

Le Soleil, une étoile parmi beaucoup d'autres

Extrait de «*Notre Système solaire*»

Nous sommes dans une Galaxie

Notre Galaxie est un immense système stellaire constitué de quelques centaines de milliards d'étoiles semblables à notre Soleil, ainsi que de gigantesques masses de gaz et de poussière. Elle a la forme d'un disque spiralé, renflé en son centre. Son diamètre est d'environ 100'000 années lumière. Elle tourne sur elle-même, entraînant sur sa partie extérieure des sortes de bras spiraux. La rotation est plus rapide au centre qu'à l'extérieur.

Notre Soleil se trouve un peu à l'extérieur, dans un des bras spiraux. Là où il se trouve, une rotation complète de la Galaxie dure un peu plus de 220 millions d'années.

Par les nuits claires d'été, loin de toute lumière parasite, on peut observer la "*Voie Lactée*", cette magnifique bande lumineuse qui traverse tout le ciel. Avec une paire de jumelles on découvre qu'elle est peuplée d'une immense quantité d'étoiles. C'est une vue partielle de notre Galaxie que nous entrevoyons par la tranche, à partir d'un des bras spiraux en bordure duquel est situé notre système solaire.



La voie lactée (photo Noël Cramer)

Qu'est-ce qu'une année lumière ? Qu'est-ce que l'unité astronomique ?

*Les distances qui séparent les étoiles ou les galaxies sont colossales et le kilomètre est une unité très insuffisante. Aussi on exprime les distances en **années lumière**. C'est la distance parcourue par la lumière en une année. La vitesse de la lumière étant de 300'000 km par seconde, une année lumière est donc égale à 9'461 milliards de km.*

*L'**unité astronomique** correspond au demi-grand axe de l'orbite de la Terre et vaut environ 150 millions de km (plus exactement 149'597'871, 691 m.).*

Une année-lumière = 63'241 unité astronomique

Naissance du système solaire

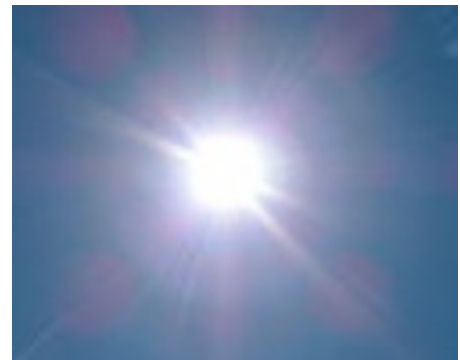
Le système solaire est constitué d'une étoile, le Soleil, autour duquel gravitent neuf planètes¹. En regard du Soleil, les planètes ne sont que de minuscules grains de poussière, puisque leur masse totale ne représente que 0.2% de celle du système solaire contre 99.8% pour le Soleil lui-même.

Le système solaire est né il y a quatre milliards et demi d'années, de la contraction d'un immense nuage d'hydrogène et de poussière. En s'effondrant sur lui-même et en se comprimant, ce nuage s'est échauffé jusqu'au moment où la température a été suffisamment élevée en son centre pour amorcer la fusion nucléaire de l'hydrogène qui a fait de cette masse une étoile.

L'effondrement sur lui-même du nuage originel, dû à la force gravitationnelle, a généré un lent mouvement tourbillonnaire responsable de la rotation du Soleil sur lui-même et a entraîné autour de lui-même les planètes sur des orbites presque circulaires..

Le Soleil

Le Soleil est l'une des 200 milliards d'étoiles qui constituent notre Galaxie. C'est la seule dont la surface soit accessible à notre observation. Sa masse fluide, d'un diamètre de 1'390'000 kilomètres, est composée presque uniquement d'hydrogène et d'hélium. Tous les autres éléments chimiques y ont été décelés, mais en très petites quantités. Le Soleil tourne sur lui-même, avec une période d'environ 27 jours terrestres. Comme il est fluide, sa vitesse de rotation est plus élevée à l'équateur qu'aux pôles.



Au cœur du Soleil, une gigantesque fournaise nucléaire

A la surface du Soleil la température atteint 5'500° degrés. En son centre, où règne une température de 16 millions de degrés, une gigantesque fournaise nucléaire transforme chaque seconde 650 millions de tonnes d'hydrogène en hélium. Au cours de cette réaction,

¹ En réalité Pluton, n'est plus vraiment considéré comme une planète !

Le Soleil, une étoile parmi beaucoup d'autres

5'000 tonnes de matière disparaissent chaque seconde, converties en énergie [E] en accord avec la loi d'Einstein² :

$$E = m \times c^2$$

L'énergie ainsi dégagée empêche d'une part la matière solaire de s'effondrer sur elle-même, et génère d'autre part le rayonnement qui réchauffe et illumine les planètes. Ce rayonnement est de nature électromagnétique : lumière, chaleur.

Surface et atmosphère

La partie visible du Soleil est la *photosphère*. C'est une couche gazeuse d'environ 300 km d'épaisseur, constamment agitée par de gigantesques cellules de convection qui lui confèrent son aspect granulé. Sa température atteint 5'500°.



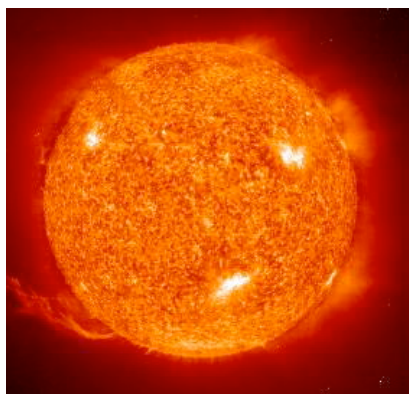
Photosphère avec une tache solaire (Wikipedia)

Des taches sombres, dites *taches solaires*, apparaissent régulièrement avec une périodicité de onze ans. Elles correspondent à des zones plus froides soumises à un champ magnétique intense. Leur origine et leur nature font encore l'objet d'hypothèses variées.

La *chromosphère* et la *couonne*, qui composent respectivement la basse et la haute atmosphère du Soleil, ne sont visibles que lors des éclipses totales.

Dans cette atmosphère, des jets de gaz soutenus par des champs magnétiques intenses sont projetés à des centaines de milliers de kilomètres d'altitude, constituant les *protubérances solaires*.

Cette atmosphère solaire, dont la température peut atteindre un million de degrés sous l'effet des turbulences et des contraintes magnétiques, est en continuelle expansion. Elle envoie dans l'espace un flux de particules ionisées - *le vent solaire* - à plus de 400 kilomètres par seconde.



Les éruptions solaires sont à l'origine du vent solaire



Couonne (en rouge) et chromosphère (en gris) photographiées lors de l'éclipse totale du 11 août 1999

² L'énergie [E] produite est égale à la masse disparue [m] multipliée par le carré de la vitesse de la lumière [c²]

Qu'est-ce que le vent solaire?

C'est un flux de particules ionisées, constitué principalement de protons et d'électrons, qui s'échappent en permanence de la couronne solaire vers les espaces interplanétaires à une vitesse moyenne de 450 km par seconde. Le champ magnétique terrestre dévie heureusement ce bombardement et nous protège de ses effets nocifs sur les tissus

Le Soleil est encore dans la force de l'âge

Agé de 4,6 milliards d'années, on estime que le Soleil continuera à briller sans modification notable pendant encore environ 5 milliards d'années avant d'avoir épuisé tout l'hydrogène qui alimente sa fournaise nucléaire. Mais, lorsque ce combustible sera épuisé, le noyau du Soleil s'effondrera sur lui-même en provoquant l'augmentation de sa température dans ses couches profondes. Les couches gazeuses de la surface se dilateront et le diamètre du Soleil augmentera considérablement (environ 100 fois son diamètre actuel). Les couches extérieures, moins chaudes, vireront au rouge. Il se transformera alors en une *géante rouge*. Sa surface atteindra la planète Mercure qui sera entièrement absorbée. Si la Terre parvient à échapper à cette absorption, la température s'y élèvera de plusieurs centaines de degrés et la vie disparaîtra totalement.

Un milliard d'années plus tard, faute de combustible, cette géante rouge s'effondrera sur elle-même pour atteindre le stade de *naine blanche*, astre de quelques milliers de kilomètres de diamètre, constitué de matière dégénérée d'une densité supérieure à une tonne par cm³, et qui n'émettra plus qu'une faible luminosité blanche.

Et, dans une nuit profonde, la Terre continuera de tourner dans un environnement glacé. Seul un point blanc à peine perceptible dans le ciel marquera l'emplacement autrefois occupé par un Soleil rayonnant.

Principales caractéristiques du Soleil

<i>distance moyenne à la Terre</i>	<i>150'000'000 km</i>
<i>diamètre</i>	<i>1'392'400 km</i>
<i>masse</i>	<i>330'000 fois la masse terrestre</i>
<i>densité moyenne</i>	<i>1.4</i>
<i>température de surface</i>	<i>5'500°</i>
<i>température au centre</i>	<i>16'000'000°</i>
<i>âge</i>	<i>4.6 milliards d'années</i>