

afa Association
française d'
Astronomie

LES NUITS des étoiles

août
2024



PLANTU

**ASSOCIATION MARSEILLAISE
D'ASTRONOMIE**



<http://amas.marseille-astronomie.xyz>

MAIRIE DES ORRES



<http://www.mairie-lesorres.fr/>

OFFICE DU TOURISME LES ORRES



<https://www.lesorres.com/>



© Association Française d'Astronomie - Plantu

VERS LE « BIG BANG »
A la quête de nos origines





Nos instruments nous font découvrir un Univers richement peuplé de galaxies, étoiles, dans lequel nous occupons une place minuscule.
Qu'en est-il de l'origine de tout ceci ?



« Les cosmologies se sont ... succédées à travers l'histoire, donnant naissance à des mythes aussi divers que les communautés humaines. La cosmologie aujourd'hui ne repose plus sur des mythes nés de l'imagination des hommes, mais sur des observations précises »

Trinh XUAN-THUAN - « Le cosmos et le lotus » p 63

QUELQUES MYTHES ...



CHEZ LES GRECS DE MENPHIS :

La création du monde est attribué au Dieu des artisans et architectes : Ptah qui créa le monde et les êtres vivants (animaux et végétaux) par la pensée et la parole.

<https://www.hystorasia.com>



CHEZ LES INCAS :

Le monde vu par les Incas est divisé en 3 « pacha » (mondes) :

Hanan Pacha : le monde d'en haut

Kay Pacha : la Terre, le monde où humains, plantes et animaux vivent

Ukhu Pacha : le monde souterrain

Le monde d'en haut se réfère au ciel. On y retrouve évidemment le soleil, la lune et les étoiles.

Cependant, le monde d'en haut compte aussi plusieurs résidents divins.



BibleSPaoloFol010RInitGenesis.jpg – Domaine public

SELON LA BIBLE (GENESE) :

Dieu créa l'Univers et ce qui s'y trouve en six jours en six jours. L'humanité (hommes et femmes) est créée le sixième jour, et la création se termine par un repos sabbatique le septième jour.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Livre_de_la_Gen%C3%A8se

... ET AUTRES POINTS DE VUE

L'observation du ciel est faite avec des moyens restreints, à l'oeil nu, avec l'aide de quelques instruments de visée et de mesure.

PLATON (ca 428 – ca 387 av JC) a exprimé ses idées philosophiques, dont sa cosmogonie dans son ouvrage **Le Timée paru vers 360 av. JC.**

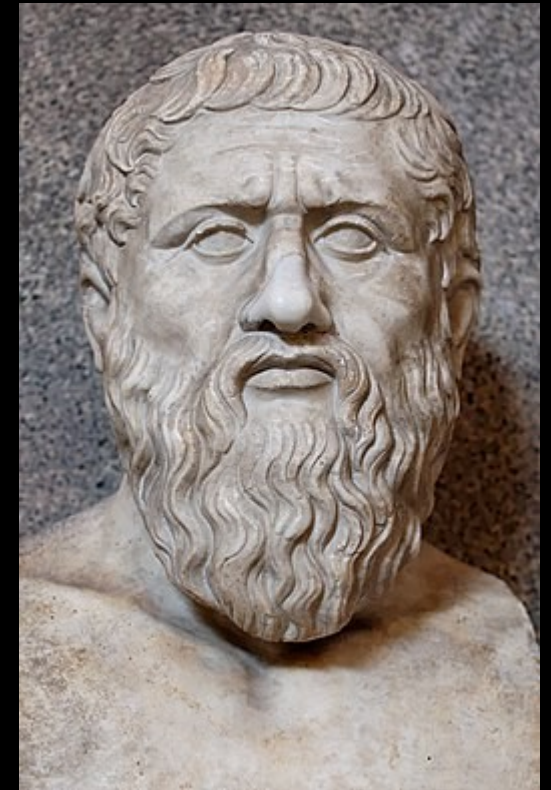
Il dépeint le monde et tous les êtres vivants qui le composent comme une création du **Démiurge (Créateur)** qui n'avait rien de nécessaire, comme un acte de pure générosité.

Platon est aussi le premier à penser l'univers en termes **géométriques et mathématiques, voire musicaux.** Et il décrit l'Univers comme :

«...un endroit d'où l'on découvre une lumière qui s'étend d'en haut à travers tout le ciel et la terre ...

Cette lumière était un lien qui enchaînait le ciel, comme les cordes qui font le tour des trières ; c'est de la même façon qu'elle retenait toute la sphère tournante. Aux extrémités de ces liens était suspendu le fuseau de la Nécessité qui faisait tourner toutes les sphères ; la tige et le crochet étaient d'acier, et le peson un mélange d'acier et d'autres matières...

Sur le haut de chaque cercle se tenait une sirène qui tournait avec lui et qui faisait entendre sa note à elle, son ton à elle, en sorte que ces voix réunies, au nombre de huit composaient un accord unique. »



Auteur inconnu



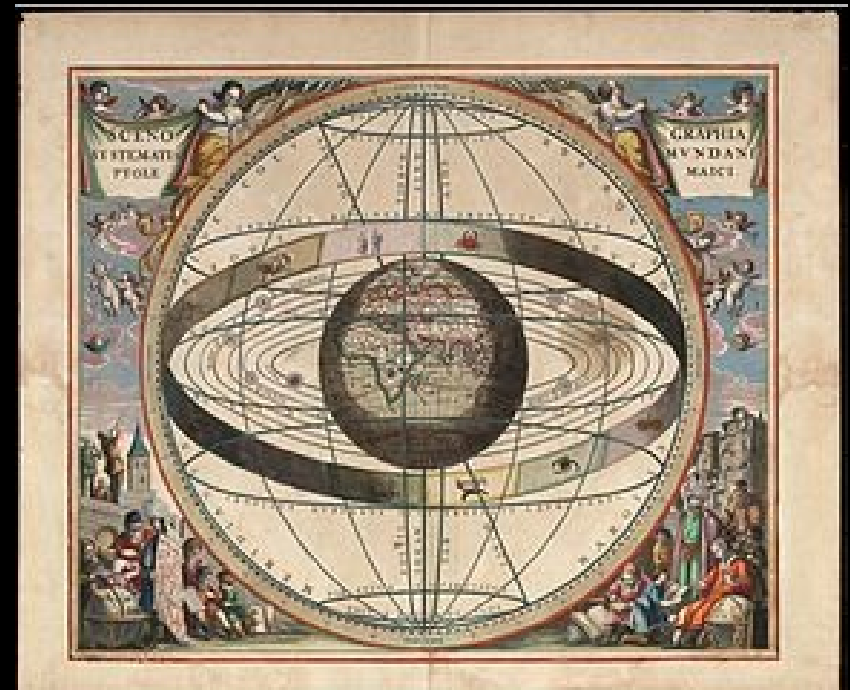
bronze de Lysippe (vers 330 av. J.-C.)

Pour **ARISTOTE** (384 av JC – 322 av JC) «[L'Univers] est un tout semblable à lui-même, ne possédant ni commencement, ni fin ,, [qui] évacue la notion de création et rejette le changement et l'évolution ... »

Trinh XUAN THUAN – op. cit. P 63

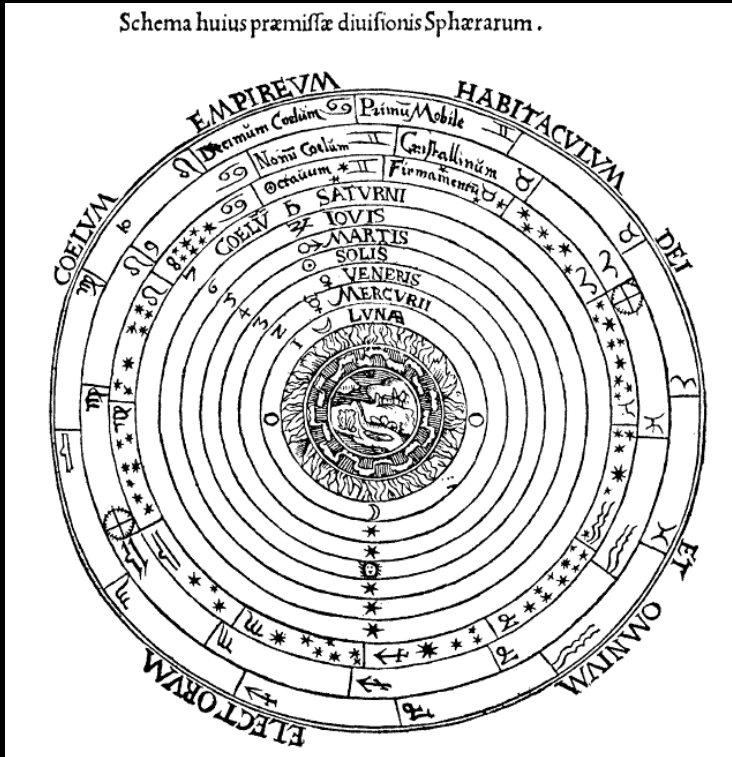
« Il distingue deux grandes régions dans le cosmos : le monde sublunaire, le nôtre, et le monde supralunaire, celui du ciel et des astres, qui sont éternels et n'admettent aucun changement car ils sont constitués d'éther et possèdent une vie véritablement divine et qui se suffit à elle-même »

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Aristote>

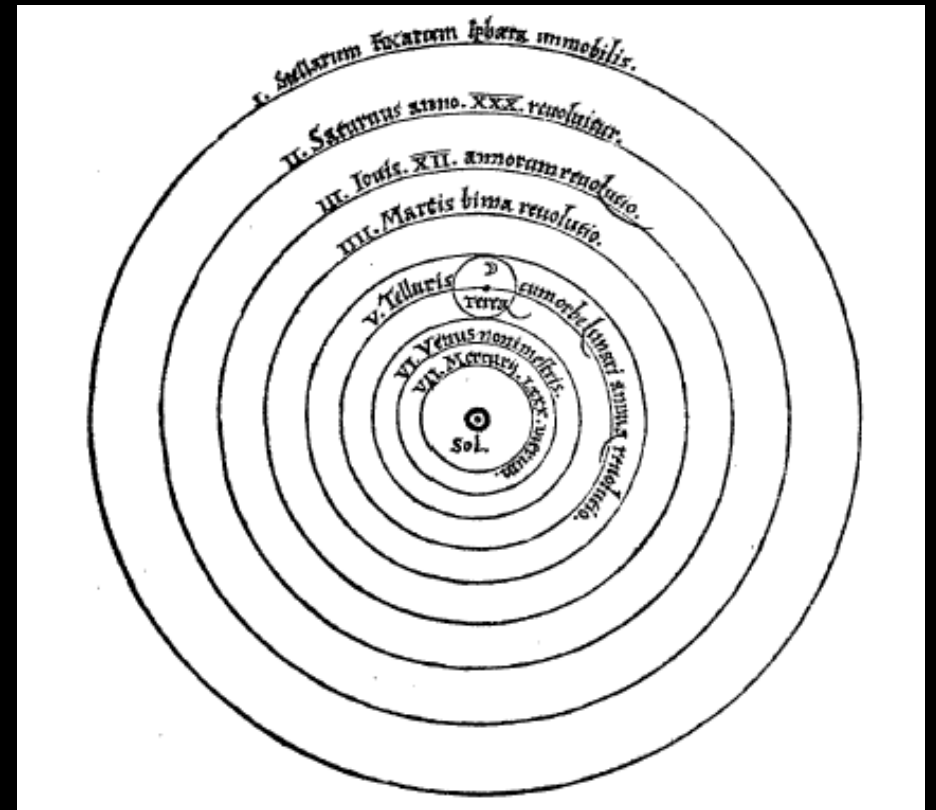


Johannes van Loon

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.

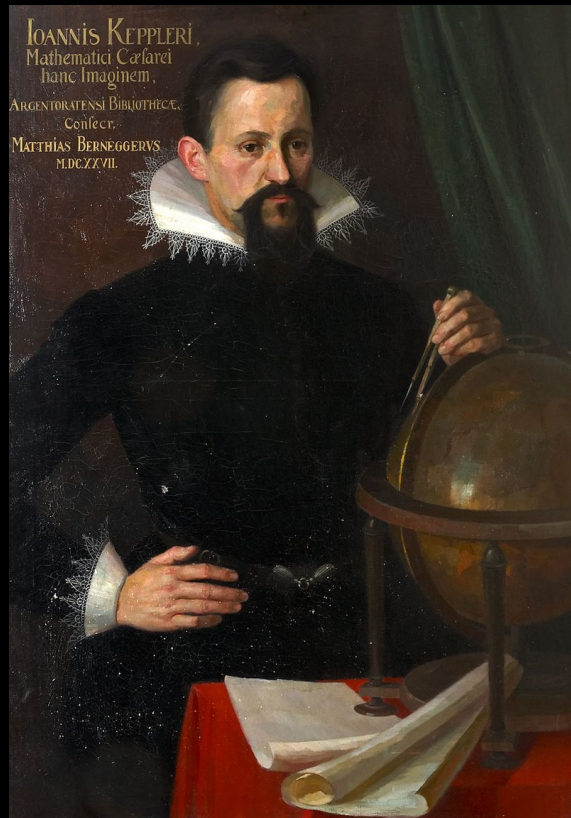


Le modèle, théorisé par **PTOLEMEE** (ca 100-168) dans « l'Almageste », place la Terre au centre de l'Univers. C'est « **ce monde parfait** » que défendra les autorités religieuses européennes jusqu'au XVIIe siècle



Nicolas **COPERNIC** (1473-1543). dans son ouvrage « De revolutionibus » paru en 1542 va introduire le modèle **héliocentrique** : les planètes tournent autour du Soleil, présenté comme « *une alternative mathématiquement plus simple* ».

Johannes KEPLER (1571-1630), partageant les idées de COPERNIC, va s'appuyer sur les observations de BRAHE pour élaborer de nouvelles théories. Elles serviront ultérieurement de fondement à NEWTON dans pour l'établissement de sa loi de la gravitation.



Kepler-Museum – Domaine public

C'est dans son ouvrage « **Astronomia Nova** » paru en 1609 qu'il édicte ses deux premières lois :

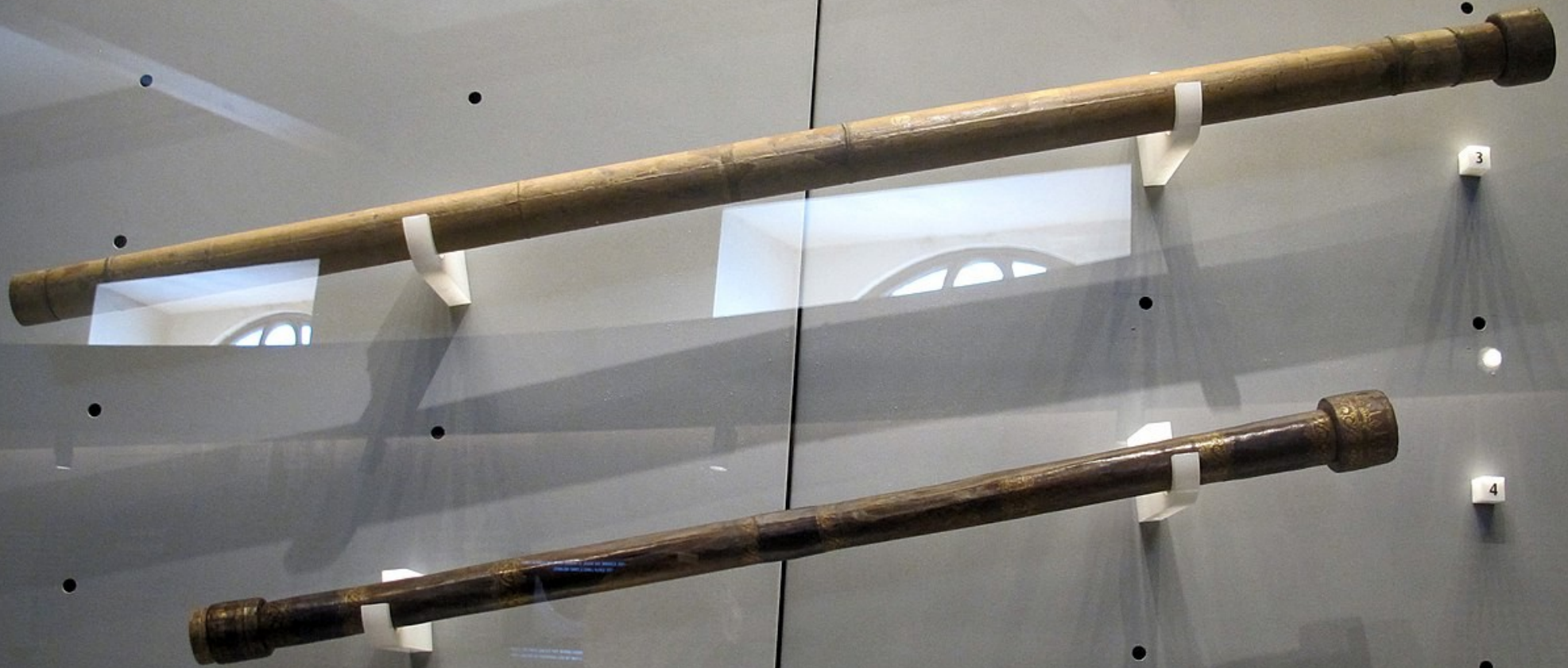
« *Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont le Soleil est un foyer.* »

« *Le mouvement de chaque planète est tel que le segment de droite reliant le soleil et la planète balaie des aires égales pendant des durées égales.* »

En 1619, il publie « **Harmonices Mundi** » dans lequel il publie sa troisième loi :

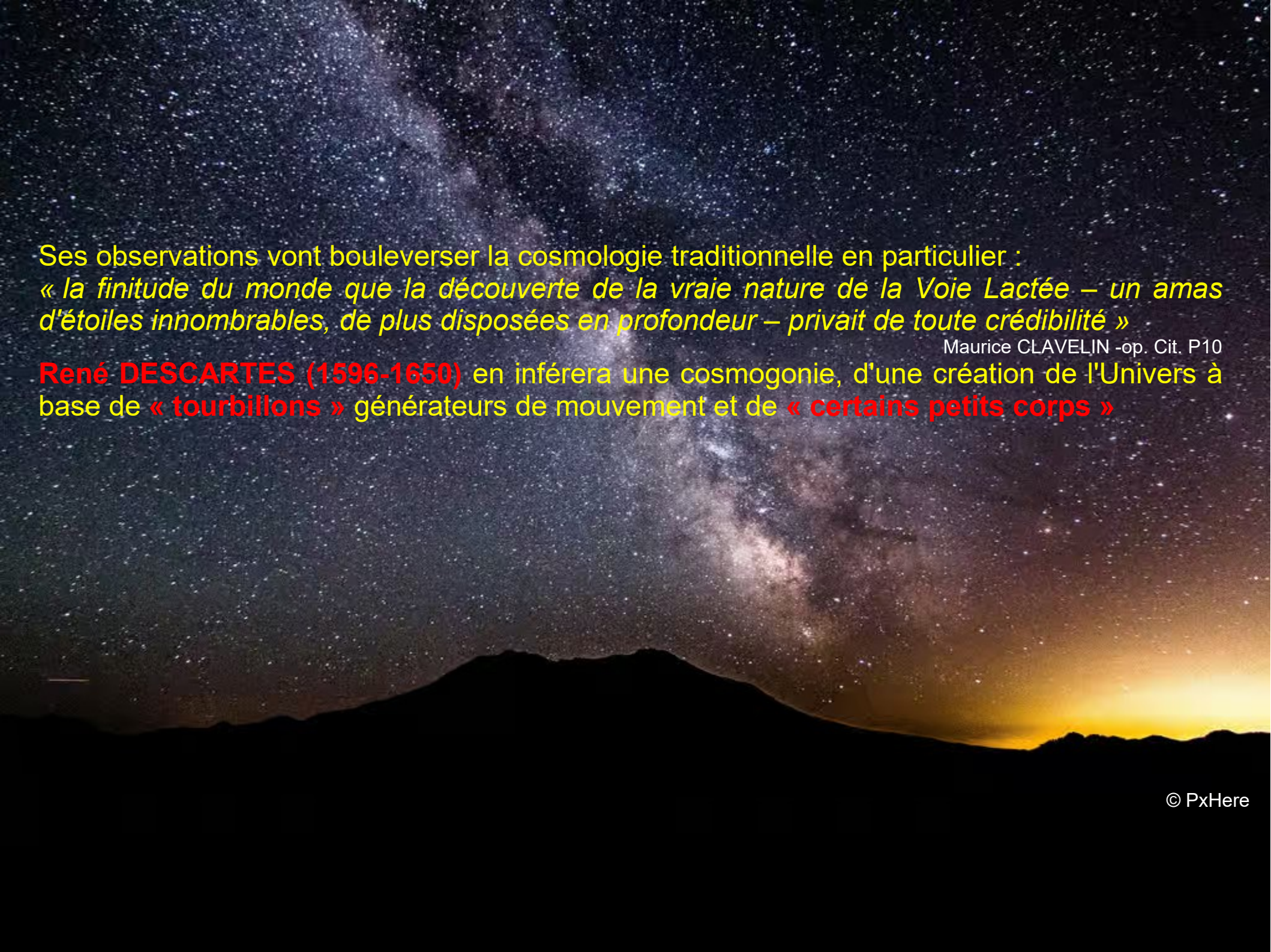
« *le carré de la période est proportionnel au cube du demi-grand axe [de l'ellipse]* »

Jusque là, la vision de l'Univers était restée inchangée : 5 astres errants (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) tournant autour de la Terre (ou du Soleil), la Lune tournant autour de la Terre le tout sur un fond étoilé qui marquait la limite de cet Univers.



Museo Galileo, Firenze

« [C'est **GALILEE (1564-1642)**] qui grâce à sa lunette imposa une nouvelle vision du ciel, bousculant irrémédiablement la vision traditionnelle et avec elle la façon d'aborder les problèmes concernant le système du monde. »



Ses observations vont bouleverser la cosmologie traditionnelle en particulier :
« la finitude du monde que la découverte de la vraie nature de la Voie Lactée – un amas d'étoiles innombrables, de plus disposées en profondeur – privait de toute crédibilité »

Maurice CLAVELIN -op. Cit. P10

René DESCARTES (1596-1650) en inférera une cosmogonie, d'une création de l'Univers à base de « **tourbillons** » générateurs de mouvement et de « **certaines petits corps** »

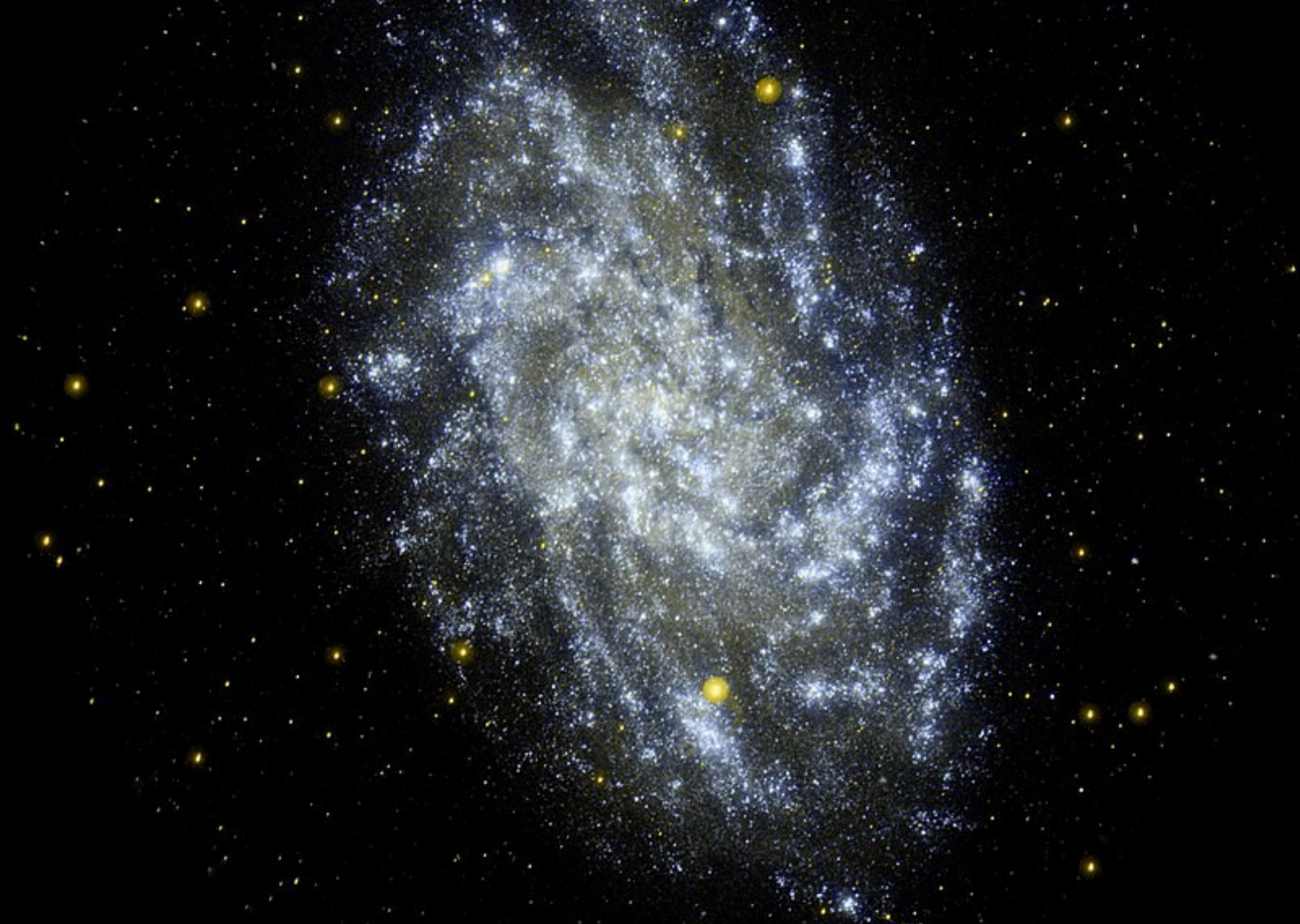


Télescope de 6 pouces de NEWTON(Andrew Dunn)

En 1663, le mathématicien écossais **James GREGORY (1638-1675)** fut le premier à proposer la formule du **télescope** où un miroir concave est utilisé pour former l'image. Le mathématicien et physicien anglais **Isaac NEWTON (1642-1727)** en construisit une première version en 1668.

Les lunettes ont une lentille en entrée, au lieu d'un miroir, en sortie les deux instruments utilisent un oculaire.

Les astronomes vont pouvoir observer des formations nommées « nébuleuses » (comme M33 – nébuleuse spirale – découverte en 1654 par **Giovanni Battista Hodierna** et située à près de 3 millions d'année-lumière)



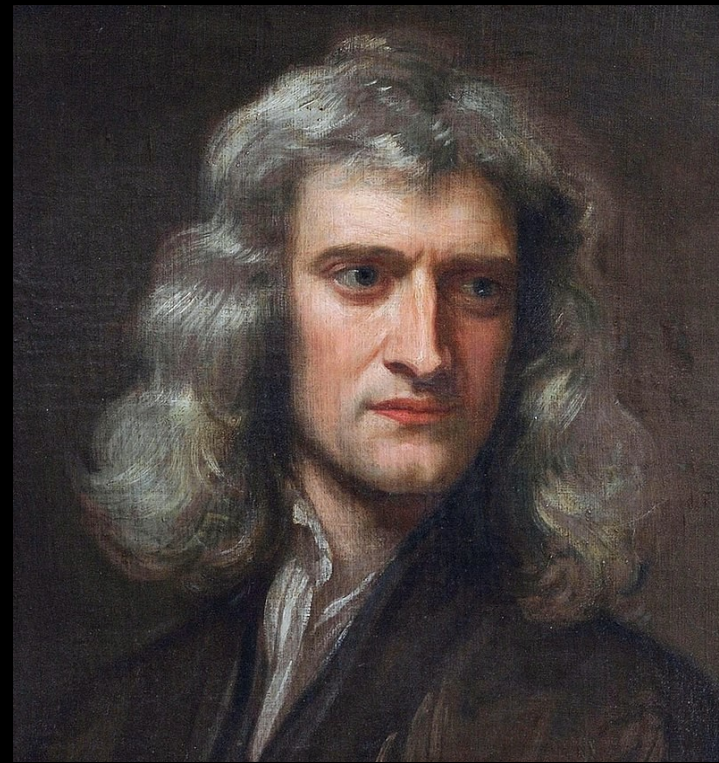
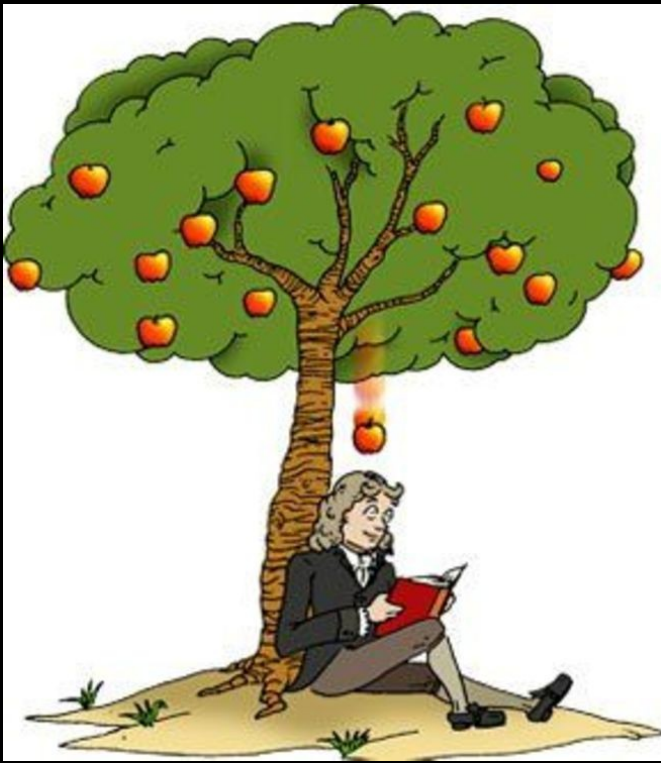
GALAXIE M33 – Constellation du TRIANGLE
NASA/JPL-Caltech – Domaine public

Le philosophe **Emmanuel KANT (1724-1804)** va émettre l'hypothèse, que le Soleil appartient à un système stellaire aplati : une galaxie dirions-nous aujourd'hui. Il va ajouter à ses hypothèses, les observations de l'astronome Français **Pierre Louis Moreau de MAUPERTUIS (1698-1759)** faites sur différentes nébuleuses elliptiques dont la nébuleuse d'Andromède visible à l'oeil nu. De là Kant supposera que l'univers est composé de plusieurs agrégats d'étoiles en forme de disque, et il se pourrait que les nébuleuses elliptiques soient d'autres « galaxies » d'étoiles semblables à notre Voie lactée qu'il nommera « **Univers-iles** »

D'après https://www.memoireonline.com/02/12/5432/m_Lidee-dunivers-de-la-science-classique--la-cosmologie-moderne3.html

GALAXIES M31 et M32 – Constellation d'ANDROMEDE

Adam Evans



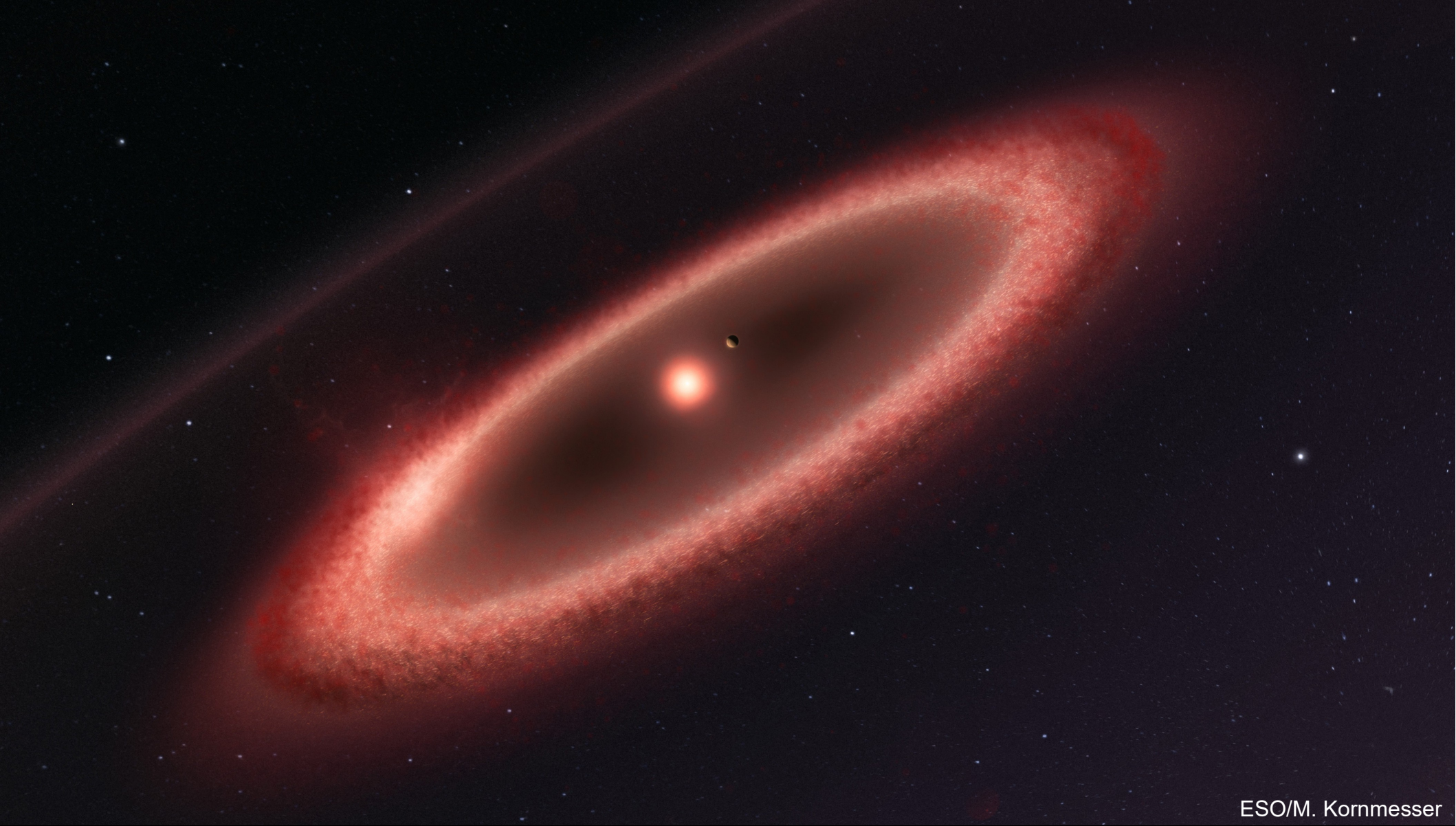
<https://echosciences.nouvelle-aquitaine.science/articles/la-gravite>

Isaac Newton par Godfrey Kneller – Domaine public

Issac NEWTON (1642-1727) va apporter une contribution importante à la compréhension de l'Univers et de son évolution dans son ouvrage « **Philosophiæ naturalis principia mathematica** » paru en 1677 en énonçant « **les lois universelles du mouvement** » (principe d'inertie, principe fondamental de la physique, principe d'action réciproque) puis dans « **De motu corporum in gyrum** » paru en 1684 en énonçant « **la loi universelle de la gravitation** » : les corps s'attirent entre eux proportionnellement à leurs masses et inversement proportionnel au carré de leur distance.

« la gravitation n'est pas seulement une force exercée par le Soleil sur les planètes, mais tous les objets du cosmos s'attirent mutuellement ... la mécanique céleste, qui repose sur les trois lois de Kepler et la loi universelle de la gravitation de Newton, suffit, encore aujourd'hui, à expliquer par le calcul les mouvements des astres dans un univers local, tel que le système solaire »

https://fr.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton



ESO/M. Kornmesser

Par la théorie de la gravitation de NEWTON, on pouvait expliquer la formation d'étoiles et de systèmes protoplanétaires, sans pour autant expliquer l'origine des matériaux y participant.

« [L'] effondrement gravitationnel ... transforme l'énergie de chute en chaleur par frottement ...scénario plausible pour la formation des planètes et du Soleil »

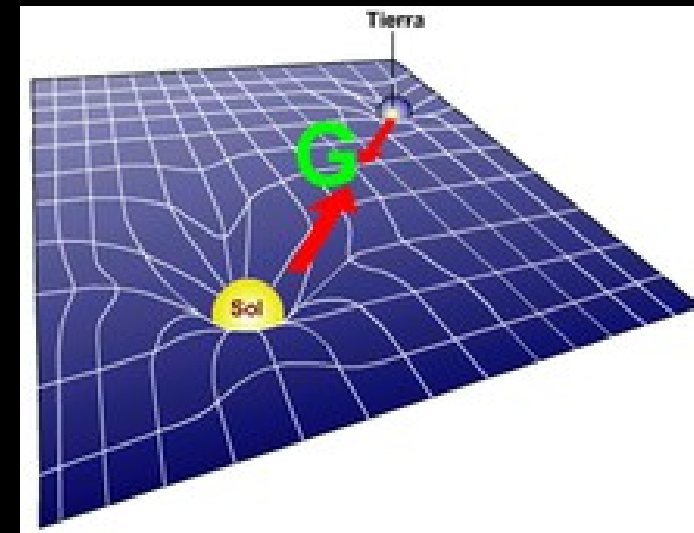
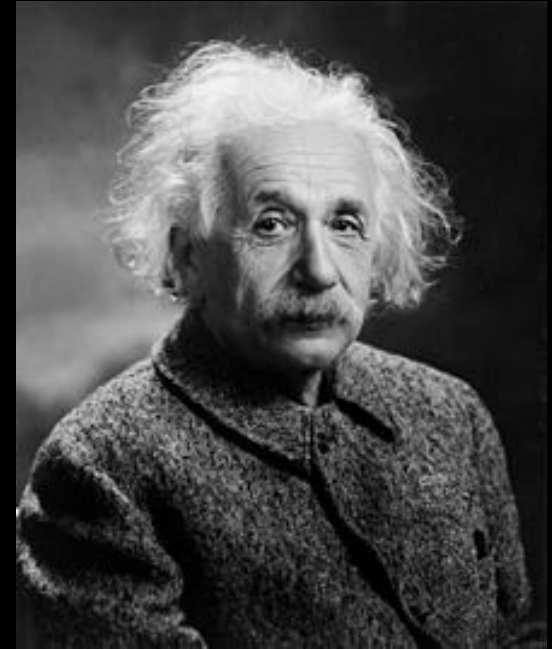
Albert EINSTEIN (1879-1955) avait développé en **1905**, la **relativité restreinte**, établissant que temps et espace sont relatifs au mouvement de l'observateur, liés en un espace unique : **l'espace-temps**. Il cherche à uniformiser la gravitation, dont la vitesse de propagation serait infinie, avec la relativité restreinte qui postule que **toute interaction ne peut se propager au plus qu'à la vitesse de la lumière**.

Il établit (**1915, relativité générale**) que la présence de matière (ou d'énergie), modifie la courbure de l'espace-temps.

La gravitation n'est plus perçue comme une force d'attraction, mais comme une manifestation de la géométrie de l'espace-temps, sous l'influence des objets qui l'occupent.

Les corps se déplacent librement dans un espace-temps courbé par les champs de gravitation selon des géodésiques (lignes de moindre action).

Son modèle présente un inconvénient : il décrit un Univers non stationnaire, il modifiera son modèle mathématique pour le rendre stationnaire (ajout de la « **constante cosmologique** ») et sans courbure.



DES MECANISMES MAIS PAS UNE HISTOIRE



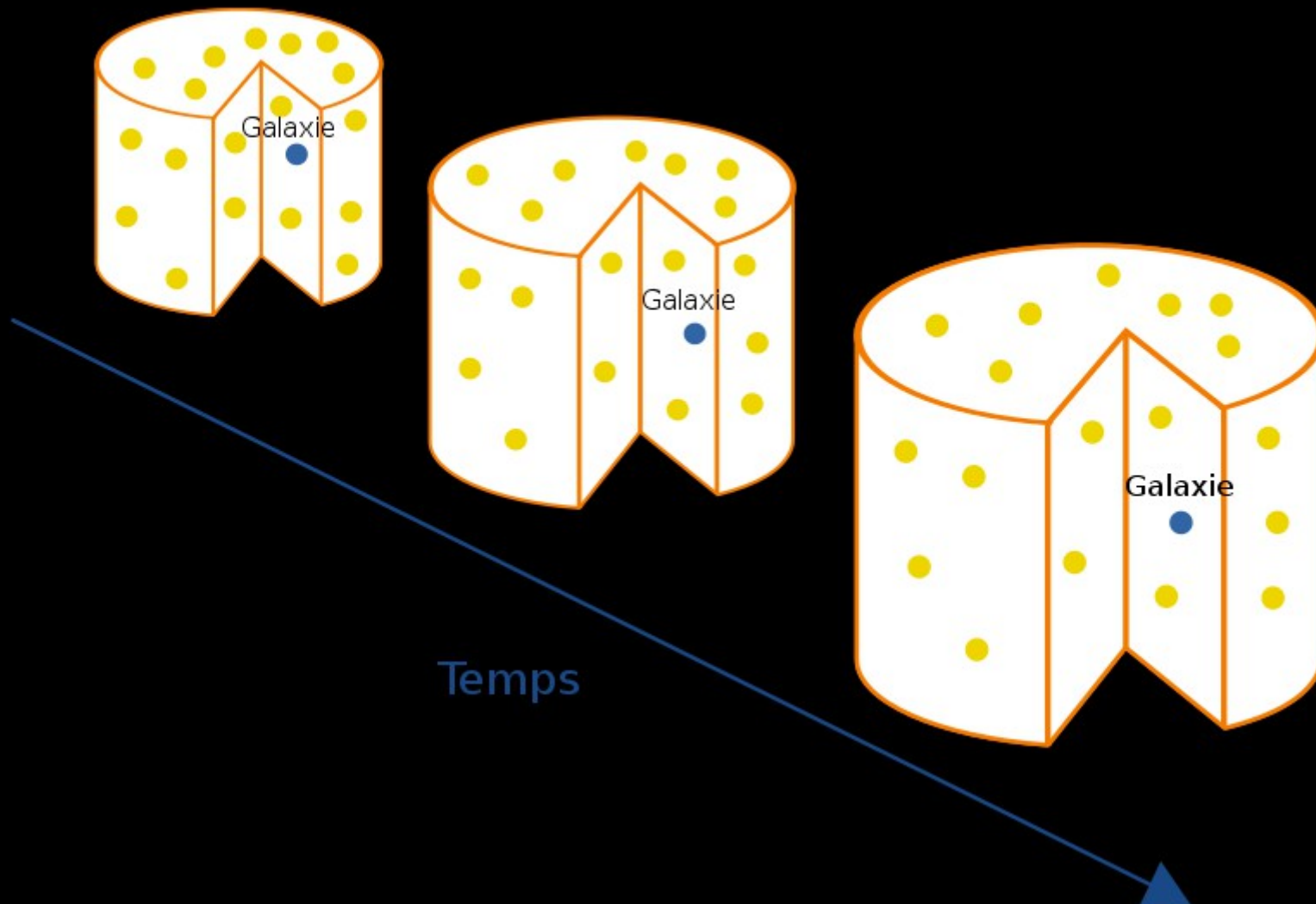
Le russe **Alexander Alexandrovitch FREIDMANN (1868-1925)** publie « **Sur la courbure de l'espace** » en 1922 : où il démontre que selon la valeur attribuée à la constante cosmologique dans l'équation d'EINSTEIN l'existence possible d'univers dont la courbure est constante par rapport aux 3 coordonnées spatiales, mais dépend du temps conduisant à un Univers soit en éternelle expansion, soit stable, soit oscillant (expansion-contraction : **univers phénix**)



Indépendamment, l'abbé belge **Georges LEMAITRE (1894-1966)**, bâtit un modèle où la constante cosmologique se voit attribuée le rôle d'une force « de répulsion cosmique » prédisant une expansion monotone dans son article paru en 1927 : « **Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques** »

Il en déduit que les nébuleuses extragalactiques ont des vitesses de récession qui sont la conséquence cosmique de l'expansion de l'Univers.

EINSTEIN jugea cette physique « **abominable** ».

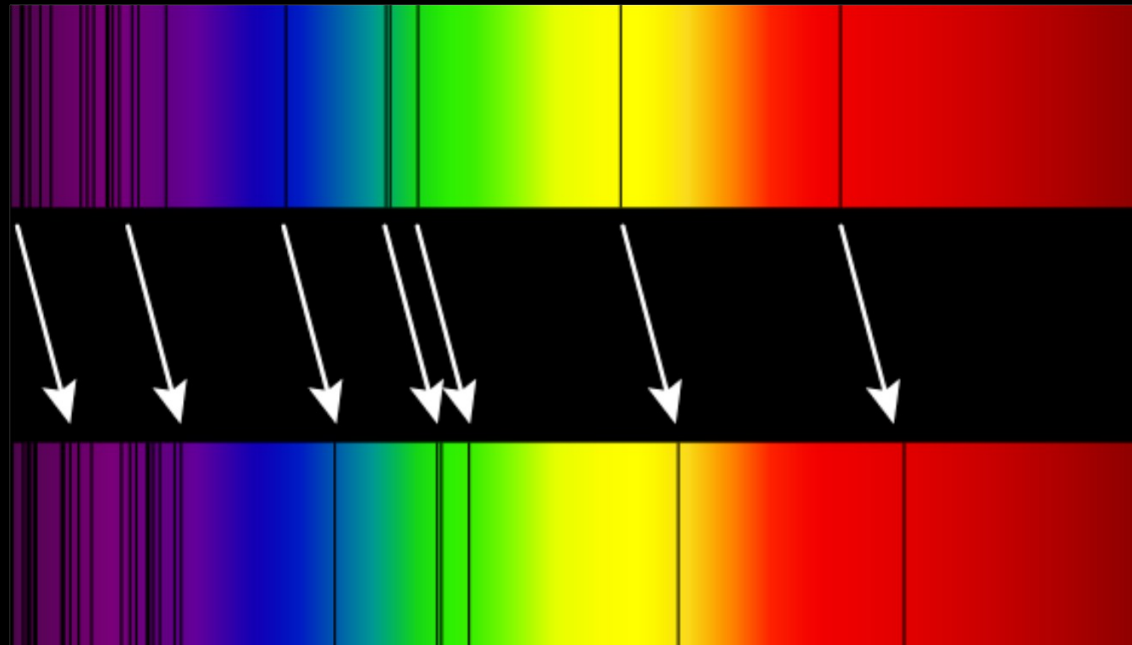


L'expansion de l'Univers imagée par le gonflement d'un gâteau aux raisins

© Lacosmo

Un premier modèle de notre histoire

.... à condition de le démontrer

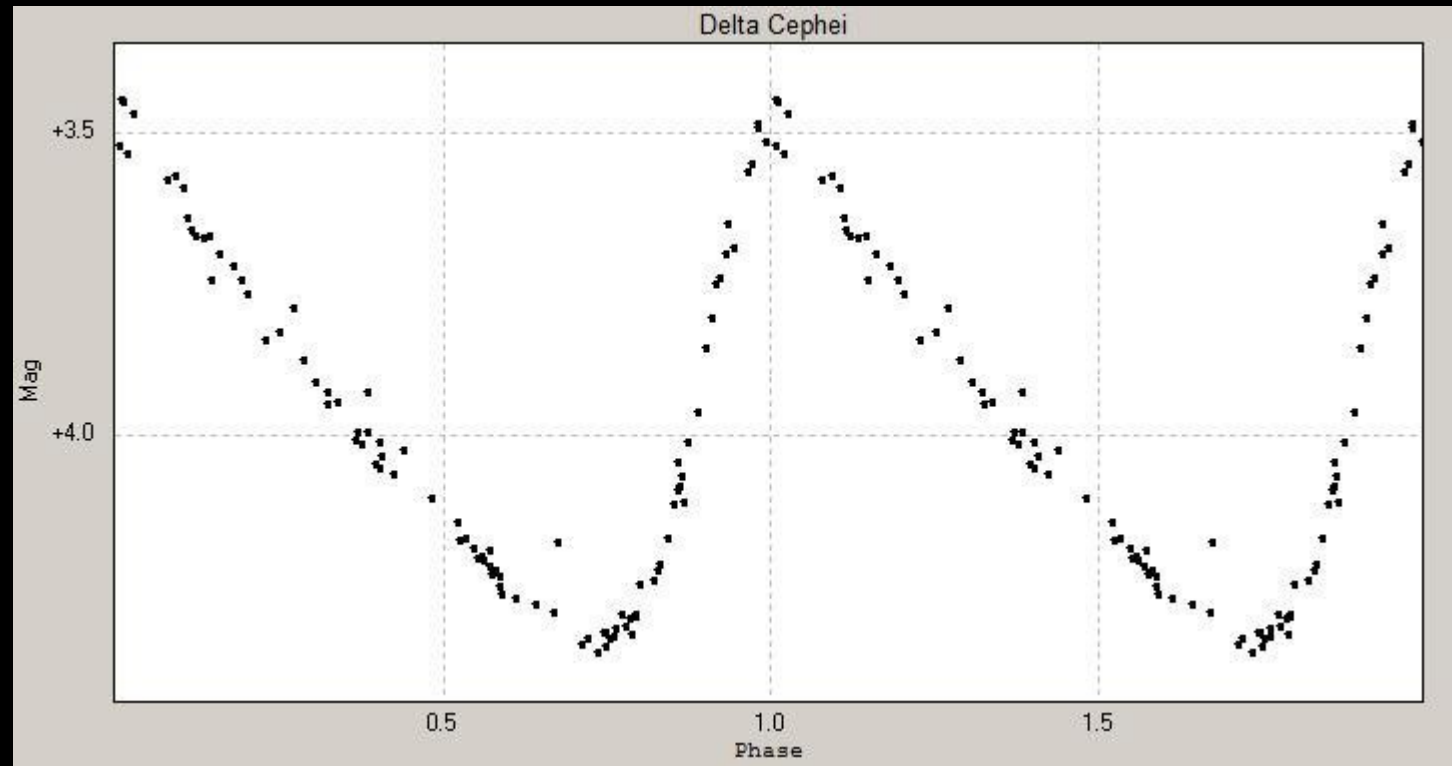


© Georg Wiora (Dr. Schorsch)

La lumière émise par les galaxies présente des « raies d'absorption » caractéristiques de leur atmosphère.

En 1912, **Vesto SLIPHER (1875-1969)** fut le premier à observer le décalage des raies spectrales des galaxies (dont la nature extragalactique n'étaient pas encore établie).

Ce décalage (« **effet Doppler-Fizeau** ») est caractéristique d'une vitesse d'éloignement ou de rapprochement (selon le sens)

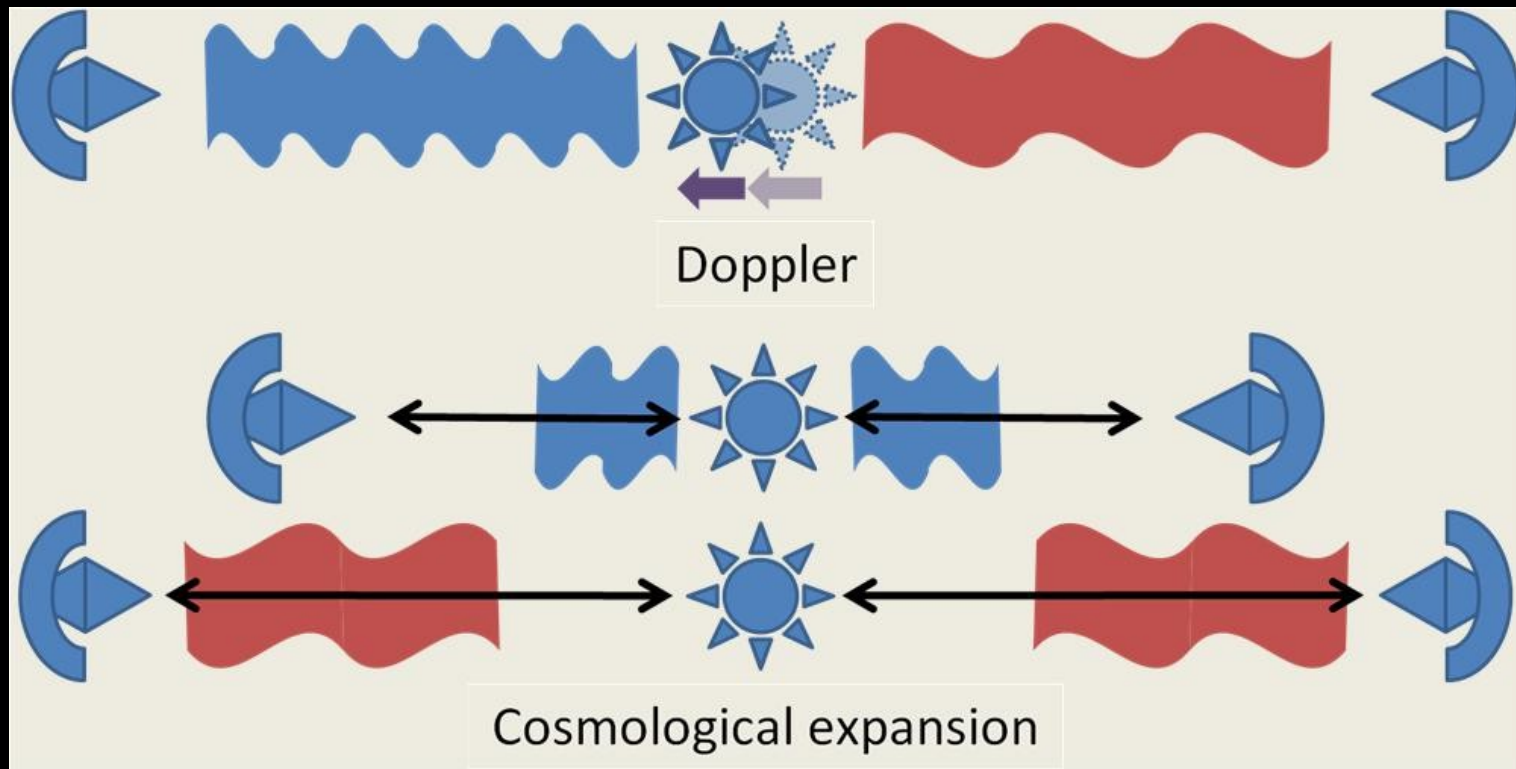


ThomasK Vbg — Travail personnel

Une **céphéide** est une étoile variable, géante ou supergéante jaune, de 4 à 15 fois plus massive que le Soleil et de 100 à 30 000 fois plus lumineuse, dont l'éclat varie de 0,1 à 2 magnitudes selon une période bien définie. Elles ont été nommées d'après le prototype que constitue l'étoile **δ de la constellation de Céphée**.



Henrietta LEAVITT (1868-1921) établit une relation liant la période de variation (temps entre deux maximums ou minimums) à la moyenne de la luminosité apparente de ces étoiles, et donc à leur luminosité absolue (la distance des étoiles entre elles à l'intérieur du nuage est négligeable par rapport à leur distance à la Terre). Ainsi, il suffit de mesurer la distance d'une de ces céphéides (par exemple par la méthode de la **parallaxe**), pour obtenir une relation générale liant leur période et leur luminosité absolue, et ainsi déterminer la distance de n'importe quelle autre céphéide observée. Cette mesure est réalisée pour la première fois en 1916, par **Harlow SHAPLEY (1885-1972)** qui complète la découverte d'Henrietta Leavitt. À partir de cette date, les céphéides deviennent une référence « **chandelle standard** » pour mesurer la distance des étoiles ou de galaxies de plus en plus éloignées dans l'Univers. Malheureusement, cette méthode est limitée à la distance maximale à laquelle on peut observer une étoile située dans une galaxie.



©Brews ohare

Edwin HUBBLE (1889-1963) en collaboration avec **Milton HUMASON (1881-1972)** établit, en 1929, la relation entre la distance des galaxies (à partir des « chandelles standard ») et leur vitesse d'éloignement (par la spectroscopie). Cette relation est désormais connue sous le nom de **loi de Hubble-Lemaître**, à l'origine du concept d'**expansion de l'Univers** formulé par LEMAITRE.

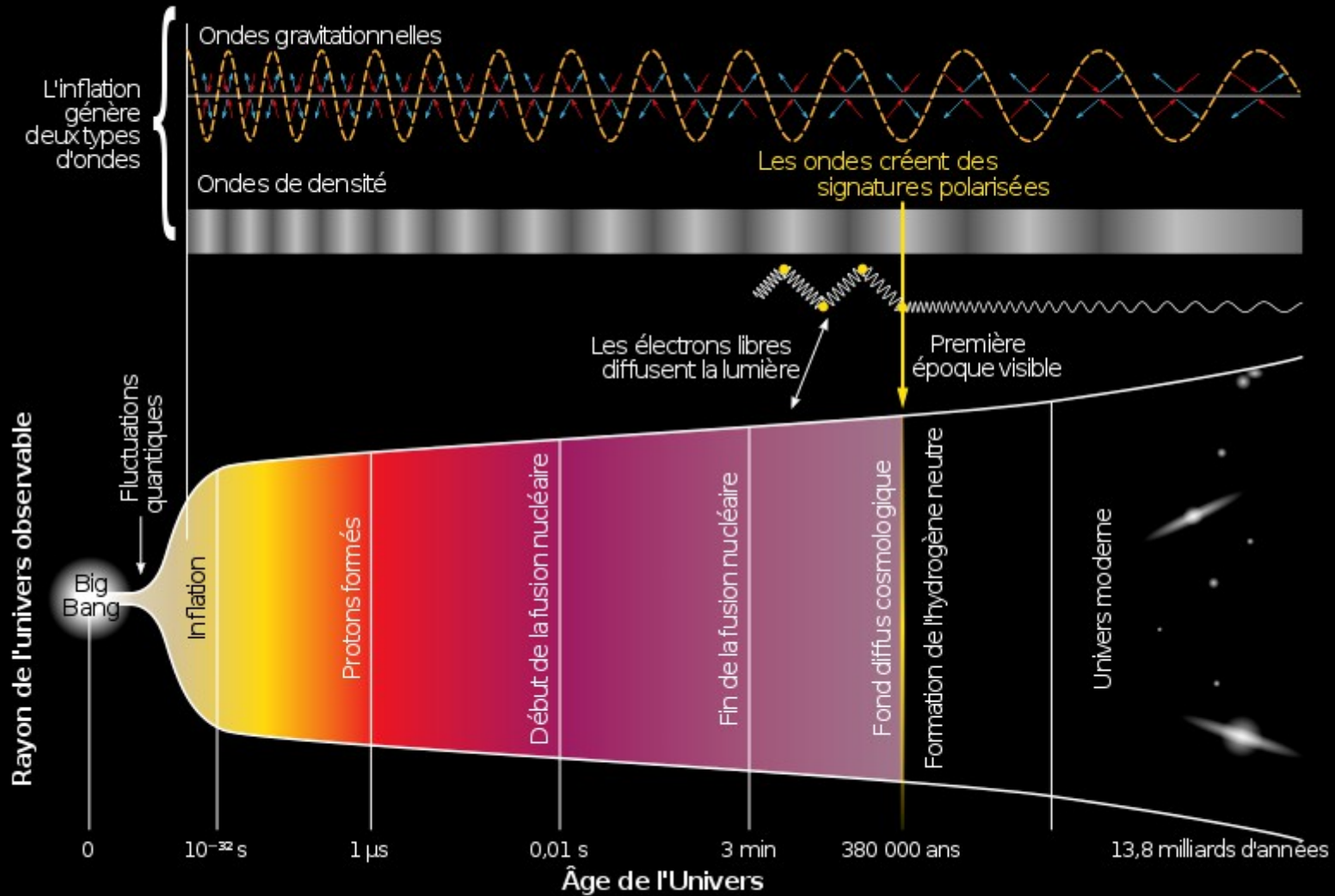
L'évolution de l'Univers est démontrée, son histoire peut maintenant être envisagée. Il suffit de « rembobiner » le film à l'envers.



Georges Lemaître émet en 1931 une « **hypothèse de l'atome primitif** », début temporel de l'Univers, sous forme d'un noyau extra-ordinairement dense et chaud, **singularité** de l'espace-temps. Cette théorie fut appelée ironiquement **Big Bang** par **Fred HOYLE (1915-2001)** en 1949, au cours d'une émission de radio, nom qui resta.

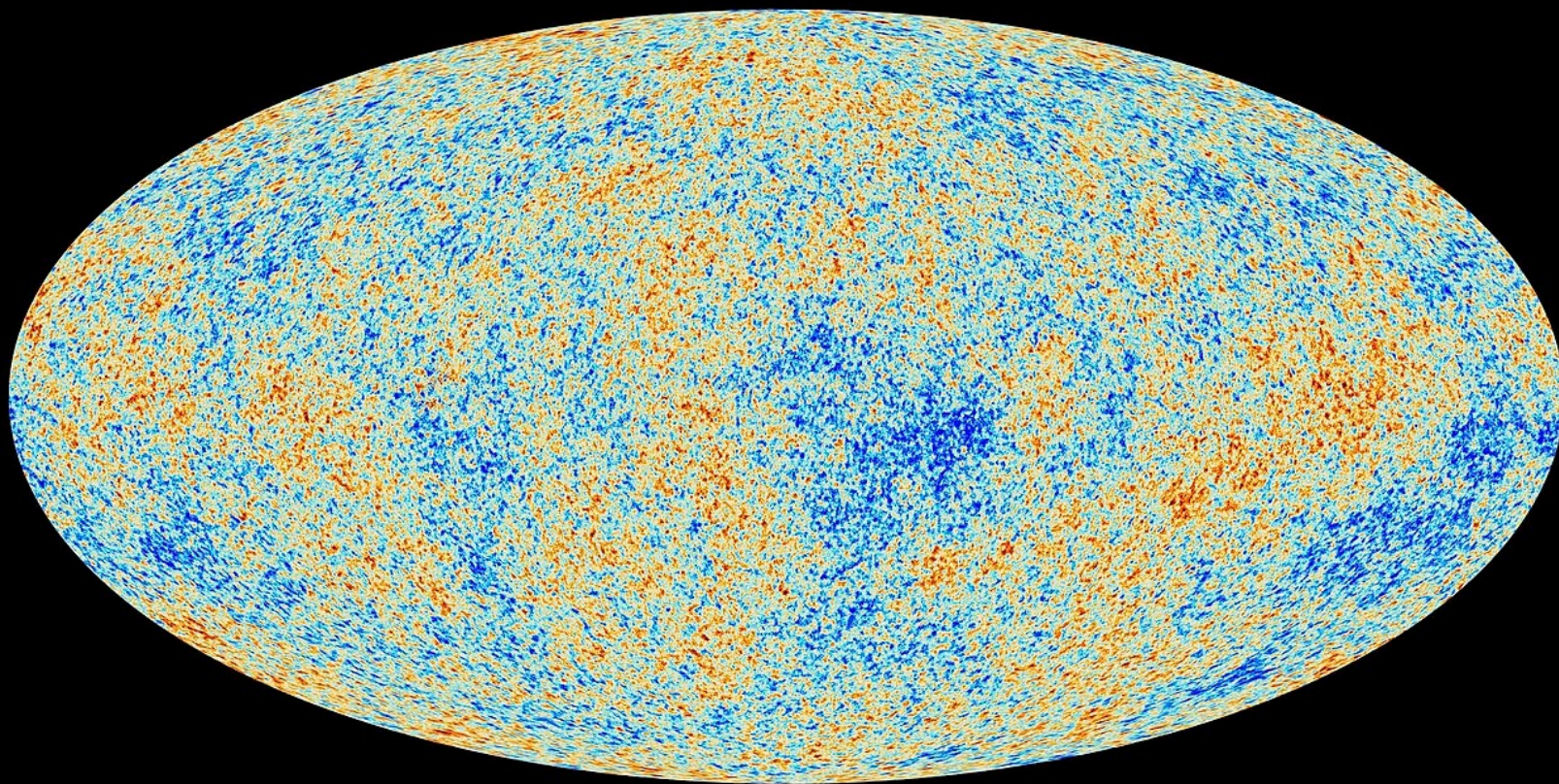
« [Lemaitre] fit savoir que son modèle parlait de commencement, qui est une notion physique, mais non de création qui est un concept philosophique »

Histoire de l'Univers



National Science Foundation

Dans l'hypothèse du Big Bang, l'Univers a un âge fini, que l'on déduit directement de son taux d'expansion. Dans les années 1940, le taux d'expansion de l'Univers était très largement surestimé, ce qui conduisait à une importante sous-estimation de l'âge de l'Univers.



ESA and the Planck Collaboration

L'Univers doit être rempli d'un rayonnement qui perd de l'énergie du fait de l'expansion, selon un processus semblable à celui du décalage vers le rouge du rayonnement des objets astrophysiques distants.

Georges GAMOW (1904-1968) et ses collaborateurs prédisent l'existence d'un **fond diffus cosmologique** à 5°K. Son observation fut faite par **Arno PENZIAS (1933-2024)** et **Robert WILSON (1936-....)** en 1964.

Ces prédictions ont été largement confirmées par plusieurs missions spatiales (**COBE, WMAP, PLANCK**) d'où il ressort un fond diffus extrêmement **homogène et isotrope** (fluctuations de température inférieures à 10^{-5}) à une température de 2,7°K.

Nous avons maintenant une histoire de notre Univers qui, sous l'influence de la gravité, va se structurer pour générer étoiles et systèmes proto-planétaires à l'origine de notre existence.



QUINTET DE STEPHAN

NASA – Domaine public

ET AVANT ?

« Si le temps zéro, auquel nous remontons, en retraçant vers l'arrière l'histoire de l'Univers et de son contenu, marque bien le commencement du temps, alors il nous faut renoncer aussi à la question « Avant ? » car le mot lui-même n'existe qu'avec le temps. C'est une tentation courante ... de sauter à pieds joints par dessus cette barrière pour aller spéculer sur la loi du « grand tout » ... cette spéculation n'est interdite à personne, mais elle doit s'accepter comme spéculation et renoncer à la légitimité du rationnel »

Michel CREZE – op. Cit. p104

TRIPLÉ DE LA CLOCHE DE CINGLER

ESO - OEN



OCCUPONS-NOUS LE SEUL UNIVERS ?

REFERENCES

- Trinh XUAN-THUAN « Le cosmos et le lotus » ALBIN MICHEL 2011
- HISTORASIA – Site dédié à l'histoire pré-colonisation - <https://www.hystorasia.com>
- PLATON - « La République » Livre X (Traduction CHAMBRY)
[https://fr.wikisource.org/wiki/La_R%C3%A9publique_\(trad._Chambry\)](https://fr.wikisource.org/wiki/La_R%C3%A9publique_(trad._Chambry))
- Maurice CLAVELIN « Galilée – Cosmologie et science du mouvement » CNRS EDITIONS 2016
- Le Système Kant-Laplace : la Théorie des « Univers-Iles »
https://www.memoireonline.com/02/12/5432/m_1Idee-dunivers-de-la-science-classique
- Michel CREZE - « Vers l'infini à petits pas » - CNRS EDITIONS 2023

NEBULEUSE DU CASQUE DE THOR

ESO -B. BAILLEUL



MERCI DE VOTRE ATTENTION

SHARPLESS 29 – PEPINIÈRE D'ÉTOILES
ESO – VLT Survey Telescope