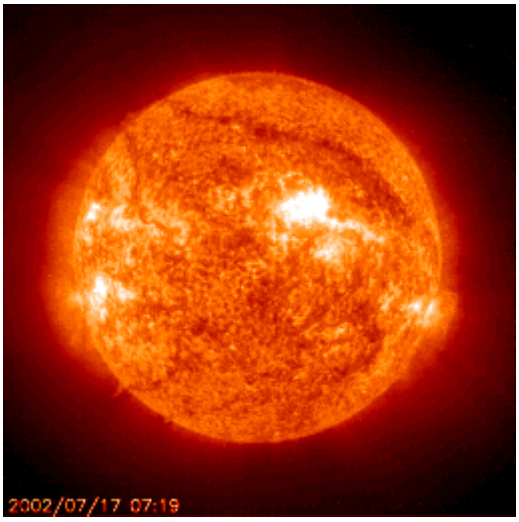
Prof Têtenlair : tout tourne autour de tout, en plus de l'expansion permanente de l'Univers – 2/2

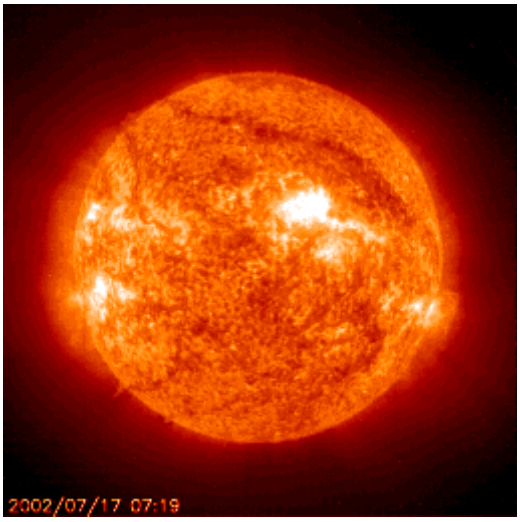
écrit par Professeur Tetenlair | 24 février 2021



Mercredi dernier, Professeur Têtenlair avait pris une bonne résolution : ne pas te faire tourner la tête et ne pas aussi tourner autour du pot, et pour ne pas trop encombrer ton bulbe qui tourne déjà pas mal, Professeur Têtenlair a divisé cette rubrique en deux parties qui tournent bien ensemble pour t'expliquer tous ces phénomènes. Voici donc la partie 2.

PARTIE 2 sur 2

Le Soleil tourne sur lui-même



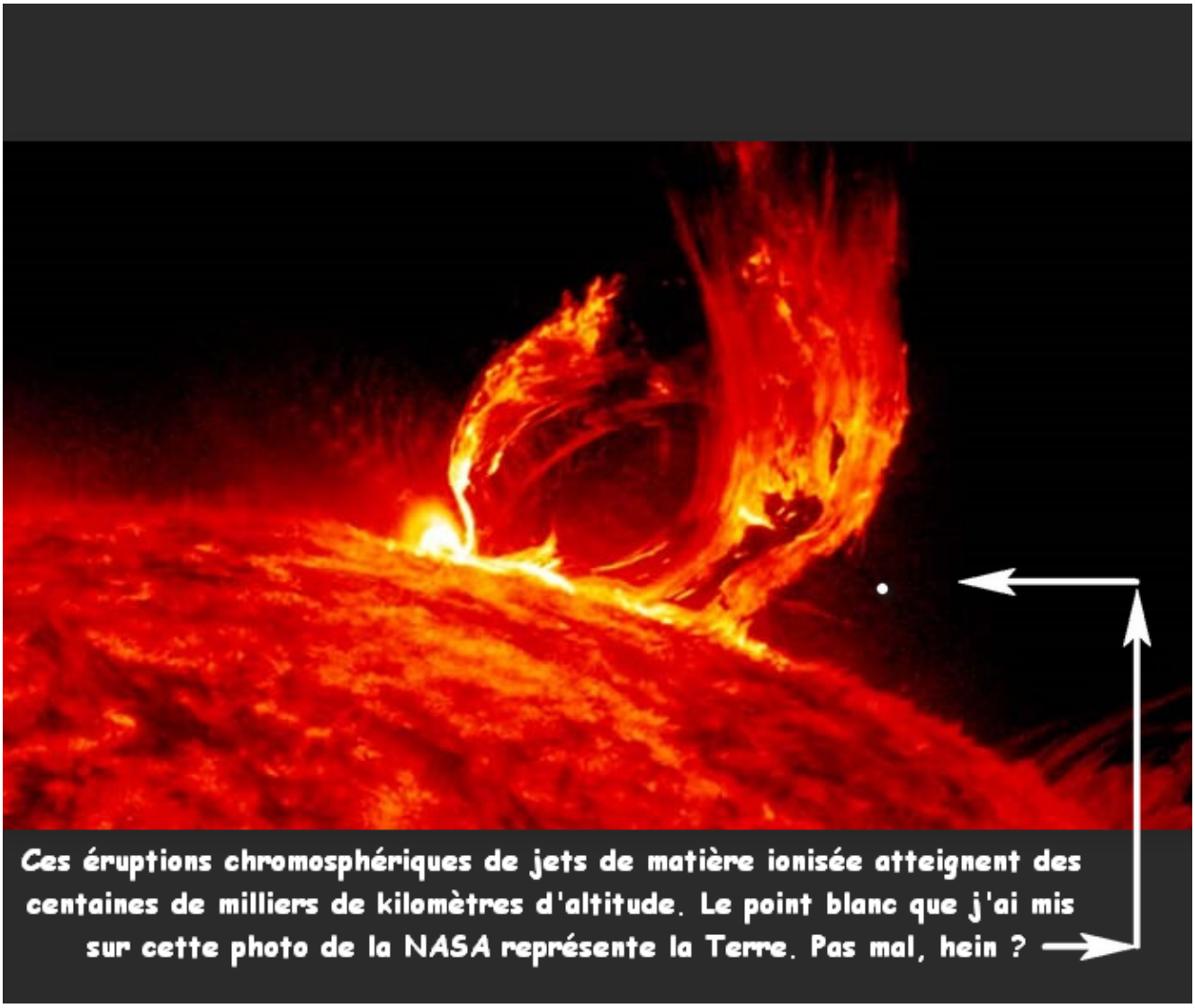
La Terre n’est pas la seule à tourner sur elle-même ! Le Soleil, notre étoile, est lui aussi en rotation, une rotation lente. Mais pourquoi tourne-t-il ?

Découvert par Galilée. Sa rotation n’est pas uniforme comme celle de la croûte terrestre ou de la Lune. L’équateur solaire tourne plus vite que les pôles. A l’équateur, la rotation se fait en un peu plus de 25 jours alors qu’elle dépasse les 30 jours près des pôles.

On explique en partie cette rotation par la contraction gravitationnelle de la nébuleuse protosolaire ayant débouché sur la formation du Soleil. Même très faible initialement, la rotation sur elle-même du protosoleil a dû augmenter au fur et à mesure que la nébuleuse se contractait pour le former, à la façon dont une patineuse tourne plus vite sur elle-même en rassemblant ses bras vers son corps. La rotation actuelle du Soleil est donc un vestige de son origine, un cœur dense dans un nuage moléculaire en train de s’effondrer.

Le savais-tu ?

Le Soleil dégage à sa surface des éruptions ou tempêtes solaires. C'est une activité très importante de l'activité du Soleil. La variation du nombre d'éruptions solaires permet de définir un cycle solaire d'une période moyenne de 11,2 ans. Elles se produisent périodiquement à la surface de la photosphère (= couche de gaz visible de la surface du Soleil) et projette au travers de la chromosphère (= basse atmosphère du Soleil entre la photosphère et la couronne solaire) des jets de matière ionisée qui se perdent dans la couronne à des centaines de milliers de kilomètres d'altitude.



Le Soleil et les planètes tournent ensemble

Oui, le Soleil et les planètes tournent ensemble autour de leur point commun qu'on appelle le centre de masse du système solaire. Ce dernier est encore à l'intérieur du Soleil puisqu'il est à environ 500 000 km du centre du Soleil (dont le rayon est de 700 000 km). Exactement comme la Terre et la Lune (la Lune pesant 1,2 % de la masse de la Terre) dont le barycentre commun est à l'intérieur de la terre (environ 4 500 km du centre de la Terre). Si notre système solaire tourne sur lui-même, c'est grâce à l'explosion d'une supernova.

Alan Boss et Sandra Keiser, de l'institut pour la science de Washington ont publié une étude expliquant avoir trouvé pourquoi notre système solaire tourne sur lui-même. Le coupable : une supernova.

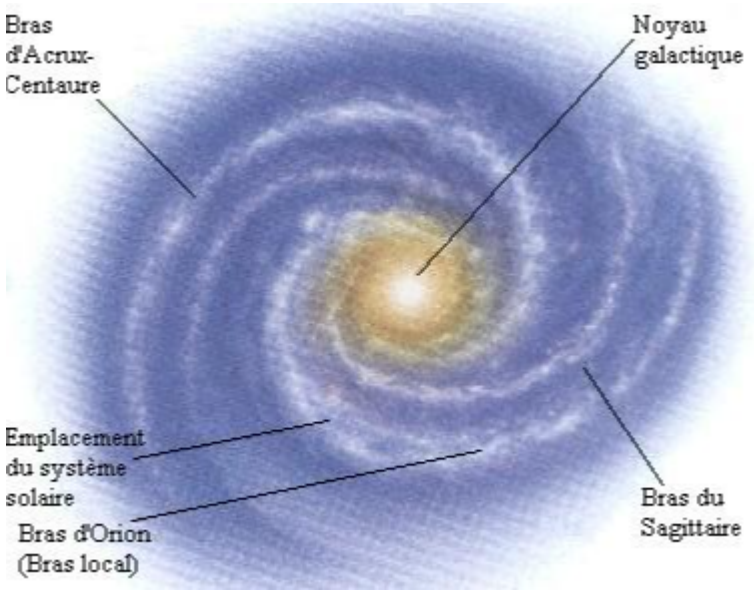
On savait depuis quelques temps que c’est justement l’explosion d’une étoile voisine qui avait permis au soleil de se former. A l’origine, il n’existait qu’un énorme nuage de gaz en forme de disque. C’est l’onde de choc d’une supernova qui a permis à la proto-étoile qui deviendra notre soleil de se former.

Pour arriver à cette découverte, les chercheurs ont étudié des radioisotopes, des particules instables formées lors de l’explosion d’une étoile. C’est ces isotopes spéciaux qui se sont propagés, à la manière de doigts, à quelques endroits particuliers du nuage précédant notre système solaire. Et c’est ces mêmes radioisotopes qui auraient, en fonction de l’angle de leur propagation, entraîné la rotation du système solaire.

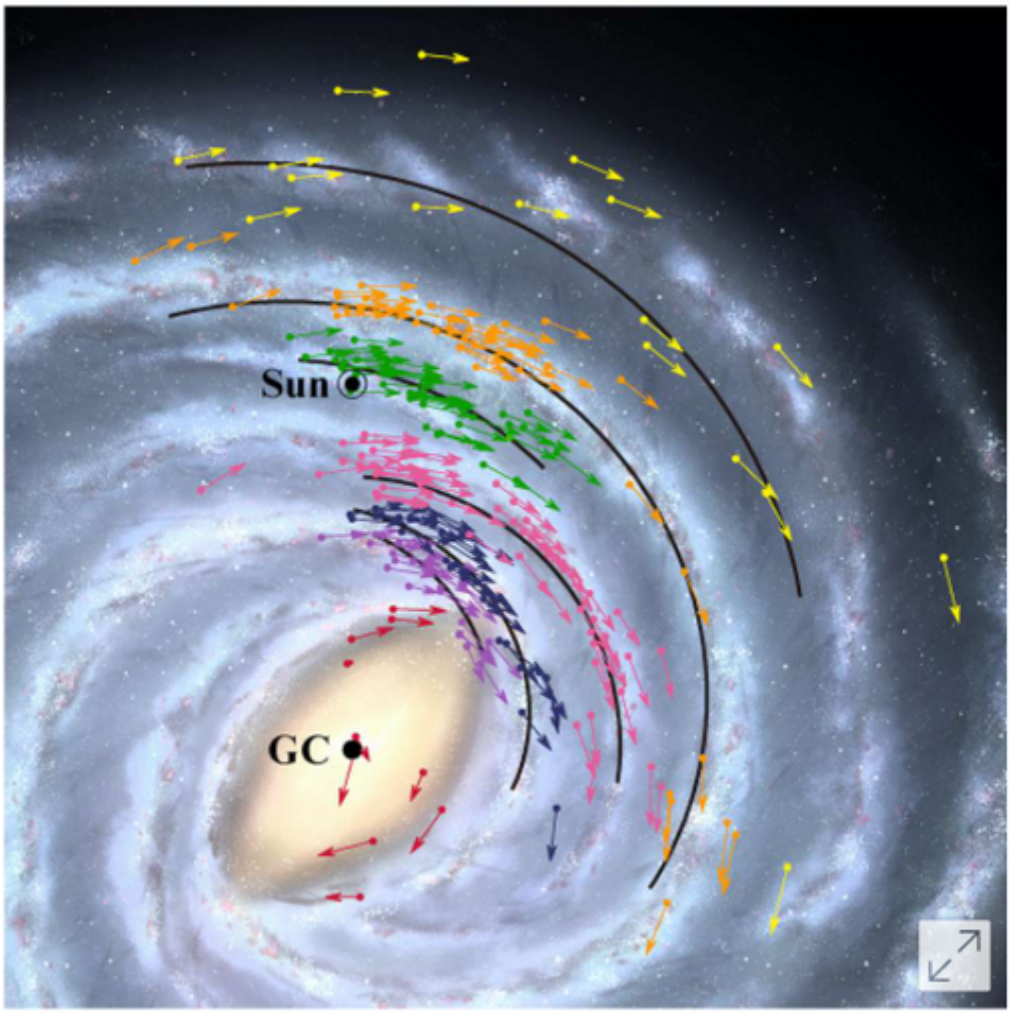
C’est pas beau, tout ça, ma frangine ?

Le système solaire dans son ensemble tourne autour du centre de la Galaxie

La nôtre, la Voie lactée, à la vitesse moyenne de 900 000 km/h. C’est le centre de masse du système solaire qui suit une trajectoire régulière (une ellipse) et non pas le Soleil lui-même. Le Système solaire est situé dans le bras d‘Orion. Il se trouve proche de la périphérie à environ 26 000 al du centre galactique, et à 50 al du plan équatorial.



Le Soleil tourne donc autour du Centre Galactique avec une vitesse de 230 km/s et fait donc le tour de la Galaxie en 250 millions d’années. À son dernier passage au même endroit de son ellipse, il n’existait que les dinosaures sur terre ! Le système solaire aurait donc effectué entre 20 et 21 révolutions galactiques depuis sa formation voici 4,55 milliards d’années. En même temps, il oscille de part et d‘autre du plan galactique tous les 66 millions d’années.



Sur ce schéma, les flèches indiquent les positions et vitesses de 224 objets de la Voie lactée. Les lignes noires montrent les bras de la spirale galactique. Les couleurs représentent des groupes d'objets différents dans un même bras. En arrière-plan, une simulation de notre Galaxie. © NAOJ

Toute la Galaxie tourne ainsi autour de son centre

Sachant qu'environ deux galaxies sur trois sont des spirales et que les étoiles se forment principalement dans les bras spiralés, il est intéressant d'étudier la nature et la morphologie de ces galaxies pour mieux comprendre de quelle manière elles se sont formées et évoluent_

Pour déterminer les propriétés des galaxies et en déduire des propriétés statistiques et physiques, les astronomes doivent d'abord calculer leur masse, leur luminosité, leur brillance de surface, leur vitesse de rotation parmi d'autres paramètres. C'est en analysant ces résultats et en effectuant des simulations pour tenter de modéliser leurs structures qu'ils ont découvert que les galaxies spirales notamment ne

tournaient pas normalement.

La rotation des galaxies

Quand on analyse le spectre d'une galaxie spirale on constate que les parties situées de part et d'autre du noyau sont animées d'une vitesse de rotation opposée. Cette vitesse peut atteindre 500 km/s dans les galaxies les plus massives contre 80 km/s à la périphérie des galaxies elliptiques telle M49.

Pourquoi les galaxies tournent-elles sur elles-mêmes ? Quel phénomène a bien pu les mettre en mouvement ? Pourquoi les spirales ont-elles des bras et quelle est leur nature ?

Les astrophysiciens pensent que les galaxies tournent sur elles-mêmes suite à un phénomène qui s'est produit lors de la formation de l'Univers à une époque où la matière commença à s'accréter (se rassembler) par l'effet de la gravitation. En effet, après l'effet induit par l'expansion brutale de l'Univers, on suppose que la matière se libéra d'une trajectoire rectiligne pour commencer à graviter autour des premiers centres de masse probablement fait de matière sombre, et ensuite des protoétoiles et protogalaxies.

Présentant un moment angulaire, en vertu des lois de la physique, celui-ci a été conservé. C'est ensuite l'accrétion de la poussière et l'agglomération des étoiles qui auraient accentué le mouvement de rotation qui est aujourd'hui très marqué dans les galaxies spirales telles que MS51 "la galaxie tourbillon", M83 ou NGC 1232 présentée ci-dessous.

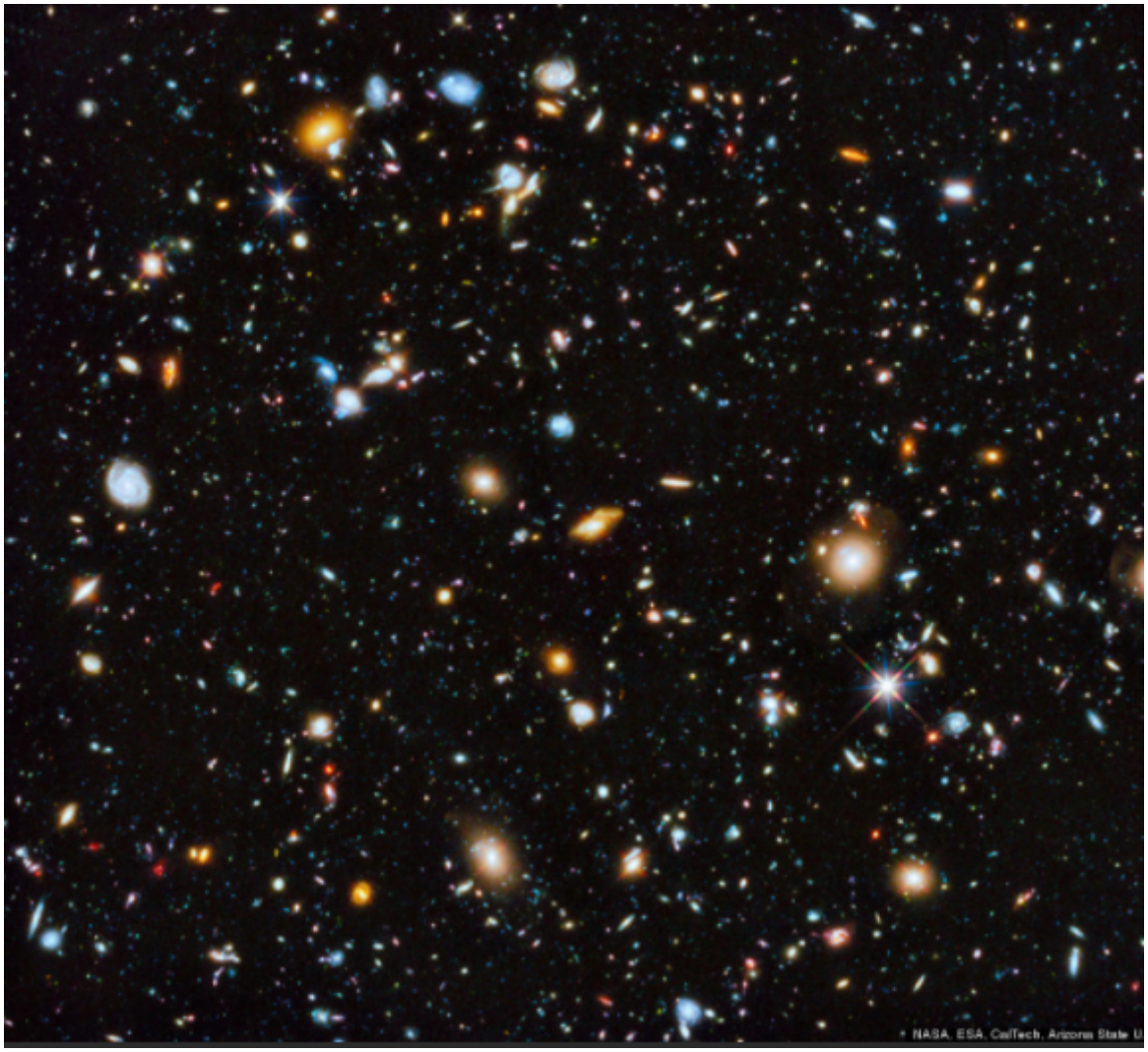
Les galaxies M51, M83 et NGC 1232 (associée à la petite NGC 1232A ou Arp 41) sont marquées par un mouvement spiralé prononcé qui s'est déclenché il y a plus de 10 milliards d'années. Documents Roland Christen (MCT Astro-Physics 10"), Steven Juchnowski (Celestron C11) et NASA/ESA/STScI.

Par ailleurs, il semble exister un sens préférentiel de rotation sans qu'on puisse l'expliquer. Mais il est impossible de conclure aujourd'hui qu'il s'agit d'une tendance générale à grande échelle ou d'un épiphénomène présent dans un nombre restreint de galaxies ou d'amas. Mais cette seule mise en rotation initiale n'explique pas la structure actuelle des galaxies. II faut tenir compte d'autres mécanismes existants.

En résumé, on peut dire que toutes les galaxies tournent ainsi autour de leurs centres. Combien de temps mettent-elles pour effectuer une rotation complète ? Toutes les galaxies spirales (77 % de celles observées dont la nôtre) tourneraient en un milliard d'années, quelles que soient leurs tailles ou leurs masses. Presque aussi âgée que l'Univers (13,7 milliards d'années), la nôtre termine donc sa 14e révolution.

Les galaxies s'éloignent les unes des autres

En réalité, ce ne sont pas elles qui s'éloignent les unes des autres. C'est l'expansion permanente de l'univers dans lequel elles se trouvent qui les écarte régulièrement. Chaque galaxie est comme fixée en une région de l'espace et se trouve entraînée dans son expansion. Le télescope Hubble a fait une série de photos extraordinaires et très connues des astronomes amateurs et professionnels (le "deep field") montrant le champ profond des galaxies parsemées à perte de vue dans l'espace.



Les plus lointaines, visibles sous l'apparence de petits points bleus sur l'image de Hubble, s'éloignent de nous à des vitesses atteignant 90 à 95 % de la vitesse de la lumière, laquelle est de 300 000 kilomètres à la seconde.

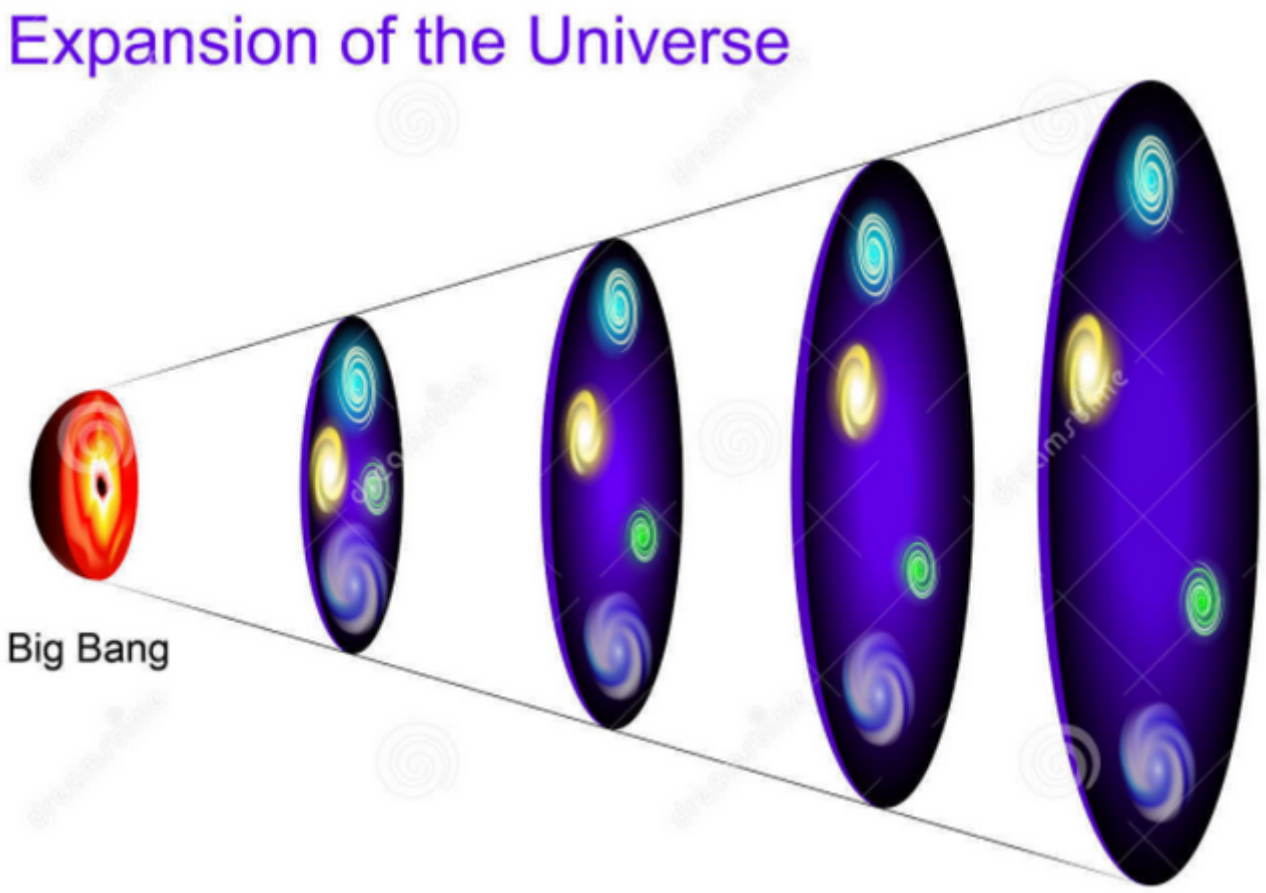
Pourquoi ne voyons-nous pas de galaxies encore plus lointaines ? La réponse est simple : parce qu'elles s'éloignent plus vite que la lumière et qu'en conséquence, leur lumière ne peut pas nous atteindre.

Aller plus vite que la vitesse de la lumière ? Comment est-ce possible ? On nous a appris que, selon la Théorie de la Relativité d'Einstein, la vitesse de la lumière est une limite indépassable !

Cette référence est tout à fait correcte … et pourtant … il faut revenir une fois de plus à Einstein, décidément

incontournable, et examiner de plus près la notion de « vitesse de galaxie ».

Dans la théorie du Big Bang, c'est l'espace lui-même qui est en expansion. Une comparaison aidera à comprendre. Imaginons une membrane de caoutchouc. Dessinons sur elle de petites icônes de galaxies, en les parsemant, ici et là, comme sur la photo du champ profond. Puis, étirons maintenant cette membrane dans toutes les directions. Bien que fixées sur la membrane, les petites icônes paraîtront s'éloigner les unes des autres, alors que c'est leur support qui s'allonge dans tous les sens … Si cette membrane est suffisamment grande, grande comme l'univers par exemple, rien n'empêche d'atteindre la vitesse de la lumière, et même de la dépasser. Si notre membrane est de dimensions infinies, les vitesses pourraient-elles mêmes être infinies.



En d'autres mots, les mouvements des galaxies ne sont pas des mouvements de type ordinaire. Ils sont provoqués par la

géométrie de l’espace dans lequel nous vivons, et en particulier par le fait que cet espace est en expansion. Grâce à cette expansion, elles peuvent atteindre de grandes vitesses si elles sont suffisamment éloignées. Et plus elles sont loin, plus elles s’éloignent vite. C’est bien là le résultat de la campagne d’observations d’Edwin Hubble entre 1920 et 1930.

Bon, ben, voilà ! Ta pas la tête qui tourne ? Tant mieux.

Mercredi prochain, on vivra d’autres aventures : peut-être de savoir pourquoi le Ciel est bleu, par exemple ? Il aurait pu être blanc, marron, vert, rouge, transparent, etc… Bennn, il est bleu, alors pourquoi ?

Et puis, par la suite, on essaiera de comprendre pourquoi les nuages sont-ils blancs, et dans la foulée parce que c’est toi, pourquoi les nuits sont-elles noires et les couchers de Soleil rouges ?

Bye, bye !

Professeur Têtenlair