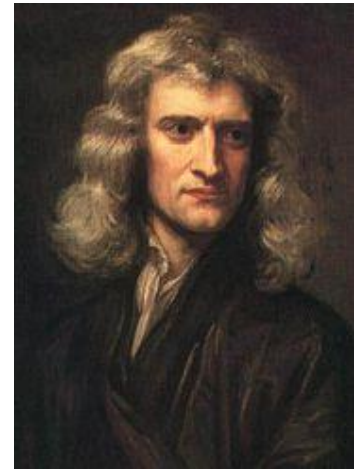


L'œuvre suivante est une continuité de découvertes et de nouveaux concepts.

Grâce aux instruments, à la physique et aux mathématiques maniés par plusieurs générations de savants d'exception, l'univers passe de la taille du système solaire à celle de la Galaxie.

L'outil principal est la gravitation qui régit l'évolution de l'univers.

Isaac Newton (1643-1727) est le premier contributeur de cette théorie qui est toujours utilisée aujourd'hui.



T. Wright et E. Kant suggèrent que des étoiles sont réunies dans d'autres « univers-îles » que notre Voie Lactée.

Ce sont les taches floues visibles dans un télescope et appelées « nébuleuses ».

Les astronomes commencent à mesurer la distance des étoiles. **Edmond Halley** (1656-1742) montre en outre qu'elles ne sont pas fixes mais se déplacent sur de longues périodes, en étudiant leur position déterminée par les grecs.

La comète de Halley...

Passages de 1531, 1607, 1682...1758/59



William Herschel (1738-1822) et sa sœur **Caroline** (1750-1848) découvrent de nombreuses nébuleuses et en cataloguent plus de deux mille.

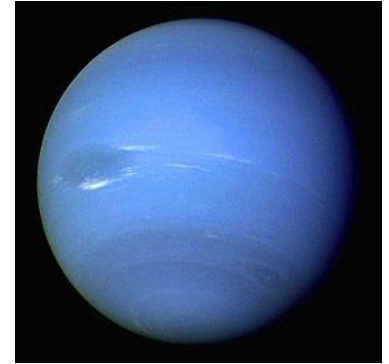
Découverte d'Uranus en 1781.



Au XIX^{ème} siècle, la méthode de détermination des distances par la parallaxe est mise au point, et la spectroscopie apparaît.

Découverte de Neptune : Première découverte d'un astre par le calcul.

Prédit mathématiquement par **Urbain Le Verrier** (1811-1877) et par **John Adams** (1819-1892) après 2 ans de calculs (publication en août 1846).



Observée par Johann Gottfried Galle et Heinrich Louis d'Arrest en septembre 1846 à l'observatoire de Berlin à moins de 1° de la position calculée.

La planète avait déjà été observée par au moins Galilée, Jérôme Lalande et John Herschel, sans en comprendre la nature planétaire.

Comme le dit François Arago, « M. Le Verrier a aperçu le nouvel astre sans avoir besoin de jeter un seul regard vers le ciel ; il l'a vu *au bout de sa plume* ».

Confirmation des théories de Newton.

C'est la fin de la physique ?

Edward Pickering (1846-1919), directeur de l'observatoire de l'université de Harvard.



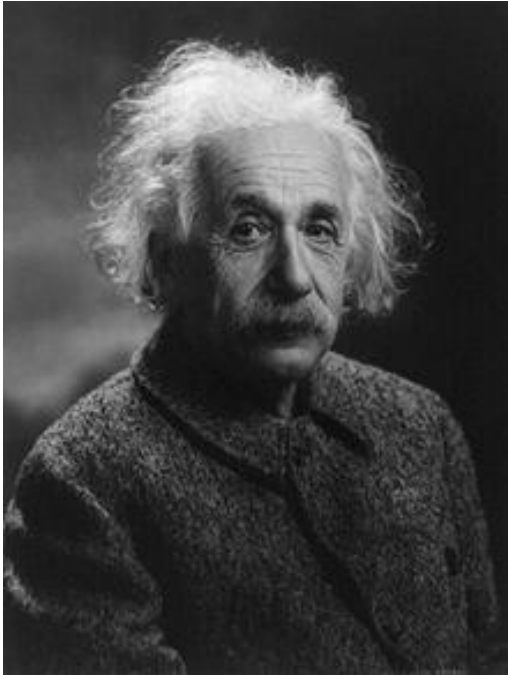
*Le « harem » de Pickering
45 femmes entre 1875 et 1919*



Edward Pickering

- Classification des étoiles.
- Réalisation du catalogue HD (Henri Drapper).

L'étape suivante est l'œuvre d'Albert Einstein (1879-1955).



Entre autres choses, Einstein postule que la vitesse de la lumière est une constante indépassable, et propose des équivalences physiques entre :

la masse et l'énergie

l'accélération et la gravité

l'espace et le temps

Sa théorie va révolutionner la physique et la cosmologie en particulier.

Henrietta Lewitt (1868-1921) met au point une méthode de mesure des distances des étoiles (céphéides).



« Le Grand Débat » des années 20.



Harlow Shapley (1885-1972) soutient que l'univers observable ne s'étend pas au-delà de la Voie Lactée, et donc que les nébuleuses en sont partie intégrante.

De son côté, **Heber Curtis** (1872-1942) postule la thèse inverse, en se basant sur l'observation de supernovas dans ce qui est aujourd'hui la galaxie d'Andromède.



Edwin Hubble (1889-1953) découvre l'expansion de l'univers, grâce aux travaux d'Henrietta Leavitt.

$$V_{\text{cos}} = H_0 \cdot d$$

Avec V_{cos} = vitesse cosmologique d'éloignement
 d = distance de la galaxie
 H_0 = coefficient de proportionnalité = constante de Hubble



Deuxième moitié du XX^{ème} siècle (grâce aux nouvelles théories – relativité et mécanique quantique - et grâce aux ordinateurs) :

- Amélioration des moyens d'observation au sol
- Télescopes embarqués dans des satellites
- Études dans toutes les longueurs d'ondes
- Mise au point de méthodes de simulation par ordinateur



Télescope spatial Hubble



L'astronomie à Maillet