

Grande Ourse

Astronomes Amateurs de la Côte (ASTRAC) | Observatoire de Marcelin, Morges
www.astrac.ch | info@astrac.ch

Bulletin no 21

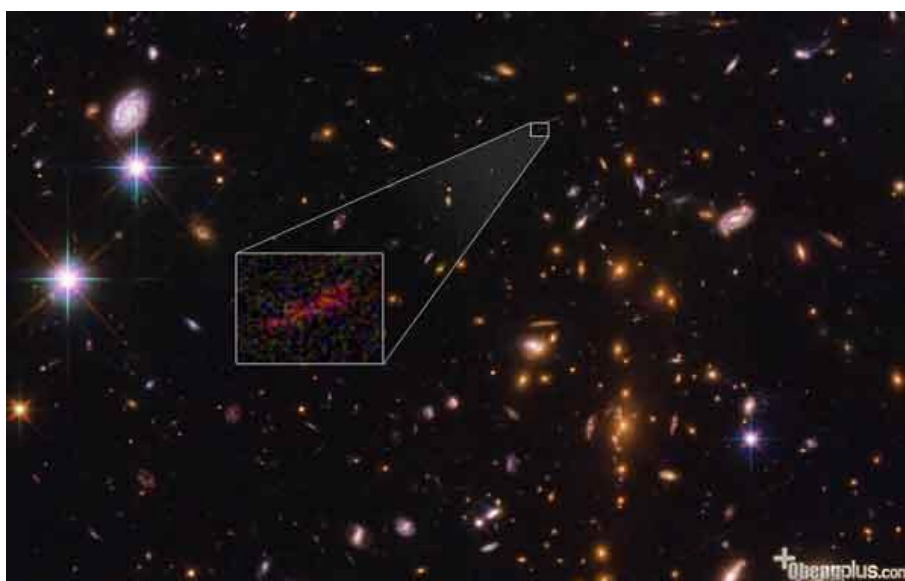
Edition 2020

Quelques nouvelles de l'Univers profond grâce aux lentilles gravitationnelles

Comment traquer les toutes premières Galaxies?

Il est passionnant de scruter l'Univers dès ses premiers balbutiements qui se manifestent à nous grâce à l'observation au travers d'appareils aussi performants que le télescope Hubble en lumière visible (diam de l'objectif : 65 cm) et le télescope Spitzer (diam. de l'obj. 85 cm) en lumière infra-rouge (IR). Et bientôt grâce au télescope **JWST** (diam. de l'obj. 6,5m) en lumière IR qui partira en 2021 et qui se trouvera à 1,4 million de km (contre 600 km pour Hubble et 568 km pour Spitzer à son départ). A ces performances techniques, il faut ajouter **l'effet de lentille gravitationnelle** que le professeur Georges

Meylan nous a expliqué dans sa conférence de novembre 2018 : **c'est le fait de voir un objet massif lointain caché par un obstacle massif : étoile, galaxie, amas de galaxies grâce à la courbure de l'espace-temps.** Phénomène prévisible par la théorie de la relativité générale élaborée par Albert Einstein. Au cours de ce phénomène l'objet qui nous parvient peut être agrandi, répliqué, même augmenté dans sa luminosité dans une situation favorable. C'est grâce à cette particularité que nous avons accès à l'Univers lointain des premières galaxies.



Plongée vers les jeunes galaxies

Entre 2015 et 2017 les astronomes passionnés par le sujet ont regroupé, grâce à un programme commun (RELICS), des données sur 300 galaxies, toutes datant du premier milliard d'années de l'Univers. Ce qui représente 100 heures d'observation sur le télescope Hubble et 900 heures sur le télescope Spitzer (qui a cessé d'être utilisé en janvier 2020). Avec ces données les astronomes espèrent comprendre aussi comment les galaxies ont influencé l'évolution de l'Univers jeune.

Les premières galaxies sont plus petites et plus difficiles à observer. Elles sont très denses en étoiles à cause de l'abondance en hydrogène et en hélium. Elles ne formaient pas de spirale ni d'ellipse, elles étaient plus désordonnées, et leur croissance beaucoup plus rapide. Elles produisaient de nouvelles étoiles à une vitesse prodigieuse, l'hydrogène, sous forme de nuages et de courants froids capturés par la gravitation universelle des galaxies, étant en abondance. A cette époque les galaxies entraient souvent en collision, entraînant l'accélération de leur croissance. L'expansion de l'Univers a ralenti les fusions de grandes galaxies. Les champs de Frontier Fields (= programme d'observation des champs profonds) ont révélé les galaxies les plus petites et les plus lointaines jamais observées, donc les plus anciennes aussi. Leur lumière étant émise environ 400 millions d'années

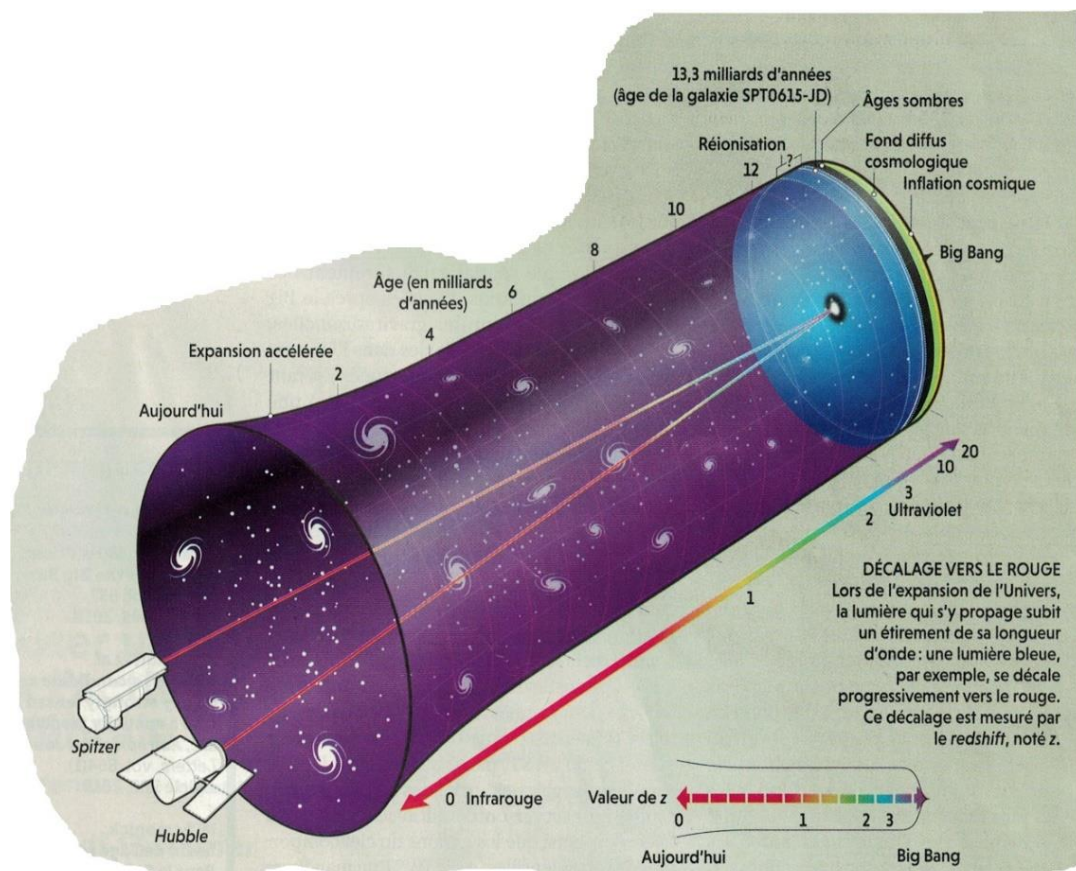
après le Big Bang, et c'est le cas pour la galaxie SPT0615-JD.

A cause de l'expansion de l'Univers, les longueurs d'onde de la lumière des objets lointains subissent un étirement, c'est l'effet du Redshift (=décalage vers le rouge). Or, les étoiles des galaxies jeunes émettaient beaucoup dans les rayons UV, ainsi, leur rayonnement arrive jusqu'à nous dans l'IR proche. On détermine l'âge de l'Univers où l'on observe une galaxie lointaine grâce au décalage vers le rouge de sa lumière, puis on estime l'âge des plus vieilles étoiles qu'elle contient. Mais l'atmosphère terrestre est opaque au rayonnement IR. Le télescope Spitzer est le plus performant à ce jour pour étudier ce rayonnement.

Que dire sur la galaxie SPT0615-JD ?

Image en page 1 prise par le télescope Hubble

Cette galaxie nous offre l'image la plus détaillée à ce jour, d'une galaxie aussi ancienne. Son diamètre : 2500 a-l (=année lumière) (Voie lactée : 100'000 a-l) Sa masse : 3 milliards de masses solaires (Voie lactée : 300 milliards m.s). Ces mesures pourront encore être confirmées par le JWST. D'autres galaxies plus anciennes ont été détectées mais aucune n'a donné d'image plus nette que celle de SPT0615-JD. Elle est observée quand l'Univers n'avait que 3,5% de son âge actuel.



Comment ces galaxies ont-elles transformé le contenu de l'Espace ?

Avec les données apportées par ces nombreuses observations, les astronomes espèrent comprendre aussi comment les galaxies ont influencé l'évolution de l'Univers jeune.

Ils pensent que certaines galaxies ont transformé le contenu de l'Espace en émettant des bouffées de rayonnement UV libéré par les étoiles qui, par cette haute énergie, ont arraché les électrons des atomes d'hydrogène qui emplissent l'Univers à cette époque, le faisant revenir à l'état ionisé : période de réionisation.

Les premières galaxies, n'étant constituées que d'hydrogène et d'hélium, sont plus lumineuses tout en étant plus petites. Avec le temps, les étoiles libèrent des éléments plus lourds. L'arrivée des supernova (= grosse étoile explosant en fin de vie) entraîne la libération des éléments de plus en plus lourds. L'analyse très complexe du spectre lumineux de SPT0615 et de son environnement confirme le fait que les atomes d'hydrogène dans l'Univers primordial ont absorbé la lumière de la galaxie et de ses étoiles, et se sont ionisés en perdant leur électron.

Et la suite ?

Les lentilles gravitationnelles nous ont permis de découvrir des galaxies lointaines avec des télescopes de plus en plus performants, et bientôt avec le JWST. Plus nous regardons loin dans le passé, plus nous constatons que les petites galaxies y représentent une part importante de l'Espace. Si cette tendance se poursuit dans les 400 premiers millions d'années, l'avantage que confèrent les lentilles gravitationnelles n'en sera que plus grand. Elles seront la clé de la découverte des toutes premières galaxies par le JWST, même antérieures à SPT0615-JD. 300 ?, 200 ? millions d'années, pour autant que des galaxies se soient déjà formées à un âge si reculé. La durée de vie très courte du JWST prévue pour 5-10 ans (Hubble fonctionne depuis 30 ans), entraînera une traque intense de ces galaxies du fond de l'Univers.

Le programme RELICS a déjà identifié certaines des galaxies anciennes les plus intéressantes à observer avec ce nouvel outil.

Ce sera une belle victoire le jour où le JWST nous révélera ses premières images de l'Univers profond.

F. Grandjean

Sources : Wikipédia- Pour la science, art. de Dan Coe- Février 2019.

La durée du jour : constante ou variable ?

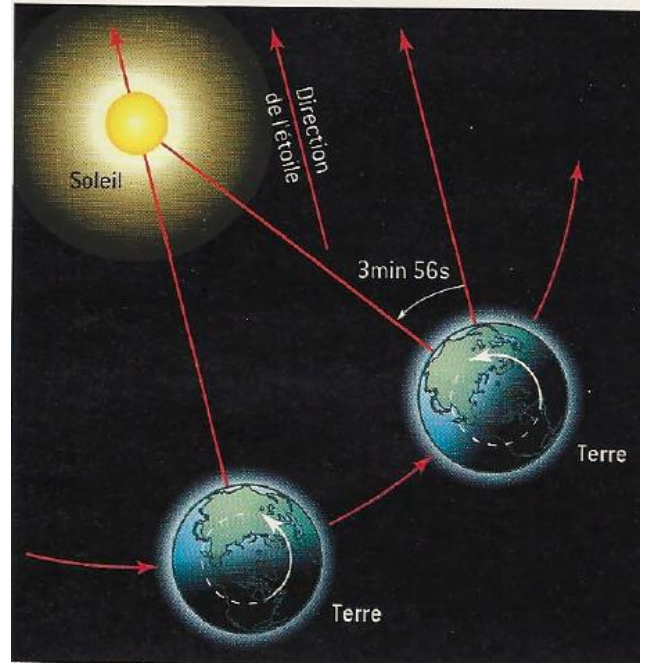
Qu'est-ce qu'une journée ? Combien dure-t-elle ? Pourquoi les cadrans solaires n'indiquent pas l'heure juste ? Combien de fois la Terre tourne autour d'elle-même en une année ? Et d'autres questions encore qui méritent quelques éclaircissements.

De quel jour parle-t-on ?

Commençons par la définition de la journée, telle que nous la vivons au quotidien. On appelle **JOUR SOLAIRE** l'intervalle entre deux passages successifs du Soleil au méridien d'un lieu. Cela veut dire que le lieu en question doit se trouver, à chaque fois, exactement face au Soleil. Par convention on admet qu'un jour dure 24 heures.

En réalité, ce « passage du soleil au méridien » est tributaire de la rotation de la Terre ET de son déplacement autour du Soleil. La rotation de la Terre ne pose pas de problème car elle se fait à vitesse constante. La Terre tourne autour d'elle-même en 23h 56min et 04s. Cela s'appelle **JOUR SIDÉRAL**. A ce moment, un point de la Terre se retrouve en face du même repère dans le ciel. Par contre, comme la Terre a avancé sur sa trajectoire pendant ce temps, ce même point ne fait pas face au Soleil. Pour cela il faut que la Terre ait le temps de tourner encore un peu. Ce temps supplémentaire est de 3min 56s. C'est pour cela que la durée d'un jour solaire est plus

grande que celle d'un jour sidéral. Mais pour nous, c'est le jour solaire qui importe, au quotidien.

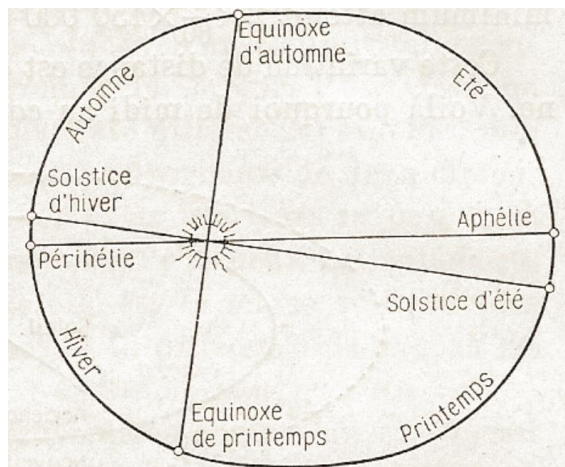


En fait, comme chaque jour la Terre effectue un peu plus qu'un simple tour autour d'elle-même, au bout d'une année, la Terre accomplit une rotation de plus que le nombre de jours de l'année !

Mais la vitesse de déplacement de la Terre n'est pas constante

Les choses se compliquent un peu à cause de la vitesse de déplacement de la Terre, qui n'est pas

constante, car la trajectoire de la terre est elliptique. La Terre avance plus vite quand elle est proche du soleil (en hiver, pour l'hémisphère nord) et plus lentement quand elle s'en éloigne (en été).



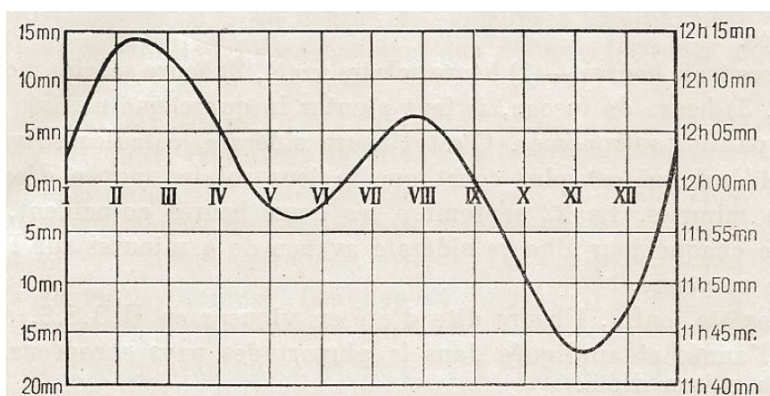
Quand elle avance plus vite, elle parcourt une distance plus grande, il lui faut donc plus de temps pour que le point de référence se trouve à nouveau face au Soleil, pour marquer midi vrai. Par conséquent, la durée de cette journée sera plus grande que les 24 heures de notre montre. Inversement, quand la Terre va plus lentement, la durée de la journée sera plus courte et, quand nous lirons midi sur le cadran solaire, il sera midi moins quelques minutes sur notre montre.

Vous l'aurez compris, nos montres avancent toujours à la même vitesse et indiquent, par commodité, un temps moyen, appelé **TEMPS LEGAL**. Il en résulte que chaque jour dure exactement 24 heures de nos montres mais en réalité, et si on se fie au Soleil, il y a des jours qui durent un peu plus et d'autres un peu moins !

Cadran solaire et corrections nécessaires

Si le seul facteur était la variation de la vitesse de la Terre, la correction des indications des cadrans solaires pour faire en sorte que l'heure indiquée coïncide avec celle de nos montres serait simple. Nous aurions alors deux seuls moments dans l'année où heure solaire et heure légale seraient identiques, aux deux solstices. Mais une deuxième correction, plus compliquée, doit être apportée pour tenir compte de l'obliquité de l'axe de la Terre.

L'addition de ces deux corrections donne les valeurs qu'il faut ajouter ou soustraire à l'heure vraie, indiquée par le cadran solaire, pour que celle-ci coïncide avec l'heure de nos montres (heure dite légale). L'ensemble de ces valeurs s'appelle **EQUATION DU TEMPS**. Elles sont souvent données sous forme de tableau, à côté du cadran solaire, ou sous forme de courbe en forme de 8 allongé.



Pour être complet, il convient de mentionner deux autres corrections qui sont nécessaires : la correction qui dépend de la longitude du lieu (midi solaire n'a pas lieu au même moment à Dijon et à Brest, pourtant l'heure légale est la même). Et la correction qui dépend de l'éventuelle introduction de l'heure d'été.

A. Antipas

Sources : Denis Savoie : *Cosmographie*, Ed. Belin . Pour la science I. Perelman : *L'astronomie récréative*, Editions en langues étrangères, Moscou
Jean Lefort : *La saga des calendriers*, Belin . Pour la science.