

DOSSIER DE PRÉSENTATION

l'Observatoire
de Paris

EXPOSITION ITINÉRANTE
**LE SYSTÈME
SOLAIRE**

Le système solaire fait partie de notre Galaxie, la Voie lactée, qui compte au moins 100 milliards d'étoiles.

Il est composé d'une étoile, le Soleil, autour duquel tournent : 8 planètes, quelques planètes naines, leurs satellites naturels aussi appelés lunes, des milliards de comètes et d'astéroïdes, des poussières...

Le système solaire s'étend bien au-delà de la dernière planète Neptune. À la vitesse de la lumière, il faudrait 8 minutes pour arriver jusqu'au Soleil et plus d'un an et demi pour atteindre les limites du système solaire.

Du Soleil à Neptune et au-delà

Crédits : exposition itinérante créée par l'Observatoire de Paris en mai 2008 avec le soutien de Sciences à l'École
Textes et recherche iconographique : Sabrina Thiéry, Isabelle Buolé,
Patrick Bourcier, Jean Doressoudiram, Christine Etienne, Thierry Fouchet,
Régis Lecoqguen, Emmanuel Lelouch, Jean-Marie Malherbe, Laurent Pagani
Graphisme : Emmanuel Vergnaud, Agnès Lalle
Merci à Juan Quintanilla del Mar et aux professeurs des écoles Christine Deltieux et Pascale Priez

www.obspm.fr

Le système solaire se compose d'une étoile, notre Soleil, et d'un ensemble de corps soumis à son attraction gravitationnelle. Il s'est formé il y a quelques 4,6 milliards d'années quelque part dans un bras de notre Galaxie, la Voie lactée.

Cette exposition se propose de faire découvrir aux enfants les principaux objets qui composent le système solaire, tels qu'ils sont décrits aujourd'hui par la communauté scientifique. L'accent est porté sur les derniers résultats scientifiques, les questions en suspens, les missions spatiales pour les étudier...

L'enfant est guidé dans sa découverte au fil des panneaux par un petit personnage qui rappelle les caractéristiques majeures de la planète ou de l'objet.

SOMMAIRE

CONCEPTION	3
PUBLIC CIBLÉ	3
DESCRIPTIF.....	3
L'OBSERVATOIRE DE PARIS	4
SCIENCES A L'ÉCOLE.....	5
RENSEIGNEMENTS/ RÉSERVATION	5
LIENS UTILES.....	6
LES PANNEAUX	8
TEXTES SEULS POUR IMPRESSION N&B.....	20

CONCEPTION

L'exposition a été créée par l'Observatoire de Paris en mai 2008. Elle s'inscrit dans les multiples actions de culture scientifique mises en place par l'établissement à l'occasion de 2009, Année Mondiale de l'Astronomie.

Reconnue pour son caractère pédagogique, elle a bénéficié du soutien de **Sciences à l'école**.

Elle est la version itinérante d'une exposition permanente installée en 2007 dans les jardins du site de Meudon de l'Observatoire de Paris, où le système solaire est représenté à l'échelle de 1 mètre pour 10 millions de kilomètres.

Textes et recherches iconographiques : Sabrina Thiéry, Isabelle Bualé, Patrick Boumier, Alain Doressoundiram, Christine Etienne, Thierry Fouchet, Régis Lecocguen, Emmanuel Lellouch, Jean-Marie Malherbe, Laurent Pagani.

Avec la participation des professeurs des écoles Christine Delrieux et Pascale Priez et de Juan Quintanilla del Mar

Graphisme : Emmanuel Vergnaud

Création du personnage accompagnant les panneaux : Agnès Lalle
(a.lalle@noos.fr)



PUBLIC CIBLÉ

Scolaires (fin de primaire - début du secondaire).

Une autre version de cette exposition (bilingue français/anglais) existe également pour tout public et scolaires à partir de la 4^{ème}/3^{ème}.

DESCRIPTIF



L'exposition se compose de **12 panneaux** :

1. Panneau d'introduction,
2. le Soleil,
3. Mercure,
4. Vénus,
5. La Terre,
6. Mars,
7. Les petits objets,
8. Jupiter,
9. Saturne,
10. Uranus,
11. Neptune,
12. Aux confins du système solaire.

Les panneaux sont imprimés sur bâche, de format "kakemonos" 600 par 750 mm, et conditionnés dans un carton.

L'exposition est accompagnée :

- d'un DVD «1, 2, 3, planète!» réalisé en 2008 par des scientifiques de l'Observatoire de Paris. Le film est visible en ligne sur <http://ufe.obspm.fr/article424.html>
- d'un quiz
- du dossier de présentation
- d'un poster sur le système solaire (en préparation)



L'OBSERVATOIRE DE PARIS

Fondé en 1667, l'Observatoire de Paris est le **plus grand pôle national de recherche en astronomie**. 30 % des astronomes français y poursuivent leurs recherches au sein de sept laboratoires. Situés sur ses campus de **Paris, Meudon et Nançay**, ils sont tous des "unités mixtes de recherche" avec le CNRS et, souvent, avec de grandes universités scientifiques de la région parisienne.

Grand établissement ayant le statut d'université, l'Observatoire de Paris remplit trois missions principales :

- **la recherche**, en contribuant au progrès de la connaissance de l'Univers,
- **la formation initiale et continue**,
- **la diffusion des connaissances**.



Ressources pour les scolaires

L'Observatoire de Paris offre la possibilité au grand public, mais aussi aux enseignants des écoles, collèges et lycées d'accéder à des ressources pédagogiques de différentes formes (formation des professeurs, parrainages de classes, visites des 3 sites de l'Observatoire de Paris, prêts d'expositions itinérantes, journées portes ouvertes, parcours pédagogiques, ressources pédagogiques sur le web...).

<http://www.obspm.fr/>

SCIENCES A L'ÉCOLE

« Sciences à l'Ecole » est un dispositif d'initiative ministérielle qui a pour but de soutenir et inciter des projets de culture scientifiques dans l'enseignement du second degré (collèges, lycées, lycées professionnels, classes préparatoires) et de contribuer ainsi au développement des vocations scientifiques chez les jeunes. Ces actions sont fondées sur la pluridisciplinarité et le partenariat et favorisent l'innovation pédagogique. Elles s'inscrivent en particulier au sein des dispositifs transversaux, des ateliers scientifiques et techniques et des clubs scientifiques.



<http://www.sciencesalecole.org/>

RENSEIGNEMENTS/ RÉSERVATION

Exposition gratuite pour les établissements scolaires. Sous réserve de disponibilité.

Observatoire de Paris, Direction de la communication, Pascale Lautier

Tél. : 01 40 51 22 94

Mail : service.communication@obspm.fr

Adresse : La carte du Ciel - 61, avenue de l'Observatoire - 75014 Paris

LIENS UTILES

- **Observatoire de Paris :**

- Site général : <http://www.obspm.fr>

- Site grand public : <http://www.grandpublic.obspm.fr/>

- Ressources pédagogiques incluant le système solaire représenté à l'échelle de 1 mètre pour 10 millions de kilomètres

- <http://www.grandpublic.obspm.fr>, rubrique espace pédagogique

- Sur la formation des professeurs des écoles ou enseignants du second degré, sur le parrainage des classes par un astronome, cours et TP

- <http://formation-professeurs.obspm.fr/>

- **Sciences à l'école**

- <http://www.sciencesalecole.org/>

- **Cours général d'astronomie** (du Big Bang aux planètes, Système solaire, le Soleil, Système Soleil-Terre-Lune, Temps et calendriers...)

- <http://media4.obspm.fr/public/AMC/>

- **Promenade dans le système solaire**

- <http://www.imcce.fr/page.php?nav=fr/ephemerides/astronomie/Promenade/debutweb.php>

- **Cours de physique solaire**

- <http://www.lesia.obspm.fr/solaire/index.html>

- **Sur les définitions des planètes et planètes naines - le cas Pluton : site de l'Union Astronomique Internationale**

- <http://www.iau.org/iau0601.424.0.html>

- **Sur les champs magnétiques inclinés de Neptune et Uranus :**

- http://www.futura-sciences.com/news-caracteristiques-externes-composition-interieure-planetes_3388.php

- **Sur la problématique de l'eau sur Mars :**

- <http://planet-terre.ens>

- lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOMeaumars.xml

- **Sur les concepts fondamentaux de l'astronomie (saisons, comment mesure t-on les distances en astronomie...)**

<http://www.imcce.fr/fr/ephemerides/astronomie/Promenade/pages2/243.html>

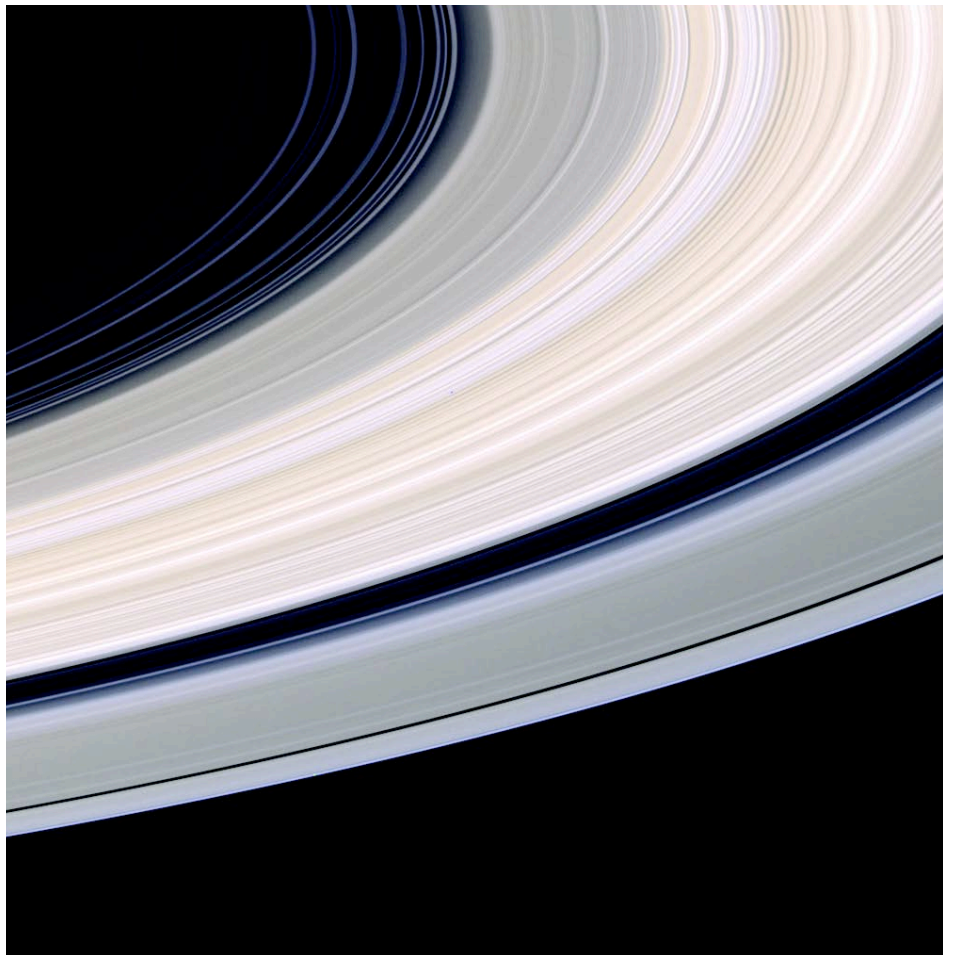
- **Sur l'origine des noms des planètes, satellites...**

<http://www.imcce.fr/fr/ephemerides/astronomie/Promenade/pages2/240.html>

- **Les missions spatiales : sites de l'ESA et de la NASA**

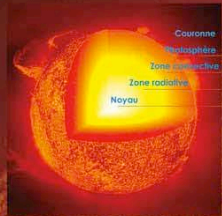
<http://www.esa.int/>

<http://www.nasa.gov/>



LES PANNEAUX

Le Soleil



Notre étoile

Le Soleil est une étoile, c'est-à-dire une grosse boule de gaz chaud qui émet sa propre lumière. Les planètes, elles, ne sont visibles à l'œil nu que parce qu'elles réfléchissent la lumière du Soleil.

Le Soleil nous semble plus gros et plus brillant que les autres étoiles uniquement parce qu'il est bien plus proche de la Terre. L'énergie du Soleil est produite dans son centre où il fait 15 millions de degrés !

Le Soleil mesure 1,4 million de kilomètres de large, soit l'équivalent de 109 Terres mises bout à bout. Il pourrait contenir presque un million de Terres en volume.

Images du Soleil prises à bord de la sonde spatiale SoHO. L'activité du Soleil varie dans le temps selon un cycle de 11 ans. © SoHO (ESA / NASA)



Le Soleil est très actif et il envoie de façon continue dans tout l'espace des grains de matière, des particules, à plus d'un million de km/h ! On appelle cela le "vent solaire".

La lumière émise par le Soleil met un peu plus de 8 minutes pour arriver sur la Terre. Cela signifie que depuis la Terre, on observe le Soleil tel qu'il était 8 minutes auparavant.



Détail de la surface du Soleil. On y voit les boucles de champ magnétique. © NASA / LMSAL



Les étoiles ne sont pas éternelles, elles naissent, évoluent et meurent.

Notre Soleil, né il y a 4,5 milliards d'années, n'est qu'à la moitié de sa vie. Quand il n'y aura plus de combustibles au centre du Soleil, il se transformera en une géante rouge, 100 fois plus grande que le Soleil actuel, puis en une naine blanche, de la taille de la Terre. Il terminera sa vie comme naine noire qui n'émettra plus de rayonnement.

Le Soleil est observé de près, depuis la Terre et l'espace : les sondes spatiales SoHO (lancée en 1995) et STEREO (2006) l'étudient.

Le Soleil est le chef d'orchestre de notre système solaire.



- ▶ Âge : 4,5 milliards d'années
- ▶ Composition chimique (en masse) : hydrogène (H) 73 % ; hélium (He) 25 %, autres éléments : 2 %
- ▶ Rayon : 109 ☿ ; 700 000 km
- ▶ Masse : 333 000 ☿ ; 2×10^{30} kg, soit plus de 99 % de la masse totale du système solaire
- ▶ Volume : 1 300 000 ☿ ; $1,41 \times 10^{18}$ km³
- ▶ Température : 15 millions °C (centre), 5 500 °C (surface)
- ▶ Rotation sur lui-même : 26 jours à l'équateur, 31 jours à 60° de latitude, 37 jours aux pôles
- ▶ Le Soleil et le système solaire tourne autour du centre de notre Galaxie en 240 millions d'années

Photo du haut : coupe schématique du Soleil. © Montage Emmanuel Vergnaud d'après image NASA
 À droite : image d'une aurore au pôle Sud de la Terre (on distingue l'Antarctique), observée depuis l'espace.
 Le Soleil nous envoie des "nuages de matière" chargée d'électricité. En arrivant près de la Terre, cette électricité provoque de la lumière dans notre atmosphère. © NASA, janv. 1998

Mercure



La mystérieuse aux milliers de cratères...

Mercure est brillante mais difficile à observer car elle est très près du Soleil dans le ciel. Comme Vénus, la Terre et Mars, c'est une planète "tellurique": elle est petite et a un sol sur lequel on pourrait marcher.

Mercure ressemble beaucoup à la Lune : de nombreux cratères de toutes les tailles dus à des impacts de météorites criblent sa surface ; de plus, comme la Lune, elle n'a pas d'atmosphère qui puisse retenir la chaleur. Conséquence : la nuit, il fait -170°C et le jour, plus de 400°C !



Beaucoup de mystères entourent encore Mercure car une seule sonde spatiale, Mariner 10, l'a survolée en 1974-75 et n'a cartographié que moins de la moitié de sa surface.

Pourquoi possède-t-elle un champ magnétique ? L'énorme noyau métallique au centre de Mercure se comporte-t-il comme un gigantesque aimant ? Y a-t-il réellement de la glace d'eau à ses pôles, dans les cratères constamment à l'ombre ?

La mission spatiale euro-japonaise BepiColombo tentera de répondre à ces questions. Lancement prévu en 2013...



Sur Mercure, on se croirait sur la Lune!

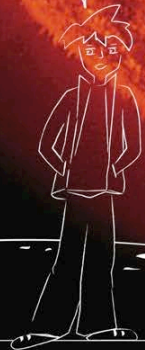


Photo du haut : mosaïque de photos de Mercure prises par Mariner 10. © NASA, 1974-75
À gauche : Caloris Basin, la plus importante structure du relief de Mercure. De près de 1 300 km de diamètre, ce bassin a sans doute été créé par un impact géant au tout début de la formation de Mercure pour être ensuite rempli de lave. © NASA, Mariner 10, 1974-75
À droite : vue d'artiste du satellite BepiColombo arrivant sur la planète Mercure. © ESA

- ▶ Particularités : présence possible de glace d'eau aux pôles ; pas d'atmosphère ; planète géologiquement morte comme la Lune ; gros noyau métallique ?
- ▶ Type : planète tellurique
- ▶ Visibilité : à l'œil nu
- ▶ Rayon moyen : 0,38 ☿ ; 2 439,7 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 0,39 ua
57 909 175 km ou 3,2 minutes-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 58,65 jours terrestres
- ▶ Tourne autour du Soleil en 87,97 jours
- ▶ Masse : 0,055 ☿ 3,3 x 10²² kg
- ▶ Atmosphère : quasi inexistante
- ▶ Température de surface :
de -170°C à 430°C
- ▶ Satellites naturels : 0

• ua : unité astronomique
1ua = distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de kilomètres

Vénus



La beauté et l'enfer...

Vénus est souvent appelée "l'étoile" du berger, mais ce n'est pas une étoile.

Elle ressemble à la Terre en taille et en masse et pourtant c'est l'enfer sur Vénus...

Vénus est couverte de nuages dont certains contiennent de l'acide sulfurique, très toxique. Son atmosphère est irrespirable car elle est composée en grande majorité de dioxyde de carbone (CO_2). C'est le gaz que l'on expire et qui provoque l'effet de serre en retenant la chaleur. Si ce phénomène devient inquiétant sur la Terre, il est énorme sur Vénus. Conséquence : il fait plus de 400°C à sa surface. Du plomb y fondrait !



Vénus tourne sur elle-même en sens inverse des autres planètes : sur Vénus, l'endroit où le Soleil se lève ou bien se couche est inversé par rapport à sur Terre... et la planète tourne sur elle-même très lentement : 117 jours séparent le lever du coucher du Soleil !

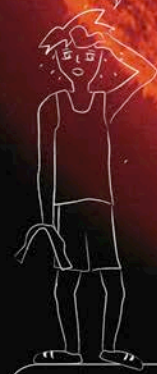
Quand on observe Vénus avec un télescope, on remarque qu'elle présente des phases comme la Lune et on peut voir depuis la Terre... des croissants de Vénus.

La sonde spatiale Venus Express survole la planète depuis avril 2006 pour que les scientifiques puissent étudier en détail la planète, son atmosphère, sa surface...



Photo du haut : image radar de Vénus prise depuis la sonde Magellan en 1990. © NASA
À gauche : Vénus est couverte de cratères d'impact et de vastes coulées de lave produites par des milliers de volcans. © NASA, oct.1991
À droite : Vénus présente des phases comme la Lune. Elle est observée ici depuis la Terre en 2004, fin juin, début juillet et fin juillet. © Denis JOYE

Quelle chaleur sur Vénus !



- ▶ Particularités : masse et taille comparables à celles de la Terre ; planète la plus chaude du système solaire ; très faible champ magnétique (0,1 % celui de la Terre).
 - ▶ Type : planète tellurique
 - ▶ Visibilité : à l'œil nu
 - ▶ Rayon moyen : 0,95 R_T ; 6051,8 km
 - ▶ Distance moyenne au Soleil : 0,72 ua
108 208 930 km ou 6 minutes-lumière
 - ▶ Tourne sur elle-même en 243,02 j. terrestres (rétrograde)
 - ▶ Tourne autour du Soleil en 224,7 j. terrestres
 - ▶ Masse : 0,8 M_T ; $4,87 \times 10^{24}$ kg
 - ▶ Atmosphère : dioxyde de carbone (CO_2) 96,5 % ; diazote (N_2) 3,5 %...
 - ▶ Température de surface : 462°C
 - ▶ Satellites naturels : 0
- ua : unité astronomique
1ua = distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de kilomètres

La Terre

L'eau et la vie...

La Terre est la seule planète connue qui abrite la vie, apparue il y a 4 milliards d'années. C'est une chance que tous les facteurs soient réunis pour que la vie puisse exister sur notre planète. Elle est la seule à posséder en surface de l'eau à l'état liquide, qui la recouvre à 71% ; elle est entourée d'une atmosphère qui maintient la température moyenne à 14°C et aussi d'un champ magnétique (celui qui oriente l'aiguille des boussoles).



Il fait bon vivre sur la Terre!



Atmosphère et champ magnétique nous protègent contre les rayonnements et les particules venant du Soleil, les petits météores, etc.

La Terre tourne autour du Soleil en un peu plus de 365 jours. Lors de sa course autour du Soleil, elle tourne sur elle-même en 24 heures environ avec un axe incliné qui pointe très près actuellement de l'étoile Polaire. Pendant six mois donc, l'hémisphère Nord penche vers le Soleil : le Nord connaît alors de longs jours chauds (c'est l'été) tandis que l'hémisphère Sud vit des jours courts et froids (c'est l'hiver). C'est le phénomène des saisons.

La Terre est une planète toujours active. Les continents se déplacent, il y a des volcans en éruption.

La Terre possède un seul satellite naturel, la Lune, un des plus grands du système solaire.

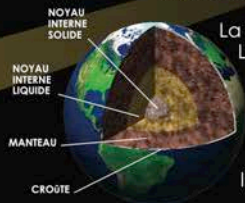


Photo en haut à gauche : la Terre photographiée à 700 km d'altitude à bord du satellite Terra. © NASA/MODIS/USGS, 2005

En haut à droite : le volcan Bromo (Indonésie) observé depuis le satellite Proba. Le volcanisme est le principal témoin de l'activité interne de la Terre. © ESA, juin 2004

Milieu à gauche : l'intérieur de la Terre. Le noyau central est composé de fer et de nickel (deux métaux) ; c'est un peu « l'aimant » de la Terre puisqu'il crée le champ magnétique terrestre. © Calvin J. Hamilton / solarviews.com

En bas à droite : la Lune, le satellite naturel de la Terre. © NASA.

- ▶ Particularités : eau liquide en surface ; présence de vie ; activité volcanique et tectonique.
- ▶ Type : planète tellurique
- ▶ Rayon moyen : 6 371 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 149 597 871 km (1 ua) soit 8,3 minutes-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 23 h 56 min 4 s
- ▶ Tourne autour du Soleil en 365,2493 jours (1 an)
- ▶ Masse : $5,97 \times 10^{24}$ kg
- ▶ Atmosphère : diazote (N₂) 78,11 % ; oxygène (O₂) 20,95 %...
- ▶ Température de surface : de - 88°C à 58°C
- ▶ Satellite naturel : la Lune (rayon 1 737,5 km)

• ua : unité astronomique
 1ua = distance moyenne Terre-Soleil
 = environ 150 millions de km

Mars

Entre mythes et explorations...

Mars apparaît rouge dans le ciel car son sol est recouvert de petites poussières qui contiennent de la rouille et qui sont arrachées à la surface par des vents violents.

Mars a une inclinaison semblable à celle de la Terre, elle connaît donc aussi un cycle de saisons.

Il existe de l'eau sous forme de glace sur Mars mais pas d'eau liquide, car il fait trop froid. Pourtant, les images de sa surface suggèrent que de l'eau liquide ait coulé dans le passé : on y voit par exemple des traces d'anciens lacs et d'anciens lits de rivières asséchés... il semble donc que la planète ait été plus chaude dans le passé.



Si l'eau liquide n'existe pas sur le sol martien, on pense qu'elle pourrait être présente en sous-sol. Grâce à de nombreuses missions spatiales dédiées à la planète, dont la sonde européenne Mars Express, les scientifiques espèrent percer le mystère de l'eau et peut-être de la vie sur Mars.



Photo principale : mosaïque d'images de Mars prises à bord de la sonde Viking. © NASA / USGS

En haut à droite : cratère du pôle nord martien (diamètre : 35 km, profondeur : 2 km), prise à bord de la sonde Mars Express montrant la présence de glace d'eau en son centre (en bleu).
Chaque calotte polaire contient de la glace d'eau et de la glace de dioxyde de carbone (CO₂). © ESA
À gauche : le mont Olympe, gigantesque volcan, est le plus haut sommet du système solaire ; il culmine à 25 km d'altitude pour un diamètre de 700 km. © ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)
En bas à droite : le robot Phoenix de la NASA. © Vue d'artiste NASA/JPL

Y a-t-il de l'eau liquide sur Mars ?
C'est la question...



- ▶ Particularités : atmosphère très fine ; de l'eau liquide a peut-être existé en surface dans le passé ; présence actuelle d'eau liquide en sous-sol ?
- ▶ Type : planète tellurique
- ▶ Visibilité : à l'œil nu
- ▶ Rayon moyen : 0,53 ☿ ; 3 390 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 1,52 ua
227 936 640 km ou 12,7 minutes-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 24 h 37 min 23 s
- ▶ Tourne autour du Soleil en 1 an et 321,41 jours
- ▶ Masse : 0,1 ☿ ; 6,41 x 10²³ kg
- ▶ Atmosphère : dioxyde de carbone (CO₂) 95,32 % ; diazote (N₂) 2,7 % ; argon (Ar) 1,6 %...
- ▶ Température de surface : de -87°C à 17°C
- ▶ Satellites naturels : Phobos (rayon 11 km) et Deimos (rayon 6 km)

• ua : unité astronomique
Tua = distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de km

2 LUNES
→ Phobos
→ Deimos



REALISATION : DIRECTION DE LA COMMUNICATION DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS - AGRÈS LATIEU - AVRIL 2009

Les petits objets

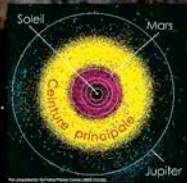
Miettes dans notre ciel...

Il existe des milliards de petits objets qui tournent autour du Soleil et font donc aussi partie du système solaire.

Astéroïdes

En 2008, on comptait environ 400 000 astéroïdes dans le ciel. Ils mesurent de quelques mètres à des centaines de kilomètres. La grande majorité d'entre eux ont une forme de patate irrégulière. Les plus gros peuvent avoir une forme de boule : ce sont les planètes naines, comme Pluton. Beaucoup d'astéroïdes circulent entre Mars et Jupiter, dans une région appelée "la ceinture principale".

D'autres petits objets glacés se déplacent plus loin que Neptune. Ce sont les Objets Transneptuniens (OTN) ou encore appelés Objets de Kuiper.



Tous les jours, des scientifiques regardent le ciel et notent la position de tous les objets qui s'y trouvent. Ici, chaque point ou carré représente un astéroïde ou une comète, observés le 22 octobre 2006.
© Minor planet Center / IAU

Comètes

Les comètes sont constituées de glaces et de poussières. Provenant de très loin dans le système solaire, les comètes s'approchent parfois du Soleil. La chaleur du Soleil transforme les glaces en gaz et on voit alors dans le ciel deux queues brillantes qui peuvent s'étendre jusqu'à des centaines de millions de kilomètres. Certaines comètes sont visibles régulièrement, comme la comète de Halley (qui revient tous les 76 ans). D'autres repartent à jamais dans l'espace ou encore "tombent" dans le Soleil.



La comète Hale-Bopp.
© Observatoire de Paris, Nicolas Biver

Lorsque des astéroïdes arrivent dans l'atmosphère de la Terre, ils se décomposent, ce qui crée des météores aussi appelés "étoiles filantes".



Fossiles du système solaire

Les scientifiques s'intéressent de près aux petits objets, car ils ont très peu évolué depuis la naissance du système solaire il y a 4,6 milliards d'années. Ils sont la mémoire de notre système solaire !

Une sonde spatiale Rosetta a été envoyée dans l'espace en 2004 pour étudier une comète du nom de Churyumov-Gerasimenko. Elle l'atteindra en 2014 et y déposera un petit robot à sa surface.



Jupiter

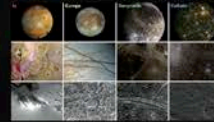
Une géante parmi les géantes...



Jupiter est la plus grosse des planètes du système solaire. Sa masse est plus de deux fois supérieure à celle de toutes les autres planètes réunies.

Comme Saturne, Uranus et Neptune, c'est une planète géante, une énorme boule sans surface solide. Jupiter et Saturne sont des géantes gazeuses composées principalement des mêmes gaz que le Soleil : l'hydrogène et l'hélium, les gaz les plus légers qui existent.

Jupiter bat le record de rapidité : elle tourne sur elle-même en 10 heures soit deux fois plus vite que la Terre, alors qu'elle est onze fois plus grande. Conséquence : des tourbillons et des tornades agitent en permanence ses grandes bandes nuageuses. Jupiter est célèbre aussi par sa grande tache rouge, observable avec un télescope, qui est en fait une grosse tempête soufflant depuis au moins 300 ans !



Comme toutes les géantes, cette imposante planète possède une quantité importante de satellites naturels, au moins 63. De plus, comme ses cousines géantes, elle a des anneaux. Sombres et très fins, ils sont cependant difficilement visibles depuis la Terre.



- ≥ 63 LUNES
- Ganymède
 - Callisto
 - Io
 - Europe
 - Amalthee
 - Himalia
 - Thébé
 - Elara
 - Pasiphaé
 - Méta
 - Carmé
 - Sinopé
 - Lysiméde
 - Ananké
 - Acrasie
 - Léda
 - Théoniste
 - Praxidike
 - Callisto

Photo du haut : Jupiter et son satellite Io, observés par la sonde Cassini. On y distingue la grande tache rouge, gigantesque anticyclone de l'atmosphère jovienne grand comme la Terre, déjà observée au XVII^e siècle par Jean-Dominique Cassini, premier directeur de l'Observatoire de Paris. © NASA, 2000

Au centre à droite : les 4 satellites naturels de Jupiter découverts par l'astronome Galilée en 1610 (en haut) et détails de leurs surfaces (au milieu et en bas). © NASA / DLR / Galileo

En bas à gauche : l'anneau de Jupiter photographié lorsque le Soleil était derrière Jupiter. © NASA / Galileo, 1996



- ▶ Particularités : plus grosse planète du système solaire ; très fort champ magnétique ; un anticyclone aussi grand que la Terre ! Présence possible d'eau liquide dans le sous-sol d'un de ses satellites Europe.
- ▶ Type : géante gazeuse
- ▶ Visibilité : à l'œil nu
- ▶ Rayon moyen : 11 R_{\oplus} ; 69 911 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 5,2 ua 778 412 020 km ou 43 minutes-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 9 h 55 min
- ▶ Tourne autour du Soleil en 11,86 ans
- ▶ Masse : 318 M_{\oplus} ; $1,90 \times 10^{27}$ kg
- ▶ Atmosphère : dihydrogène (H_2) - 86 % ; hélium (He) - 14 %...
- ▶ Température de surface (pour une pression de 1 bar) : - 148°C
- ▶ Satellites naturels : 63 recensés Ganymède (rayon 2 631 km)...

• ua : unité astronomique
= distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de km

Saturne

La légère aux beaux anneaux...

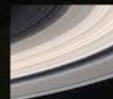


Saturne est une grosse planète, elle pourrait contenir plus de 500 Terres, mais elle est légère.

Ce qui caractérise le plus Saturne, ce sont ses majestueux anneaux. Chaque anneau est en réalité constitué de millions de blocs de glace mêlés à de la roche, qui tournent autour de la planète.

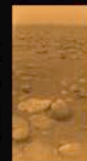
Les anneaux sont très larges mais très fins : ils s'étendent sur plus de 400 000 km pour une épaisseur qui ne dépasse souvent pas un kilomètre.

Quelle est l'origine des anneaux ? Comment sont-ils apparus ? Les chercheurs pensent que les anneaux sont les résidus de la formation de la planète ou de la fragmentation d'une de ses lunes.



Les scientifiques ont envoyé dans l'espace une sonde spatiale pour étudier cette belle planète. Cassini-Huygens a mis 7 ans pour parcourir les un milliard et quatre cents millions de kilomètres qui séparent la Terre de Saturne.

Quelques mois après s'être mise en orbite autour de la planète en juillet 2004, la sonde envoyait un petit engin (nommé Huygens) sur Titan, le plus gros satellite de Saturne. Titan est ainsi devenu l'objet céleste le plus lointain sur lequel l'homme a posé un engin.



Toutes les planètes géantes ont des anneaux mais ceux de Saturne sont les plus beaux !



- ▶ Particularités : anneaux très étendus ; planète peu dense et très aplatie ; atmosphère de Titan proche de l'atmosphère primitive de la Terre.
- ▶ Type : géante gazeuse
- ▶ Visibilité : à l'œil nu
- ▶ Rayon moyen : 9 60 268 km à l'équateur, 54 364 km aux pôles
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 9,5 ua
- ▶ 1 426 725 400 km ou 79 minutes-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 10 h 47 min
- ▶ Tourne autour du Soleil en 29,4 ans
- ▶ Masse : 95 5,68 x 10²⁶ kg
- ▶ Atmosphère : dihydrogène (H₂) < 93 % ; hélium (He) > 5 %...
- ▶ Température (pour une pression de 1 bar) : -178°C

• ua : unité astronomique
1ua = distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de kilomètres

Photo du haut : Saturne photographiée depuis la sonde Cassini Huygens. © ESA, 2004

Au centre droite : anneaux photographiés par la sonde Cassini © ESA, juin 2004

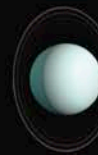
À gauche : les anneaux et Mimas, un des satellites de Saturne

(rayon : 200 km). © ESA, janv. 2005, Cassini-Huygens

En bas à droite : le sol de Titan vu par Huygens. © ESA / NASA 14/01/2005

256 LUNES

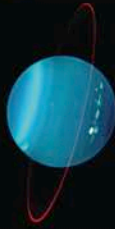
- Titan
- Rhea
- Iapet
- Dione
- Téthys
- Encelade
- Mimas
- Hyperion
- Phœbé
- Janus
- Calypso
- Prométhée
- Pandore
- Pan
- Atlas



l'Observatoire de Paris

RÉALISATION : DIRECTION DE LA COMMUNICATION DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS - AGNÈS LAURE - AVRIL 2008

Uranus



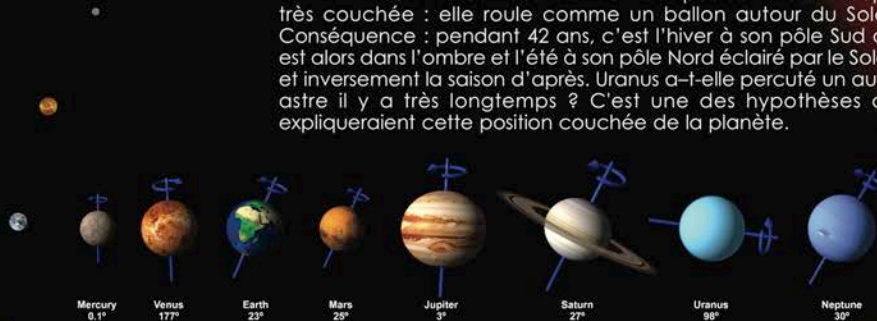
La planète renversée...

Uranus est quasiment invisible à l'œil nu. Elle a été découverte avec un télescope en 1781 par William Herschel, un astronome anglais.

Uranus est à 2 milliards 800 millions de kilomètres du Soleil. Il lui faut 84 ans pour en faire le tour complet !

Uranus tourne sur elle-même un peu comme une toupie très couchée : elle roule comme un ballon autour du Soleil. Conséquence : pendant 42 ans, c'est l'hiver à son pôle Sud qui est alors dans l'ombre et l'été à son pôle Nord éclairé par le Soleil, et inversement la saison d'après. Uranus a-t-elle percuté un autre astre il y a très longtemps ? C'est une des hypothèses qui expliqueraient cette position couchée de la planète.

Vivement la fin de l'hiver... dans 42 ans !



Comme sa lointaine voisine Neptune, Uranus est essentiellement formée de "glaces" (un mélange d'eau, de méthane et d'ammoniac).

Uranus possède 27 satellites naturels connus et à l'instar de toutes les géantes, elle est entourée d'anneaux, au moins 13 principaux. Fins, ils sont constitués de particules très sombres et de poussières.

Photo du haut : Uranus photographiée depuis la Terre.
© Lawrence Sromovsky, University of Wisconsin / W. M. Keck Observatory
Au centre : les planètes tournent sur elles-mêmes comme des toupies avec une certaine inclinaison par rapport à leur course autour du Soleil © Calvin J. Hamilton / www.solarviews.com

- ▶ Particularités : très inclinée sur sa trajectoire ; grande différence entre axe de rotation et axe du champ magnétique.
- ▶ Type : géante glacée et gazeuse
- ▶ Visibilité : à la limite de la visibilité à l'œil nu
- ▶ Rayon moyen : 4 ♂ ; 25 362 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 19,2 ua
2 870 972 200 km ou 2,66 heures-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 17 h 24 min (rétrograde)
- ▶ Tourne autour du Soleil en 84,02 ans
- ▶ Masse : 14,4 ♂ ; 8,68 x 10²⁵ kg
- ▶ Atmosphère : dihydrogène (H₂) -83 % ; hélium (He) -15 % ; méthane (CH₄) -2 %...
- ▶ Température de surface : - 216°C

• ua : unité astronomique
ua = distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de km



- 27 LUNES
- Titania
 - Oberon
 - Umbriel
 - Ariel
 - Miranda
 - Sycorax
 - Puck
 - Portia
 - Caliban
 - Juliette
 - Cressida
 - ...



RÉALISATION : DIRECTION DE LA COMMUNICATION DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS, MOÛRIÉ LAURE, AVRIL 2008

Neptune

L' autre planète bleue...

Après la découverte d'Uranus en 1781, sept planètes sont donc connues. Mais les scientifiques, surpris par certaines anomalies dans la trajectoire d'Uranus autour du Soleil, déduisent l'existence probable d'une autre planète.



Un mathématicien de l'Observatoire de Paris, Urbain Le Verrier, détermine par le calcul quelle taille et quelle trajectoire devait avoir cette huitième planète inconnue... pour qu'enfin un astronome de l'Observatoire de Berlin, Johann Gottfried Galle, découvre la planète avec son télescope à la position calculée : c'était Neptune.

Avec ceux de Saturne, les vents de Neptune sont les plus rapides du système solaire : ils soufflent à plus de 2 000 km/h !



Neptune possède au moins 13 satellites naturels dont le plus gros est Triton, le corps le plus froid connu du système solaire (- 235°C à comparer avec la température la plus froide qui puisse exister qui est - 273,15°C).

Il y a vingt ans, une équipe composée de chercheurs de l'Observatoire de Paris et d'Américains découvrent que Neptune possède aussi des anneaux, comme toutes les autres planètes géantes. Ils sont très fins et irréguliers.



Photo du haut : Neptune observée depuis la sonde Voyager 2. © NASA

En haut à droite : "Monsieur, la planète dont vous avez signalé la position réellement existe". Lettre de Johann Gottfried Galle à Urbain Le Verrier. © Bibliothèque de l'Observatoire de Paris

Centre gauche : montage de photos montrant Neptune depuis Triton, un de ses satellites (de rayon 1 353 km). © NASA

En bas : on voit ici les anneaux de Neptune révélés lorsqu'une étoile passait devant la planète. © Voyager 2 / NASA

Ça souffle sur Neptune !



- ▶ Particularités : couleur bleutée due au méthane gazeux dans l'atmosphère (~4 %) ; champ magnétique incliné et excentré ; vents rapides
- ▶ Type : géante glacée et gazeuse
- ▶ Visible avec un télescope
- ▶ Rayon moyen : 3,9 ♂ ; 24 622 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 30,1 ua
4 498 252 900 km ou 4,17 heures-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 16 h 03 min
- ▶ Tourne autour du Soleil en 164,79 ans
- ▶ Masse : 17 ♂ ; 1,02 x 10²⁶ kg
- ▶ Atmosphère : dihydrogène (H₂) ~81 % ; hélium (He) ~14 % ; méthane (CH₄) ~4 %...
- ▶ Température de surface : - 214°C

• ua : unité astronomique
1ua = distance moyenne Terre-Soleil
= environ 150 millions de kilomètres

≥ 13 LUNES

- Triton
- Proteïde
- Néréïde
- Larissa
- Galatée
- ...

REDACTION : DIRECTOR DE LA COMMUNICATION DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS, AGNÈS LALLIE, AVRIL 2008

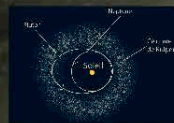
l'Observatoire
de Paris

AUX confins du système solaire

Au-delà de Neptune, deux vastes régions du système solaire contiennent des objets glacés...

La ceinture de Kuiper

La première région s'appelle la ceinture de Kuiper. Elle contient plus d'un milliard de ces corps glacés, les "Objets TransNeptuniens" (OTN) aussi appelés "Objets de Kuiper".



En 1930, un de ces objets est découvert, Pluton, que l'on considère alors comme la 9^e planète du système solaire. À partir de 1992, plus de mille de ces objets sont repérés et certains ressemblent à des planètes.

Définition du mot "planète" depuis août 2006

Une planète (du grec "vagabond") : 1) tourne autour du Soleil et 2) ressemble à une boule et 3) est seule sur son orbite (hormis ses satellites).

Pluton n'est pas une planète avec cette nouvelle définition car elle ne remplit pas le point 3). Elle est à présent considérée comme une "planète naine", comme Éris et l'astéroïde Cérés.

En 2006, les astronomes ont décidé de donner une nouvelle définition au mot "planète", sinon le nombre de planètes détectées aurait augmenté chaque année!

Le nuage de Oort

Encore plus loin dans le système solaire, on trouve le nuage de Oort qui contiendrait des milliers de milliards de comètes tournant lentement autour du Soleil. Il pourrait s'étendre jusqu'à 100 000 fois la distance Terre - Soleil. **C'est la limite du système solaire.**



Noyau de la comète de Halley. © ESA / Giotto

Au-delà du système solaire...

La plus proche étoile de notre Soleil dans notre galaxie s'appelle Proxima Centauri. Elle est tellement loin que la lumière qu'elle émet nous parvient après un voyage d'environ quatre ans (à comparer aux 8 minutes nécessaires à la lumière du Soleil pour arriver jusqu'à nous) !

Encore des milliards d'objets du système solaire à explorer !



Un exemple d'objet de Kuiper : la planète naine Pluton

- ▶ Planète naine découverte par Clyde Tombaugh en 1930. Visible au télescope.
- ▶ Rayon moyen : 0,18 \oplus ; environ 1 170 km
- ▶ Distance moyenne au Soleil : 39,48 ua
- ▶ 5 906 380 000 km ou 6 heures-lumière
- ▶ Tourne sur elle-même en 6,4 jours terrestres (rétrograde)
- ▶ Tourne autour du Soleil en 247,92 ans
- ▶ Atmosphère : diazote (N₂) 99% ; méthane (CH₄) 1%...
- ▶ Température de surface : -230 °C
- ▶ Satellites : Charon, Nix et Hydra

• ua = unité astronomique
 1ua = distance moyenne Terre-Soleil = environ 150 millions de kilomètres

TEXTES SEULS POUR IMPRESSION N&B

Le SOLEIL Notre étoile

Le Soleil est une étoile, c'est-à-dire une grosse boule de gaz chaud qui émet sa propre lumière. Les planètes, elles, ne sont visibles à l'œil nu que parce qu'elles réfléchissent la lumière du Soleil.

Le Soleil semble plus gros et plus brillant que les autres étoiles uniquement parce qu'il est bien plus proche.

L'énergie du Soleil est produite dans son centre où il fait 15 millions de degrés !

Le Soleil mesure 1,4 million de kilomètres de large, soit l'équivalent de 109 Terres mises bout à bout. Il pourrait contenir presque un million de Terres en volume.

Le Soleil est très actif et il envoie de façon continue dans tout l'espace des grains de matière, des particules, à plus d'un million de km/h ! On appelle cela le "vent solaire".

La lumière émise par le Soleil met un peu plus de 8 minutes pour arriver sur la Terre. Cela signifie que depuis la Terre, on observe le Soleil tel qu'il était 8 minutes auparavant.

Les étoiles ne sont pas éternelles, elles naissent, évoluent et meurent. Notre Soleil, né il y a 4,5 milliards d'années, n'est qu'à la moitié de sa vie. Quand il n'y aura plus de combustibles au centre du Soleil, il se transformera en une géante rouge, 100 fois plus grande que le Soleil actuel, puis en une naine blanche, de la taille de la Terre pour terminer sa vie comme naine noire, qui n'émettra plus de rayonnement.

Le Soleil est observé de près, tant sur la Terre que dans l'espace : les sondes spatiales SoHO (ESA/NASA) - lancée en 1995 - et STEREO (NASA) - lancée en 2006 l'étudient.

Mercure La mystérieuse aux milliers de cratères...

Mercure est brillante mais difficile à observer car elle est très près du Soleil dans le ciel. Comme Vénus, la Terre et Mars, c'est une planète "tellurique" : elle est petite et a un sol sur lequel on pourrait marcher.

Mercure ressemble beaucoup à la Lune : il y a à sa surface de nombreux cratères de toutes les tailles dus à des impacts de météorites ; de plus, comme la Lune, elle n'a pas d'atmosphère qui puisse retenir la chaleur. Conséquence : la nuit, il fait -170°C et le jour, plus de 400°C !

Beaucoup de mystères entourent encore Mercure car une seule sonde spatiale, Mariner 10, l'a survolée en 1974-75 et n'a cartographié que moins de la moitié de sa surface.

Pourquoi possède-t-elle un champ magnétique ? L'énorme noyau métallique au centre de Mercure se comporte-t-il comme un gigantesque aimant ? Y a-t-il réellement de la glace d'eau à ses pôles, dans les cratères constamment à l'ombre ?

La mission spatiale euro-japonaise BepiColombo tentera de répondre à ces questions.

Lancement prévu en 2013...

Vénus

La beauté et l'enfer...

Vénus est souvent appelée "l'étoile" du Berger, mais ce n'est pas une étoile.

Elle ressemble à la Terre en taille et en masse et pourtant c'est l'enfer sur Vénus...

Vénus est couverte de nuages dont certains sont pleins d'acide sulfurique, très toxique. Son atmosphère est irrespirable car elle est composée en grande majorité de dioxyde de carbone (CO₂). C'est le gaz que l'on expire et qui provoque l'effet de serre en retenant la chaleur. Si ce phénomène devient inquiétant sur la Terre, il est déjà énorme sur Vénus. Conséquence : il fait plus de 400°C à sa surface. Du plomb y fondrait !

Vénus tourne sur elle-même en sens inverse des autres planètes : sur Vénus, l'endroit où le Soleil se lève ou bien se couche est inversé par rapport à sur Terre... et la planète tourne sur elle-même très lentement : 117 jours séparent le lever du coucher du Soleil !

Quand on observe Vénus avec un télescope, on remarque qu'elle présente des phases comme la Lune et on peut voir depuis la Terre... des croissants de Vénus.

La sonde spatiale Venus Express vole autour de la planète depuis avril 2006, pour que l'on puisse étudier en détail la planète, son atmosphère, sa surface...

La Terre

L'eau et la vie...

La Terre est la seule planète connue qui abrite la vie, apparue il y a 4 milliards d'années. C'est une chance que tous les facteurs soient réunis pour que la vie puisse exister sur notre planète. Elle est la seule à posséder en surface de l'eau à l'état liquide, qui la recouvre à 71 % ; elle est entourée aussi d'une atmosphère et d'un champ magnétique (celui qui oriente l'aiguille des boussoles) qui nous protègent contre les rayonnements venant du Soleil, les petits météores, etc.

La Terre tourne autour du Soleil en un peu plus de 365 jours. Lors de sa course autour du Soleil, elle tourne sur elle-même avec un axe incliné qui pointe très près actuellement de l'étoile Polaire. Pendant six mois donc, l'hémisphère Nord penche vers le Soleil : le Nord connaît alors de longs jours chauds (c'est l'été) tandis que l'hémisphère Sud vit des jours courts et froids (c'est l'hiver). C'est le phénomène des saisons.

La Terre est une planète toujours active. Les continents se déplacent, il y a des volcans en éruption.

La Terre possède un seul satellite naturel, la Lune, un des plus grands du système solaire.

Mars

Entre mythes et explorations...

Mars apparaît rouge dans le ciel car son sol est recouvert de petites poussières qui contiennent de la rouille et qui sont arrachées à la surface par des vents violents.

Mars a une inclinaison semblable à celle de la Terre, elle connaît donc aussi un cycle de saisons.

Il existe de l'eau sous forme de glace sur Mars mais pas d'eau liquide, car il fait trop froid. Pourtant, les images de sa surface suggèrent que de l'eau liquide ait coulé dans le passé : on y voit par exemple des traces d'anciens lacs et d'anciens lits de rivières asséchés... il semble donc que la planète ait été plus chaude dans le passé.

Si l'eau liquide n'existe pas sur le sol martien, on pense qu'elle pourrait être présente en sous-sol. Grâce à de nombreuses missions spatiales dédiées à la planète, dont la sonde européenne Mars Express, les scientifiques espèrent percer le mystère de l'eau et peut-être de la vie sur Mars.

Les petits objets du système solaire **Miettes éparses dans notre ciel...**

Il existe des milliards de petits objets qui tournent autour du Soleil et font donc aussi partie du système solaire.

Les astéroïdes

En 2006, on comptait environ 300 000 astéroïdes dans le ciel. Ils mesurent de quelques mètres à des centaines de kilomètres. La grande majorité d'entre eux ont une forme de patate irrégulière. Les plus gros peuvent avoir une forme de boule : ce sont les planètes naines, comme Pluton. Beaucoup d'astéroïdes circulent entre Mars et Jupiter, dans une région appelée "la ceinture principale".

D'autres petits objets glacés gravitent plus loin que Neptune. Ce sont les Objets Transneptuniens (OTN) ou encore appelés Objets de Kuiper.

Les comètes

Les comètes sont constituées de glaces et de poussières. Provenant de très loin dans le système solaire, les comètes s'approchent parfois du Soleil. La chaleur du Soleil transforme les glaces en gaz et on voit alors dans le ciel deux queues brillantes qui peuvent s'étendre jusqu'à des centaines de millions de kilomètres. Certaines comètes sont visibles régulièrement, comme la comète de Halley (qui revient tous les 76 ans). D'autres repartent à jamais dans l'espace ou encore "tombent" dans le Soleil.

Fossiles du système solaire

Les scientifiques s'intéressent de près aux petits objets, car ils ont très peu évolué depuis la naissance du système solaire il y a 4,6 milliards d'années. Ils sont la mémoire de notre système solaire !

Une sonde spatiale Rosetta a été envoyée dans l'espace en 2004 pour étudier une comète du nom de Churyumov-Gerasimenko. Elle l'atteindra en 2014 et y déposera un petit robot à sa surface.

Jupiter

Une géante parmi les géantes...

Jupiter est la plus grosse des planètes du système solaire.

Sa masse est plus de deux fois supérieure à celle de toutes les autres planètes réunies.

Comme Saturne, Uranus et Neptune, c'est une planète géante, une énorme boule sans surface solide. Jupiter et Saturne sont des géantes gazeuses composées principalement des mêmes gaz que le Soleil : l'hydrogène et l'hélium, les gaz les plus légers qui existent. Uranus et Neptune sont elles des géantes glacées, composées de ces gaz et aussi de glaces.

Jupiter bat le record de rapidité : elle tourne sur elle-même en 10 heures soit deux fois plus vite que la Terre, alors qu'elle est onze fois plus grande. Conséquence :

des tourbillons et des tornades agitent en permanence ses grandes bandes nuageuses. Jupiter est célèbre aussi par sa grande tache rouge, observable avec un télescope, qui est en fait une grosse tempête soufflant depuis au moins 300 ans !

Comme toutes les géantes, cette imposante planète possède une quantité importante de satellites naturels, au moins 63. De plus, comme ses cousines géantes, elle a des anneaux. Sombres et très fins, ils sont cependant difficilement visibles depuis la Terre.

Saturne

La légère aux beaux anneaux...

Saturne est une grosse planète (elle pourrait contenir plus de 500 Terres) mais elle est légère.

Ce qui caractérise le plus Saturne, ce sont ses majestueux anneaux. Chaque anneau est en réalité constitué de millions de particules de glace mêlées à de la roche, qui tournent autour de la planète. Les anneaux sont très larges mais très fins : ils s'étendent sur plus de 400 000 km pour une épaisseur qui ne dépasse souvent pas un kilomètre. Quelle est l'origine des anneaux ? comment sont-ils apparus ? les chercheurs pensent que les anneaux sont les résidus de la formation de la planète ou de la fragmentation d'une de ses lunes.

Les scientifiques ont envoyé dans l'espace une sonde spatiale pour étudier cette belle planète. Cassini-Huygens a mis 7 ans pour parcourir les un milliard et quatre cents millions de kilomètres qui séparent la Terre de Saturne. Quelques mois après s'être mise en orbite autour de la planète en juillet 2004, la sonde envoyait un petit engin (nommé Huygens) sur Titan, le plus gros satellite de Saturne. Titan est ainsi devenu l'objet céleste le plus lointain sur lequel l'homme a posé un engin.

Uranus

La planète renversée...

Uranus est quasiment invisible à l'œil nu. Elle a été découverte avec un télescope, en 1781 par William Herschel, un astronome anglais.

Uranus est à 2 milliards 800 millions de kilomètres du Soleil. Il lui faut 84 ans pour faire un tour complet autour du Soleil !

Uranus tourne sur elle-même un peu comme une toupie très couchée : elle roule comme un ballon autour du Soleil. Conséquence : pendant 42 ans, c'est l'hiver à son pôle Sud qui est alors dans l'ombre et l'été à son pôle Nord éclairé par le Soleil, et inversement la saison d'après. Uranus a-t-elle percuté un autre astre il y a très longtemps ? C'est une des hypothèses qui expliqueraient cette position couchée de la planète.

Comme sa lointaine voisine Neptune, Uranus est essentiellement formée de "glaces" (un mélange d'eau, de méthane et d'ammoniac).

Uranus possède 27 satellites naturels connus et à l'instar de toutes les géantes, elle est entourée d'anneaux, au moins 13 principaux. Fins, ils sont constitués de particules très sombres et de poussières.

Neptune

L'autre planète bleue...

Après la découverte d'Uranus en 1781, sept planètes sont donc connues. Mais les scientifiques, surpris par certaines anomalies dans la trajectoire d'Uranus autour du Soleil, déduisent l'existence probable d'une autre planète.

Un mathématicien de l'Observatoire de Paris, Urbain Le Verrier, détermine par le calcul quelle taille et quelle trajectoire devait avoir cette huitième planète inconnue... pour qu'enfin un astronome de l'Observatoire de Berlin, Johann Gottfried Galle, découvre la planète avec son télescope à la position calculée : c'était Neptune.

Avec ceux de Saturne, les vents de Neptune sont les plus rapides du système solaire : ils soufflent à plus de 2 000 km/h !

Neptune possède au moins 13 satellites naturels dont le plus gros est Triton, le corps le plus froid connu du système solaire (-235°C à comparer avec la température la plus froide possible qui est $-273,15^{\circ}\text{C}$). Il y a vingt ans, une équipe composée de chercheurs de l'Observatoire de Paris et d'Américains découvrent que Neptune possède aussi des anneaux, comme toutes les autres planètes géantes. Ils sont très fins et irréguliers.

Aux confins du système solaire

Au-delà de Neptune, deux vastes régions du système solaire contiennent des objets glacés.

La ceinture de Kuiper

La première région s'appelle la ceinture de Kuiper. Elle contient plus d'un milliard de ces corps glacés, les "Objets TransNeptuniens" (OTN) ou encore appelés "Objets de Kuiper".

En 1930, un de ces objets est découvert, Pluton, que l'on considère alors comme la 9^e planète du système solaire. À partir de 1992, plus de mille de ces objets sont repérés et certains ressemblent à des planètes. En 2006, les astronomes ont décidé de donner une nouvelle définition au mot « planète », sinon le nombre de planètes détectées aurait augmenté chaque année !

Encart Définition du mot "planète" depuis août 2006

Une planète (du grec "vagabond") : 1) est en orbite autour du Soleil ; 2) ressemble à une boule ; 3) est suffisamment grande pour dominer son environnement ; cela signifie qu'il n'y a pas d'autres objets sur des orbites proches.

Une multitude d'autres objets transneptuniens partagent les mêmes caractéristiques orbitales que celles de Pluton. Ce n'est donc plus une planète avec cette nouvelle définition. Elle est à présent considérée comme une "planète naine", tout comme Éris et l'astéroïde Cérés.

Le nuage de Oort

Encore plus loin dans le système solaire, on trouve le nuage de Oort qui contiendrait des milliers de milliards de comètes tournant lentement autour du Soleil. Il pourrait s'étendre jusqu'à 100 000 fois la distance Terre - Soleil. C'est la limite du système solaire.

Au-delà du système solaire

La plus proche étoile de notre Soleil dans notre galaxie s'appelle Proxima Centauri. Elle est tellement loin que la lumière qu'elle émet nous parvient après un long voyage d'environ quatre ans (à comparer aux 8 minutes nécessaires à la lumière du Soleil pour arriver jusqu'à nous) !