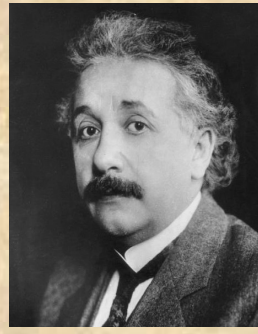
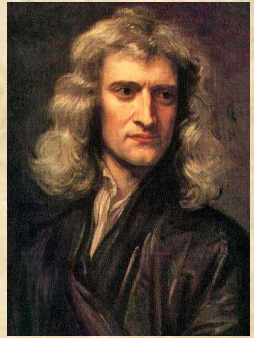


Histoire de l'astronomie en Occident au travers des grands hommes qui l'ont faite progresser

L'épopée de l'astronomie des Babyloniens à Edwin Hubble



3000 ans av JC

Autrefois on pensait que :

- . Les phénomènes naturels sont régis par des dieux et des démons**
- . Le ciel est une voute et l'univers est fini**
- . La terre est plate avec « un bord du monde »**



**Illustration par la fameuse gravure
apparaissant dans le livre de Camille
Flammarion en 1888 :
« l'atmosphère : météorologie populaire »**

**Elle provient d'une image sur bois d'un
anonyme du XVIe siècle**

Babyloniens

(2^{ème} millénaire av JC)



Mésopotamie

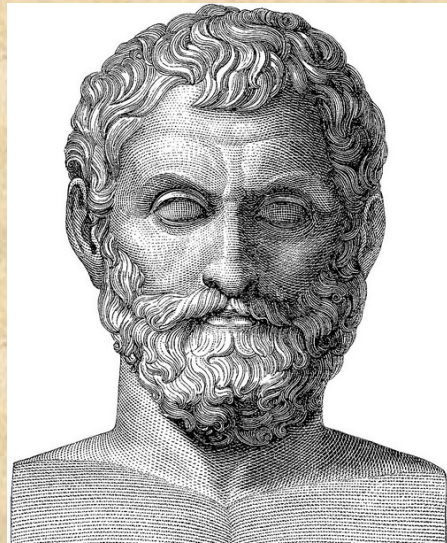
. Dans la Babylone antique, astronomes et astrologues commencent à pratiquer une astronomie très avancée

. Les Babyloniens établissent un premier modèle mathématique du cosmos pour prévoir le mouvement des astres

. Les zones des 12 constellations du zodiaque ont été initialement délimitées par les astronomes Babyloniens il y a 2500 ans et sont restée inchangées jusqu'à nos jours

Thalès de Milet

(625 à 546 av JC)

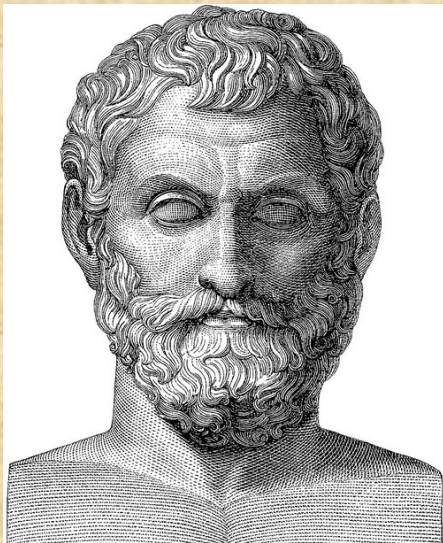


Grèce Antique

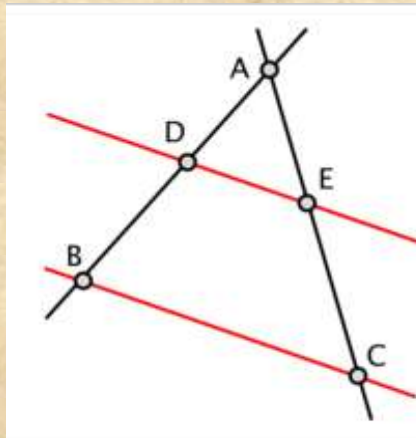
- . Une autre civilisation va révolutionner la vision humaine du cosmos : la Grèce Antique**
- . A partir du savoir des Babyloniens, un savant va jouer un rôle clé : Thalès de Milet**
- . Il est le premier à rechercher des explications logiques aux phénomènes naturels plutôt que des causes surnaturelles ou religieuses**
- . Son raisonnement : tous les phénomènes observables ont une explication scientifique**

Thalès de Milet

(625 à 546 av JC)



Théorème de Thalès

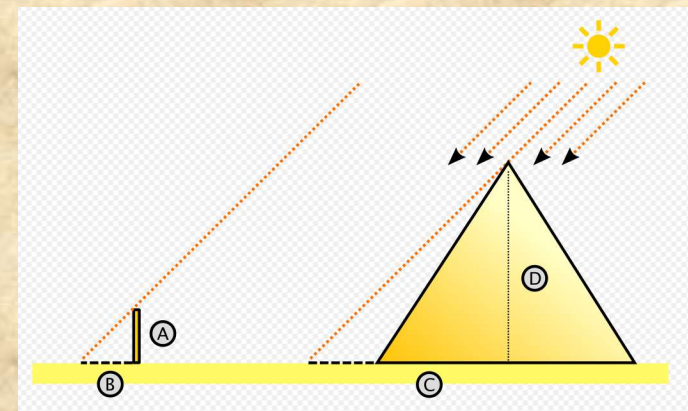


Théorème de Thalès :

$$\frac{DE}{BC} = \frac{AE}{AC} = \frac{AD}{AB}$$

Grèce Antique

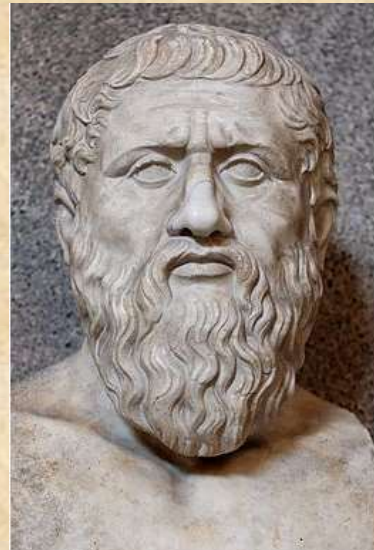
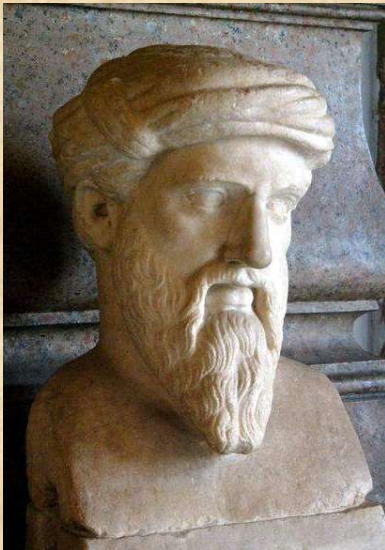
Une application du théorème :
Mesure hauteur des pyramides



$$D/A = C/B$$

Pythagore et Platon

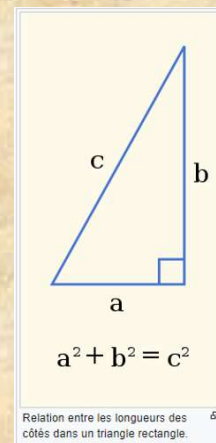
(580 à 495 av JC) (428 à 348 av JC)



Grèce Antique

. **Donnent à la terre une forme sphérique car jugée plus rationnelle qu'une forme plate**

. **Théorème de Pythagore :**



Aristote

(384 à 322 av JC)



Grèce Antique

. Apporte des premières preuves observationnelles de la forme sphérique de la terre comme son ombre sur la lune lors d'une éclipse

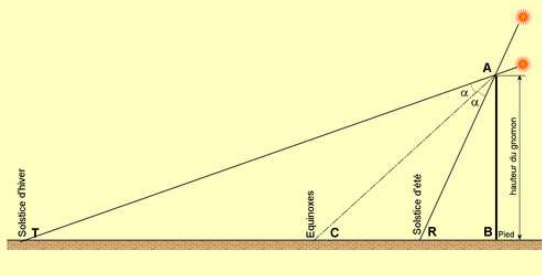


Eratosthène

(284 à 192 av JC)

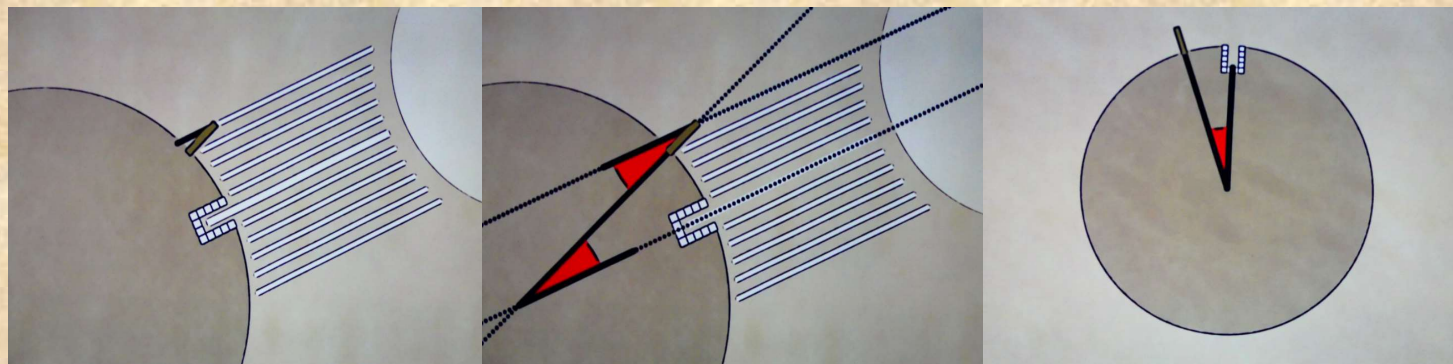


Schéma d'utilisation d'un Gnomon



Grèce Antique

. Calcule la circonférence de la terre
=> puit à Cyène (Assouan) et gnomon planté à Alexandrie



. Ses mesures donnent une circonférence de 39 375 Km
pour une circonférence réelle de 40 075 Km

Claude Ptolémée

(90 à 168 ap JC)

Grèce Antique

. Etablit un modèle précis de l'univers : la terre est au centre, le ciel est constitué de plusieurs sphères, chaque planète se déplace sur sa propre sphère en cristal



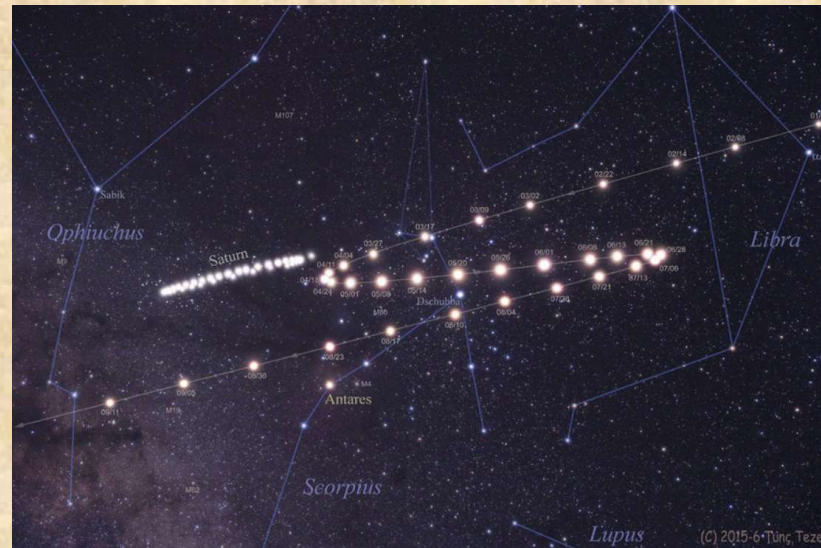
. Ce modèle basé sur le géocentrisme sera retenu par les astronomes pendant 15 siècles

Claude Ptolémée

(90 à 168 ap JC)

Grèce Antique

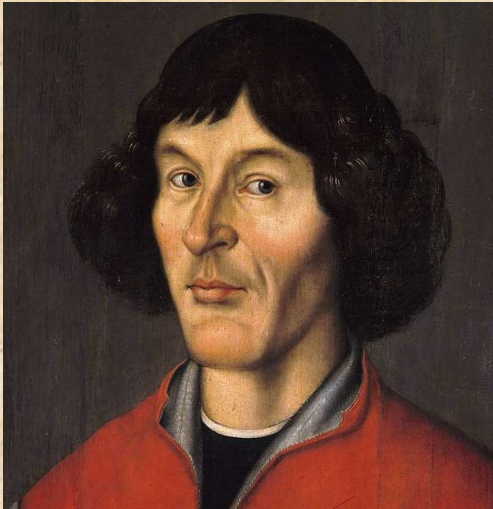
. Pour expliquer le mouvement rétrograde de planètes, il ajoute un élément à son modèle : l'épicycle



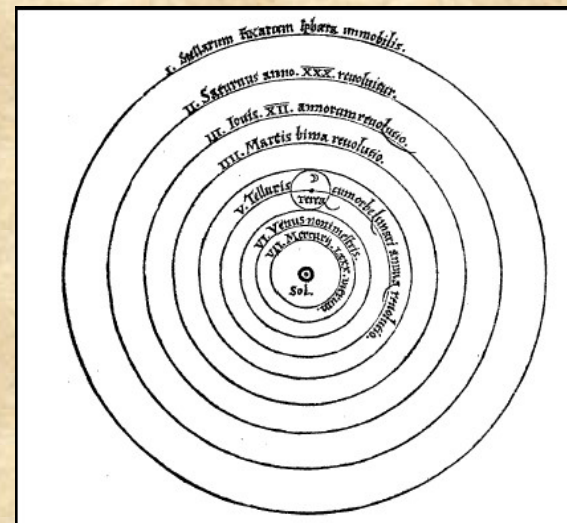
Nicolas Copernic

(1473 à 1543)

Pologne



- . Cherche un modèle plus simple que celui de Ptolémée.
- . Conçoit son propre modèle de l'univers basé sur l'héliocentrisme (les planètes tournent autour du soleil)



- . Il publie ses conclusions l'année de sa mort, mais la révolution copernicienne passe quasiment inaperçue

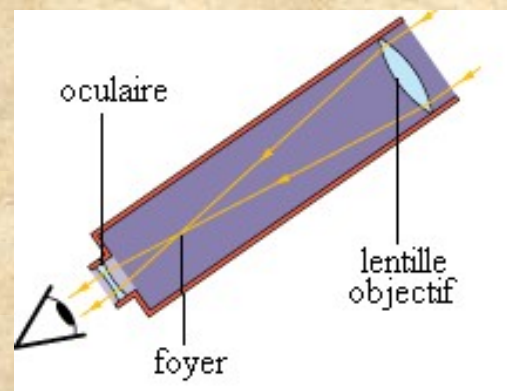
Hans Lippershey

(1570 à 1619)

Pays Bas



. Invente la longue vue en 1608 qui est utilisée pour les observations militaires terrestres et marines



Galilée

(1564 à 1642)



Italie

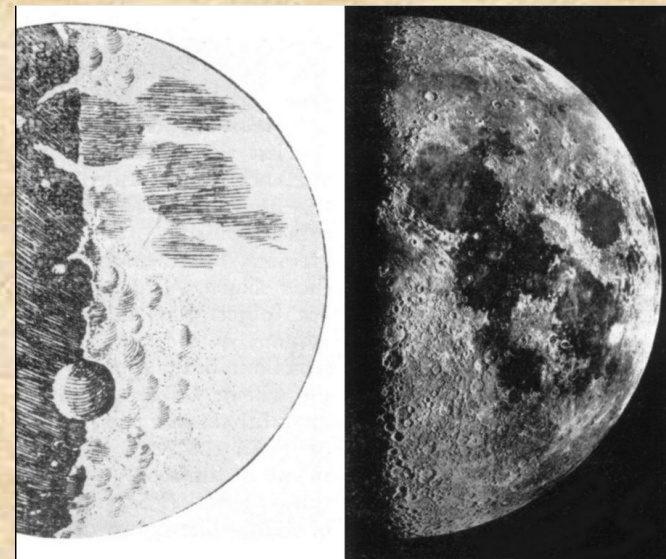
- . **Perfectionne la longue vue de Lippershey par la qualité des lentilles et le grossissement 3 fois plus fort (21 fois)**
- . **A l'intuition qu'elle pourrait servir à l'observation du ciel**
- . **Observe la lune et voit des montagnes**
- . **Découvre les lunes de Jupiter et les anneaux de Saturne**
- . **Observe Vénus et découvre ses phases, il en déduit qu'il a la preuve que Copernic avait raison concernant l'héliocentrisme**
- . **S'attire les foudres de l'Eglise Catholique qui interdit la publication de ses ouvrages et l'assigne à résidence surveillée jusqu'à sa mort en 1642**

Galilée

(1564 à 1642)



Italie



. Dessin de la lune par Galilée, publié dans "Sidereus Nuncius" en 1610, à côté d'une photographie de la même vue

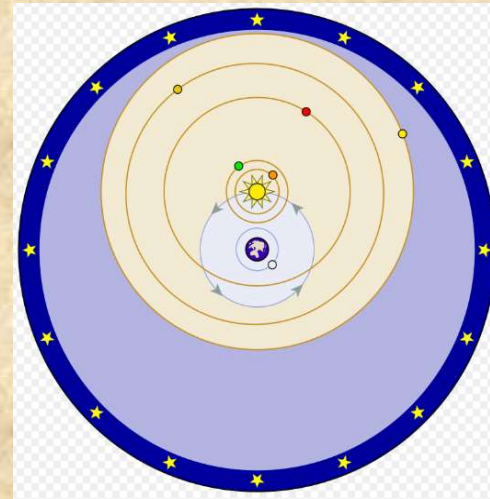
Tycho Brahé

(1546 à 1601)



Danemark

. **Astrologue du roi du Danemark, veut comprendre l'univers pour confirmer sa vision du cosmos (système mixte dit géo-héliocentrique)**



. **les objets célestes sur les orbites en bleu (Lune et Soleil) tournent autour de la Terre. Les objets sur les orbites en orange (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) tournent autour du Soleil. À la périphérie se trouvent les étoiles**

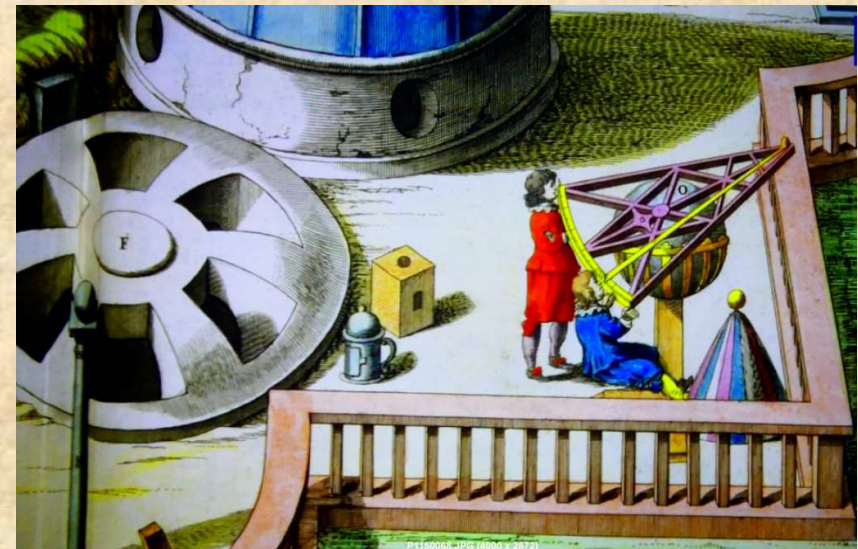
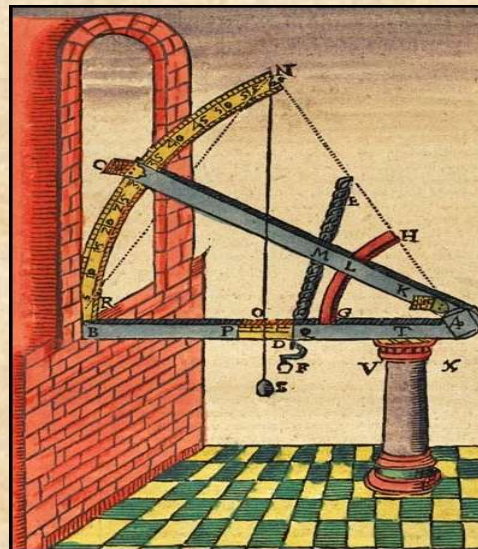
Tycho Brahé

(1546 à 1601)



Danemark

. Pour y parvenir et grâce au soutien du roi Frédéric II, fait construire le plus grand observatoire du monde ainsi qu'un centre de confection d'instruments les plus avancés



. Ces instruments lui permettent de recueillir un nombre considérable de données, les mesures étant 10 fois plus précises que celles de ses prédécesseurs

Johannes Kepler

Allemagne

(1571 à 1630)



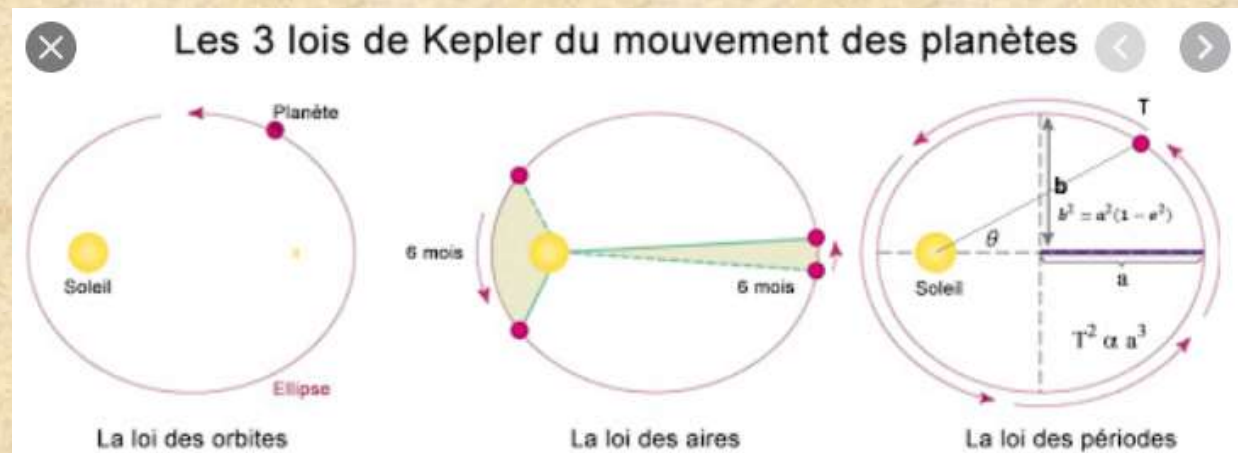
- . **Astronome et mathématicien, il assiste enfant au passage de la grande comète de 1577 et décide de se consacrer à l'étude du ciel en reprenant tout à zéro par l'observation empirique**
- . **Grace aux travaux de Tycho Brahé (dont il était l'assistant) il entreprend de calculer l'orbite des planètes pour remédier à la complexité de la théorie des épicycles**
- . **Au bout de 6 années de calcul de l'orbite de Mars, une idée d'une simplicité géniale lui vient : et si les planètes se déplaçaient en ellipse et non plus en cercle
Il s'avère que le modèle copernicien fonctionne avec cette théorie**

Johannes Kepler

(1571 à 1630)

Allemagne

. A découvert les 3 relations mathématiques (dites Lois de Kepler) qui régissent les mouvements des planètes sur leur orbite

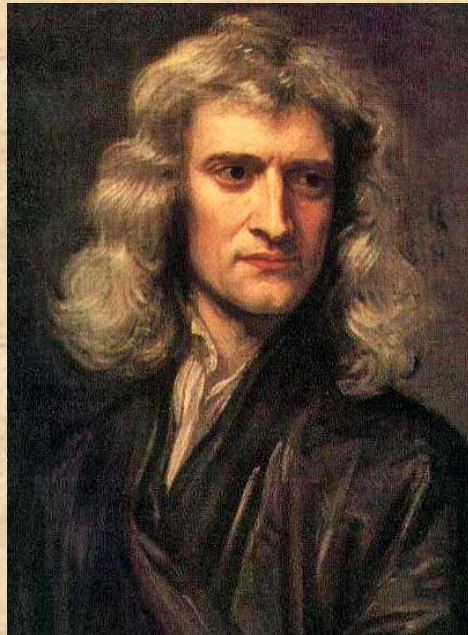


$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = \text{constante}$$

. Ces relations sont d'une grande importance car elles sont à l'origine de futures avancées

Isaac Newton

(1642 à 1727)



Angleterre

. Développe en 1687 la « loi universelle de la gravitation » en se basant sur les lois de Kepler sur le mouvement des planètes

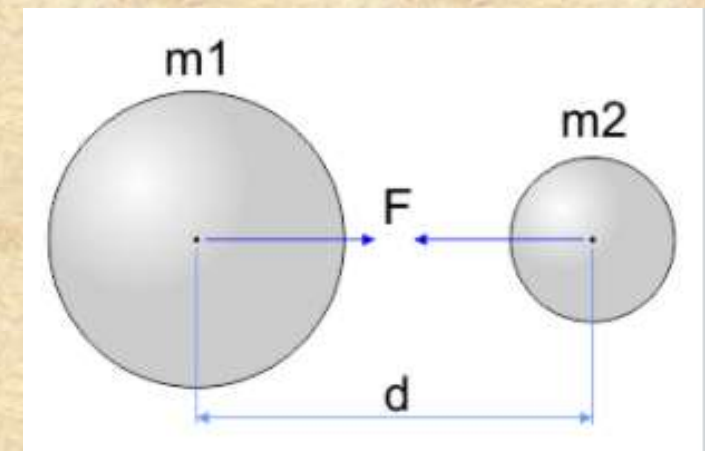
. Pour lui l'univers tout entier est gouverné par la loi de la gravitation (force d'attraction qui s'exerce entre tous les corps qui possède une masse)

$$F_{(1/2)} = G \times (m_1 \times m_2) / d^2$$

avec $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$

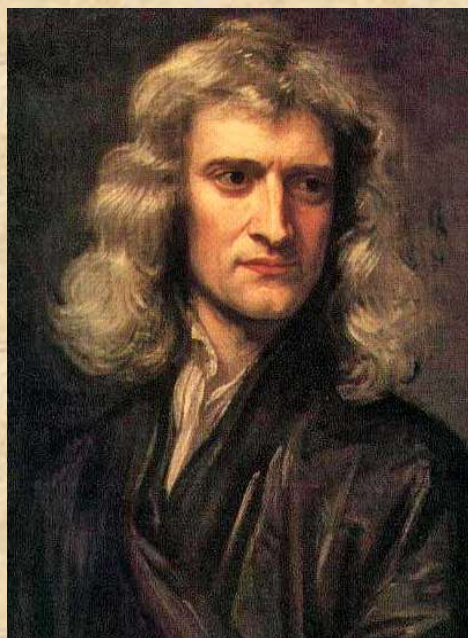
G : constante
de gravitation universelle

$$F_{(1/2)} = F_{(2/1)}$$



Isaac Newton

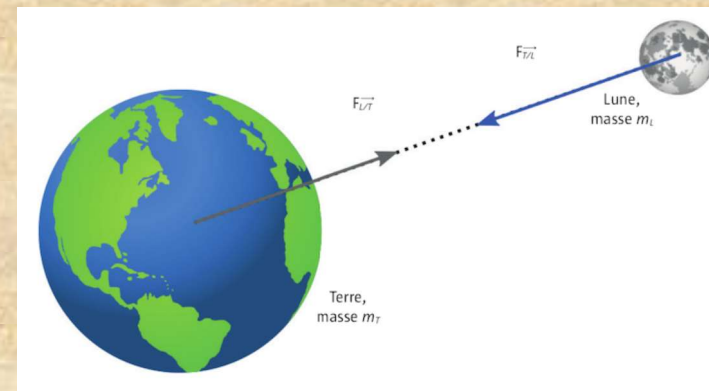
(1642 à 1727)



Angleterre

$$F_{(1/2)} = G \times (m_1 \times m_2) / d^2$$

. **Exemple : forces d'attraction terre/lune**
F = 2,1.10²⁰ N



. **Autre exemple : force d'attraction exercée par la terre sur une pomme de 200 grammes**
F = 1,96 N (soit 1,96 / 9,81 = 0,2 Kg)

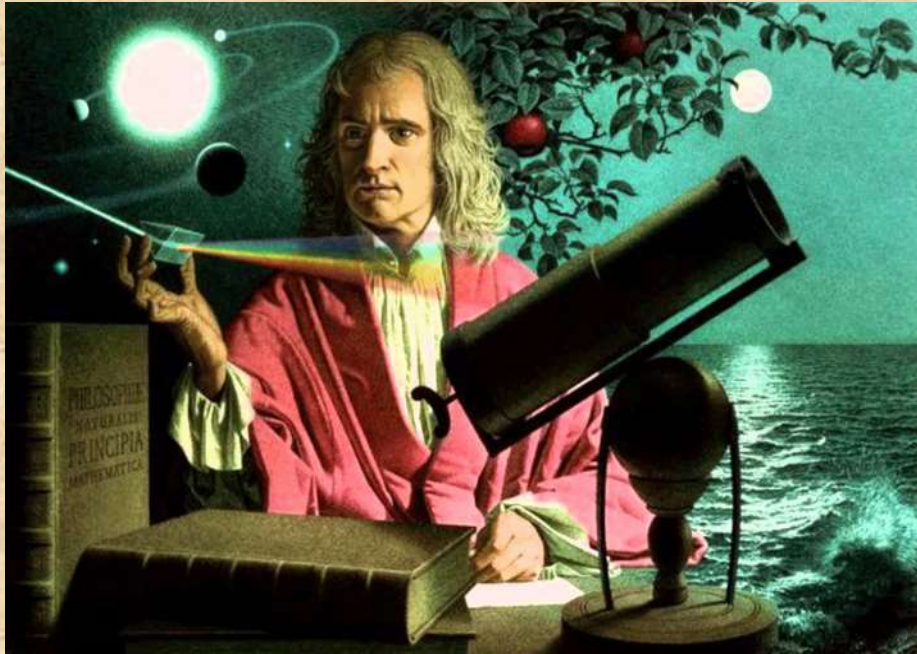
$$P = m \times g$$

Poids en newton N masse en kilogramme kg intensité de la pesanteur en newton par kilogramme N/kg

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

Isaac Newton

(1642 à 1727)



Angleterre

- . **Invente le télescope à réflexion composé d'un miroir primaire concave appelé télescope de Newton**
- . **En optique, il a développé une théorie de la couleur basée sur l'observation selon laquelle un prisme décompose la lumière blanche en un spectre visible**



- . **Réplique du premier télescope inventé par Isaac Newton**

Christian Huygens

(1629 à 1695)



Pays bas

- . **Découvre en 1655 la plus grande lune de Saturne : Titan**
- . **Observe Mars, et en suivant le déplacement de la tache de Syrtis Major (un haut plateau volcanique), il remarque que la planète tourne autour d'un axe et peut même établir la durée de la journée martienne**
- . **En observant la nébuleuse d'Orion, il aperçoit trois des étoiles qui forment le trapèze en son centre**
- . **Equipe son télescope d'un micromètre à fils perfectionné, qui lui permet de mesurer précisément le diamètre angulaire des objets célestes et d'en apprécier le diamètre rapporté au diamètre terrestre**
- . **Découvre aussi quelques nébuleuses et quelques étoiles doubles**

Giovanni Domenico Cassini

(1625 à 1712)

**Italie
France**



- . **Découvre la division "de Cassini" des anneaux de Saturne en 1675**
- . **Découvre quatre nouveaux satellites de Saturne : Japet en 1671, Rhéa en 1672, Téthys et Dioné en 1684**
- . **Découvre la Grande Tache rouge de Jupiter en 1665**

William et Caroline Herschel

(1738 à 1822) (1750 à 1848)

**Allemagne
Angleterre**



- . William Herschel est un astronome britannique d'origine allemande**
- . Avec sa sœur Caroline, Ils observent des milliers d'étoiles qu'ils inventorient méticuleusement**
- . Ils découvrent la 6^{ème} planète Uranus**



Reproduction du
téléscope de 7 pieds
qui a servi à la
découverte d'Uranus

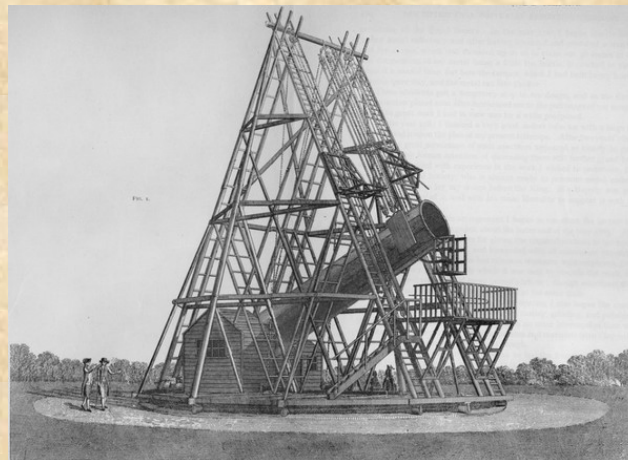
William et Caroline Herschel

(1738 à 1822) (1750 à 1848)

Allemagne
Angleterre



. **Font construire des télescopes toujours plus puissants dont celui d'une longueur focale de 12 mètres et 122 cm d'ouverture**



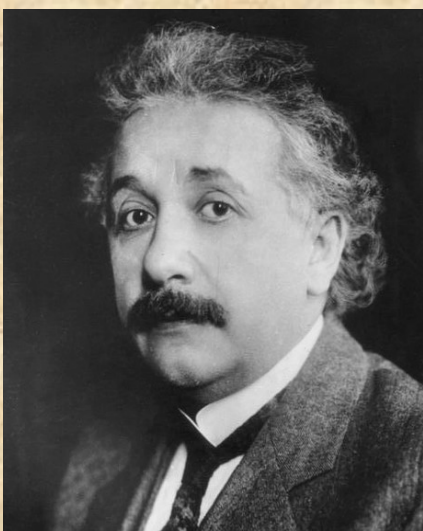
. **En 1789 Il découvre avec ce télescope la 6^{ème} et la 7^{ème} lune de Saturne (Encelade et Mimas)**



. **Caroline découvre de nouvelles comètes, en particulier la comète périodique 35P/Herschel-Rigollet ainsi que des nébuleuses et des objets du ciel profond**

Albert Einstein

(1879 à 1955)

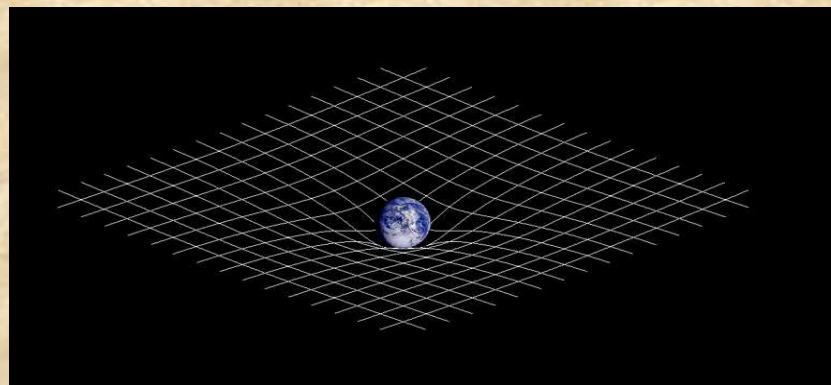


Allemagne

. Publie en 1916 sa théorie de la gravitation connue sous le nom de « relativité générale »

. Elle énonce notamment que la gravitation n'est pas une force, mais la manifestation de la courbure de l'espace (en fait de l'espace-temps)

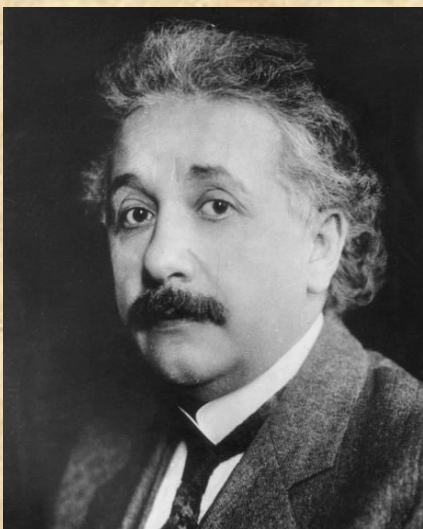
. L'espace-temps n'est pas à trois dimensions, mais à quatre (trois d'espace et une de temps) et toutes les quatre sont déformées par la présence d'une masse



La présence de matière modifie la géométrie de l'espace-temps

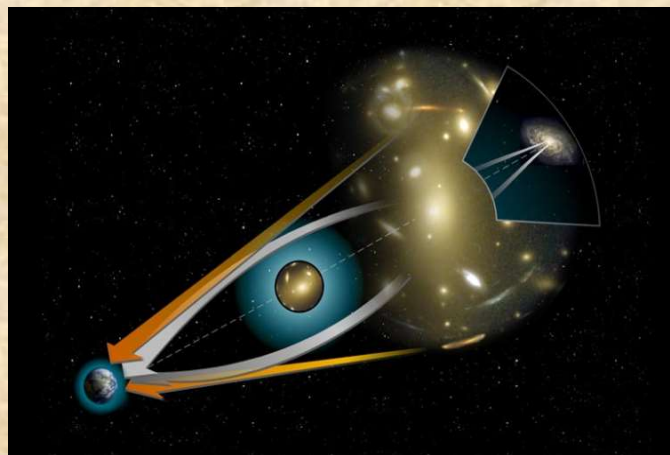
Albert Einstein

(1879 à 1955)



Allemagne

- . **Sa théorie de la gravitation a été vérifiée en 1919 lors d'une éclipse du soleil (déviations de la lumière d'une étoile par le soleil par effet de lentille gravitationnelle)**
- . **Elle est encore régulièrement vérifiée par la découverte de nouvelles lentilles gravitationnelles avec la formation d'arcs de cercle appelés « Anneaux d'Einstein »**

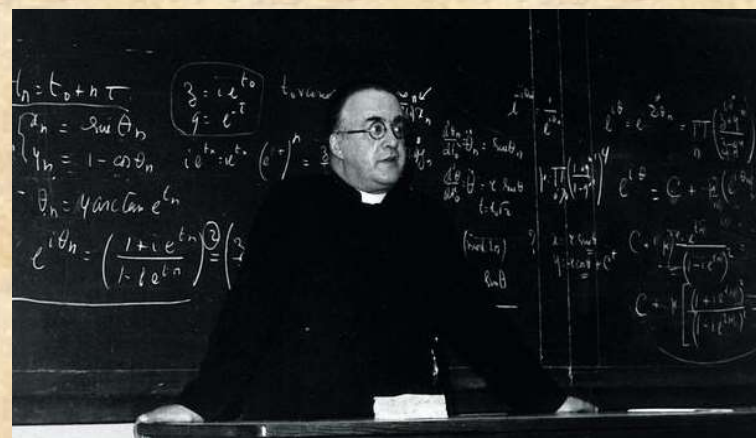
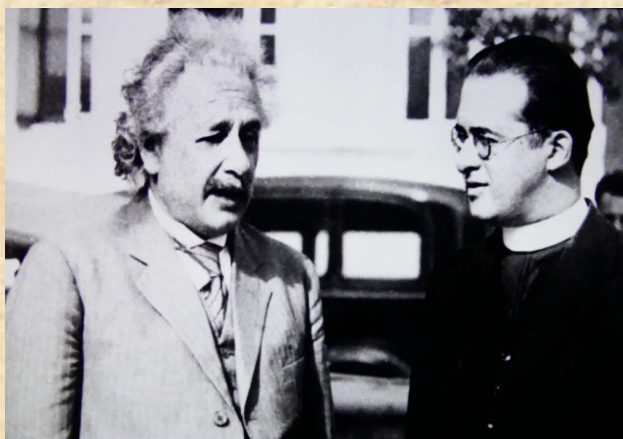


George Lemaître

(1894 à 1966)

Belgique

- . Remet en cause le modèle cosmologique d'Einstein qui croie alors en un univers fermé et statique
- . Il remet à plat les équations d'Einstein, reprend les calculs et parvient à une conclusion incroyable : l'univers est en expansion
- . Des observations vont lui donner raison



George Lemaître

(1894 à 1966)

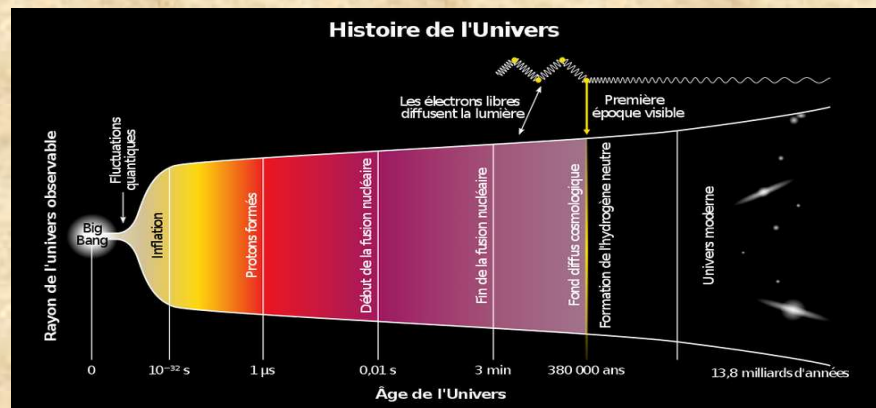


Belgique

. **Voulant percer l'origine de l'univers qui est en expansion, il imagine de remonter le temps et veut voir comment était l'univers dans le passé**

. **Il pose les bases d'une théorie d'un univers originel très dense qui explose et entre en expansion jusqu'à devenir l'univers d'aujourd'hui**

C'est la théorie du "Big Bang" qui bénéficie encore d'un large consensus chez les chercheurs travaillant dans le domaine

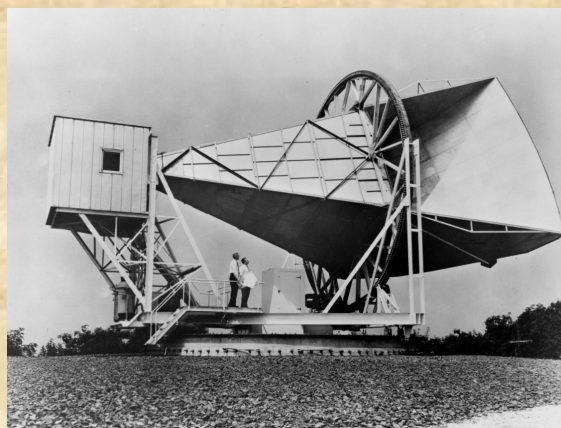


George Lemaître

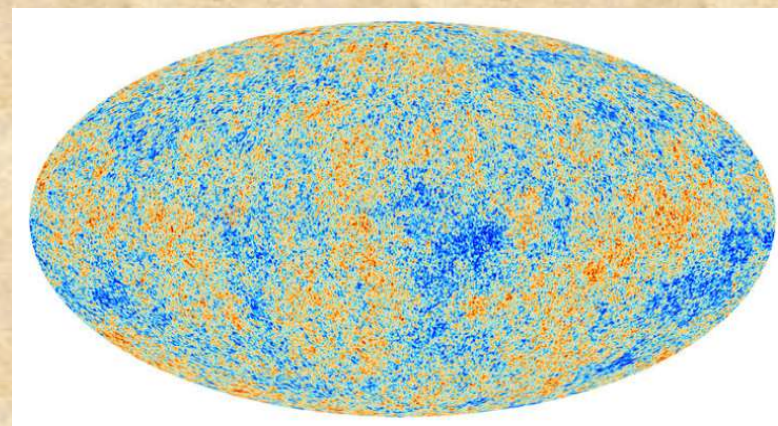
(1894 à 1966)

Belgique

. Deux observations donnent raison au modèle du Big Bang : la détection du « fond diffus cosmologique » et la mesure de l'abondance des éléments légers (hydrogène, hélium) qui se sont formés pendant la phase primordiale



Antenne cornet d'Holmdel à l'origine de la détection accidentelle du rayonnement du fond diffus cosmologique en 1964



Rayonnement fossile du fond diffus cosmologique observé par le satellite Planck de l'ESA en 2013

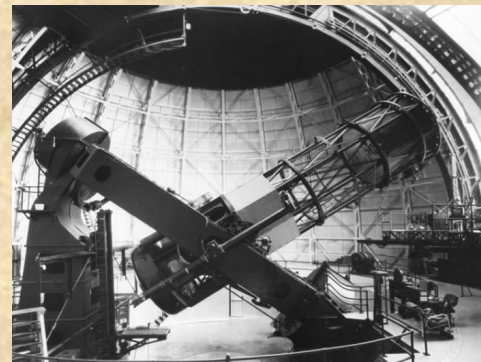
Edwin Hubble

(1889 à 1953)



Etats Unis

- . **Astronome américain qui a beaucoup contribué à comprendre la nature de l'univers grâce à ses observations (en 1920 on pensait encore que l'univers se limitait à la voie lactée)**
- . **Utilise à partir de 1919, le télescope de 2,5 m du Mont Wilson disposant d'un interféromètre et de plaques photographiques**
- . **Découvre en 1924 que certaines nébuleuses observées n'appartiennent pas à notre voie lactée mais constituent d'autres galaxies éloignées**



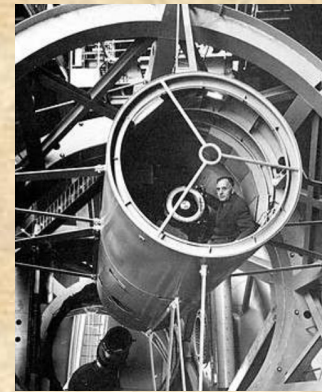
Edwin Hubble

(1889 à 1953)



Etats Unis

. Il va consacrer sa carrière à mesurer l'univers avec les meilleurs télescopes dont celui de 5 m du mont Palomar à partir de 1948



Edwin Hubble à l'intérieur de la cage d'observation du télescope Hale du Mont Palomar

. Constate que la lumière émanant des galaxies les plus lointaines est décalée vers le rouge (red shift), c'est l'effet doppler qui indique que ces galaxies s'éloignent de nous et donc que l'univers est en expansion, confortant ainsi la théorie de George Lemaître.

. En 1929, établit grâce à la spectroscopie, la relation entre la distance des galaxies et leur vitesse d'éloignement (loi de Hubble-Lemaître) à l'origine du concept d'expansion de l'Univers.

Conclusion

- . **Nos connaissances actuelles sur notre univers est le résultat d'une chaîne d'inspirations et de travaux de grands hommes (et une femme), chacun utilisant les avancées de leurs prédécesseurs**
- . **Après Edwin Hubble de nombreuses découvertes ont été réalisées grâce au développement de la technologie (télescopes géants, télescope spatial, radios télescopes, sondes spatiales, supers ordinateurs) et grâce au travail de nombreuses équipes de chercheurs**
- . **Il reste beaucoup à découvrir, en particulier essayer de résoudre les grandes énigmes actuelles que sont la « matière noire » et « l'énergie sombre » ...**

FIN

Sources :

. « Le ciel de Hommes » documentaire de Adam Luria diffusé sur Arte en mars 2020

. Wikipédia