

# LA TERRE, UNE PLANÈTE DU SYSTÈME SOLAIRE



Le 15 septembre 2006, la sonde spatiale Cassini a pris en passant derrière Saturne 165 vues qui ont été assemblées pour donner cette image de la planète et de ses anneaux en contre-jour. Sur l'agrandissement à gauche apparaît un petit point bleu pâle, à 1,3 milliard de km: ce point, c'est l'ensemble de tous les humains, de leurs réalisations, de toute leur histoire. A l'exception de quelques sondes spatiales, tout ce que les hommes ont créé et bâti se trouve sur ce minuscule point bleu. Le berceau de l'humanité, la Terre. Photo NASA.

## 1 - La planète Terre appartient au système solaire

### 11 - La Terre, une planète comme les autres

Imaginez. Vous regardez le ciel nocturne, qu'y voyez-vous ? De nos jours, des millions d'étoiles, soleils lointains accompagnés de planètes, et, parfois, comme de brillantes étoiles, vous pouvez voir au-dessus de l'horizon sud (1), comme de brillantes étoiles, certaines planètes de notre système solaire.

Imaginez. Nous sommes en 1543. Vous regardez le ciel. Qu'y voyez-vous ? Le même ordre immuable fixé par l'astronome Grec Ptolémée depuis quatorze siècles, vous voyez les étoiles et les planètes tourner autour de la Terre, immobile au centre de l'univers. Vous savez, bien entendu, que les planètes et le soleil sont des luminaires placés sur des sphères en cristal, et que la dernière sphère contient toutes les étoiles. Vous êtes persuadés que le ciel est le royaume de la perfection, et qu'il en sera toujours ainsi.

Pourtant, en moins d'un siècle, toutes vos certitudes millénaires vont voler en éclat. Une révolution scientifique majeure va se dérouler, qui débute justement en

1543. Cette année-là (2) paraît un livre rédigé par un moine polonais, Copernic. Celui-ci sait que les idées qu'il défend sont susceptibles de le faire finir rôti sur un bûcher (3), aussi il prend la «précaution» de faire publier son livre par un de ses élèves (4), à l'étranger, et à la fin de sa vie. Son éditeur, craintif, mentionne au début de l'ouvrage *«Il n'est pas nécessaire que ces hypothèses soient vraies, ou mêmes vraisemblables»*. En effet, l'idée que la



Terre tourne autour du soleil s'oppose au dogme de l'Église catholique, et est difficilement acceptable par les scientifiques de l'époque à cause de leurs idées sur la physique du mouvement (5). Les idées de Copernic sont donc difficilement acceptées, et, afin de savoir qui de Copernic ou Ptolémée a raison, un astronome danois, Tycho Brahé, mène vers 1590 un programme d'observation très précis des positions des étoiles et planètes afin de comparer les prévisions des deux astronomes. Tycho a de bonnes raisons de douter des idées anciennes: en 1572, il a

1 - Ou Nord pour mes lecteurs et lectrices de l'hémisphère sud...

2 - François 1 règne en France, le navigateur Portugais Diego Suarez découvre une baie magnifique à Madagascar (Antsiranana), Charles Quint et Henri 8 règnent.

3 - Comme le sera Giordano Bruno, défenseur des idées de Copernic, brûlé vif le 17 février 1600 pour ses idées philosophiques et scientifiques dont, entre autres, celles d'une terre, simple planète tournant autour du soleil.

4 - Cette attitude discutable consistant à faire prendre tous les risques par un étudiant tout en conservant tous les bénéfices éventuels n'a pas disparu, comme c'est bizarre, à notre époque...

5 - Suivant les idées d'Aristote, ils pensaient que si la Terre était en mouvement, les corps moins massifs qu'elle se déplaceraient moins vite, et resteraient donc «en arrière», perdus dans l'espace...

Observer le ciel et prévoir les phénomènes, une question de vie ou de mort.

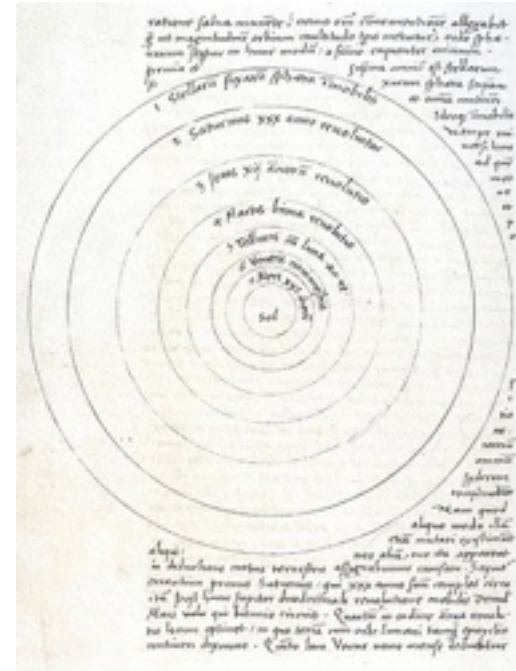
Les débuts de l'astronomie sont liés à l'agriculture: l'observation du ciel s'est d'abord développée dans le but de fabriquer un calendrier. Cela peut vous paraître secondaire, mais c'est vital: si vous semez trop tard, vos plantes risquent d'être détruites par le froid; trop tôt, et elles peuvent geler en germant, se retrouver inondées ou desséchées... C'est la vie de tous qui dépend alors du bon «timing» des semences et des récoltes.

Pour établir un calendrier, il faut savoir comment se repérer dans les saisons, et pour cela, le plus simple est d'utiliser les étoiles: savoir, par exemple, que lorsque la plus brillante devient visible le matin, le fleuve ne va pas tarder à déborder (c'était le cas du Nil).

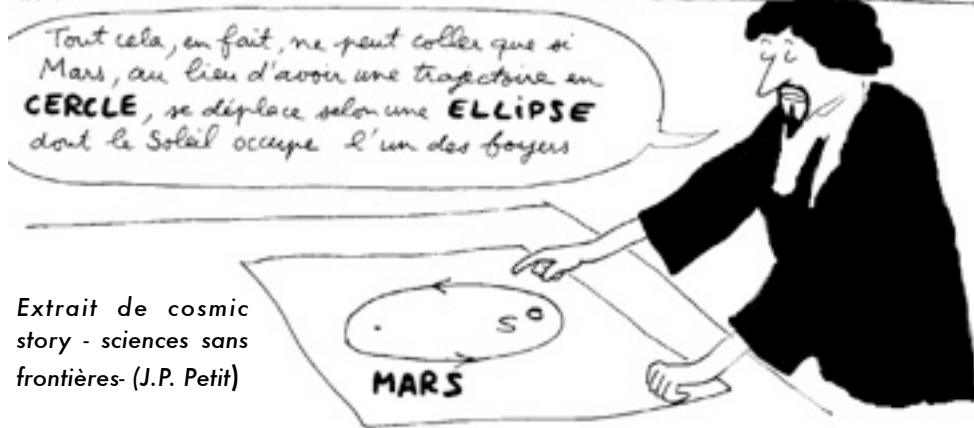
Un autre aspect important est lié au pouvoir donné par la capacité de prévoir des phénomènes marquants, comme la lune devenant rouge (lors d'une éclipse de lune) où, plus spectaculaire, d'annoncer à l'avance que le soleil va disparaître (en oubliant de dire qu'il va réapparaître peu après, vous pouvez exiger à peu près n'importe quoi pour le «forcer» à revenir au bout de quelques minutes ...).

Ce n'est qu'à l'époque de l'antiquité grecque que l'astronomie s'est dégagée des nécessités du calendrier et des prédictions mystiques pour devenir un domaine d'étude des objets célestes en tant que tels.

découvert une nouvelle étoile apparue brusquement, et en 1577 une grande comète est visible dans le ciel. Tycho démontre que, contrairement à ce qui était enseigné depuis plus de 1000 ans, ces phénomènes ne se sont pas produits dans l'atmosphère, mais sont situés plus loin que la Lune (1). C'est fin de l'idée des sphères de cristal portant les planètes ainsi que de la conception d'un ciel inaltérable. Tycho relève précisément la position des étoiles ainsi que des planètes (2), et il fonde une école d'astronomie. Il demande à un de ses élèves, J. Kepler, favorable à Copernic, d'utiliser ses observations pour calculer précisément l'orbite de la planète Mars. Après la mort de Tycho, Kepler va découvrir, en 1609, que la seule façon d'expliquer correctement le mouvement de Mars dans le ciel est de renoncer à l'idée que cette planète tourne autour du Soleil selon un cercle parfait: la planète décrit autour du soleil une ellipse.



Le système de Copernic dans son livre original de 1543 : Autour du Soleil, central, tournent les planètes Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter puis Saturne. Le dernier cercle indique la position de toutes les étoiles que Copernic pensait être situées sur une sphère de cristal, à une même distance de la Terre (3)



Extrait de cosmic story - sciences sans frontières- (J.P. Petit)

Kepler va ainsi découvrir trois lois (qui portent son nom) qui décrivent le mouvement des planètes autour du soleil.

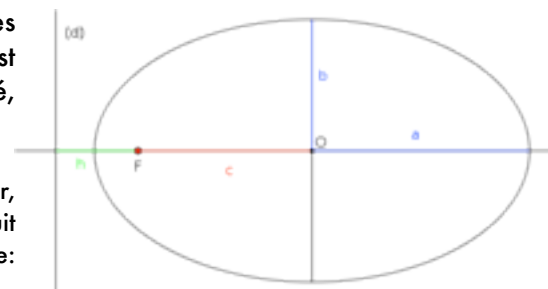
À la même époque, en Italie, un des plus grands physiciens de l'Histoire, Galilée, réalise une série de découvertes qui confirment indubitablement (3) le système de Copernic. En tant que Physicien, Galilée réalise de nombreuses expériences sur le mouvement, et il démontre que la mobilité de la Terre est parfaitement possible. De plus, Galilée utilise un instrument nouvellement inventé, la lunette, pour observer le ciel.

- 1 - Si l'étoile ou la comète étaient dans l'atmosphère, alors leur position aurait dû changer, par rapport aux étoiles, selon le lieu où on les observait sur Terre (le même effet se produit lorsque vous tendez le bras et observez un de vos doigts en fermant un oeil, puis l'autre: votre doigt semble bouger un peu par rapport à l'arrière-plan).
- 2 - Tycho Brahe observait à l'oeil nu. Il repérait les positions des astres avec de grands instruments en bois qui servent à viser les étoiles et à mesurer les angles. Il l'ignorait, mais plusieurs siècles avant lui, les astronomes hindous et amérindiens réalisaient aussi les mêmes observations.
- 3 - Copernic croyait toujours à cette vieille idée de Ptolémée: même un scientifique célèbre peut se tromper, au moins partiellement !

**Les trois lois de Kepler (simplifiées \*)**

- 1 - Les planètes tournent autour du soleil en suivant des ellipses. Le soleil se trouve à l'un des foyers de ces ellipses
- 2 - Les planètes ne se déplacent pas à vitesse fixe: elles accélèrent en se rapprochant du soleil et ralentissent en s'en éloignant
- 3 - Il existe un rapport fixe entre la taille de l'orbite et le temps mis par la planète à la parcourir.

\* Les «versions originales» sont commentées sur le site d'accompagnement du manuel, et dans l'exercice n



Une ellipse. Elle comprend un grand axe, un petit axe et deux foyers, dont l'un est ici signalé par le point F. Les orbites parcourues par les planètes sont très peu elliptiques, ressemblant à des cercles très peu «écrasés»... Schéma HB, wikimedia.



Grâce à la lunette astronomique (1), Galilée réalise de nombreuses découvertes fondamentales, qui montrent toutes que Copernic a raison de dire que la Terre tourne autour du soleil:

- la Lune n'est pas une sphère parfaite, on peut voir des montagnes à sa surface. Le soleil, lui-même, n'est pas parfait: on peut y observer des taches noires mobiles (2). Ces découvertes démontrent que l'ancienne idée d'un monde «parfait» dans le ciel est fausse.
- Les planètes Vénus et Mercure ont des phases, comme la Lune. Cela ne peut s'expliquer que si elles tournent autour du soleil.
- Il existe autour de la planète Jupiter 4 petits astres qui tournent autour de cette dernière. Cela démontre que l'idée selon laquelle l'univers entier doit tourner autour de la Terre est manifestement fausse.



Galilée (portrait ci-contre, vers 1606) publie ses découvertes dans un livre, *le messager céleste*, en 1610. En 1632, il publie un autre livre, «dialogue sur les deux plus grands systèmes, celui de Ptolémée et celui de Copernic» où il tourne en ridicule l'idée d'une Terre immobile au centre de l'univers. C'en est trop pour les Jésuites, partisans d'une Terre immobile, qui obtiennent sa condamnation par l'Église catholique (3).

Galilée a toutefois lancé une révolution scientifique: grâce à lui, les astres ne sont plus de simples points lumineux dont on se contente de décrire la trajectoire, ce sont des mondes, comme la Terre, que l'on peut étudier. De nombreux scientifiques vont, entre le 17 et le 19<sup>ème</sup> siècle, explorer le système solaire que Kepler et Galilée ont ouvert à l'intelligence humaine (4).

## 12 - Une étoile, 8 planètes, de très nombreux satellites, des roches et de la glace

Ainsi, de nombreux astronomes réalisèrent, au fur et à mesure que les instruments d'optique se perfectionnaient, des observations, des cartes des différentes planètes et des mesures des dimensions du système solaire. Ainsi, Cassini, en 1673, mesure précisément la distance Soleil-Terre et étudie les planètes Jupiter et Saturne, dont il découvre l'anneau ainsi que des satellites. Un des plus grands scientifiques de tous les temps, Isaac Newton (5), explique en 1687 les mouvements des astres par une force, la gravité, dont il calcule l'expression. Cela permet à E. Halley de prédire le retour d'une comète en 1705. Aux cinq planètes connues depuis l'antiquité, William Herschel ajoute, en 1781, Uranus, qu'il découvre. Il montre aussi que le soleil est une étoile comme les autres. D'autres astronomes découvrent de petits corps, les astéroïdes, principalement entre Mars et Jupiter. En utilisant les découvertes de Newton, Le Verrier calcule la position d'une autre nouvelle planète, Neptune, découverte en 1846 à l'endroit qu'il a prédit. Le système solaire se peuple et s'agrandit ainsi de corps divers. Le tableau

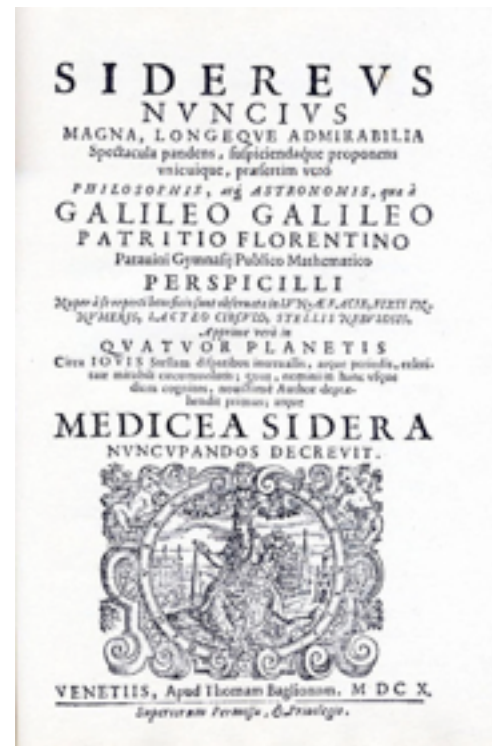
1 - Les lunettes de Galilée étaient d'une très mauvaise qualité, selon les critères modernes. Grossissant moins de dix fois, elles donnaient des images un peu floues sur les bords, et avec des taches de couleurs... La moindre paire de jumelles actuelles donne de meilleures images! En sciences, l'important n'est donc pas seulement la perfection de l'instrument, mais aussi l'intelligence de celui qui le manipule! (pensez-y avant de vous plaindre de vos microscopes de mauvaise qualité...)

2 - Les astronomes chinois, depuis l'an -28, avaient déjà observé ces taches à l'oeil nu (à travers d'épais nuages, du brouillard ou des tempêtes de sable (n'essayez surtout pas, c'est très dangereux pour votre vue), mais sans y accorder d'importance particulière.

3 - Certains passages de la bible laissant penser que la terre est immobile et le soleil tourne autour...

4 - Une chronologie, sur le site, résume cette aventure humaine.

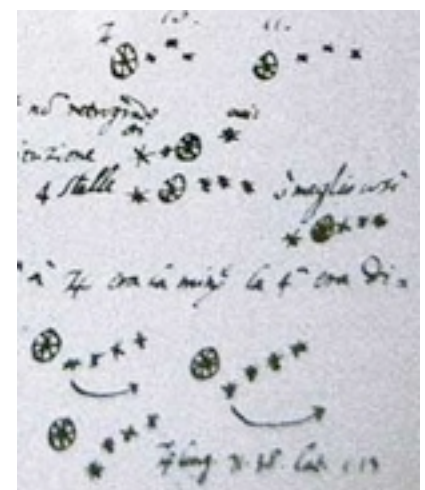
5 - Une vieille connaissance de votre programme de physique de troisième, non ?



Couverture du livre de Galilée «le messager céleste» (*Sidereus Nuncius*, en latin) où il annonce les découvertes qu'il a réalisées avec sa lunette astronomique. Par le web, vous pouvez avoir accès à la [version originale](#), ou à une [traduction en français](#).



Dessin de la Lune (*Sidereus Nuncius*, 1610) montrant ses montagnes ainsi que les autres éléments de son relief.



Schémas de Galilée (1609) montrant les 4 «petites étoiles» (satellites), mobiles de jour en jour, qu'il observe à proximité de la planète Jupiter.

suivant présente ces nombreux astres, de taille et de composition diverse. Les plus gros sont les planètes, dont le nombre a été arbitrairement fixé à 8 (1).

Corps céleste	Particularités	Exemples
Étoile	Produit de la lumière à partir de réactions thermonucléaires fabriquant de l'hélium à partir d'hydrogène.	Le soleil
Planète	Tournent autour du soleil. Peuvent être assez massives pour retenir des gaz et posséder ainsi une atmosphère. Elles peuvent posséder aussi des satellites.	Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune
Satellite	Corps céleste en orbite autour d'une planète	La Lune
Astéroïde	Corps céleste de petite dimension (du mm au millier de km, les plus nombreux étant les plus petits), formé de roches, de métaux ou de glace. Ils peuvent percuter une planète, on les appelle alors météorite.	<a href="#">Pallas</a> , <a href="#">Vesta</a> , mais aussi les anneaux de Saturne...
Comète	Corps céleste surtout formé de glace mêlée à de la roche et à des molécules carbonées, orbitant très loin du soleil, mais pouvant s'en rapprocher fortement. Lors de cette approche, ils perdent leur gaz qui, reflétant la lumière solaire, forme une traînée qui peut être spectaculaire.	Les comètes portent le nom de leur découvreur: Halley, Hale Bop, Encke...
Planétoïde (ou planète naine)	Gros astéroïdes sphériques orbitant, le plus souvent, au-delà de l'orbite de Neptune. Il en existe aussi entre Mars et Jupiter	<a href="#">Pluton</a> , <a href="#">Ceres</a> , <a href="#">Eris</a> , <a href="#">M a k e m a k e</a> , Haumea.

Il est alors devenu possible de construire une représentation d'ensemble du système solaire. Toutefois, les astronomes, au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, étudieront davantage les étoiles et l'espace lointain, et l'exploration détaillée des planètes ne commencera que dans les années 1970, lorsque plusieurs sondes spatiales américaines parcourront le système solaire en étudiant plusieurs planètes, accumulant les découvertes. Cette aventure continue.



Représentation, à leurs échelles respectives de taille (mais pas de distance) des principaux corps du système solaire - NASA/JPL.

1 - Depuis le 24 août 2006, date à laquelle l'UAI (assemblée mondiale des astronomes) a décidé d'exclure Pluton des planètes du système solaire, car elle ressemble davantage à d'autres corps célestes, les planétoïdes (ou planètes naines) découverts en nombre au-delà de son orbite.

## Distances dans l'univers

### Unités de mesure en astronomie

#### 1. L'unité astronomique, UA

C'est une unité adaptée aux mesures de distances dans le système solaire. Elle correspond à la distance moyenne de la Terre au Soleil, soit 150 millions de km.

#### 2. L'année-lumière, A.L.

La superstar des unités astronomique, popularisée par d'innombrables films de science-fiction ! Elle correspond à la distance parcourue par la lumière en une année. La vitesse de la lumière étant voisine de 300000 km/s, vous calculerez aisément combien de km un rayon lumineux parcourt en un an (2).

Il en existe des sous-multiples comme la minute-lumière. La plus proche étoile du soleil, Proxima centaurii, se trouve à 4 années lumières de distance (3).

#### 3. Le PARSEC, pc

Cette unité correspond à la distance à laquelle l'orbite terrestre est vue sous un angle de 1 seconde d'arc (1" - 4). Un parsec (abréviation de parallaxe seconde) vaut 3,26 A.L. Cette unité est très employée par les astronomes, car elle est pratique pour effectuer tout un ensemble de calcul de distances d'étoiles. On en utilise des multiples comme le kiloparsec (Kpc, 1000 parsecs) ou le mégaparsec (Mpc, 1 million de pc), utilisé pour mesurer les distances qui nous séparent des autres galaxies.

2 - Quel bel exercice, hein ? Vous trouverez qu'1 A.L. = 9500 milliards de km...

3 - La lumière qui vient de cette étoile nous atteint maintenant alors qu'elle est partie à l'époque où vous partiez en vacances à la fin de votre CM2... Hé oui, c'est grand, l'univers (surtout si vous avez redoublé)...

4 - Tout autour de vous = 360°. 1° = 60', 1' = 60". La pleine Lune représente environ un angle de 30'. C'est ce que l'on appelle «voir sous un certain angle»...

## 2 Il existe deux grandes familles de planètes dans le système solaire

Après les découvertes de Kepler et de Newton, il a été possible de mesurer la distance entre les planètes et le soleil (1), ainsi que leur diamètre. Il est vite apparu qu'il existait deux groupes de planètes différentes dans le système solaire:

21 Les planètes rocheuses (telluriques) possèdent une surface rocheuse.

Ces planètes ressemblent superficiellement à la Terre. Elles sont principalement faites de roches et de métaux. Leur diamètre est de l'ordre du millier de km. Elles orbitent au voisinage du soleil. Une ceinture d'astéroïdes comprenant plusieurs centaines de milliers de corps (2), les séparent du second groupe de planètes, plus extérieures dans notre système solaire (3), les planètes géantes, dites joviennes à cause de leur ressemblance avec la planète Jupiter.

Les principales caractéristiques des quatre planètes telluriques de notre système solaire, dans l'ordre de leur éloignement du soleil, sont données dans le tableau suivant, ainsi que des liens vers des articles détaillés:

Planète tellurique	Distance au soleil (millions de km)	Masse (terre = 1)	Diamètre (km)	Atmosphère (pression P, Terre = 1)	Satellite
<a href="#">Mercure</a>	58	0,05	4800	non	non
<a href="#">Vénus</a>	108	0,82	12000	P=95, CO <sub>2</sub>	non
<a href="#">Terre</a>	150	1	12700	P=1, N <sub>2</sub> et O <sub>2</sub>	la Lune
<a href="#">Mars</a>	228	0,1	6700	P=0,006, CO <sub>2</sub> traces de CH <sub>4</sub>	Phobos Deimos



Photomontage montrant, à l'échelle, les 4 planètes telluriques du système solaire (de gauche à droite: Mercure, Vénus, la Terre et Mars). La bande claire au nord de Mercure est une zone non encore cartographiée. Vénus est représentée sans son épaisse atmosphère. La Terre et Mars sont représentées telle que vous les verriez depuis l'espace (pour peu qu'il n'y ait pas de tempête de poussière sur Mars). NASA.

1 - Voir l'exercice machin pour plus de détails à ce sujet.

2 - Contrairement à ce qui est montré dans les films de science-fiction, les différents éléments de la ceinture d'astéroïdes sont séparés par des millions de km. Vous pouvez donc traverser sans regarder...

3 - Dans d'autres systèmes planétaires, ce type de planète peut être situé très près de son étoile.

4 - d'où leur nom: en grec, planetes (écrivez πλανήτης, c'est plus chic) veut dire «astres errants»

## Pendant le cours

### Questions d'élèves

Le bon en math (avec des lunettes)

Comment on a mesuré les planètes ?

Grâce à la troisième loi de Kepler. On peut mesurer, par des observations terrestres, le temps mis par une planète pour boucler son orbite. Ce temps étant relié à sa distance au soleil selon un rapport fixe (qu'il faut trouver en établissant la distance au soleil d'une planète dont on connaît la durée de l'orbite, au hasard la Terre), on obtient la distance de la planète. En mesurant sa taille apparente, et connaissant la distance, on calcule sa taille réelle (voir exo machin).

Lou ravi

Le soleil, c'est une étoile ?

Oui, et elle n'a rien d'exceptionnel: il en est de plus petites, mais aussi de plus massives. Dans un rayon de 20 A.L. autour du soleil, on trouve 70 étoiles dont 3 sont plus lumineuses et plus grandes que le Soleil ([Sirius](#), [Altaïr](#) et [Procyon](#)), 10 sont comparables à notre étoile et 57 sont des étoiles naines rouges, pouvant être bien plus âgées que le soleil.

L'astucieux

En hivers, il fait froid parce que la Terre est loin du soleil ?

Pas du tout, au contraire, c'est en hiver que l'on est le plus près de notre étoile. Les saisons sont liées à l'inclinaison de la Terre sur son orbite, comme nous le verrons...

Le bon élève (qui a la question qui tue)

Pourquoi les planètes tournent en rond autour du soleil ?

Elle ne tournent pas en rond, justement, mais en suivant des trajectoires qui ressemblent à des «cercles écrasés», des ellipses. Quant au «pourquoi» de ta question, il réclame des explications complémentaires...

Le prophète

C'est vrai qu'en 2012 il va y avoir une météorite qui va tomber et ce sera la fin du monde ?

Non. Lorsque les astronomes disent qu'un astéroïde «frôle» la terre, il passe en fait bien plus loin que la Lune. Pas de catastrophe en 2012, si ce n'est le bac pour vous...

Le roi du TP

On peut reconnaître les planètes dans le ciel ?

Oui, et très facilement: outre le fait qu'elles sont relativement brillantes et qu'elles se trouvent toutes du côté sud, elles ne scintillent pas comme les étoiles. De plus, de semaine en semaine, elles semblent se déplacer par rapport aux étoiles (4). Les plus faciles à observer en France sont Jupiter, Saturne, Vénus («l'étoile» du berger, visible le soir ou le matin) et Mars (à l'éclat rouge caractéristique).



## 22 - Les planètes joviennes sont surtout constituées de gaz.

Ce sont des planètes massives (leur diamètre varie de 50000 à 150000 km). Deux (Jupiter et Saturne) sont connues depuis l'antiquité, leur taille les rendant très brillantes dans le ciel malgré leur éloignement. Nous avons vu que les deux autres, Uranus et Neptune, ont été découvertes aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècle.

Toutes possèdent une atmosphère très épaisse qui leur a valu le nom de planètes gazeuses, des anneaux (parfois spectaculaires, comme Saturne) ainsi que de nombreux satellites, dont certains de grande taille ([Ganymède](#), satellite de Jupiter, est plus gros que la planète Mercure !). Les principales caractéristiques de ces planètes sont résumées dans le tableau ci-dessous ([les liens vous conduisent à des articles détaillés](#)).

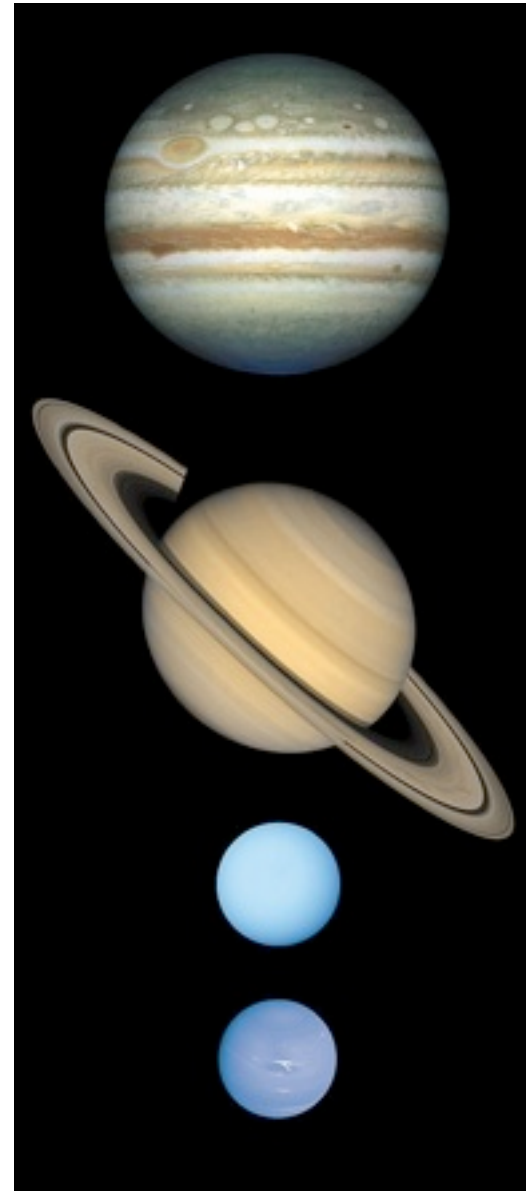
Planète jovienne	Distance au soleil (millions de km)	Masse (terre = 1)	Diamètre (km)	Atmosphère	Satellites
<a href="#">Jupiter</a>	778	316	142000	H, He, CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O...	63 (dont 4 gros)+ anneaux
<a href="#">Saturne</a>	1427	95	120000		60 (dont 6 gros)+ anneaux visibles
<a href="#">Uranus</a>	2870	14,5	51000	H, He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> ...	27 (dont 4 gros)+ anneaux
<a href="#">Neptune</a>	4500	17	50000		13 (dont 2 gros)+ anneaux

Au-delà de l'orbite de Neptune, on trouve divers corps célestes regroupés dans deux ensembles différents:

- la ceinture de Kuypers (entre 30 et 50 [UA](#)) comprend de nombreux astéroïdes de roche et de glace, dont les planètes naines [Pluton-Charon](#), (1) [Quaoar](#), Varuna et Orcus. À la limite extérieure de la ceinture orbite le planétoïde [Sedna](#) (2).
- Le nuage de Oort, très loin du soleil (plus de 50000 UA) contiendrait des millions de fragments glacés qui constituent le noyau des comètes qui, parfois, plongent vers l'intérieur du système solaire.

1 - Pluton n'étant plus comptée parmi les planètes depuis 2006 (je sais, je l'ai déjà dit, mais il y a des gens qui ne lisent pas toutes les pages de ce manuel - certes, ils ont tort).

2 - Mais d'où viennent ces noms sortis tout droit de «Godzilla contre Mégatron»? Les planètes sont nommées d'après les noms de diverses divinités, Oort et Kuypers, quant à eux, ne sont pas dieux, mais des astronomes.

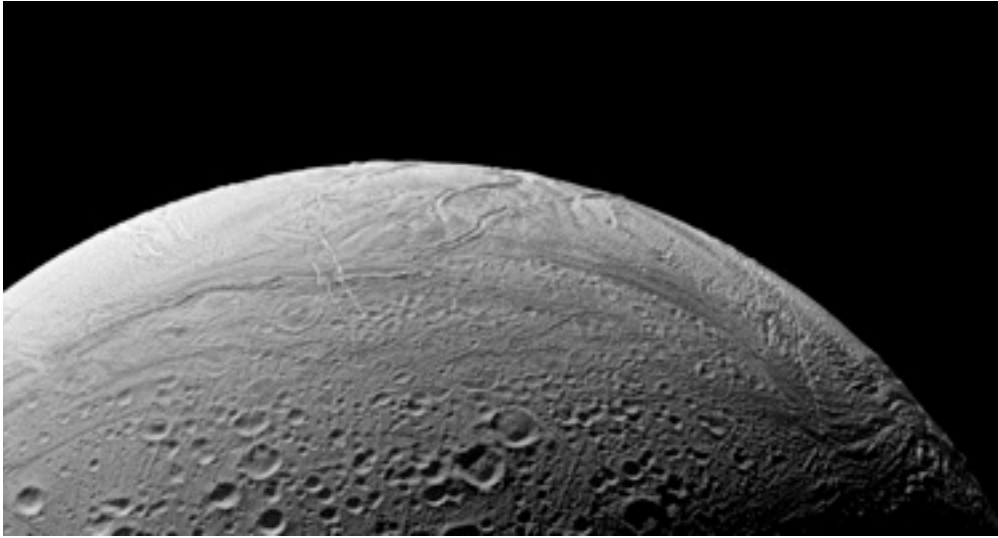


Photomontage montrant, à l'échelle, les 4 planètes joviennes du système solaire (de haut en bas: Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune). Les bandes nuageuses et la tempête «permanente» (la grande tache rouge, un cyclone géant qui dure depuis plusieurs siècles) de Jupiter sont bien visibles, ainsi que le système d'anneaux de Saturne. La couleur bleue d'Uranus et Neptune est due en partie au méthane présent dans leur atmosphère. Ces couleurs sont réelles, ce sont celles que verrait un œil humain. NASA.

### Résumé

La Terre est une planète rocheuse tournant autour de l'étoile Soleil. Le système solaire contient de nombreux corps de taille et de composition différentes, certaines planètes ont une surface rocheuse alors que d'autres, les gazeuses, sont plus grandes et constituées d'une épaisse atmosphère.

Les nombreux satellites (il en existe 16 de grande taille, soit plus de trois fois plus que de planètes dans le système solaire) des planètes joviennes sont des mondes à part entière, possédant parfois une atmosphère ([Titan](#)), une activité volcanique (Io) ou, probablement, des océans recouverts d'une croûte de glace (Ci dessous, [Encelade](#), une des lunes de Saturne).



Si la Terre (ci dessous, photographiée par les astronautes d'Apollo 8 - a noter que la forte lumière réfléchi par notre planète nous empêche de la voir se détacher sur un fond rempli d'étoiles, comme elle l'est réellement) est la seule planète du système solaire où de nombreuses formes de vie, «les plus belles et les plus merveilleuses

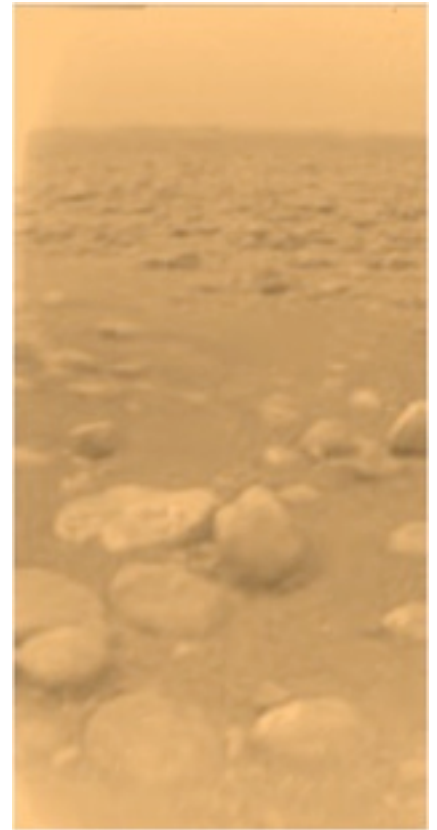


ont évolué, et évoluent encore» (1), il est possible (2) qu'une vie microbienne se soit développée ou bien ait été transportée (à partir de la Terre, par des météorites arrachées à notre planète) sur de nombreuses planètes et satellites: Mars, les profondeurs d'Europe et d'Encelade ainsi que l'atmosphère de Jupiter sont ainsi, peut-être, des milieux favorables à une vie bactérienne. Une vie intelligente (3), par contre, devra être recherchée au-delà de notre système solaire (4).

1 - De qui est cette citation ? Si vous avez eu le temps d'étudier l'évolution en troisième, vous auriez pu deviner qu'elle est de Charles Darwin. C'est la dernière phrase de son livre «l'origine des espèces».

2 - Il s'agit bien d'une possibilité scientifique, pas d'une certitude. Toutefois, l'existence de formes de vies extraterrestres peut être considérée comme étant extrêmement probable.

3 - Certains affirment qu'il y aurait une vie intelligente sur la Terre. Ils veulent sans doute parler



Le 14 janvier 2005, la sonde Européenne Huygens, transportée par la sonde américaine Cassini, s'est posée à la surface de Titan, satellite de Saturne. Là, par  $-170^{\circ}\text{C}$ , elle a photographié le paysage plat jalonné de galets de glaces et le ciel orangé de ce satellite à l'épaisse et froide atmosphère. Photo NASA/ESA



Même les astéroïdes peuvent posséder leurs propres satellites! Ici, le minuscule Dactyl (1,5 km de diamètre) tourne autour de l'astéroïde Ida (56 km de long). Photo prise par la sonde Galileo, en route vers Jupiter, le 28 août 1993 - NASA/JPL.



Hors programme

## Au-delà du système solaire...

*Ils regardaient monter  
en un ciel ignoré  
Du fond de l'horizon des étoiles nouvelles...*

*J.M. de Heredia - Les conquérants.*

Le soleil, une étoile de la galaxie voie lactée.



Le soleil fait partie d'un ensemble de 300 milliards d'étoiles, disposées en un disque (de 100000 A.L. de diamètre) renflé en son centre, et qui est une galaxie. «Notre» galaxie est la Voie lactée (la photo ci-contre montre une galaxie qui ressemble à notre Voie lactée, qui nous apparaîtrait donc ainsi si nous pouvions la voir «de l'extérieur»). Le soleil se situe à 27000 A.L.

du centre galactique, et comme nous sommes dans la Voie lactée celle-ci nous apparaît comme un bandeau faiblement lumineux (laiteux, d'où son nom!) qui traverse le ciel nocturne (1).



L'univers contient des milliards de galaxies de toutes tailles et formes, qui le plus souvent s'éloignent les unes des autres. L'existence de cet éloignement permanent, entre autres, à conduit les astronomes à découvrir que notre univers s'est formé il y a environ 13 milliards d'années au cours d'un événement appelé «big bang» (2).

*Photo: le télescope spatial a visé pendant 10 jours, afin «d'accumuler» de la lumière, une minuscule région «vide» du ciel. Des milliers de galaxies sont alors apparues, de toutes tailles et formes, prodigieusement éloignées (3) -*

Photo HST/JPL/NASA

1 - Et que vous ne verrez jamais si vous habitez en ville, avec l'éclairage urbain! La Voie lactée, pour être bien vue, nécessite un ciel bien noir. Jetez-y un coup d'oeil pendant vos prochaines vacances, la nuit, après vous être habitué à l'obscurité pendant une dizaine de minutes, afin que la pupille de vos yeux se dilate et augmente votre sensibilité à «l'obscurité clarté qui tombe des étoiles» comme disait Corneille dans Le Cid (enfin, c'est Rodrigue qui le dit, pas Corneille)

2 - que beaucoup confondent trop souvent avec la formation de la Terre, qui ne date que de 4,5 milliards d'années...)

3 - la zone visée à la surface d'une balle de Tennis vue à 100 m. On y a détecté environ 3000 galaxies (mettons 100 milliards d'étoiles pour chacune, on ne va pas mégoter). Certaines de ses galaxies sont situées à 12 milliards d'années-lumière, ce qui signifie que la lumière interceptée par le télescope spatial était 3 fois plus vieille que notre soleil...



Ci-dessous : le système Terre-Lune, représenté à l'échelle tant au niveau des dimensions que des distances. (Mars, la planète la plus proche, est...260 fois plus loin que la Lune!)



## Exoplanètes

Nous ne sommes pas seuls

Depuis 1992, où la première découverte d'une exoplanète (tournant autour d'une autre étoile que le soleil) a été annoncée, Les astronomes ont découvert plus de 400 exoplanètes, principalement de type jovien. Certaines sont organisées en systèmes complets de plusieurs planètes (jusqu'à 5 pour le système de l'étoile 55 cancri), comparables à notre système solaire.

les techniques actuelles ne permettent pas encore de détecter les planètes de la taille de la Terre autour des autres étoiles, ce qui devrait être réalisé dans les années à venir par les satellites Corot et Kepler. Toutefois, ces dernières années, l'amélioration des techniques a permis de détecter les premières planètes de type terrestre, même si elles sont plus massives que notre Terre. Dans quelques dizaines d'années, le perfectionnement des techniques d'observation devrait permettre de détecter à leur surface les indices éventuels de la présence de formes de vie extraterrestres.

- Sur le web -

Le Jet Propulsion Laboratory: des photographies, des podcasts, des vidéos issues des programmes spatiaux américains passés, actuels et futurs.

Deux BD gratuites racontant l'histoire de l'astronomie: cosmic story et mille milliards de soleils.



Une application gratuite pour ipod/iphone: **planètes** vous donnera position et visibilité de toutes les planètes.