



# Le système solaire

### LE SOLEIL ET LES PLANÈTES

Le système solaire est formé d'un astre, le Soleil, autour duquel gravitent divers corps soumis à son attraction : des planètes, des astéroïdes, des comètes ainsi que des poussières.

#### Planètes

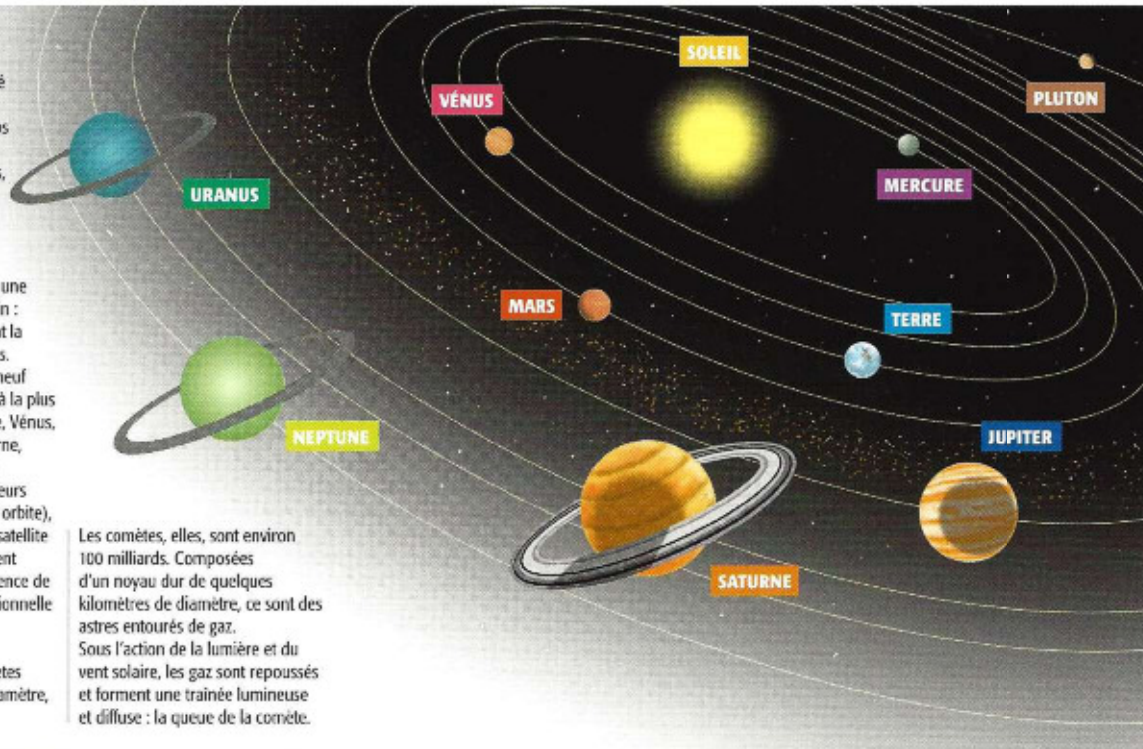
Contrairement aux étoiles, les planètes n'émettent pas une lumière produite en leur sein : elles réfléchissent seulement la lumière émise par les étoiles. Le système solaire compte neuf planètes, de la plus proche à la plus éloignée du Soleil : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton.

Certaines d'entre elles ont leurs propres satellites (astres en orbite), comme la Terre qui a pour satellite la Lune. Les planètes gravitent autour du Soleil sous l'influence de la force d'attraction gravitationnelle du Soleil.

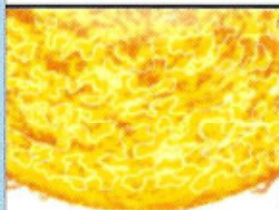
#### Astéroïdes et comètes

Les astéroïdes, petites planètes n'excédant pas 75 km de diamètre, sont environ 5 000.

Les comètes, elles, sont environ 100 milliards. Composées d'un noyau dur de quelques kilomètres de diamètre, ce sont des astres entourés de gaz. Sous l'action de la lumière et du vent solaire, les gaz sont repoussés et forment une traînée lumineuse et diffuse : la queue de la comète.



### Diamètres des planètes



### LE SOLEIL

**Diamètre** : 1 390 000 km.  
**Masse** : 1,989 x 10<sup>30</sup> kg, soit 333 432 fois celle de la Terre.  
**Température** : 6 000 °C. Au centre, elle doit s'élever à 15 millions de degrés Celsius.

**Situation** : ne se trouve pas au centre de la Voie lactée mais à 28 000 années-lumière de ce centre ; ce qui nous permet de voir le système stellaire comme une bande lumineuse dans le ciel. Il brille depuis 5 milliards d'années, et on estime sa durée de vie à 10 milliards d'années. Quand il s'éteindra, il prendra la taille d'une petite étoile, que les scientifiques appellent « naine blanche ».

**Composition** : nuage gazeux, formé d'une couche externe : la photosphère (75 % d'hydrogène, 23 % d'hélium, 2 % divers). La photosphère est entourée de deux couches : la chromosphère (épaisseur de 2 000 km, température de 4 500 à 500 000 °C) et la couronne (gaz très diffus, 2 millions de degrés Celsius).

Son énergie vient d'une fusion nucléaire d'atomes d'hydrogène dans son noyau.

**Aspect** : sphérique, lumineux. Les nuages de gaz qui apparaissent à la surface sont des protuberances.  
**Distance Terre - Soleil** : évaluée à 149 597 870 km, elle détermine l'Unité astronomique. Cette distance varie entre 147,1 et 152,1 millions de kilomètres selon la période de l'année. La lumière met 8 minutes à atteindre la Terre.

**Temps de rotation** : tourne autour de son axe avec une période de 27,28 jours (la couronne tourne plus vite que la photosphère).

**Vitesse de rotation** : 150 000 km/h, c'est la plus rapide. Vitesse variable : plus Mercure est près du Soleil, plus elle va vite.

**Période de rotation sur elle-même** : 58,646 jours terrestres.  
**Distance par rapport au Soleil** : varie entre 46 à 70 millions de kilomètres.

**Atmosphère** : gazeuse.  
**Composition** : gaz rares, argon et hélium.

**Aspect** : couverte de collines et de cratères comme la Lune.  
**Exploration** : en 1965 par radar ; en 1974-1975, la sonde spatiale Mariner 10 passe à 700 km, puis à 200 km.

### MERCURE



**Diamètre** : 4 878 km, c'est la plus petite planète après Pluton.  
**Masse** : 0,053 fois celle de la Terre.  
**Densité** : 5,45.  
**Température** : 200 °C à 400 °C pour la sphère exposée au Soleil, -170 °C pour la sphère dans l'ombre.

**Révolution autour du Soleil** : 87 j 23 h 17 mn.

**Trajectoire** : trajectoire en ellipse, pivote lentement sur son axe.

### VÉNUS



**Diamètre** : 12 108 km.  
**Masse** : 0,82 fois celle de la Terre.  
**Densité** : 5,15.

**Température** : 460 °C.  
**Révolution autour du Soleil** : 224 j 16 h 49 mn.

**Trajectoire** : axe faiblement incliné (3°), retrouve la même position tous les 8 ans. Vénus a servi de repère à plusieurs peuples pour établir un calendrier, notamment celui des jeux

Olympiques dans l'Antiquité.

**Temps de rotation** : sur elle-même en 242,98 jours dans un sens rétrograde.

**Distance par rapport au Soleil** : 108 millions de kilomètres.

**Atmosphère** : sa pression équivaut à 90 bars.

**Composition** : 97 % de gaz carbonique, présence d'azote 2 à 5 %, de monoxyde de carbone, de soufre, d'hydrogène et d'ammoniac, la teneur en eau est très réduite.

**Aspect** : recouverte d'une épaisse couche nuageuse, paysage parsemé de galets baignant dans une lumière rouge crépusculaire.

**Spécificité** : c'est un des astres les plus lumineux, il est éclairé comme la Lune d'un côté puis de l'autre, formant des cycles ; on parle de pleine Vénus et de nouvelle Vénus.

**Exploration** : observée par Galilée en 1609, premières photos prises dans les années 1920.

### TERRE



**Diamètre** : 12 713 km aux pôles et 12 756 km à l'équateur.

**Masse** : 6 x 10<sup>24</sup> kg.  
**Densité** : 5,52.

**Température** : varie selon les saisons, et de l'équateur aux pôles, d'environ -50 à 50 °C.

**Révolution** : 365,25 jours.

**Trajectoire** : elliptique, penchée sur son axe à 23° 27'.

**Équinoxe** : 20 mars et 23 sept, début du printemps et de l'automne et inversement selon l'hémisphère Nord ou Sud ; solstices : 21 juin, 21 déc., début de l'été et de l'hiver, inversé selon les hémisphères.

**Vitesse orbitale** : 29,80 km/s.

**Rotation** : 23 h 56 mn 4 s.

**Atmosphère** : enveloppe gazeuse de 60 à 500 km d'altitude maintenue par la force d'attraction et se divisant en plusieurs couches.

**Composition** : dans une couche d'atmosphère jusqu'à 10 km d'altitude : azote 78 %, oxygène 20,9 %, et divers gaz rares tels que l'argon, le néon, l'hélium et le

### DÉCOUVERTE DU SYSTÈME SOLAIRE

Pour Anaximandre (v. 610-547), la Terre est un disque suspendu dans l'espace. Aristarque (310-230) : la Terre tourne autour d'elle-même et autour du Soleil. Ptolémée (v. 90-168) explique le mouvement des planètes. En 1543, pour Copernic, le Soleil est au centre du système planétaire. Vers 1580, le Danois Tycho Brahe invente les premiers instruments astronomiques qui ont permis d'observer le système solaire.



krypton ; au-delà, entre 15 et 50 km d'altitude, se forme la couche d'ozone.  
**Aspect** : forme sphérique, aplatie aux pôles, constitué de plusieurs couches : le noyau, le manteau, la croûte. À la surface, paysages très variés.

**Satellite de la Terre (1) : La Lune**

- **Diamètre** : 3 475 km, un peu plus du quart de celui de la Terre.
- **Distance de la Terre** : 384 400 km.
- **Révolution autour de la Terre** : 27 j 7 h 43 mn 11 s (révolution sidérale). Pendant ce temps, elle pivote une fois sur son axe, ce qui explique qu'on voit toujours le même hémisphère. Entre les quatre phases, le cycle réel, ou lunaison, de la Pleine Lune à la Nouvelle Lune dure 29 j 12 h 44 mn.
- **Aspect** : accidenté, nombreux cratères
- **Exploration** : observation par sondes spatiales ; Mission Apollo 11 le 21 juillet 1969, premier pas sur la Lune par Neil Armstrong.

**MARS**



**Diamètre** : 6 794 km à l'équateur.  
**Masse** : 0,11 fois la Terre.  
**Densité** : 3,9.  
**Température** : 30 °C et - 80 °C

la nuit, - 130 °C aux pôles en hiver.  
**Révolution autour du Soleil** : 687 j.  
**Trajectoire** : variable, passe à 56 millions de kilomètres de la Terre et s'en éloigne de 400 millions de kilomètres.  
**Temps de rotation** : sur elle-même en 24 h 37 mn 22,7 s. Axe oblique par rapport au plan orbital.  
**Distance par rapport au Soleil** : Entre 206,7 et 249,1 millions de km.  
**Atmosphère** : très ténue, 100 fois moins dense que sur Terre, 0,03 % de vapeur d'eau sous forme de glace dans les calottes polaires, vents violents.

**Composition** : 95 % de gaz carbonique, 2,7 % d'azote, 0,13 % d'oxygène, 1,6 % d'argon.

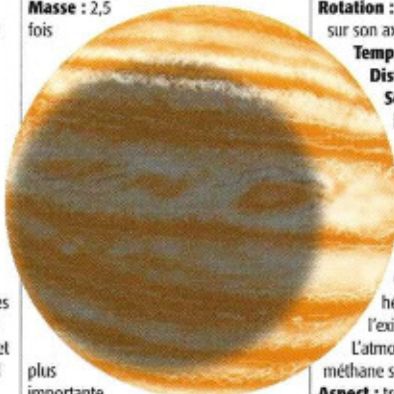
**Aspect** : aplati aux pôles, couleur rouge due à une fine couche d'oxyde de fer, présence de cratères et de volcans.

**Exploration** : après l'envoi de nombreuses sondes depuis 1963, *Viking 1* est la première à se poser sur le sol de Mars et à en prélever un échantillon. En 1990, *Mars Observer* est placée en orbite pour une mission de 687 jours, soit une année martienne. En 1997, *Mars Global Surveyor* ; en 1999, *Mars Climate Observer* et *Mars Polar Lander* étudient le climat et la topographie ; en 2000, *Mariner 10* ; en 2001, *Mars Odyssey*, mission de deux ans pour étudier la géologie ; en 2003, *Mars Express* (ESA) obtient les premiers clichés orbitaux à haute résolution ; en 2004, *Mars Exploration Rover* (NASA) : robots *Spirit* et *Opportunity*.

**Satellite de Mars (2)** :  
 • **Phobos** : 20 à 28 km de diamètre, à 9 380 km de Mars, révolution de 7 h 39 mn 14 s.  
 • **Deimos** : 10 à 16 km de diamètre, 23 500 km de Mars, révolution de 30 h 17 mn 55 s.

**JUPITER**

**Diamètre** : 142 700 km, soit 11 fois celui de la Terre, c'est la plus grosse planète du système solaire.  
**Masse** : 2,5 fois



plus importante que toutes les autres planètes réunies, ou 317,83 fois celle de la Terre.  
**Densité** : 1,31, un quart de la densité terrestre.  
**Température** : constante de - 145 °C, et en son centre 30 000 °C.

**Révolution autour du Soleil** : 11 ans 315 jours.  
**Temps de rotation** : 9 h 50 mn 30 s.  
**Distance par rapport au Soleil** : entre 740 et 816 millions de kilomètres.

**Atmosphère** : épaisse de 1 000 km, elle émet deux fois plus d'énergie qu'elle n'en reçoit du Soleil.  
**Composition** : noyau de fer et silicates ; couche externe d'hydrogène métallique à l'état liquide, hélium à 99 % et divers.

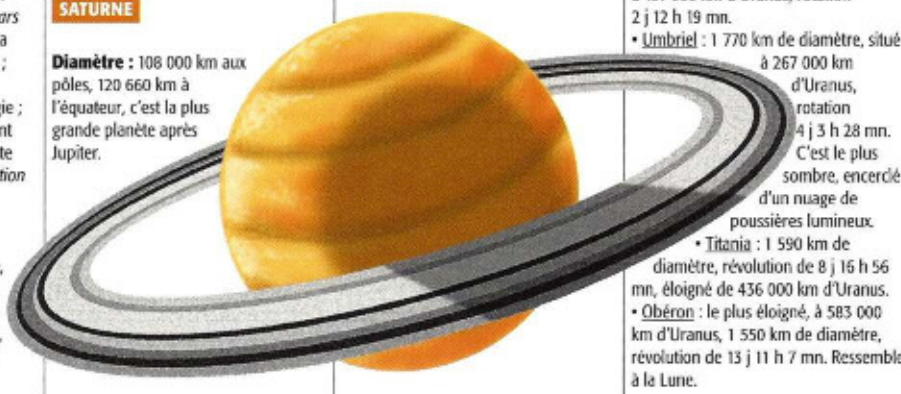
**Aspect** : recouverte d'un épais nuage avec des zones claires et sombres, et présence d'une grande tache rouge dans l'hémisphère Sud. Disque aplati aux pôles.  
**Spécificité** : depuis 1855, on sait que Jupiter émet des ondes radioélectriques et des champs magnétiques.

**Exploration** : télescopique, photographique.  
**Satellites de Jupiter (16)** :

- En 1610, Galilée découvre un premier groupe : Io, Europe, Ganymède et Callisto, décrivant une trajectoire circulaire, à 2 millions de kilomètres de la planète.
- Le second groupe compte 5 satellites gravitant autour de Jupiter à environ 10 à 12 millions de kilomètres.
- Un troisième groupe de 7 satellites se situant entre 20 et 24 millions de kilomètres et se déplaçant en sens inverse de la planète.
- Anneaux très fins.

**SATURNE**

**Diamètre** : 108 000 km aux pôles, 120 660 km à l'équateur, c'est la plus grande planète après Jupiter.



**Masse** : 5,679 x 10<sup>26</sup> kg (95,2 fois celle de la Terre).  
**Densité** : 0,7, très faible.  
**Température** : - 160 °C.  
**Révolution autour du Soleil** : 29 ans 167 jours.  
**Rotation** : pivote très rapidement sur son axe incliné à 26° 44'.

**Temps de rotation** : 10 h 14 mn.  
**Distance par rapport au Soleil** : 1 430 millions de kilomètres.

**Atmosphère** : très dense, présence de bancs de nuages, renvoie trois fois plus d'énergie qu'elle n'en reçoit du Soleil et suppose donc un noyau chaud.  
**Composition** : hydrogène, hélium. On suppose l'existence d'un noyau liquide.

L'atmosphère contient aussi du méthane sous forme gazeuse.  
**Aspect** : très lumineux, aplati aux pôles, reconnaissable surtout à ses anneaux très minces qui s'étirent autour de la planète.

Elle est surnommée le « Seigneur des anneaux ».  
**Exploration** : aisément observable au télescope. Découverte par Galilée en 1610. Anneaux découverts par le Hollandais Huygens en 1656.

**Satellites de Saturne (18)** : Jusqu'au survol de Saturne par la sonde *Voyager* en 1979, on connaissait avec certitude l'existence de 9 satellites. Les plus grands sont :

- **Titan** : diamètre 5 150 km (plus grand que Mercure), situé à 1,2 million de kilomètres de Saturne, révolution de 15 j 22 h 41 mn, atmosphère dense composée de 99 % d'azote, température de - 180 °C. Exploré par la sonde européenne Huygens le 14 janvier 2005.
- **Japet** : 1 460 km de diamètre, révolution de 79 j 7 h 51 mn autour de Saturne, dont il est séparé par 3,6 millions de kilomètres.
- **Téthys** : 1 050 km de diamètre, révolution de 1 j 21 h 19 mn, gravité à 294 670 km de Saturne.
- **Dioné** : 1 120 km de diamètre.
- **Rhée** : 1 530 km de diamètre.
- **Mimas** : 390 km de diamètre.
- **Encelade** : 500 km de diamètre.
- **Hyperion** : 260 km de diamètre.
- **Phœbé** : 220 km de diamètre. Découvert au XIX<sup>e</sup> siècle, il gravite en sens inverse de sa planète à 13 millions de kilomètres, sa révolution dure 550 j 10 h.
- **Épiméthée** : 120 km de diamètre, évoluant à 151 470 km de Saturne, révolution de 16 h 30 mn, repéré en 1966.

**URANUS**



**Diamètre** : 49 260 km aux pôles et 51 120 à l'équateur, quatre fois la Terre.  
**Masse** : 8,661 x 10<sup>25</sup> kg (14,5 fois celle de la Terre).  
**Densité** : 1,26.

**Température** : variant entre - 150 et - 220 °C.  
**Révolution autour du Soleil** : 84 ans 7 jours.  
**Trajectoire** : effectuée en sens rétrograde.

**Temps de rotation** : sur elle-même en 17 h 12 mn, avec une inclinaison de 98° sur l'orbite.  
**Distance par rapport au Soleil** : environ 2 875 millions de kilomètres.

**Atmosphère** : changeante, dense et épaisse, nuageuse. Contient de l'hydrogène, de l'hélium, de l'eau et du méthane. L'eau, sous forme de nuages condensés, constituerait l'élément prédominant.  
**Composition** : noyau rocheux de 8 000 km de rayon entouré d'un manteau de glace. 83 % d'hydrogène, 13 % d'hélium, 2 % de méthane.

**Aspect** : nébuleux, couleur bleu-vert. Uranus est entouré d'une dizaine d'anneaux sombres d'environ 10 km de large, répartis sur 10 000 km entre la planète et ses satellites. Entre la planète et l'anneau interne, on compte 16 000 km. Anneau externe brillant.

**Spécificité** : présence de champs magnétiques dont l'axe forme un angle de 55° avec celui de la planète.

**Exploration** : bien qu'observable à l'œil nu, c'est la première planète découverte au télescope en 1781 par l'astronome William Herschel.

**Satellites d'Uranus (15)** : 10 ont été découverts en 1986 par la sonde spatiale *Voyager 2*.

- **Miranda** : le plus proche, à 130 000 km de la planète. D'un diamètre de 480 km, il effectue une révolution de 1 j 19 h 56 mn. Parsémié de nombreux cratères.
- **Ariel** : 1 160 km de diamètre, gravité à 191 000 km d'Uranus, rotation 2 j 12 h 19 mn.
- **Umbriel** : 1 770 km de diamètre, situé à 267 000 km d'Uranus, rotation 4 j 3 h 28 mn. C'est le plus sombre, encerclé d'un nuage de poussières lumineuses.
- **Titania** : 1 590 km de diamètre, révolution de 8 j 16 h 56 mn, éloigné de 436 000 km d'Uranus.
- **Obéron** : le plus éloigné, à 583 000 km d'Uranus, 1 550 km de diamètre, révolution de 13 j 11 h 7 mn. Ressemble à la Lune.

**NEPTUNE**



**Diamètre** : 49 600 km.  
**Masse** : 1,02 x 10<sup>26</sup> kg ; 17,26 fois plus lourde que la Terre.  
**Densité** : 1,64.

**Température** : - 200 °C.  
**Révolution autour du Soleil** : 164 ans 281,6 jours.  
**Trajectoire** : variable.

**Temps de rotation** : autour de son axe en 16 h.  
**Distance par rapport au Soleil** : 4,5 milliards de km.

**Atmosphère** : dense couverture nuageuse gazeuse.  
**Composition** : hydrogène, hélium et méthane.

**Aspect** : couleur dominante verte, présence de taches superficielles, difficilement observable étant donné sa distance par rapport à la Terre.  
**Exploration** : existence supposée en 1821 par Alexis Bouvard, confirmée par Urbain Le Verrier, en 1846. Observé pour la première fois en 1846 par l'astronome allemand Johann Gottfried Galle. En 1989, la sonde *Voyager 2* révèle la présence de quatre satellites.

**Satellites de Neptune (8)** :

- **Triton** : 2 720 km de diamètre, situé à 355 300 km du centre de Neptune, révolution autour de Neptune de 5 j 21 h 3 mn en sens inverse de sa planète.
- **Néréide** : 340 km de diamètre, situé à 5,56 millions de kilomètres de sa planète, trajectoire allongée dont la distance varie de 1,5 à 10 millions de kilomètres, révolution autour de Neptune de 359 j 21 h 7 mn 12 s.

**PLUTON**



**Diamètre** : 2 000 km à 2 500 km.  
**Masse** : 0,002 fois celle de la Terre.  
**Densité** : 2.

**Température** : côté ensoleillé, environ - 225 °C.  
**Révolution autour du Soleil** : 247 ans 249 jours.

**Trajectoire** : extrêmement étirée, inclinée de 17° sur l'écliptique.  
**Temps de rotation** : 6 j 9 h 18 mn.

**Distance par rapport au Soleil** : 5,913 milliards de kilomètres.  
**Atmosphère** : gelée.

**Composition** : gaz liquéfiés, excepté l'hydrogène, l'hélium et le néon.  
**Aspect** : luminosité variable.

**Exploration** : repérée en 1906 par l'astronome américain Percival Lowell, découverte au télescope en 1930 par Clyde Tombaugh aux États-Unis, dans l'Arizona. Certains astronomes pensent que Pluton serait un satellite de Neptune qui se serait détaché de sa planète.

**Satellite de Pluton** :  
 • Charon