

L'Univers et le système solaire

Cours de sciences physiques - niveau 3e

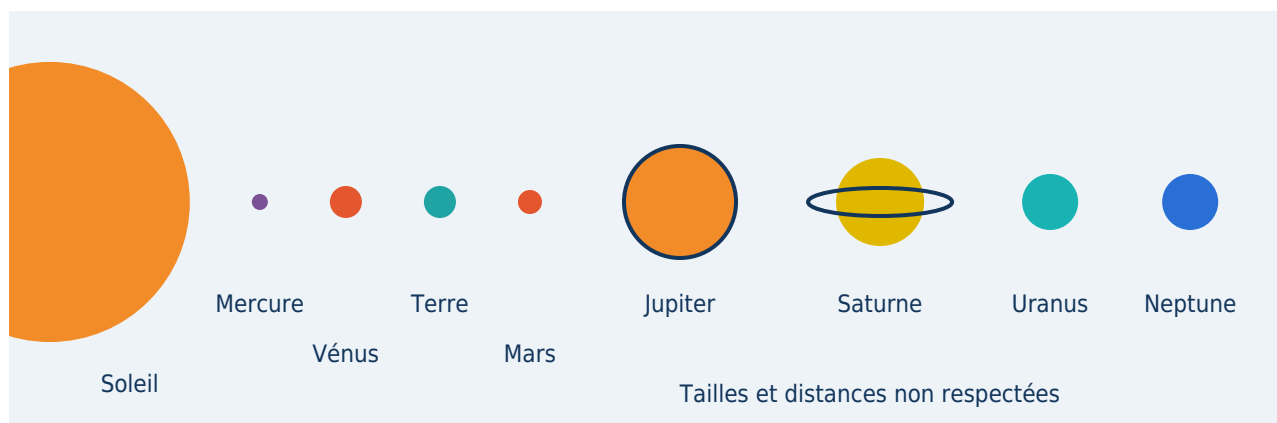
*Le soir, en levant la tête, tu vois la Lune, une ou deux planètes et des milliers d'étoiles. Tous ces astres font partie d'un même ensemble : l'Univers, dont notre **système solaire** n'est qu'un tout petit coin. Comment est-il organisé, et comment mesurer des distances qui dépassent l'imagination ?*

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Le système solaire : une étoile et ses planètes

Le **système solaire** est formé du **Soleil**, d'une étoile moyenne qui contient 99,9 % de sa masse, et des astres qui tournent autour de lui : huit planètes, leurs satellites naturels, des astéroïdes et des comètes. Les planètes décrivent des trajectoires presque circulaires appelées **orbites**, toutes dans le même sens et à peu près dans le même plan.

On distingue deux familles. Les quatre planètes proches du Soleil, **Mercury, Vénus, la Terre et Mars**, sont **telluriques** : petites, denses, avec une surface solide rocheuse. Les quatre planètes éloignées, **Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune**, sont des **planètes géantes** : très grosses, peu denses, sans surface solide (gaz pour Jupiter et Saturne, glaces et gaz pour Uranus et Neptune). Entre Mars et Jupiter circule une ceinture d'astéroïdes, de petits blocs rocheux.



Les huit planètes dans l'ordre depuis le Soleil. Le schéma n'est pas à l'échelle.

VOCABULAIRE

Une **étoile** produit et émet sa propre lumière (le Soleil). Une **planète** tourne autour d'une étoile et ne fait que renvoyer sa lumière. Un **satellite naturel** tourne autour

d'une planète : la Lune est le satellite de la Terre.

Les distances dans le système solaire

Pour les distances du système solaire, le kilomètre suffit encore, mais les nombres deviennent vite énormes : on utilise la notation scientifique (puissances de dix). La Terre est à $1,50 \times 10^8$ km du Soleil, la Lune à $3,84 \times 10^5$ km de la Terre. Une autre façon de « sentir » ces distances est de calculer la durée que met la lumière pour les parcourir, avec $c = 3,00 \times 10^5$ km/s.

FORMULE À RETENIR

$$t = d \div c$$

t en secondes (s), d en kilomètres (km), $c = 3,00 \times 10^5$ km/s.

Planète	Distance au Soleil (millions de km)	Durée de la lumière
Mercure	58	3 min 13 s
Vénus	108	6 min
Terre	150	8 min 20 s
Mars	228	12 min 40 s
Jupiter	778	43 min
Saturne	1 427	1 h 19 min
Uranus	2 871	2 h 40 min
Neptune	4 495	4 h 10 min

APPLICATION NUMÉRIQUE

Jupiter est à $d = 7,78 \times 10^8$ km du Soleil. $t = d \div c = 7,78 \times 10^8 \div 3,00 \times 10^5 \approx 2\,593$ s, soit environ **43 minutes**. Un message radio, qui voyage à la même vitesse, mettrait ce temps à aller du Soleil à Jupiter.

Au-delà du système solaire : étoiles, galaxies, Univers

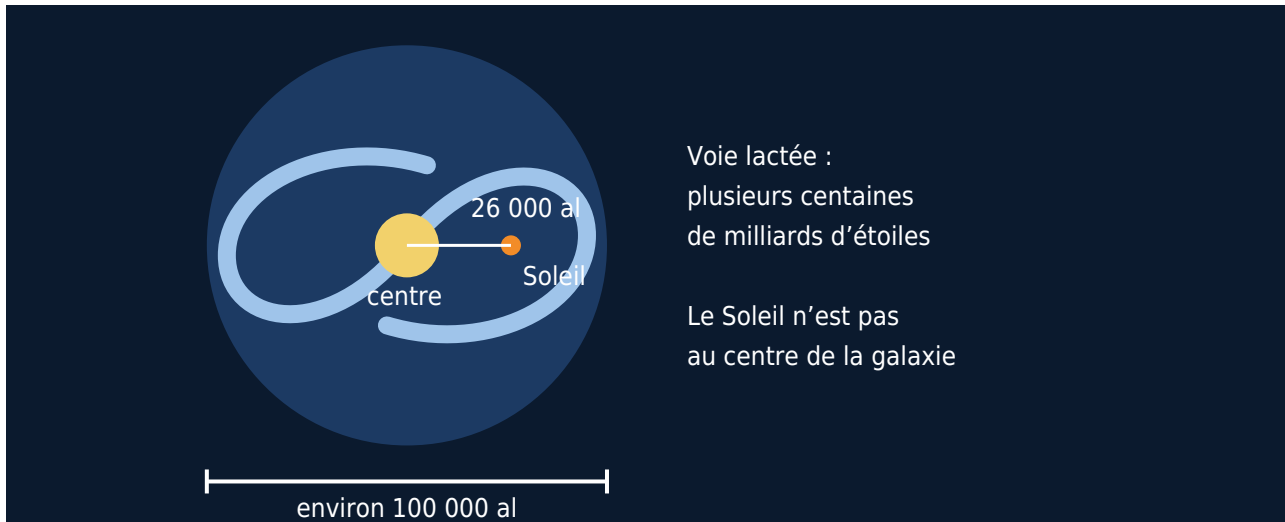
Les étoiles que l'on voit la nuit sont des soleils très lointains. La plus proche du Soleil, Proxima du Centaure, est à 4,2 années-lumière. Avec le kilomètre, ces distances n'ont plus de sens : on utilise l'**année-lumière**.

DÉFINITION

Une **année-lumière** (al) est la **distance** que parcourt la lumière dans le vide en une année : $1 \text{ al} \approx 9,46 \times 10^{12}$ km. Pour la durée, on a bien 1 an, mais l'unité mesure une

longueur.

Les étoiles sont regroupées en **galaxies**, des ensembles de plusieurs centaines de milliards d'étoiles liées entre elles. Notre galaxie s'appelle la **Voie lactée** : elle a la forme d'un disque aplati à bras spiraux, d'environ 100 000 al de diamètre. Le Soleil est dans l'un de ses bras, à environ 26 000 al du centre. La galaxie d'Andromède, notre grande voisine, est à environ 2,5 millions d'années-lumière.

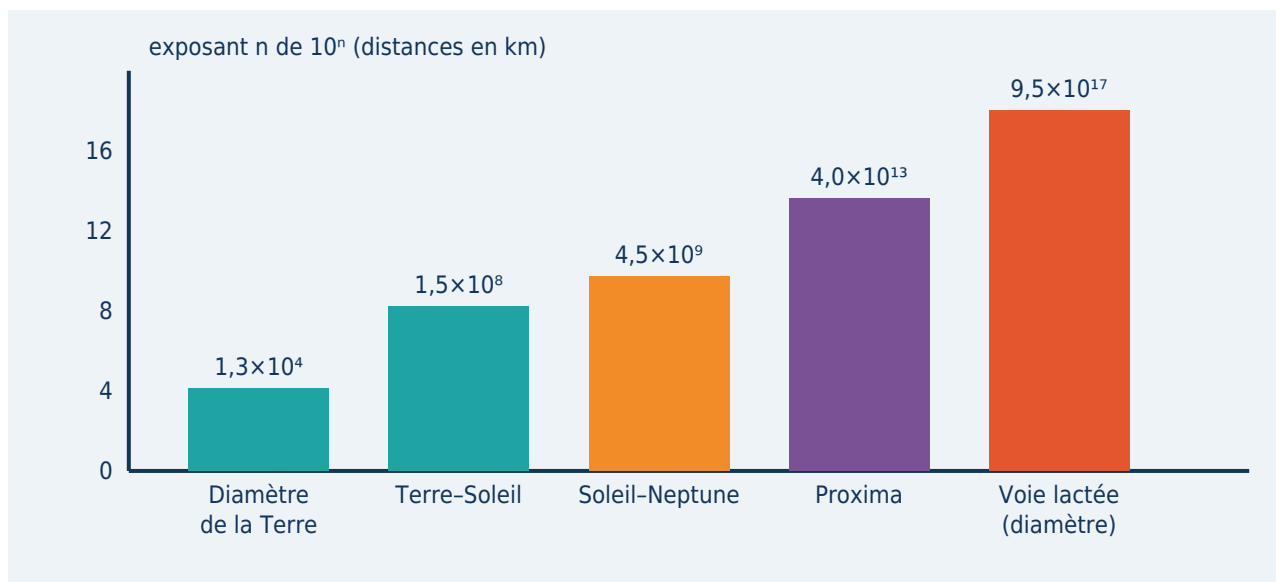


La Voie lactée vue de dessus (schéma). Le Soleil est situé dans un bras spiral, loin du centre.

Les galaxies forment à leur tour l'**Univers**, dont on estime l'âge à environ 13,8 milliards d'années. Les astronomes pensent qu'il est né d'un état très chaud et très dense, le *Big Bang*, et qu'il est depuis en expansion.

Les ordres de grandeur

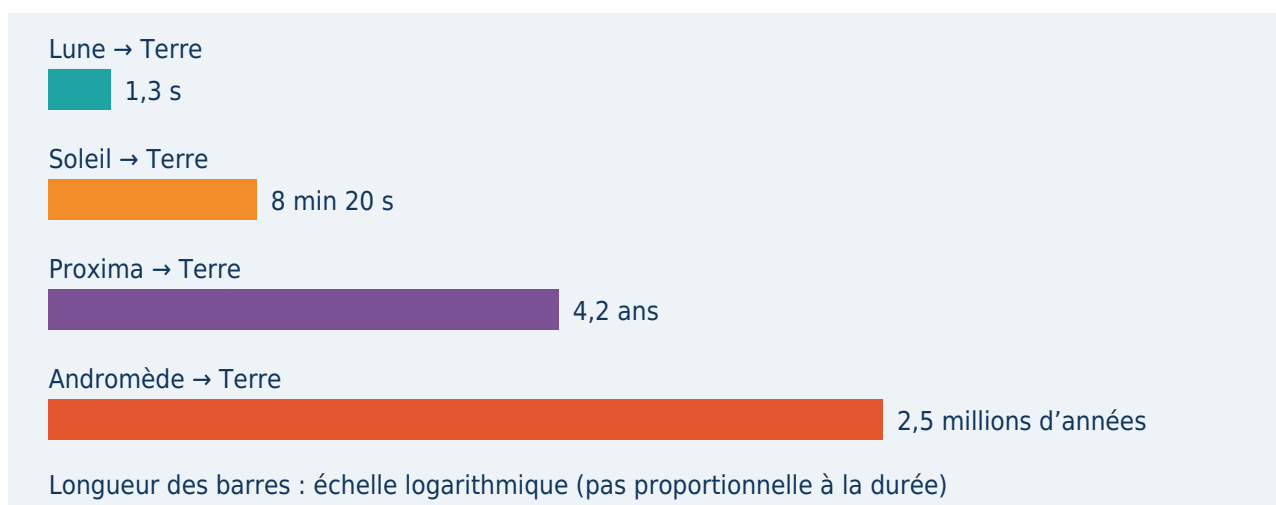
Pour comparer des tailles très différentes, on compare les **puissances de dix**. Passer de 10^4 km à 10^8 km, c'est multiplier par 10 000. Le diagramme montre l'exposant de la puissance de dix des distances que l'on vient de rencontrer : une barre deux fois plus haute représente une valeur élevée à la puissance double, pas une valeur double.



Échelle des ordres de grandeur : les valeurs en kilomètres sont écrites au-dessus des barres.

Regarder loin, c'est regarder dans le passé

La lumière n'est pas instantanée. Quand on observe un astre à d années-lumière, on reçoit une lumière partie il y a d ans : on le voit tel qu'il était alors. La Lune est vue avec 1,3 s de retard, le Soleil avec 8 min 20 s, Proxima avec 4,2 ans et la galaxie d'Andromède avec 2,5 millions d'années. Observer l'Univers lointain, c'est donc remonter dans son histoire.



Plus un astre est loin, plus on le voit dans son passé.

La gravitation maintient l'ensemble

Deux objets qui ont une masse s'attirent : c'est la **gravitation**. Cette force est proportionnelle aux masses et diminue quand la distance augmente. Elle retient la Lune autour de la Terre, les planètes autour du Soleil, le Soleil dans la Voie lactée. Sans elle, les astres s'éloigneraient en ligne droite.

ERREUR FRÉQUENTE

L'année-lumière n'est **pas** une durée. Autre confusion : les planètes ne sont pas des étoiles, elles ne produisent pas de lumière. Enfin, la Terre n'est pas « plus petite » que

L'essentiel à retenir

- Le système solaire comprend le Soleil, huit planètes (4 telluriques, 4 géantes), leurs satellites, des astéroïdes et des comètes.
- Une étoile émet de la lumière ; une planète en renvoie seulement.
- Les étoiles sont regroupées en galaxies ; la nôtre est la Voie lactée (environ 100 000 al de diamètre).
- $1 \text{ al} \approx 9,46 \times 10^{12} \text{ km}$: c'est une distance.
- $t = d \div c$ avec $c = 3,00 \times 10^5 \text{ km/s}$: on voit un astre lointain dans son passé.
- L'Univers a environ 13,8 milliards d'années.