



# Les distances de l'Univers

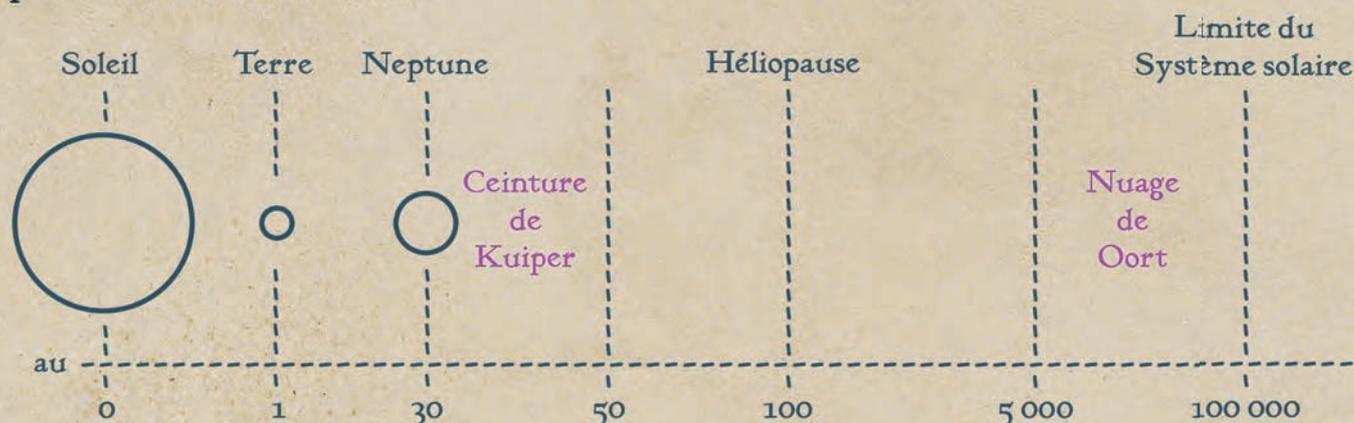
Les distances au sein de l'Univers sont si considérables que des unités de mesure spécifiques ont été introduites pour les caractériser.

## Les distances dans le Système solaire

La première des mesures est l'unité astronomique (symbole : au). En première approximation, on peut considérer que l'unité astronomique est la distance moyenne de la Terre au Soleil. Le rayon de l'orbite terrestre sert ainsi de référence de mesure au sein du Système solaire.

*En 2012, l'Union astronomique internationale (UAI), l'instance suprême des astronomes du monde entier, a décidé de fixer une fois pour toute la définition et la valeur de l'unité astronomique. Elle est égale exactement à 149 597 870 770 mètres, ou 149,597 870 770 millions de kilomètres.*

Avec cette unité de distance, la limite d'influence du Soleil est estimée à environ 100 au, cette limite est marquée par l'héliopause, sorte de frontière où le vent solaire est stoppé par le milieu interstellaire.



Cependant, cette limite est toute artificielle, car l'influence gravitationnelle du Soleil n'a pas de limite. Le Système solaire lointain se compose de la ceinture de Kuiper, région située en 30 et 50 au, puis le nuage de Oort, dont la taille est comprise entre 5 000 au et 100 000 au. La limite extérieure du nuage de Oort peut être considérée comme la limite du Système solaire.

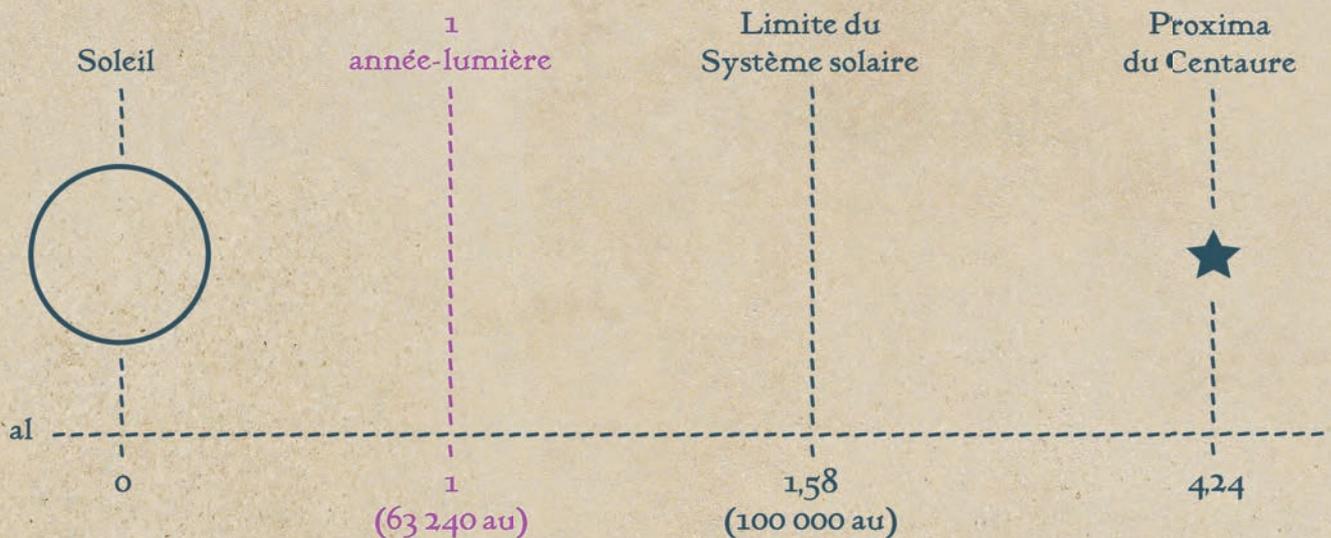
## Les distances dans la Galaxie

Lorsque l'on atteint les limites du Système solaire, l'unité astronomique n'est plus vraiment adaptée aux distances rencontrées. On utilise alors une autre unité : l'année de lumière (symbole : al), qui correspond à la distance parcourue par la lumière pendant une année.

Sachant que la vitesse de la lumière est égale exactement à 299 792 458 mètres/seconde, l'année-lumière vaut 9 460 730 472 580 800 mètres, ce qui est bien évidemment imprononçable, ou alors sous la forme 9 460,730... milliards de kilomètres.

Pour simplifier, nous pouvons donc admettre qu'une année de lumière vaut environ 10 000 milliards de kilomètres, ou aussi un peu plus de 63 240 unités astronomiques.

Ainsi, la limite extérieure du nuage de Oort se situe à une distance de 1,58 al, ce qui semble tout de suite très petit, d'autant plus lorsque l'on considère que l'étoile la plus proche de nous – en dehors du Soleil bien évidemment – se trouve à seulement 4,24 al : il s'agit de Proxima du Centaure, visible uniquement dans l'hémisphère Sud.



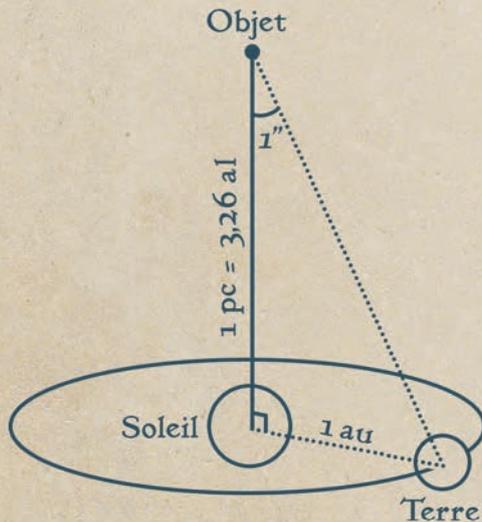
## Les distances dans la Galaxie

Lorsque l'on considère les limites de notre galaxie, la Voie lactée, l'année de lumière est à son tour inadaptée aux distances rencontrées. Le diamètre de notre galaxie, sorte de grand disque aplati qui tourne sur lui-même, est de 100 000 al.

Les astronomes ont alors modifié une nouvelle fois leur échelle de distance en introduisant une nouvelle unité, le parsec (symbole : pc).

Le parsec vaut 3,261 563 al. Cette unité a elle aussi une signification physique qui lui a d'ailleurs donné son nom : c'est la distance où le rayon de l'orbite terrestre est vu sous un angle d'une seconde de degré ( $1''$ , c'est la  $3\,600^{\circ}$  partie d'un degré).

On dit encore qu'une étoile située à une distance de 1 pc a une parallaxe de  $1''$ , d'où le nom de parsec.



Tout comme l'unité astronomique, le parsec est donc une unité liée à l'orbite terrestre. L'intérêt de cette unité est que son inverse donne immédiatement la parallaxe exprimée en secondes de degré de l'astre considéré. Dans cette unité, le diamètre de la Voie lactée est de 30 674 pc ou 30,7 kpc (kiloparsec). Sans trop savoir pourquoi, l'usage permet de « peser » le parsec et de parler de kiloparsec, contrairement à l'année de lumière.

L'année-lumière reste encore l'unité la plus utilisée lorsqu'il est question de distances sur des échelles cosmologiques. Notre galaxie appartient à un amas de galaxies nommé « groupe local » et qui en compte environ une quarantaine. La taille du groupe local est de 10 millions d'al ou de 3 millions de parsec. La taille de l'Univers visible est de 13,7 milliards d'al, c'est la plus grande distance qu'il est possible de mesurer.



## Un peu d'histoire

La mesure des distances des corps célestes a été une préoccupation majeure dès les débuts de l'astronomie. Le premier corps dont la distance a été mesurée est le plus proche de nous : la Lune. C'est Aristarque de Samos, au III<sup>e</sup> siècle av. J.-C., qui a réalisé cette mesure au moyen d'un procédé géométrique.

Il faudra ensuite attendre la fin du XVII<sup>e</sup> siècle pour avoir une estimation assez précise de la distance du Soleil et donc la valeur de l'unité astronomique. Cette valeur était très recherchée, car sa connaissance à elle-seule permettait de connaître les distances et les tailles de toutes les planètes du Système solaire.

Ce n'est qu'en 1835 que sera effectuée la première mesure de la distance d'une étoile (Véga de la constellation de la Lyre). Cette mesure s'obtenait encore par des moyens géométriques à l'aide d'une méthode de triangulation classique que les arpenteurs utilisent encore aujourd'hui pour des mesures terrestres, mais difficile à mettre en œuvre pour des corps célestes

Par la suite, pour mesurer des distances de plus en plus grandes, celle des galaxies lointaines par exemple, on a eu recours à la méthode des chandelles standards :

---

*Si l'on prend une bougie dont on aura calibré l'éclat intrinsèque, sa distance pourra ensuite être mesurée par la mesure de son éclat apparent qui ira en diminuant avec la distance.*

---

En astronomie, certains astres jouent ce rôle de bougie : ce sont les étoiles céphéides qui sont des étoiles pulsantes, et les supernovae de type Ia, gigantesques explosions thermonucléaires qui surviennent au sein d'étoiles en fin de vie, et dont l'éclat est si puissant qu'elles peuvent être détectées au fin fond de l'Univers.

*Aristarque de Samos, gravure tirée de l'atlas céleste Harmonia Macrocosmica d'Andreas Cellarius, 1660.*

