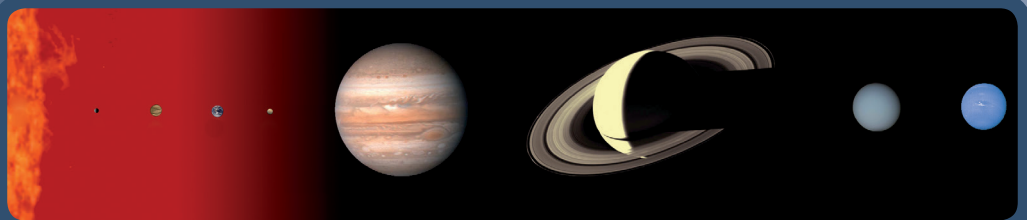


Le Chemin solaire

Livret explicatif

Venez découvrir le **système solaire** comme vous ne l'avez jamais vu. **Une balade unique en Bretagne**, où chacun de vos pas, vous fera parcourir **10 millions de kilomètres dans l'espace**.



Téléchargez l'application M'Balades
pour parcourir le chemin solaire





Laurent Kazmierczak
*Vice-président de la Communauté de communes
de Moyenne Vilaine et Semnon*
Développement culturel

Le centre d'astronomie intercommunal, basé sur la commune de La Couyère, se veut être un outil pédagogique pour permettre à tous de découvrir, pratiquer et devenir expert en astronomie.

Le centre d'astronomie bénéficie d'un ciel d'une très bonne qualité sans trop de pollution lumineuse nocturne. Le ciel de la Couyère est labellisé Villes et Villages Étoilés en 2010 en obtenant quatre étoiles sur cinq.

La Communauté de communes de Moyenne Vilaine et Semnon a confié à la Société d'Astronomie de Rennes (S.A.R) l'utilisation et l'animation du centre d'astronomie.

Il s'agit d'un réel partenariat avec la S.A.R qui a toujours su faire évoluer ses projets en lien avec les demandes du territoire. Après un programme d'animation en direction des écoles primaires du territoire, l'association nous a proposé de porter ce beau projet de réalisation de chemin solaire. Seul chemin d'interprétation solaire du grand ouest, à l'heure de sa réalisation, cet outil va permettre à tous de cheminer au travers du système solaire en apprenant une foule de détails au sujet des planètes qui constituent notre système solaire.

Ce projet a été également l'occasion de travailler avec les acteurs locaux, apportant chacun leurs compétences pour enrichir ce projet.

La Communauté de communes a privilégié tout au long de ce projet l'ouverture sans sacrifier la qualité des réalisations. Je tiens à remercier très sincèrement et chaleureusement pour leur expertise, leur travail de qualité et leur soutien financier : La S.A.R, Zénith FM, Vis-à-Vies, Le RPI de La Couyère, Lalleu et Thourie, Opus 17, Le Pays Touristique des Portes de Bretagne, le Conseil général d'Ille et Vilaine et l'Europe au travers du programme LEADER.

Je vous souhaite à tous une bonne promenade pleine de découvertes au cœur de notre système solaire et vous invite à découvrir le centre d'astronomie, son observatoire et son planétarium en compagnie des bénévoles de la SAR. Il est ouvert un vendredi par mois et plus souvent sur demande, pour un groupe constitué.

Retrouvez toute la Communauté de communes sur :

www.moyennevilaine-semnon.fr

Le Sommaire

Le Soleil   

Mercure   

Vénus   

Terre   

Mars   




Jupiter   

Saturne   

Uranus   

Neptune   


Niveaux de compréhension

 Niveau 1	Enfants / Ecole primaire
 Niveau 2	Adolescents / Adultes Collège - Lycée
 Niveau 3	Adultes Experts

Informations pratiques

 **Départ :** Jardin de la mairie de La Couyère
Arrivée : Centre d'Astronomie

 Balade accessible
7j/7j - 94h/24h

 Fichiers audio et texte téléchargeables sur : www.moyennevilaine-semnon.fr et/ou prêt de lecteur Mp3 et livret d'explications à retirer en mairie ou auprès des commerçants de la Couyère.

Cette visite pourra être suivie **d'une séance de planétarium** aux heures d'ouvertures habituelles du **Centre d'astronomie**.

Quelques précisions

En respectant scrupuleusement, les échelles de tailles et de distances, la planète géante Jupiter ferait 1,4 cm de diamètre et la Terre à peine plus d' 1 mm ! Impossible donc de distinguer quoi que ce soit ! Nous avons alors multiplié les tailles des planètes géantes par 6 et celles des quatre premières planètes telluriques en partant du Soleil par 30. Ainsi, vous pourrez apprécier chacun de ces astres...



Le Soleil

Niveau
1

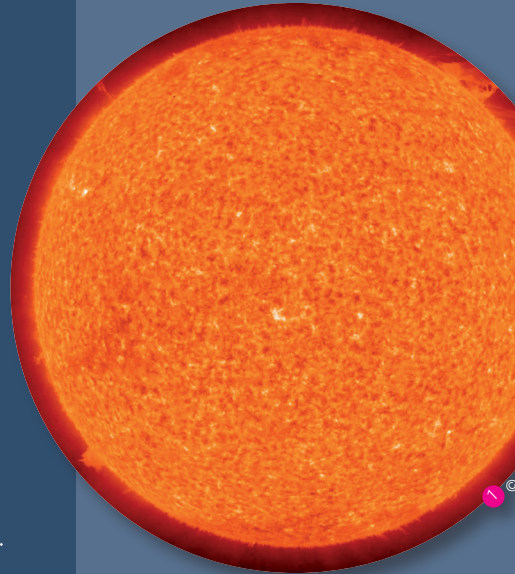
Le Soleil est **une étoile**. C'est notre étoile.

Le Soleil est une **boule de gaz très très chaude** 1.

Le Soleil **chauffe et éclaire la Terre** et les autres planètes du système solaire

La lumière visible du Soleil met **8 min pour arriver jusqu'à la Terre**

Le Soleil est âgé de **4,6 milliards d'années**.
Lors des 7,6 milliards d'années à venir, le Soleil épuisera petit à petit sa capacité à fournir de la lumière.



Carte d'identité

Le Soleil fait partie d'un ensemble d'étoiles constituant notre galaxie. On l'appelle la Voie lactée

Le Soleil est une étoile de couleur jaunâtre. Sa luminosité et sa composition chimique la placent parmi les étoiles jeunes du disque de la Voie lactée.

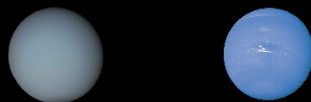
ATTENTION !!! Vous ne devez **JAMAIS** regarder le Soleil avec un instrument (paire de jumelles, lunette ou télescope) qui n'est pas équipé d'un filtre de protection spécialement fabriqué pour cet usage !!!

Si vous le faites, même très brièvement, vous risquez de perdre **DÉFINITIVEMENT** la vue !!!



Vrai ou faux

- 1) Le soleil est l'unique étoile du système solaire
- 2) Notre soleil va s'éteindre un jour
- 3) La lumière du soleil arrive instantanément



La mythologie



Si le **Soleil venait à disparaître**, ou même si ses rayons ne nous parvenaient plus, la **vie s'éteindrait sur Terre**, d'où l'idée que le Soleil est le symbole de la vie (donneur de vie).



Dans l'Égypte antique, **Râ** (ou Rê) **est le dieu Soleil** 2. C'est l'un des dieux les plus importants.

Dans la mythologie grecque **c'est Apollon**, fils de Zeus et de la titanée Létô.

Le nom du Soleil vient de "Sol", **une divinité latine** très ancienne dont le culte fut introduit en même temps que celui de la Lune.

Les Aztèques l'appelaient Huitzilopochtli, dieu du Soleil et de la guerre, le maître du monde 3.



3 La pierre du Soleil aztèque / Monolito de la Piedra del Sol

Quelques caractéristiques

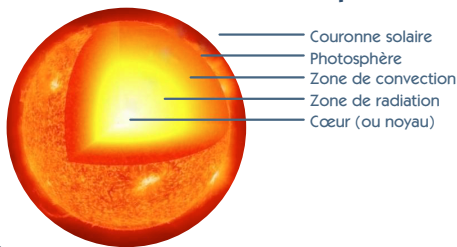
Sa surface, si tant est que l'on puisse parler de la surface d'une **boule de gaz**, est à une température d'environ **6000 kelvins**, mais son cœur est à 15 millions de kelvins. Ce cœur constitué principalement d'hydrogène H et d'hélium He, est le siège de réactions nucléaires analogues à celles qui se produisent lors de l'explosion d'une bombe à hydrogène (ou bombe H).

En partant du cœur, on distingue diverses couches dont les plus externes, la **photosphère** et la **chromosphère**, sont visibles avec des instruments dotés de filtres adaptés ou lors d'éclipses totales de Soleil. 4

La couronne visible lors des **éclipses totales** est souvent agitée par des jets de matières appelés protubérances.

La couronne solaire se prolonge à haute altitude par un flux permanent de particules ionisées qui inonde le milieu interplanétaire : le vent solaire. Lors de périodes de fortes activités du Soleil, le **vent solaire** est **capable de perturber les communications radio, de provoquer des pannes électriques**,.... C'est aussi un danger important pour les satellites et les hommes qui y sont présents.

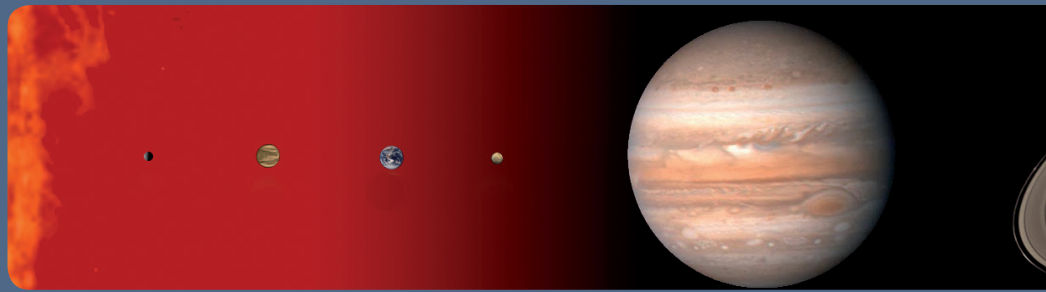
4 Structure du Soleil en coupe



Niveau 2

Vrai ou faux

- 1) Tous les soirs le soleil s'éteint
- 2) Le soleil est une boule de gaz



Le Soleil

Structure interne du Soleil

Niveau
3

Caractéristiques

Période de rotation équatoriale	25,6 jours
Période de rotation à la latitude de 60°	30,9 jours
Période de rotation aux pôles	36 jours
Inclinaison sur l'écliptique	7,5°
Vitesse de libération à l'équateur	617,54 km/s
Inclinaison de l'équateur sur le plan orbital	26,73°
Période de révolution galactique	260 000 000 années
Excentricité de l'orbite	0,87
Demi-grand-axe de l'orbite	25000 AL du centre de la Voie lactée
Vitesse moyenne sur orbite	220 km/s
Diamètre équatorial	1 392 000 km (près de 109 fois le diamètre de la Terre)
Masse	330 000 fois la masse Terrestre
Densité moyenne	0,256 fois celle de l'eau
Pesanteur à la surface	28 fois la gravité Terrestre
Température des couches externes	près de 6000 K
Température du cœur	évaluée à 15 millions de degrés Celsius
Composition	74% d'hydrogène, 24% d'hélium, 2% de traces d'autres éléments chimiques comme le sodium
Nombre de planètes	8 + planètes naines

LE CŒUR

Le cœur ou noyau du Soleil a un diamètre qui représente presque le tiers du diamètre total. La température qui y règne va de **7 à plus de 15,6 millions de kelvins**. Quant à la densité centrale (maximale) elle est de 160 fois celle de l'eau sur Terre. À la périphérie du cœur, elle tombe à 10 seulement. Les conditions de température et de pression qui règnent dans le cœur définissent la possibilité de réactions de fusion des noyaux d'hydrogène présents. Chaque seconde, **600 millions de tonnes d'hydrogène** sont ainsi converties en hélium (la masse convertie en énergie et évacuée sous forme de photons est de 4 millions de tonnes).

LA ZONE RADIATIVE INTERNE

La zone radiative interne est la **région la plus profonde de l'enveloppe**. Elle se situe entre 0,3 et 0,7 rayons solaires. L'énergie produite dans le cœur la traverse pour s'évacuer vers les couches supérieures. Cette traversée peut prendre plusieurs centaines de milliers d'années. La température de la zone radiative interne chute de 7 à 1 millions de kelvins, à mesure que l'on s'éloigne du centre.

LA ZONE CONVECTIVE

À partir de 0,7 rayons solaires commence la zone convective. La température varie progressivement de 1 million de kelvins dans les régions les plus profondes à 15 000 K seulement dans sa partie supérieure. L'énergie y est principalement transportée par convection, c'est-à-dire par le moyen de mouvements cycliques verticaux de la matière de l'enveloppe. Ces mouvements se laissent deviner à la surface du Soleil sous la forme d'un "bouillonnement" permanent, appelé la **granulation**.

Vrai ou faux

- 1) Avec un instrument muni d'un filtre on peut parfois voir des taches sur le soleil
- 2) L'homme s'est déjà posé sur le soleil



L'atmosphère

Il est difficile de parler d'atmosphère du Soleil alors que c'est une immense boule de gaz. Néanmoins, on peut y distinguer des couches ayant des caractéristiques différentes :

LA PHOTOSPHÈRE

C'est la région du Soleil que l'on peut observer avec des instruments munis de filtres adaptés. Elle émet le flot de rayonnements visibles qui nous parvient. On y trouve les taches qui sont des régions sombres qui apparaissent temporairement et en plus ou moins grande quantité. Les **granules** sont des cellules brillantes délimitées par des lignes sombres et les **facules** sont de petites taches brillantes.

LA CHROMOSPHÈRE

La **chromosphère** est la région de l'atmosphère solaire située au-dessus de la photosphère.

La **couronne** est la partie externe de l'atmosphère solaire qui apparaît, dans certaines conditions, comme une grande auréole de lumière autour du disque solaire. Sa température peut atteindre les deux millions de Kelvin.

La chromosphère et la couronne ne sont visibles, avec un simple instrument (lunette, télescope) que pendant les éclipses totales. En dehors de cette situation elles sont observables avec des instruments reconstituant des éclipses artificielles tels que les **coronographes**.

L'HÉLIOSPHÈRE

La couronne se prolonge par l'héliosphère qui est la zone parcourue par le vent solaire. C'est la région de l'espace dans laquelle est immergé l'essentiel du Système solaire.

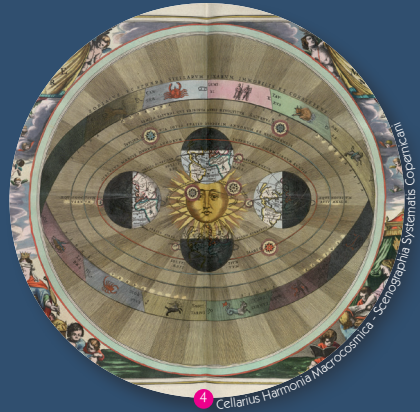
La météorologie spatiale est une discipline nouvelle qui fait appel à l'observation de la couronne depuis des observatoires situés dans l'espace. On peut citer le **satellite SOHO** mis en orbite en 1995 et qui est toujours en activité ainsi que le **satellite SDO** mis en orbite en 2010. Ils fournissent des images en temps réel du Soleil.

Niveau
3

Activités solaires

Le Soleil semble stable mais son activité est sujette à des **variations** qui se manifestent par le nombre de taches présentes sur sa surface. Un cycle de 11 ans a été mis en évidence à partir de la variation de ce nombre de taches.

En examinant ces taches, on a pu montrer que le Soleil tournait sur lui-même, mais comme il est constitué de gaz, sa vitesse de rotation varie en fonction de la position des taches sur le Soleil. Sa période de rotation est d'environ **25 jours à l'équateur** et de **30 jours aux pôles**.



Pour en savoir plus

<http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages1/134.html>

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Soleil_\(étoile\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Soleil_(étoile))

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

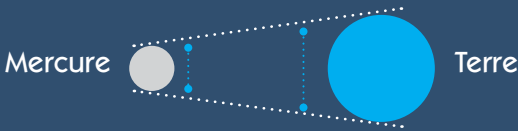
<http://www.astro-rennes.com/planetes/soleil.php>



Mercur

Niveau 1

C'est la **plus petite** des 8 planètes et la plus proche du Soleil.



Elle est mal connue car **aucune sonde** ne s'y est posée.

Sa surface est criblée de **cratères** 2.

Elle est surtout **constituée de roche**.

Elle n'a pratiquement **pas d'atmosphère**.



1 © Mercure, d

+ 427°C



- 173°C



Je lis sur ma balance

sur
Mercur

27 kg



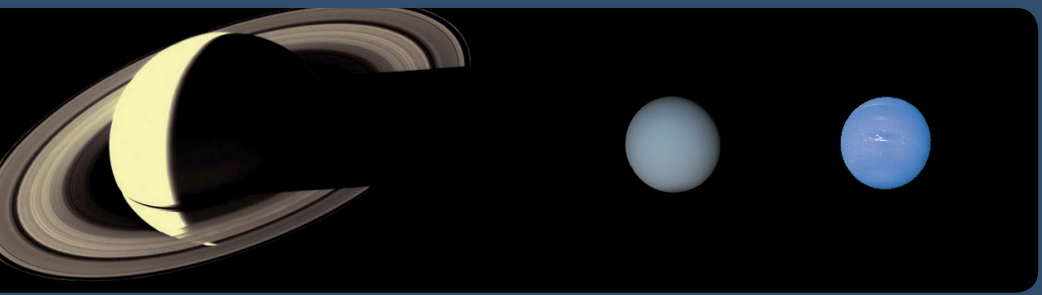
sur Terre
70 kg

2 © NASA



Vrai ou faux

- 1) Le mercure est un métal
- 2) Pour les romains, Mercure était le dieu de la guerre



La mythologie



Pour les Romains, Mercure, fils de Jupiter et de Maia la fille d'Atlas, était le **dieu du commerce et des voyageurs** ¹.

Chez les Grecs, Mercure a été assimilé à **Hermès**, le messager aux sandales ailées.

L'origine du nom de la planète aurait-il un lien avec sa **proximité avec le Soleil** et le fait qu'il soit le **plus rapide** de tout le système solaire ?



après Henrich Goltzius, 1597

Quelques caractéristiques

Par comparaison avec la Terre, le **diamètre** de Mercure (4900 km) est environ **2,6 fois plus petit**, et **sa masse** est environ **18 fois plus faible**. ³

Si l'on compare avec la Lune, le diamètre de Mercure vaut **1,4 fois celui de la Lune**.

C'est une **planète tellurique** donc rocheuse avec une densité voisine de celle de la Terre.

Du fait de la proximité du Soleil, cette planète est **la plus rapide du système solaire**. Elle parcourt son orbite à la vitesse de **48 kilomètres en une seconde** et sa **révolution** autour du Soleil est accomplie en **88 jours Terrestres** (environ 365 jours pour la Terre).

Par contre, la **rotation** autour de son axe est **très lente** : elle effectue un **tour complet en 59 jours** (près de 24 heures pour la Terre). En conséquence, il faut attendre 176 jours Terrestres pour qu'un observateur sur le sol de Mercure retrouve le Soleil au méridien local (24 heures pour la Terre) !

Comme Mercure ne possède **pas d'atmosphère**, en plein jour, **le ciel reste noir** !

Les **températures sont extrêmes** : plus de **400°C** si le Soleil est au zénith et **-170°C la nuit** !

Son **orbite** est très **allongée** (forme elliptique) : elle peut donc s'approcher jusqu'à 46 millions de kilomètres du Soleil et s'en éloigner jusqu'à 70 millions de kilomètres.

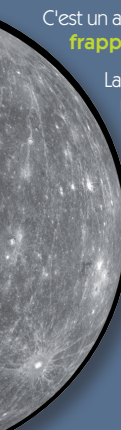
La **gravité au sol** est environ **2,6 fois plus faible** que sur la Terre. Le pèse-personne d'un homme de 70 kg indiquerait une valeur de 27 kg sur Mercure !

À quoi ressemble Mercure ?

C'est un astre dont la **ressemblance** avec la Lune est **frappante**. ²

La surface de Mercure laisse apparaître de **nombreux cratères d'impact**, causés par la **chute d'astéroïdes et de météorites**, et des plaines lisses.

La planète possède une atmosphère très ténue appelée **exosphère**.



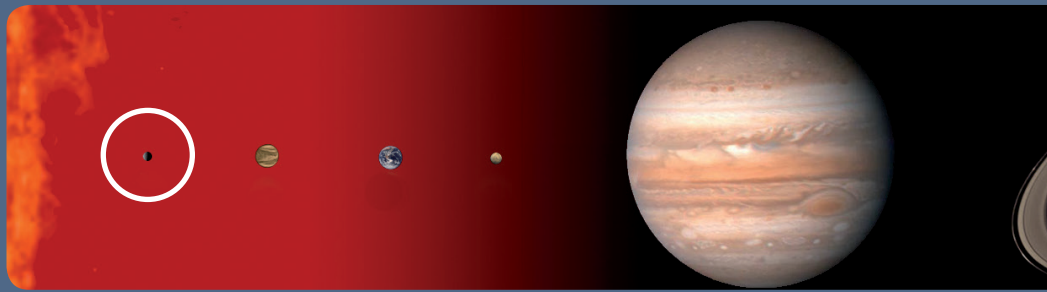
Vrai ou faux

- 1) Mercure est plus petite que la lune
- 2) Mercure est une planète gazeuse

Niveau
2

(1) Faux (2) Faux





Mercure

Niveau
3

Orbite de Mercure

Caractéristiques

Demi-grand axe	57 909 083 km (0,3870983 ua)
Excentricité de l'orbite	0,20563
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	7°,0050
Période de révolution sidérale	87,9693 jours
Période de rotation	58,65 jours
Vitesse orbitale	48 km/s
Diamètre équatorial	4879,4 km
Masse	0,055 masse Terrestre
Densité (Terre=1)	0,984
Gravité à la surface (Terre=1g)	0,38g
Vitesse de libération	4250 m/s
Sommet le plus élevé	4600 m
Fosse la plus profonde	2500 m
Température de surface	-173°/+427°C
Atmosphère très ténue (exosphère)	traces d'hydrogène, d'hélium, de néon, d'argon et de sodium
Satellites naturels connus	Aucun

Mercure, comme les autres planètes, décrit une **orbite elliptique**.

Le périhélie correspond au point de l'orbite le plus proche du Soleil.

La direction Soleil-périhélie n'est pas fixe dans l'espace, mais évolue lentement au cours des siècles.

Le périhélie de l'orbite de la planète Mercure avance d'environ **42,84 secondes d'arc par siècle**.

Pour retrouver cette valeur à l'aide de la **mécanique Newtonienne**, **Le Verrier**, découvreur de la planète Neptune, a supposé l'existence d'une planète inconnue de taille semblable à celle de Mercure et très proche du Soleil, qu'il a baptisée **Vulcain** en 1859.

En fait, cette planète supposée n'existe pas et seule la **théorie de la relativité générale** d'Albert Einstein a pu prévoir une avance de 42,9 secondes d'arc par siècle, valeur très proche de celle observée.

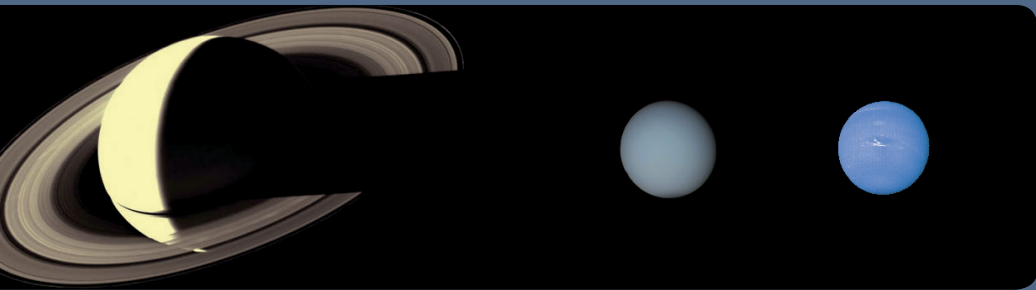
Mouvement de résonance

Mercure est en mouvement de **résonance 3:2**. Cela signifie que lorsque la planète effectue 3 rotations sur elle-même, elle effectue 2 révolutions autour du Soleil.

Sa période de **révolution sidérale** (87,969 jours) vaut donc 1,5 fois sa période de rotation sidérale (58,646 jours).

Vrai ou faux

- 1) Mercure possède une atmosphère très ténue
- 2) Sur Mercure, une journée dure plus longtemps qu'une année



Quelle est la durée d'un jour solaire ?

Le jour solaire est la **durée entre deux retours successifs du Soleil au méridien local**.

Mercury tourne très vite dans sa course autour du Soleil, mais tourne très lentement sur elle-même.

En conséquence, la durée du jour solaire est plus longue que l'année mercurienne.

Un jour solaire sur Mercury vaut **176 jours Terrestres**. Une année sur Mercury dure près de 88 jours Terrestres.

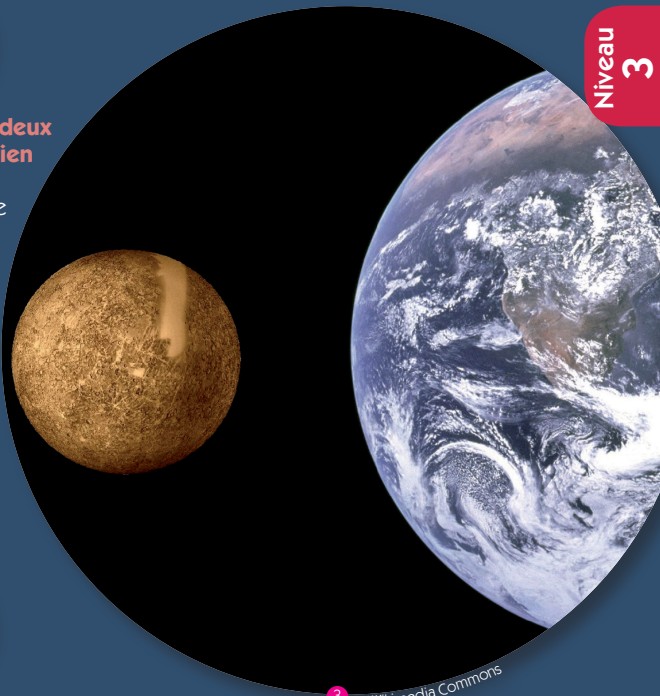
Le jour solaire sur Mercury dure donc environ **deux années mercuriennes !**

L'exosphère de Mercury

La planète est entourée d'une atmosphère très ténue appelée **exosphère**.

La pression au niveau du sol est environ **dix mille milliards de fois plus faible** que sur la Terre.

À ce jour, il a été détecté dans cette exosphère quelques éléments comme l'hydrogène (H), l'oxygène (O), l'hélium (He), le sodium (Na) et le potassium (K).



Niveau
3

3 © Wikimedia Commons

Pour en savoir plus

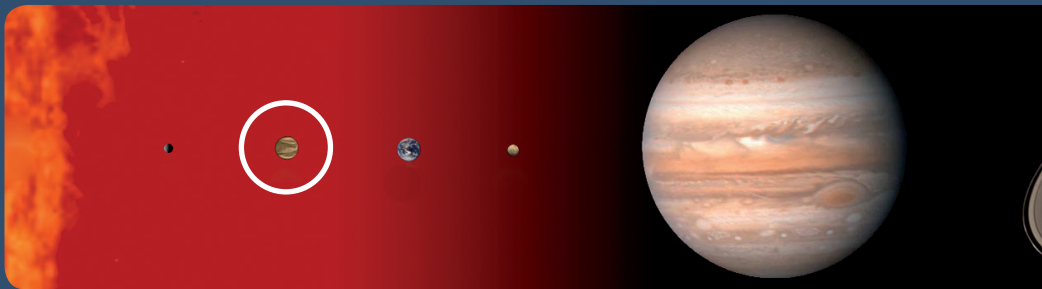
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Mercure_\(planète\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mercure_(planète))

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Orbite>

<http://www.lesia.obspm.fr/Mercure.html?artpage=2-2>

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/mercury>

<http://www.astro-rennes.com/planetes/mercure.php>



Vénus

Niveau
1

C'est l'astre le **plus brillant** du ciel après le Soleil et la Lune.

On l'appelle souvent **l'étoile du berger**.
Erreur ! Ce n'est pas une étoile, mais une planète !

Vénus est **presque aussi grande** que la Terre.

Elle **tourne sur elle-même en sens inverse** de celui de la Terre.

Depuis la Terre ou d'un satellite, on ne voit jamais le sol de Vénus, car il y a **tout le temps des nuages**.

Sa surface est constituée de **plaines et de volcans**.

La planète possède une **atmosphère très épaisse et irrespirable** pour l'homme.

Avec une température de **460°C**, il fait encore plus chaud que sur Mercure (430°C)

Je lis sur ma balance

+ 460°C



sur
Vénus
63 kg



sur Terre
70 kg



La belle Vénus, vraiment **infréquentable** ?
5 bonnes raisons de ne pas aller y poser le pied :

1° Son atmosphère (principalement du dioxyde de carbone) y est irrespirable : et vous voilà ASPHYXIÉ !

2° Avec sa température ambiante de l'ordre de 460° : vous voilà GRILLÉ et RÔTI !!

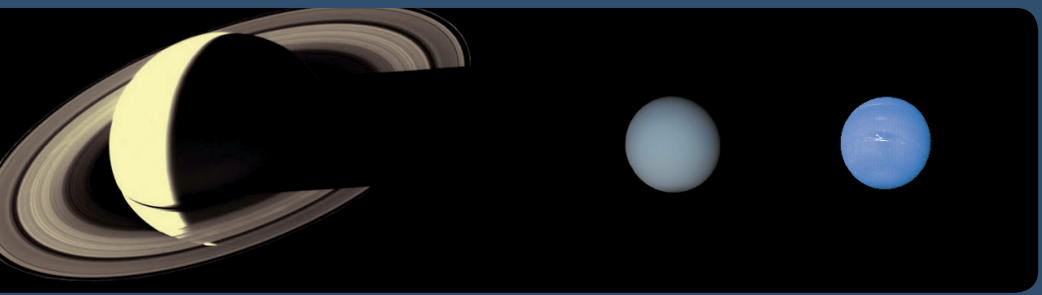
3° Sa pression est insupportable (92 fois la nôtre) : et vous voilà ÉCRABOUILLÉ !!!

4° Avec ses pluies d'acides chlorhydrique et sulfurique : vous voilà DISSOUT !!!!

5° Et si ce n'était pas suffisant avec les terrifiants éclairs de ses orages permanents : vous voilà ÉLECTROCUTÉ !!!!

Vrai ou faux

- 1) Vénus est une étoile
- 2) Plus éloignée du Soleil que Mercure il y fait moins chaud

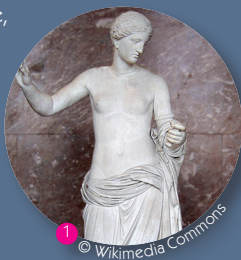


La mythologie



Dans la mythologie romaine, **Vénus est la déesse de la beauté, de la séduction et de l'amour** 1.

Cette même déesse porte le nom d'**Aphrodite** dans la culture grecque et de **Turan** pour les Étrusques.



1 © Wikimedia Commons

Quelques caractéristiques

Niveau
2

La taille de la planète Vénus est proche de celle de la Terre avec un **diamètre** valant environ **95% de celui de notre planète Terre**.

C'est une **planète rocheuse** avec une structure semblable à celle de la Terre avec une croûte, un manteau et un noyau.

L'atmosphère est constituée principalement de dioxyde de carbone (96,5%) et de diazote (3,5%) et comporte d'**épais nuages de dioxyde de soufre et de gouttelettes d'acide sulfurique**.

La pression atmosphérique très élevée vaut environ **92 fois la pression atmosphérique Terrestre**.

La présence de dioxyde de carbone contribue à un **effet de serre très accentué**.

En conséquence, bien que la planète soit plus éloignée du Soleil que Mercure, la **température** y atteint des **valeurs plus élevées** (valeur moyenne de 460°C).

Vénus parcourt son orbite autour du Soleil en **224,7 jours**.

La **planète tourne sur elle-même en 243 jours** dans le sens rétrograde (sens inverse de la rotation de la Terre).

Comme Mercure, Vénus ne possède **pas de satellite**.

La **gravité au sol** vaut 90% de celle de la Terre.

À quoi ressemble Vénus ?

Vénus est **visible à l'œil nu à l'ouest** après le coucher du Soleil pendant 5 mois et à l'est avant le lever du Soleil pendant les 5 mois suivants.

Tout comme la Lune, Vénus présente différentes phases selon son orientation par rapport au Soleil.

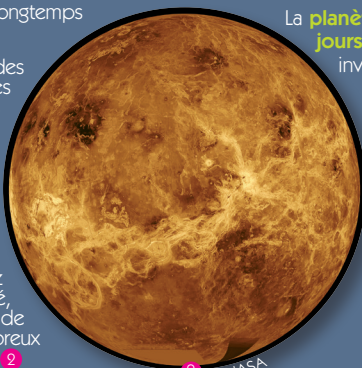
Vue de la Terre, Vénus ne nous dévoile aucun détail de sa surface, car elle est **en permanence entourée d'une épaisse couche nuageuse**.

En conséquence, la période de rotation et la topographie de Vénus ont été longtemps inconnues.

Il a fallu attendre la période des années 1978 à 1994 avec les sondes soviétiques Venera 15 et 16 et les missions américaines Pioneer et Magellan pour enfin découvrir la topographie de Vénus.

Pour s'affranchir des épaisses couches nuageuses, les sondes ont utilisé l'**imagerie radar**.

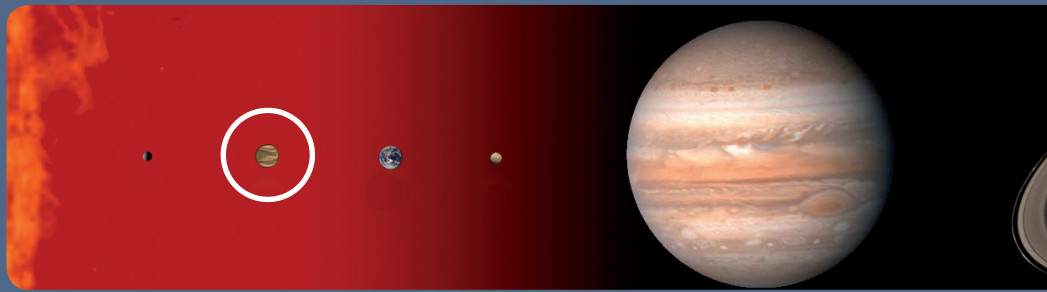
On y a découvert un relief assez peu accentué mais très varié, constitué de **vastes plaines**, de **hauts plateaux**, de très nombreux **volcans et de cratères d'impact**. 2



2 © NASA

Vrai ou faux

- 1) Vénus est toujours visible le soir, c'est pourquoi on la surnomme l'étoile du berger
- 2) Depuis la Terre avec des jumelles, on voit les plaines et les volcans de Vénus



Vénus

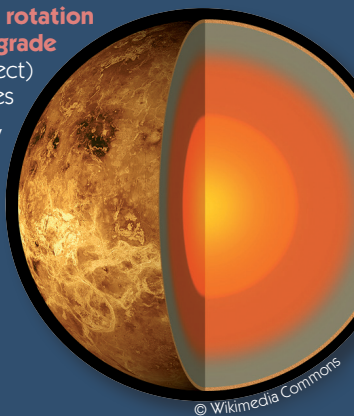
Niveau
3

Caractéristiques

Demi-grand axe	108 208 601 (0,7233298 ua)
Excentricité de l'orbite	0,00677
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	3,3947 °
Période de révolution sidérale	224,701 jours
Période de rotation	243,02 jours (rétrograde)
Vitesse orbitale	35 km/s
Diamètre équatorial	12 103,6 km
Masse	0,815 masse Terrestre
Densité (Terre=1)	5,24
Gravité à la surface (Terre=1g)	0,90 fois la gravité Terrestre
Vitesse de libération	10400 m/s
Sommet le plus élevé	11 000 m
Fosse la plus profonde	2000 m
Température de surface	460 °C
Atmosphère très dense	96,5 % de dioxyde de carbone CO ₂ 3,5% de diazote N ₂
Satellites naturels connus	Aucun

Particularité remarquable

Vénus est animée d'un mouvement de **rotation lente et rétrograde** (ou sens indirect) alors que toutes les autres planètes, à l'exception d'Uranus, tournent dans le sens direct (inverse des aiguilles d'une montre).



© Wikimedia Commons

Une conséquence

Le jour solaire sur Vénus (116,75 jours Terrestres) est **plus court que le jour sidéral** (243,02 jours Terrestres).

Par comparaison, sur Terre, le jour solaire moyen vaut 24h et le jour sidéral vaut 23h56min4,1 s.

Vrai ou faux

- 1) La valeur de la pression atmosphérique sur Vénus est voisine de celle de la Terre.
- 2) Elle tourne sur elle-même dans le même sens que la Terre.



Pourquoi une rotation rétrograde ?

Deux scénarios semblent possibles :

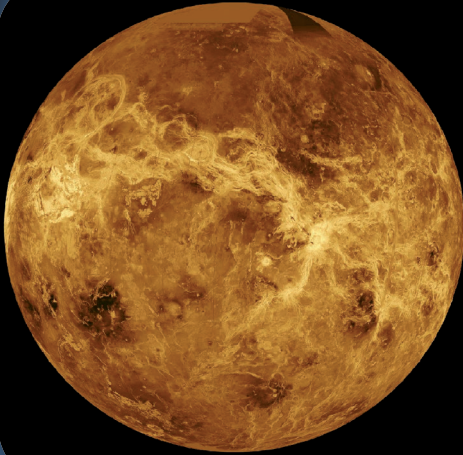
- Lors de la formation du système solaire, la planète a subi une **collision avec une autre planète** provoquant ainsi l'inversion du sens de sa rotation.
- **L'atmosphère très dense** aurait modifié le mouvement de rotation jusqu'à en inverser le sens.

On pense que Vénus possède un **noyau métallique ferreux de 3000 km** de rayon entouré d'un manteau de roches en fusion. La rotation lente du noyau métallique

expliquerait la **valeur très faible du champ magnétique** vénusien par comparaison avec celle du champ magnétique Terrestre.

Avec une valeur de $9,3 \cdot 10^6$ Pa, la **pression atmosphérique Vénusienne vaut 92 fois** la pression Terrestre (1,013.105 Pa).

Outre le dioxyde de carbone et le diazote, l'atmosphère comporte des traces de dioxyde de soufre, d'argon, de vapeur d'eau, de monoxyde de carbone, de gaz rares comme l'hélium et le néon.



© Wikimedia Commons

Pour en savoir plus

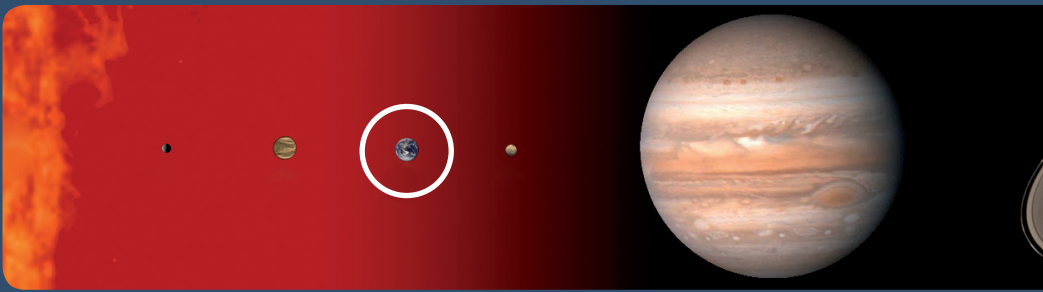
<http://www.imcce.fr/phemu03/Promenade/pages1/154.html>

[http://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9nus_\(plan%C3%A8te\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9nus_(plan%C3%A8te))

<http://www.insu.cnrs.fr/a1997,virtis-devoile-temperature-surface-venus.html>

<http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/5291-venus-livre-quelques-uns-de-ses-secrets.php>

<http://www.astro-rennes.com/planetes/venus.php>



Terre

Niveau
1

En s'éloignant du Soleil, la Terre vient en **3^{ème} position** après Mercure et Vénus.

C'est la **plus grande** et la **plus massive** des planètes rocheuses.

La Terre possède des **océans et une atmosphère** ; c'est la seule planète du système solaire à abriter de la vie.

La Terre possède un **satellite naturel** qui s'appelle la Lune.



1 Eon et Tellus (Gaïa) entourées de quatre enfants

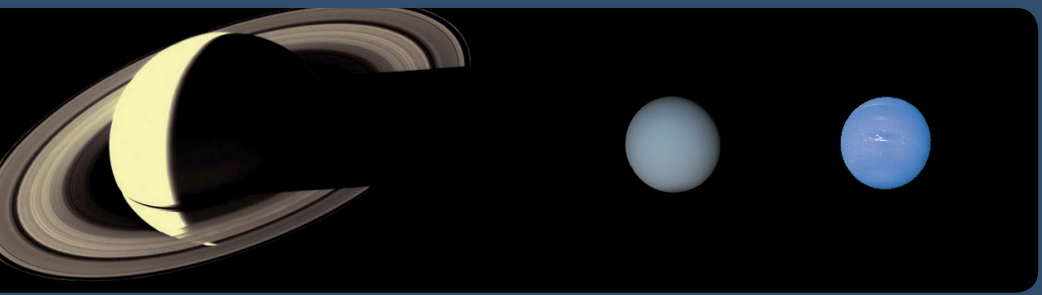


Température moyenne 15°C

Vrai ou faux

- 1) La Terre est une planète tellurique
- 2) La Terre est plus grande que Mars





La mythologie



La Terre a pour nom **Gaïa** dans la mythologie grecque.

Gaïa, née d'un **état primitif** du monde appelé le Chaos, a épousé **Uranus le Ciel**. 1

Quelques caractéristiques

La planète s'est formée en même temps que les autres planètes il y a environ 4,5 milliards d'années à partir d'une **nébuleuse primitive constituée d'un disque de gaz et de poussières**.

La Terre possède un **noyau métallique**, un **manteau et une croûte** ; c'est une **planète tellurique**.

Elle possède une atmosphère constituée d'environ **78% de diazote, de 21% de dioxygène et de 1% d'autres gaz** dont principalement de l'argon.

La Terre n'est pas une sphère parfaite, elle est **légèrement aplatie aux pôles**.

Elle tourne sur elle-même en **23h56min**. et effectue une révolution autour du Soleil en environ 365,25 jours.

Elle possède un **satellite naturel, la Lune**, qui a un diamètre 3,7 fois plus petit que celui de la Terre et une masse environ 81 fois plus faible que celle de la Terre.

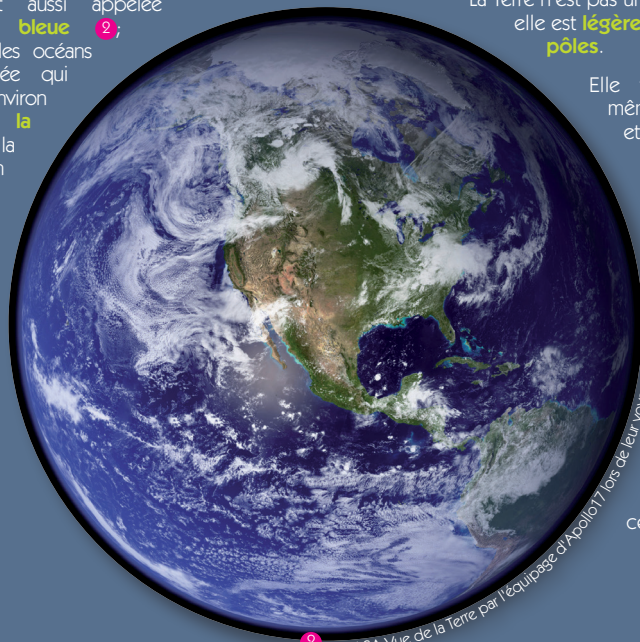
À quoi ressemble la Terre ?

Elle est aussi appelée **planète bleue** 2 ;

ce sont les océans d'eau salée qui couvrent environ

71% de la surface de la

planète et son atmosphère qui lui donnent cette couleur lorsque la Terre est vue de l'espace.



2

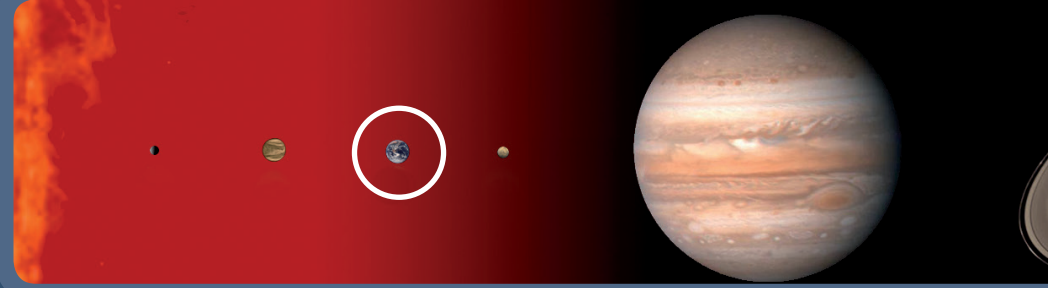
© NASA Vue de la Terre par l'équipage d'Apollo 17 lors de leur voyage vers la Lune

Vrai ou faux

- 1) La Terre n'est pas une sphère parfaite
- 2) La lune est une planète

Niveau

2



Terre

Niveau 3

Caractéristiques

Demi-grand axe	149 598 023 km (1,000 001 0 ua)
Excentricité de l'orbite	0,01671
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	23,44 °
Période de révolution sidérale	365,256 jours
Période de rotation	23 h 56 min 4s
Vitesse orbitale	30 km/s
Diamètre équatorial	12 756,28 km
Masse	5,98.1026 kg
Densité (Eau=1)	5,515
Gravité à la surface (Terre=1g)	9,806 m/s/s
Vitesse de libération	11 180 m/s
Sommet le plus élevé	8844 m
Fosse la plus profonde	11520 m
Température moyenne de surface	15 °C
Pression atmosphérique moyenne à la surface	101 325 Pa 78% diazote N ₂ , 21% dioxygène O ₂ , 0,9% d'argon, Ar + autres gaz (dioxyde de carbone CO ₂ , ...)
Satellites naturels connus	La Lune

Qu'est-ce que la géodésie ?

Vue de l'espace, la Terre apparaît comme une sphère **légèrement aplatie aux pôles**.

En effectuant des mesures des dimensions de la Terre, de ses déformations, de sa rotation, de

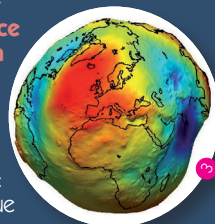
Vrai ou faux

- 1) L'altitude d'un objet est mesurée à partir du centre de la Terre.
- 2) La pesanteur est constante en tous les points du globe terrestre.

1) Faux 2) Faux

son champ de gravité et de son évolution au cours du temps, les scientifiques ont pu établir un modèle permettant de représenter au mieux la forme de la Terre. Ce modèle est appelé **géoïde** et la science regroupant toutes ces études est la **géodésie**.

Ce **géoïde** est une **surface équipotentielle de gravitation** proche du niveau moyen des mers ; donc le champ de gravitation est constant le long de cette surface. **3**



Le vecteur accélération de pesanteur est normal en chaque point de cette surface.

Du fait de variations de ce vecteur accélération selon le lieu sur la Terre, la forme de ce géoïde n'est pas simple.

En conséquence, obtenir des valeurs très précises des positions sur la Terre demande des calculs très compliqués.

Pour simplifier ces calculs, dans le positionnement par GPS par exemple, on assimile la Terre à un ellipsoïde.

L'écart entre **l'ellipsoïde et le géoïde** peut atteindre au maximum quelques dizaines de mètres et peut parfois conduire à des erreurs de positionnement.

Et l'altitude dans tout ça ?

L'altitude d'un point n'est pas la distance de ce point au centre de la Terre, mais sa distance par rapport au **géoïde** !

La structure de la Terre

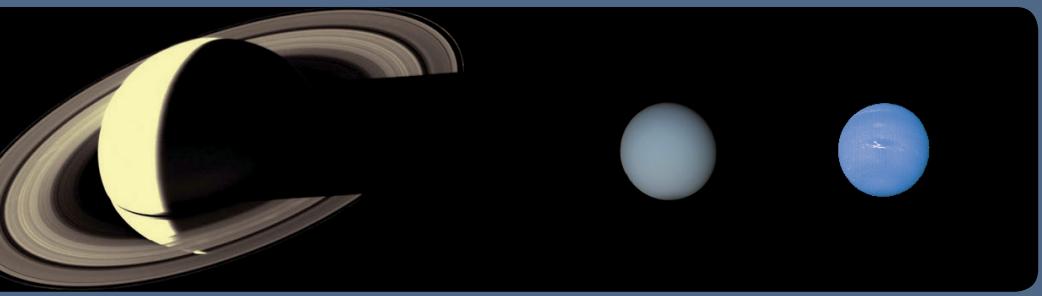
Comme les autres planètes telluriques, la Terre est constituée de différentes couches : **4**

Structure de la Terre

1. Croûte continentale
 2. Croûte océanique
 3. Manteau supérieur
 4. Manteau inférieur
 5. Noyau externe
 6. Noyau interne
- A : Discontinuité de Mohorovicic
B : Discontinuité de Gutenberg
C : Discontinuité de Lehmann.



C : Discontinuité de Lehmann.



Le magnétisme Terrestre

Le champ magnétique terrestre est dû au mouvement du **noyau métallique liquide** présent dans les couches profondes de la Terre.

Le champ magnétique peut être approximativement comparé à celui créé par un aimant droit.

Le pôle Nord magnétique est en fait un pôle magnétique Sud. **5**

L'axe du dipôle magnétique est **incliné de 11,7°** par rapport à l'axe de rotation Terrestre.

Les pôles magnétiques se déplacent au cours du temps avec une vitesse qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres par jour.

À l'équateur, le **champ magnétique Terrestre vaut environ 3,1.10⁻⁵ T**.

Les plaques tectoniques

La Terre est une planète dont la structure continue d'évoluer depuis sa formation.

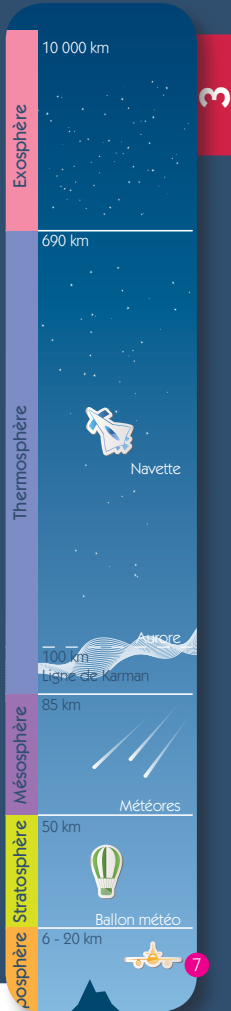
Sa surface est constituée de plaques appelées plaques tectoniques. **6**

Le mouvement des plaques tectoniques est responsable de la formation des montagnes et des volcans, mais peut provoquer de graves tremblements de Terre et raz-de-marée (tsunamis).

L'atmosphère Terrestre comporte différentes couches gazeuses. Par altitude croissante, on trouve : la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère et l'exosphère. **7**

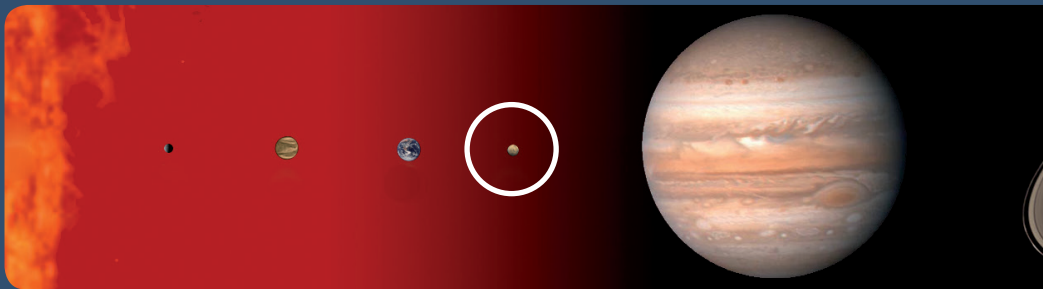


Carte des plaques tectoniques Terrestres © ???



Pour en savoir plus

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Mythologie_romaine
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Terre>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Origine_de_la_vie
- http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_Terre.html
- <http://www.solarviews.com/french/earth.htm>
- <http://ganymede.ipgp.jussieu.fr/frog/intro.htm>
- <http://www.astro-rennes.com/planetes/terre.php>



Mars

Niveau
1

En s'éloignant du Soleil, Mars est la **quatrième planète** après la Terre.

On l'appelle souvent la **planète rouge**, car dans le ciel, c'est un astre de couleur rouge-orangé.

Mars est presque **deux fois plus petite** que la Terre et **dix fois moins massive**.

C'est une planète constituée de **roche** avec une **faible atmosphère**.



1
2
Comparaison Olympus Mons avec la France. © NASA pour l'image du volcan

Je lis sur ma balance



- 63°C



sur Mars
27 kg



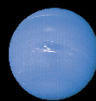
sur Terre
70 kg

Vrai ou faux

- 1) On l'appelle aussi la planète bleue
- 2) Mars est deux fois plus petite que la Terre



1) Faux 2) Vrai



La mythologie



Mars est le **dieu de la Guerre** dans la mythologie romaine **1**.

Il est le **père de Romulus et de Remus**, fondateurs de la Rome antique.

Dans la mythologie grecque, l'homologue du dieu Mars porte le nom d'**Arès**.

La planète Mars possède **deux satellites naturels** appelés Phobos et Deimos, noms des deux fils jumeaux d'Arès et Aphrodite.

Les babyloniens nommaient la planète Mars **Nergal, le dieu de la mort, des destructions et du feu**.

Dans la mythologie indoue, Mars est nommée **Mangala, nom du dieu de la Guerre**.

À quoi ressemble Mars ?

Un trait remarquable est la **teinte rougeâtre** de son sol et de son atmosphère. Cette couleur est due à la **présence de fines poussières constituées d'oxyde de fer (III)**. Sur Terre, cet oxyde de fer est un des constituants de la rouille.

Au télescope, on peut observer diverses formations martiennes comme **Valles Marineris**, immense système de canyons dont le dénivelé peut atteindre 10 000 m, le **vaste plateau de Syrtis Major Planum** dont la teinte sombre est aisément perceptible.

La planète Mars possède **le plus grand volcan du système solaire**, appelé **Olympus Mons**, qui culmine à 21 229 m au-dessus du niveau de référence et dont la superficie est voisine de celle de la France. **2**

Selon la distance et la position de la planète, on peut également déceler la **calotte polaire** formée de glace d'eau et de dioxyde de carbone.

Quelques caractéristiques

Mars est une planète tellurique, avec un sol constitué de **roches basaltiques**.

Les analyses faites à partir de météorites martiennes et depuis les années 1970 in situ grâce aux sondes comme **Viking, Mars Pathfinder, Phoenix avec les rovers Spirit et Opportunity**, ont montré une abondance élevée en silicium et en fer.

On y a également décelé la présence de divers métaux comme **l'aluminium, le magnésium, le calcium, le titane, etc...**

La planète possède une **atmosphère très ténue** composée principalement de 95,3% de dioxyde de carbone, de 2,7% de diazote, de 1,6% d'argon, et des traces d'autres gaz comme le dioxygène.

Des **tempêtes de poussières** peuvent parfois se déclencher. L'atmosphère martienne se charge alors en poussières à l'échelle planétaire pouvant empêcher les observateurs Terrestres de distinguer le sol martien pendant plusieurs semaines.

C'est une **planète froide** dont la température moyenne au sol est de -63°C (+15°C sur Terre).

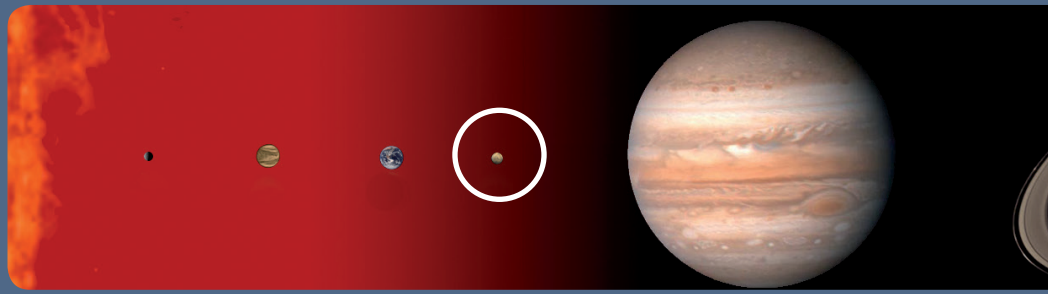
La gravité au sol y est plus faible que sur Terre ; le pèse-personne d'un homme de 70 kg indiquerait une valeur d'environ 27 kg sur Mars !

La durée du jour martien (appelée « sol ») est légèrement plus longue que sur Terre d'un peu moins de quarante minutes.

Vrai ou faux

- 1) Son atmosphère est tellement dense qu'aucun détail de sa surface n'est observable depuis la Terre
- 2) Sa couleur est due à la présence d'oxyde de fer

Niveau
2



Mars

Niveau 3

Caractéristiques

Demi-grand axe	227 939 185 (1,5236793 ua)
Excentricité de l'orbite	0,09340
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	1,8497 °
Période de révolution sidérale	686,980 jours
Période de rotation	24,62 heures
Vitesse orbitale	24 km/s
Diamètre équatorial	1 6794 km
Masse	0,107 masse Terrestre
Densité (Terre=1)	3,93
Gravité à la surface (Terre=1g)	0,38 fois la gravité Terrestre
Vitesse de libération	5000 m/s
Sommet le plus élevé	22 500 m
Fosse la plus profonde	6000 m
Température de surface	-123°C à +37 °C
Atmosphère très ténue (exosphère)	95 % de dioxyde de carbone CO ₂ , 2,7% de diazote N ₂ , 1,6% d'argon Ar
Satellites naturels connus	Phobos et Deimos

Un peu de géologie martienne

Le sol martien présente une très grande opposition géographique entre l'hémisphère Nord, constitué d'une immense plaine dont l'altitude moyenne est d'environ 6000 m en-

dessous du niveau de référence, et l'hémisphère Sud constitué de plateaux élevés et cratérisés de plusieurs kilomètres au-dessus du niveau de référence 2.

Entre ces deux domaines caractéristiques se trouvent deux régions volcaniques très différenciées.

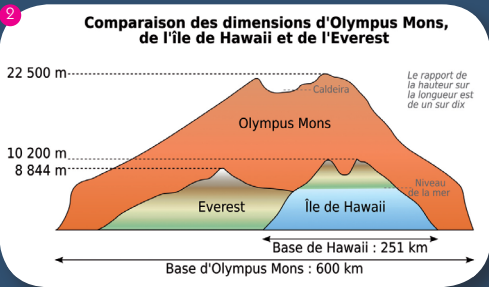
L'âge géologique d'un sol est évalué selon le critère de taux de cratérisation.

Un sol est d'autant plus vieux que le nombre de cratères est plus important.

Les trois régions martiennes correspondent donc à trois périodes géologiques différentes.

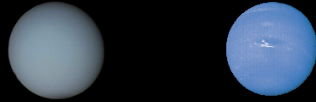
Le Noachien correspond aux terrains de l'hémisphère sud les plus anciens d'âge compris entre 4,6 milliards d'années (date de la formation de la planète) et 3,7 milliards d'années selon l'échelle de Hartmann et Neukum.

L'Hespérien correspond aux terrains ayant connu des périodes d'activités volcaniques intenses et dont l'âge se situe entre 3,7 et 3,2 milliards d'années selon l'échelle de Hartmann et Neukum. L'Amazonien correspond aux terrains de moins de 3,2 milliards d'années selon l'échelle de Hartmann et Neukum. Ce sont donc les sols les moins cratérisés, et ils sont situés principalement dans l'hémisphère nord.



Vrai ou faux

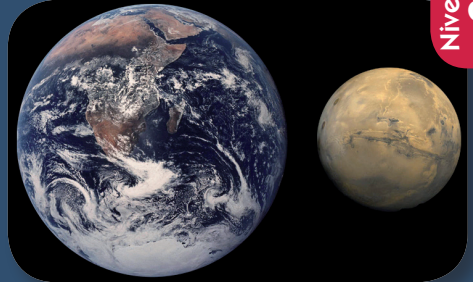
- 1) La pression atmosphérique martienne est tellement faible qu'aucun nuage ne peut s'y former
- 2) Son sommet le plus haut atteint plus de 20000 mètres



L'atmosphère martienne

La pression atmosphérique martienne au niveau de référence est de 610 Pa contre 101 325 Pa pour la Terre. Des nuages semblables à nos cirrus terrestres et constitués de cristaux d'eau ou de dioxyde de carbone ont été observés à des altitudes de 10 km à 20 km au-dessus du niveau de référence.

La basse température moyenne de la planète (-63°C) s'explique par la distance au Soleil qui est plus grande que celle de la Terre, mais aussi par l'atmosphère très ténue qui ne génère qu'un effet de serre négligeable.



Taille comparée de la Terre et de Mars © Wikimedia

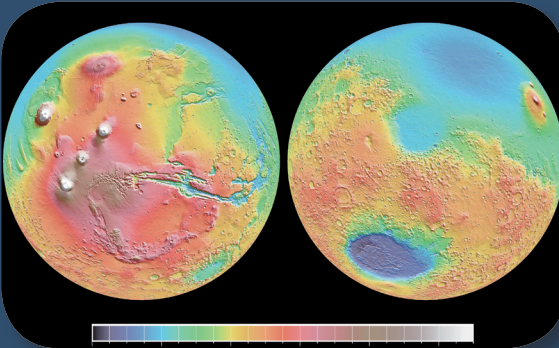
Niveau
3

Le mouvement de la planète

Après Mercure, c'est Mars qui a l'excentricité de son orbite la plus élevée (0,09340).

L'inclinaison de l'axe de rotation de la planète par rapport à son plan orbital (ou obliquité) vaut actuellement **25,19°**. Celle-ci subit, comme pour la Terre, des variations périodiques dues aux interactions gravitationnelles avec les autres planètes du système solaire.

Des **cycles de variations** de 120 000 ans et de 1,2 millions d'années ont pu être évalués. Cela a pour conséquence des variations importantes du climat martien.



Pour en savoir plus

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_\(mythologie\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_(mythologie))

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_\(planète\)Géographie_de_Mars](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_(planète)Géographie_de_Mars)

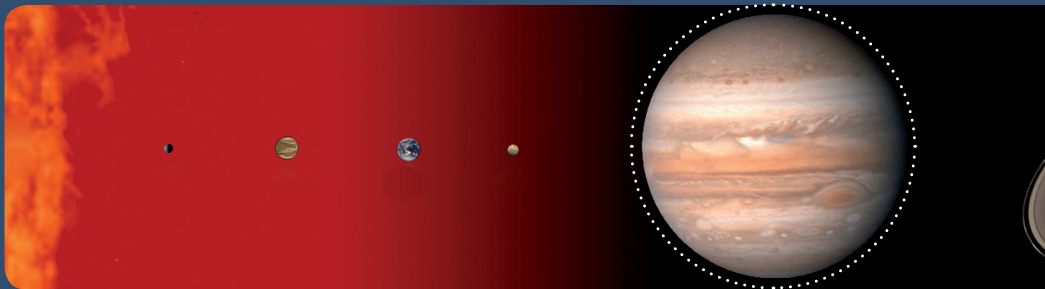
<http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages6/74.html>

<http://www.planete-mars.com/>

<http://marsover.nasa.gov/home/>

<http://www.nirgal.net/>

<http://www.astro-rennes.com/planetes/mars.php>



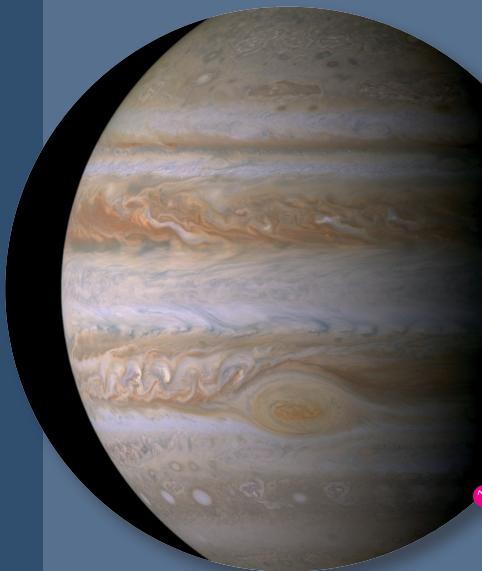
Jupiter

Niveau
1

C'est la **cinquième planète** en s'éloignant du Soleil après Mars.

Jupiter est **la plus grosse planète** du système solaire.

On ne pourrait pas marcher sur Jupiter, car c'est une **planète gazeuse**.



Je lis sur ma balance


- 121°C

sur
Jupiter
177 kg



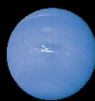
sur Terre
70 kg

Mais sur quoi vais-je poser ce pèse-personne, sachant que la planète est gazeuse ?



Vrai ou faux

- 1) Jupiter est une marque de bière
- 2) Jupiter est plus petite que Saturne



La mythologie

24

Quelques caractéristiques

Niveau
2

Dans la mythologie romaine, Jupiter, **fil de Rhéa et de Saturne**, est le père des dieux. Il gouverne la **Terre, le ciel et tous les êtres vivants**.

Dans la crainte d'être détrôné par ses enfants, Saturne les dévorait au fur et à mesure qu'ils venaient au monde.

Jupiter a pu être sauvé et détrôna finalement son père.

L'homologue grec de Jupiter est **Zeus**.

Jupiter arrive par la taille en première position dans le système solaire avec un diamètre valant environ **11 fois celui de la Terre**.

Sa masse vaut 2,5 fois la masse de toutes les autres planètes réunies.

En conséquence, la planète a eu une **très grande influence gravitationnelle** sur la formation du système solaire.

La **rotation** de Jupiter est très **rapide** avec une période de près de 10h contre environ 24h pour la Terre.

Ce rapide mouvement de rotation de la planète gazeuse entraîne un **aplatissement aux pôles**.

Jupiter est constituée principalement d'**hydrogène (90%) et d'hélium (10%)**.

L'atmosphère de Jupiter est le siège de **vents très violents** pouvant atteindre 600 km/h.

La grande tache rouge de Jupiter qui est un immense anticyclone dans son atmosphère, a été observée la première fois par **Cassini** en 1665 ; elle existe toujours de nos jours.

La gravité à la surface de Jupiter vaut 2,53 fois la gravité Terrestre.

À quoi ressemble Jupiter ?

C'est un astre lumineux et visible facilement à l'**œil nu** ¹.

C'est le quatrième objet le plus brillant après le Soleil, la Lune et Vénus.

Au télescope, on peut découvrir sa **structure nuageuse complexe** et ses quatre satellites les plus brillants : **Io, Europe, Ganymède et Callisto**.

Galilée a observé Jupiter et le ballet de ses satellites en 1610.

Vrai ou faux

- 1) Il n'y a que 3 satellites autour de Jupiter
- 2) Jupiter possède des anneaux

Jupiter

Niveau
3

Caractéristiques

Demi-grand axe	778 298 362 km (5,202603 ua)
Excentricité de l'orbite	0,04850
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	1,3033 °
Période de révolution sidérale	11 ans 314,84 jours
Période de rotation	9,92 heures
Vitesse orbitale	13 km/s
Diamètre équatorial	142 984 km
Masse	317,83 fois la masse Terrestre
Densité (Terre=1)	1,33
Gravité à la surface (Terre=1g)	2,53 fois la gravité Terrestre
Vitesse de libération	59 560 m/s
Sommet le plus élevé	31 000 m
Fosse la plus profonde	102 000 m
Température des nuages	-121°C
Atmosphère très ténue (exosphère)	90 % d'hydrogène, 10% d'hélium, traces de méthane...
Satellites naturels connus	63 dont les quatre satellites galiléens Io, Europe, Ganymède et Callisto.

Structure interne

On connaît peu de choses sur la structure interne de Jupiter.

On pense que la planète possède un **noyau rocheux** entouré d'hydrogène métallique, liquide puis gazeux. 2

La température interne est très élevée et peut atteindre des valeurs de **36 000 kelvins**.

Jupiter libère davantage d'énergie qu'elle n'en reçoit du Soleil.

La grande tache rouge est une tempête anticyclonique stable ayant la forme d'un ovale pouvant atteindre 40 000 km de long sur 14 000 km de large.

Elle peut donc contenir 2 ou 3 planètes de la taille de la Terre.

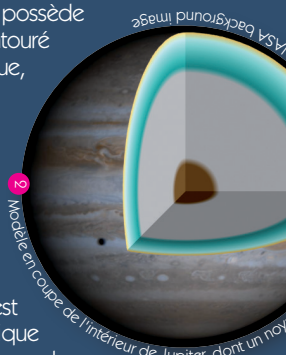
Une partie de cette énergie provient d'un phénomène de compression gravitationnelle selon le mécanisme de Kelvin-Helmholtz.

La surface de la planète se refroidit entraînant une baisse de pression. En conséquence, l'astre se contracte par attraction gravitationnelle, provoquant ainsi un réchauffement du cœur de la planète.

La tache rouge est entourée d'un **ensemble complexe d'ondes de turbulence** pouvant engendrer des anticyclones satellites.

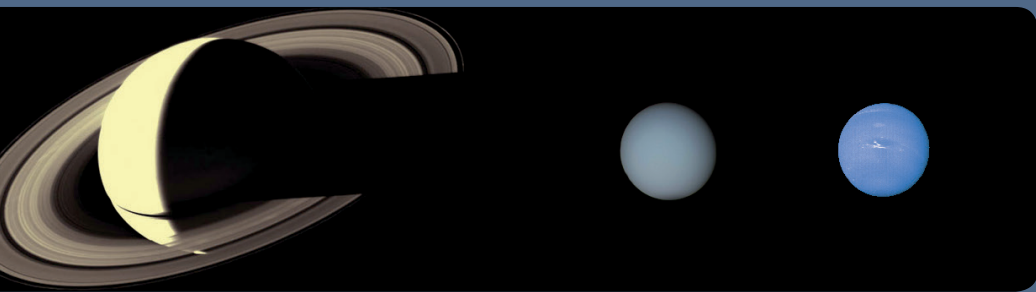
Les anneaux

Jupiter possède de **fins anneaux planétaires composés de poussières** arrachées aux satellites les plus proches 3.



Vrai ou faux

- 1) C'est la planète qui a le champ magnétique le plus intense de tout le système solaire
- 2) Comme Jupiter est très éloignée du Soleil, la température en son centre y est très basse



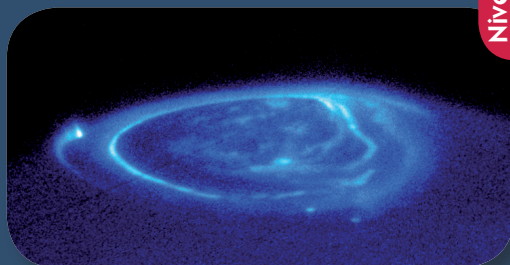
Structure interne

Après le Soleil, Jupiter possède le **champ magnétique le plus puissant** de tout le système solaire.

À l'équateur, on a mesuré des valeurs d'environ 43.10^{-5} T, soit un champ magnétique 14 fois plus intense que celui de la Terre.

On pense que c'est la rotation très rapide de l'hydrogène métallique situé à l'intérieur de la planète qui produirait ce champ magnétique intense par effet dynamo.

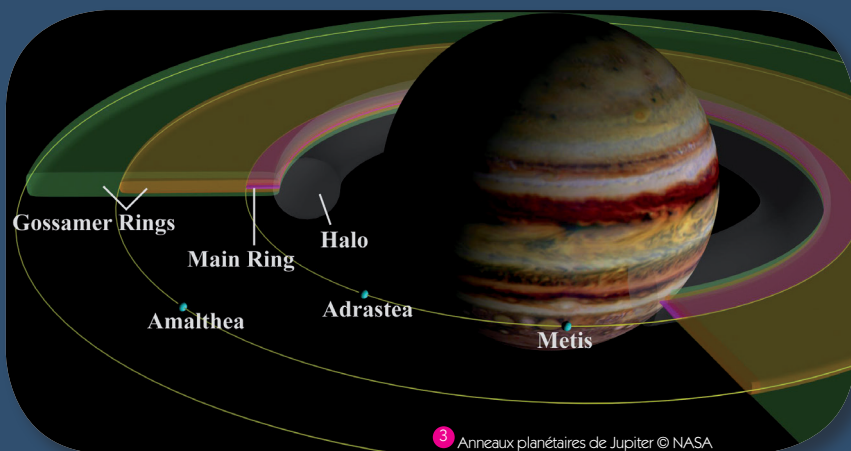
L'interaction du vent solaire avec la magnétosphère jovienne produit d'impressionnantes aurores polaires.



Aurore polaire, photographiée dans le domaine des ultraviolets par le télescope spatial Hubble

Niveau
3

© amblyopie
au cœur de l'entouré d'hydrogène gazeux



3 Anneaux planétaires de Jupiter © NASA

Pour en savoir plus

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Jupiter_étymologie
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Jupiter_planète
- <http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages5/55.html>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Satellites_naturels_de_Jupiter
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Galilée>
- <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/jupiter>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin-Helmholtz_mechanism
- <http://www.astro-rennes.com/planetes/jupiter.php>

Saturne

Niveau
1

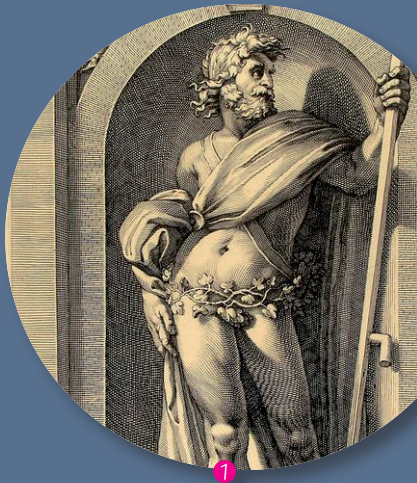
C'est la **sixième planète** en s'éloignant du Soleil après Jupiter.

Saturne est la **deuxième plus grande** planète du système solaire après Jupiter.

Saturne possède des **anneaux très brillants**.

On ne peut pas marcher sur Saturne, la planète est **gazeuse**.

Si on pouvait poser Saturne **sur de l'eau, la planète flotterait !**



Je lis sur ma balance



- 125°C

sur
Saturne
75 kg



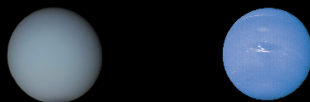
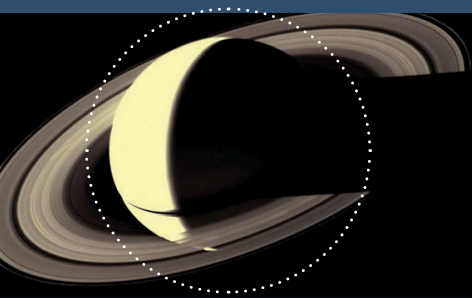
sur Terre
70 kg

Mais sur quoi vais-je poser ce pèse-personne, sachant que la planète est gazeuse ?



Vrai ou faux

- 1) Elle possède le plus beau système d'anneaux du système solaire
- 2) S'il y avait un océan assez grand, Saturne pourrait flotter à sa surface



La mythologie



Selon certaines sources, **Saturne fils cadet d'Uranus et de l'antique Vesta** (ou Gaïa la Terre), était un ancien dieu romain qui devait présider la période précédant le solstice d'hiver appelée Saturnales.

Selon une prédiction, Saturne devait être détrôné par l'un de ses enfants ; pour éviter cela, Saturne dévora chacun d'eux à leur naissance.

Un de ses fils Jupiter, réussit toutefois à être sauvé et détrôna son père.

Chassé de l'Olympe, Saturne se réfugia en Italie à l'endroit où Rome devait s'élever plus tard.

Dans la mythologie grecque, l'homologue de Saturne porte le nom de **Cronos**.

À quoi ressemble Saturne ?

Saturne est une planète **géante et gazeuse**, constituée, comme Jupiter, d'hydrogène et d'hélium.

La planète est relativement **brillante et bien visible à l'œil nu**.

La vision de Saturne dans un télescope est impressionnante, car cette planète est dotée de magnifiques **anneaux constitués de particules de glace et de poussière**.

Du fait des mouvements relatifs de la Terre et de Jupiter autour du Soleil, on peut voir ces anneaux sous des angles différents et parfois même on peut les apercevoir par la tranche. Leur épaisseur est tellement faible (une dizaine de mètres en moyenne) que ceux-ci semblent alors disparaître de la vue de l'observateur ! 2

Quelques caractéristiques

Saturne est la deuxième planète la plus massive du système solaire après Jupiter.

Elle est 95 fois plus massive que la Terre et son diamètre équatorial est environ 9 fois plus grand que celui de la Terre.

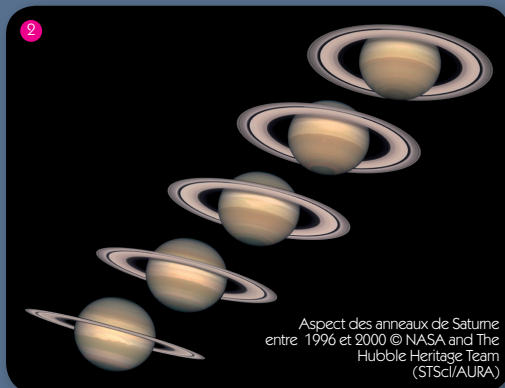
Comme Jupiter, Saturne est animée d'un **mouvement de rotation très rapide** avec une période d'environ 10h 47 minutes.

Sa structure gazeuse et sa vitesse de rotation élevée provoquent l'aplatissement de ses pôles.

Son atmosphère, composée essentiellement d'**hydrogène et d'hélium**, est disposée selon des bandes parallèles à son plan équatorial.

De **gigantesques orages** accompagnés de **violentes décharges** électriques ont été observés à plusieurs reprises.

Ces orages peuvent s'étendre sur plusieurs milliers de kilomètres et durer plusieurs mois.



Aspect des anneaux de Saturne entre 1996 et 2000 © NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Vrai ou faux

- 1) C'est une planète tellurique
- 2) Elle est 95 fois plus massive que la Terre

Saturne

Niveau
3

Caractéristiques

Demi-grand axe	1 429 394 069 km (9,554909 ua)
Excentricité de l'orbite	0,05555
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	2,4889 °
Période de révolution sidérale	29 ans 166,98 jours
Période de rotation	10,66 heures
Vitesse orbitale	10 km/s
Diamètre équatorial	120 536 km
Masse	95,16 fois la masse Terrestre
Densité (Terre=1)	0,69
Gravité à la surface (Terre=1g)	1,07 fois la gravité Terrestre
Vitesse de libération	35 490 m/s
Sommet le plus élevé	8 000 m
Fosse la plus profonde	205 000 m
Température des nuages	-125°C
Atmosphère très ténue (exosphère)	97 % d'hydrogène, 3% d'hélium, traces de méthane et autres gaz...
Satellites naturels connus	Plus d'une soixantaine de satellites dont le plus gros s'appelle Titan.

Particularité remarquable

Comme Jupiter, la planète comporterait un **noyau rocheux de silicates et de fer**, entouré d'hydrogène métallique, liquide, puis enfin gazeux.

Saturne a une température interne très élevée de **12 000 kelvins dans le noyau** ; par comparaison, la température du noyau Terrestre est estimée à 5 000 kelvins.

À l'instar de Jupiter, Saturne dégage plus d'énergie qu'elle n'en reçoit du Soleil.

On retrouve le même phénomène que sur Jupiter ; une partie de cette énergie provient d'un phénomène de compression gravitationnelle selon le mécanisme de Kelvin-Helmholtz.

L'atmosphère

L'atmosphère de Saturne est animée d'une **rotation différentielle** ; c'est-à-dire qu'elle possède des périodes de rotation différentes selon la latitude du lieu.

On a détecté plusieurs systèmes de rotation :

- Un système de période de 10h14min00s dans la bande équatoriale.
- Un système de période 10h39min24s aux autres latitudes.
- Un système de période 10h14min22.3s dû à la rotation des émissions radio.

Le magnétisme

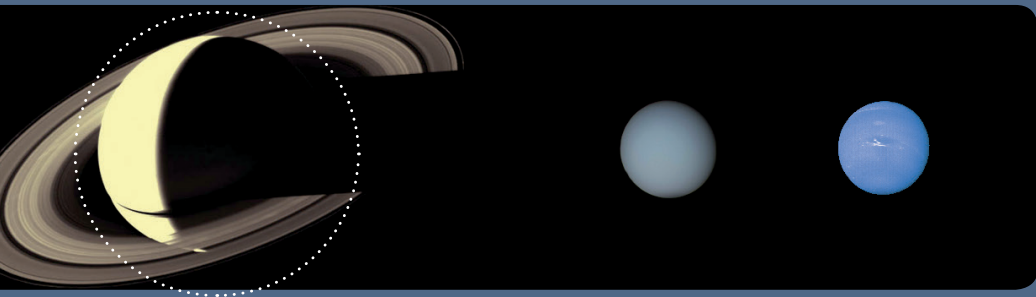
Avec une valeur d'environ $2,1 \cdot 10^{-5}$ T à l'équateur, Saturne possède un champ magnétique beaucoup plus faible que celui de Jupiter ($43 \cdot 10^{-5}$ T), mais également un peu moins intense que celui de la Terre ($3,1 \cdot 10^{-5}$ T).

Selon le mécanisme de dynamo fluide, la rotation du noyau d'hydrogène métallique de la planète entraîne le déplacement de particules chargées, provoquant ainsi l'apparition du champ magnétique.

Vrai ou faux

- 1) L'intensité du champ magnétique de Saturne est voisine de celle de Jupiter
- 2) Titan est le nom d'une des divisions des anneaux

1) Faux 2) Faux



Niveau
3

Les anneaux

Les anneaux de Saturne sont constitués de particules de poussières, de roches et de glaces et datent de la formation de la planète. Il y règne une agitation permanente avec de nombreuses collisions.

On a identifié plusieurs systèmes d'anneaux repérés par des lettres de l'alphabet : D, C, B, A, F, G, E.

Entre certains anneaux existent des espaces vides appelés divisions portant le nom de l'astronome qui les a découverts ; Divisions de Guérin, Cassini, Encke et Keeler.

En 1980 la sonde spatiale Voyager-1 en 1980, puis vingt-cinq ans plus tard la sonde Cassini, ont mis en évidence des bandes sombres ou brillantes perpendiculaires à ces anneaux et appelées « spokes ».

Actuellement, ces spokes, qui semblent être des phénomènes saisonniers, ne peuvent pas être expliquées par les seules forces gravitationnelles.

Quelle est l'origine de ces anneaux

Deux théories sont actuellement proposées :

- Ils proviendraient d'une ancienne lune qui aurait été pulvérisée par effet de marée en se rapprochant de la planète.
- Ils seraient les restes de la nébuleuse à partir de laquelle Saturne se serait formée.

Les Satellites

Saturne possède de nombreux satellites et leur nombre n'est pas définitivement fixé : on en découvre encore de nos jours. Quelques noms : Titan, Thétis, Dioné, Rhéa, Japet, etc... 3

Parmi ces satellites, seul Titan possède une atmosphère, et c'est sur ce satellite que s'est posé le module européen Huygens en 2005, après s'être détaché de la sonde spatiale Cassini.

Pour en savoir plus

http://fr.wikipedia.org/wiki/Saturne_mythologie

http://fr.wikipedia.org/wiki/Saturne_planète

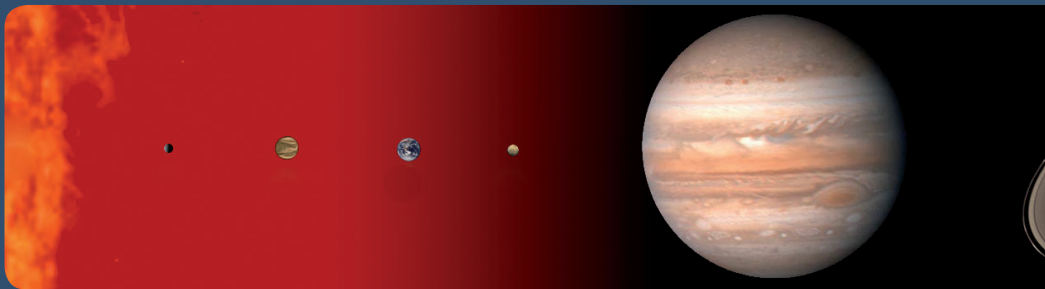
http://fr.wikipedia.org/wiki/Anneaux_de_Saturne

<http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages1/119.html>

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/saturn>

http://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin-Helmholtz_mechanism

<http://www.astro-rennes.com/planetes/saturne.php>



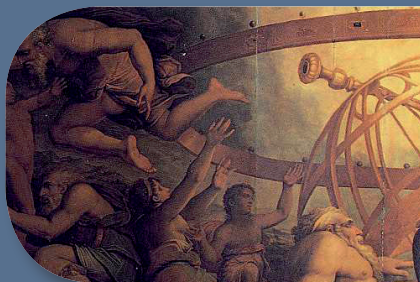
Uranus

Niveau
1

Uranus est la **septième planète** du système solaire.

C'est une **planète géante gazeuse**, moins grande que Jupiter et Saturne mais **4 fois plus grande que la Terre**.

Elle a été longtemps inconnue, car elle est **à peine visible à l'œil nu** ; il faut utiliser un télescope pour la voir.



William Herschel

Je lis sur ma balance


- 193°C

sur
Uranus
63 kg



sur Terre
70 kg

Mais sur quoi vais-je poser ce pèse-personne, sachant que la planète est gazeuse ?



Vrai ou faux

- 1) Uranus met environ 84 ans pour faire le tour du Soleil
- 2) Elle a une couleur rouge



La mythologie



The Mutilation of Uranus by Saturn

Dans la mythologie romaine, Uranus est le **dieu du ciel**. Il correspond dans la mythologie grecque au dieu **Ouranos**.

Uranus, dieu du ciel, fils d'Éther et du Jour, est le père de Saturne (ou Cronos) et le grand-père de Jupiter (ou Zeus).

Quelques caractéristiques

Bien que de dimensions plus modestes par rapport à Jupiter et Saturne, Uranus est classée parmi les **planètes géantes gazeuses**.

Sa distance moyenne au Soleil est de 3 milliards de kilomètres : Uranus reçoit environ 400 fois moins de lumière que la Terre.

Uranus est la planète du système solaire dont **l'atmosphère est la plus froide** avec une température minimale de 49 kelvins soit **-224°C**.

Il faut 84 années Terrestres pour qu'Uranus parcoure la totalité de son orbite autour du Soleil.

Elle effectue une rotation sur elle-même en un peu plus de 17 heures.

Un fait remarquable et unique dans le système solaire, son axe de rotation se situe presque dans son plan orbital ; on dit parfois que **la planète roule sur son orbite**.

En conséquence, au cours d'une révolution en 84 ans, **les deux pôles se trouvent alternativement exposés au Soleil**, et les saisons s'étalent sur des durées très longues.

Dans un hémisphère d'Uranus, il s'écoule **42 années terrestres** entre un solstice d'hiver et un solstice d'été.

À quoi ressemble Uranus?

Au XVII^{ème} siècle, **Galilée et John Flamsteed** ont observé Uranus, mais l'ont confondue avec une étoile.

William Herschel ¹ observa, le 13 mars 1781, lui aussi la planète mais ne l'identifia pas comme telle.

Il pensait qu'il s'agissait d'abord d'une comète ou une nébuleuse ; il a ensuite rapidement compris qu'il avait détecté une nouvelle planète.

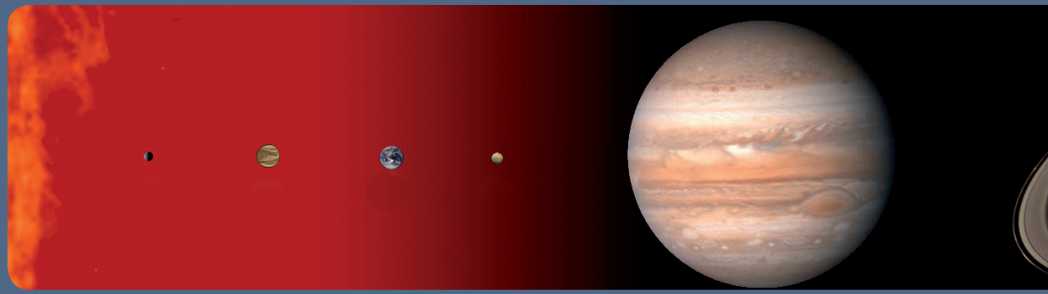
Au télescope, Uranus apparaît comme un **astre peu lumineux de couleur bleu-vertâtre**.

La sonde spatiale Voyager 2 est le seul engin spatial à avoir survolé Uranus.

Vrai ou faux

- 1) Uranus a des anneaux
- 2) Sa température est de 25°C

Niveau
2



Uranus

Niveau
3

Caractéristiques

Demi-grand axe	2 875 038 607 km (19,218 45 ua)
Excentricité de l'orbite	0,04638
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	0,7732 °
Période de révolution sidérale	84 ans 7,48 jours
Période de rotation	17,24 heures
Vitesse orbitale	7 km/s
Diamètre équatorial	51 118 km
Masse	14,54 fois la masse Terrestre
Densité (Terre=1)	1,27
Gravité à la surface (Terre=1g)	0,90 fois la gravité Terrestre
Vitesse de libération	21 300 m/s
Sommet le plus élevé	28 000 m
Fosse la plus profonde	0 m
Température des nuages	-193°C
Atmosphère	83 % d'hydrogène, 15% d'hélium, 2% de méthane
Satellites naturels connus	27

Structure interne

La composition interne d'Uranus est **très peu connue**. On pense que la planète possède un noyau de silicates et de fer entouré d'un manteau de glace d'eau H_2O , d'hélium He, de méthane CH_4 et d'ammoniac NH_3 , puis d'une couche superficielle d'hydrogène et d'hélium.

L'atmosphère

Comme Jupiter et Saturne, l'atmosphère d'Uranus est composée essentiellement d'**hydrogène et d'hélium**. Toutefois, elle se distingue des deux autres planètes gazeuses par une plus grande proportion d'eau, d'ammoniac NH_3 et de méthane CH_4 .

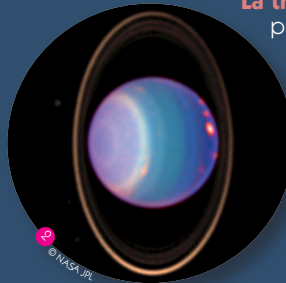
La couleur bleu-verdâtre proviendrait du **méthane présent dans l'atmosphère, absorbant le rouge et l'infrarouge**. ②

Des nuages à haute altitude ont été détectés et il y souffle des vents dont la vitesse peut atteindre 250m/s ou 900 km/h.

L'atmosphère d'Uranus peut être divisée en trois couches : la troposphère, la stratosphère et la thermosphère.

La troposphère est la partie la plus basse et la plus dense de l'atmosphère et la température décroît avec l'altitude.

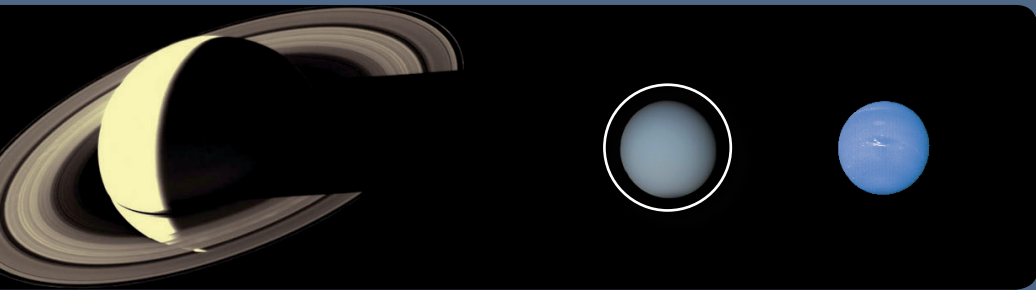
Elle possède une **structure nuageuse complexe avec des nuages d'eau, d'ammoniac et d'hydrosulfure d'ammonium NH_4HS** .



Vrai ou faux

- 1) Sa masse volumique est légèrement supérieure à celle de l'eau
- 2) Son champ magnétique est plus faible que celui de la Terre

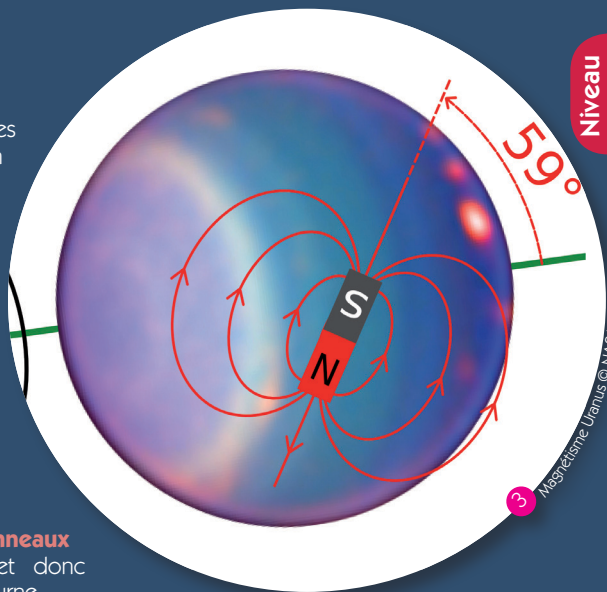
1) Vrai 2) Vrai



Le magnétisme

La rotation des couches internes fluides et conductrices provoque un champ magnétique dont l'intensité a sensiblement la même valeur que celle du champ magnétique de Saturne, mais plus faible que celle du champ magnétique Terrestre.

L'axe des pôles magnétiques est incliné d'environ 59° par rapport à l'axe de rotation de la planète. ³



Niveau
3

Les anneaux

Uranus possède au moins **13 anneaux principaux**, mais ils sont très fins et donc beaucoup moins visibles que ceux de Saturne.

Ils ont été détectés soit par des observations Terrestres d'occultation d'étoiles par Uranus, soit par des images données par le télescope Hubble ou la sonde spatiale Voyager 2.

Les satellites

Comme Jupiter et Saturne, Uranus possède de **nombreux satellites naturels**. À ce jour, on en dénombre au moins 27 dont chacun porte un nom : Titania, Obéron, Miranda, etc...

Pour en savoir plus

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Uranus_\(mythologie\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Uranus_(mythologie))

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Uranus_\(planète\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Uranus_(planète))

<http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages1/150.html>

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/uranus>

<http://www.astro-rennes.com/planetes/uranus.php>



Neptune

Niveau
1

Neptune est la **huitième planète** du système solaire.

C'est une planète géante gazeuse, moins grande que Jupiter et Saturne mais **presque 4 fois plus grande que la Terre**.

Elle est trop lointaine pour être visible à l'œil nu : il faut utiliser un télescope pour la voir.

Elle n'est pas pressée Neptune ! Il lui faut presque **165 ans pour faire une révolution autour du Soleil**.



1 Dieu Neptune

Je lis sur ma balance


- 225°C

sur
Neptune
79.8 kg



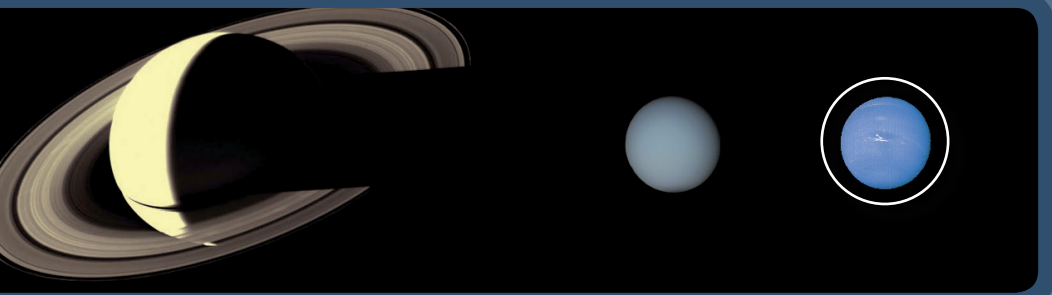
sur Terre
70 kg

Mais sur quoi vais-je poser ce pese-personne, sachant que la planète est gazeuse ?



Vrai ou faux

- 1) C'est la dernière planète du système solaire
- 2) On ne la voit pas à l'œil nu



La mythologie



Dans la mythologie romaine, Neptune est le **dieu des mers et des océans** 1.

Neptune est le fils de Saturne et de Cybèle, **frère de Jupiter et de Pluton**.

Poséidon est le dieu équivalent dans la **mythologie grecque**.

À quoi ressemble Neptune ?

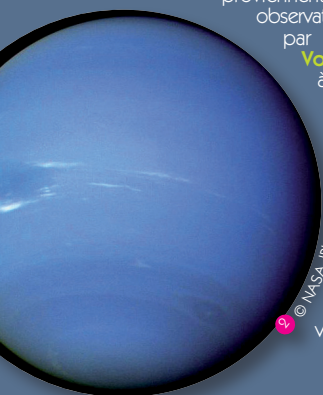
Neptune est la plus discrète des planètes. Invisible à l'œil nu, elle apparaît dans un télescope comme **un petit disque de couleur bleu-vert** 2.

Nous ne connaissons que peu de choses de cette planète. Les informations que nous avons, proviennent principalement des observations et mesures réalisées par la sonde spatiale

Voyager 2 qui est passée à proximité de Neptune en 1989.

Voyager 2 a détecté en 1989 la présence d'une grande tache sombre, gigantesque ouragan se déplaçant à la vitesse de plus de 1 000 km/h ainsi que des vents violents pouvant atteindre la vitesse de 2500 km/h.

© NASA, JPL



Quelques caractéristiques

Cette planète orbite à une distance d'environ 4 milliards 500 millions de kilomètres, soit 30 fois la distance moyenne entre la Terre et le Soleil.

Un fait remarquable : Neptune détectée avant d'être vue !

Au début du XIX^{ème} siècle, l'astronome français **Alexis Bouvard** avait pensé que les perturbations de l'orbite d'Uranus étaient dues à une hypothétique huitième planète.

La position de cette planète a été calculée en 1843 et 1846 par les astronomes britanniques **John Couch Adams** et français **Urbain Le Verrier** avant qu'elle ne soit effectivement observée le 23 septembre 1846 par l'astronome allemand **Johan Gotfried Galle**.

Depuis sa première observation jusqu'à aujourd'hui, **Neptune n'a pas encore tout à fait achevé sa révolution autour du Soleil**.

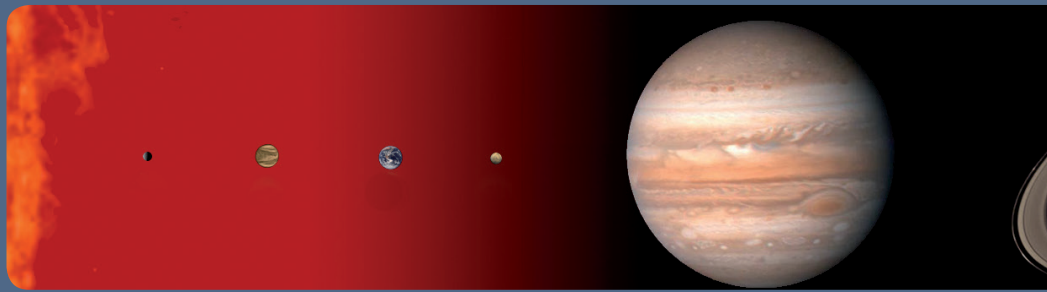
Du fait de sa très grande distance au Soleil, il règne sur Neptune un crépuscule permanent et la **température ambiante** y est **très basse**, de l'ordre de -225 °C.

Avec la **présence d'hydrogène et d'hélium**, la planète gazeuse a une composition voisine de celle d'Uranus.

Niveau
2

Vrai ou faux

- 1) Neptune a été découverte par le calcul avant d'être observée
- 2) On y trouve les vents les plus violents du système solaire



Neptune

Niveau
3

Caractéristiques

Demi-grand axe	4 504 449 759 km (30,11039 ua)
Excentricité de l'orbite	0,00946
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique	1,770 °
Période de révolution sidérale	164 ans 281,3 jours
Période de rotation	16,11 heures
Vitesse orbitale	5,5 km/s
Diamètre équatorial	49 528 km
Masse	17,15 fois la masse Terrestre
Densité (Terre=1)	1,64
Gravité à la surface (Terre=1g)	1,14 fois la gravité Terrestre
Vitesse de libération	23 500 m/s
Sommet le plus élevé	14 000 m
Fosse la plus profonde	0 m
Température des nuages	-225°C
Atmosphère	74 % d'hydrogène, 25% d'hélium, 1% de méthane
Satellites naturels connus	13

Structure de la planète

On pense que sa structure serait composée de trois couches : un cœur de type tellurique donc rocheux, constitué de silicates et de fer, d'une couche moyenne constituée de glaces d'eau H_2O , de méthane CH_4 et d'ammoniac NH_3 et d'une atmosphère composée d'hydrogène, d'hélium et de traces d'éthane C_2H_6 et d'acétylène C_2H_2 .

La **couleur bleue de Neptune provient du méthane** qui présente des bandes d'absorption dans des longueurs d'onde supérieures à 600 nm. L'atmosphère de Neptune peut être divisée en quatre régions :

- **la troposphère** dans laquelle la température décroît avec l'altitude ; on y rencontre des nuages dont la composition varie selon l'altitude. 3
- **la stratosphère** où la température croît avec l'altitude,
- **la thermosphère** dans laquelle la pression se situe en 1 et 10 Pa,
- **l'exosphère.**

L'atmosphère

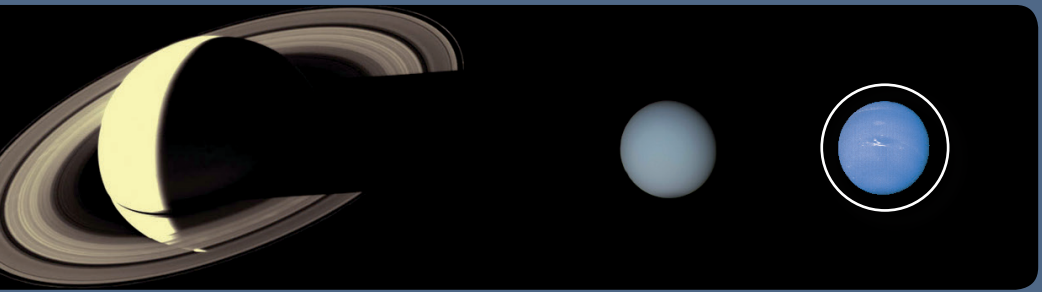
Épaisse de plus de 8 000 km, l'atmosphère est composée principalement d'hydrogène, d'hélium et de méthane. On rencontre également des traces d'ammoniac, d'éthane et d'acétylène.

La couleur bleue de Neptune provient du méthane qui absorbe les radiations dans les longueurs d'onde du rouge.

Vrai ou faux

- 1) La couleur de Neptune est due à la présence d'hydrogène
- 2) La planète ne possède pas de champ magnétique

1) Faux 2) Faux

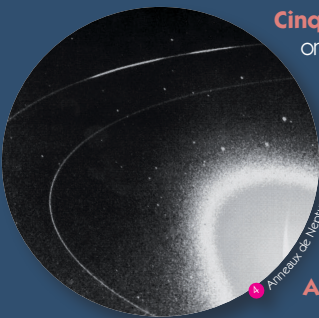


Le magnétisme

Neptune possède un champ magnétique créé, pense-t-on, par le mouvement d'un manteau fluide conducteur.

Fait remarquable, ce champ est **incliné de 47° par rapport à l'axe de rotation de la planète** et décalé d'environ 13 500 km par rapport à son centre géométrique.

Les anneaux

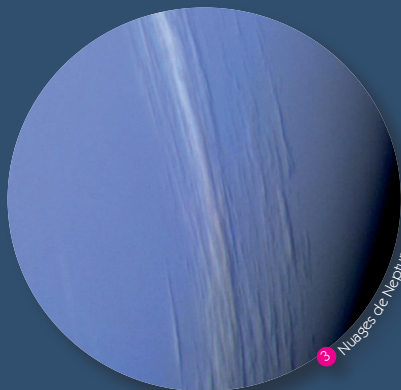


Cinq anneaux sombres

ont été détectés depuis la Terre en 1984, puis par la sonde Voyager 2 en 1989.

Ces anneaux portent les noms des astronomes **Galle, Le Verrier, Lassell, Arago et Adams.**

On connaît peu de choses sur leur structure et leur origine.



Niveau 3

3 Nuages de Neptune © NASA

Les satellites

À ce jour, on connaît **13 satellites naturels à Neptune.**

Le plus gros de ces satellites est Triton, découvert peu après la première observation de Neptune.

Pour en savoir plus

<http://www.imcce.fr/en/grandpublic/systeme/promenade/pages6/90.html>
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Neptune_\(mythologie\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Neptune_(mythologie))
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Neptune_\(planète\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Neptune_(planète))
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/neptune>
<http://www.astro-rennes.com/planetes/neptune.php>

Le Chemin solaire

Ce projet piloté par la **Communauté de communes de Moyenne Vilaine et Semnon** a réuni de **multiples partenaires**, enrichissant ce projet par leurs compétences :

- ★ **Les élèves du regroupement pédagogique intercommunal de La Couyère, Lalleu et Thourie** ont travaillé sur le lien entre le jardinage et la lune. Ils ont appréhendé des créations graphiques et enregistré les textes d'explication sur les différentes planètes.
- ★ **Les élèves et les professeurs d'Opus 17** ont enregistré des créations musicales originales pour chacune des planètes.
- ★ **La Société d'astronomie de Rennes** a fourni les textes et réalisé les maquettes.
- ★ **Zénith FM** a enregistré et arrangé les textes et musiques.

- ★ **Vis-à-Vies** a animé le week-end inaugural et collaboré avec les écoles sur le collectage auprès des habitants jardinant avec la Lune.
- ★ **Le Conseil général d'Ille et Vilaine et l'Europe** ont soutenu financièrement ce projet impliquant les acteurs du territoire.

Le Chemin solaire

La Couyère (35)
20 min. au sud de Rennes

