



Les lunes du système solaire

DES SATELLITES NATURELS

La Lune est un astre en orbite autour de la Terre. Elle est donc un satellite naturel de la Terre. Par extension, les satellites naturels des autres planètes du système solaire sont également appelés « lunes ».

RÉPARTITION ET DIVERSITÉ

RÉPARTITION

À l'heure actuelle, les astronomes recensent plus de 141 satellites naturels dans le système solaire. La majorité des satellites orbitent autour des géantes gazeuses comme Jupiter ou Saturne. Dans les planètes telluriques, seuls la Terre et Mars en possèdent, respectivement un (La Lune) et deux (Phobos et Déimos). Nous devons à l'exploration spatiale le recensement de la majorité des satellites orbitant autour des géantes gazeuses. En effet la majorité de leurs satellites ont des diamètres inférieurs à 50 km. En passant à proximité, les sondes *Pioneer 10* et *11* puis *Voyager 1* et *2* ont permis



d'en identifier quelques uns. Les progrès réalisés par les télescopes terrestres et les instruments ont aussi permis de faire de nombreuses découvertes. Enfin, la sonde Galilée qui est restée 8 ans en orbite autour de Jupiter a permis d'allonger sensiblement la liste des satellites jupitériens. De même, l'arrivée de la sonde Cassini autour de Saturne en juillet 2004 promet de nouvelles découvertes dans les prochaines années.

DIVERSITÉ

La majorité des satellites sont en fait des astéroïdes qui ont été capturés

par les champs gravitationnels des planètes. Ils ont, de fait, des formes irrégulières. Pour les autres, les processus de formation ne sont pas complètement élucidés. La Lune est probablement le résultat d'une fantastique collision entre la proto-Terre et un planétésimal de la taille de Mars. Quant aux satellites des planètes géantes, ils se sont probablement formés en même temps que leurs planètes, par accretion du disque de matière les entourant.

Les deux plus gros, Ganymède et Titan sont plus gros que Mercure, ce qui fait que la taille n'est pas un critère pour discriminer les planètes et les satellites.

LA LUNE

La Lune est le seul satellite naturel de la Terre. En fait de planète et d'un satellite, le système Terre-Lune est



plutôt considéré comme une planète double, tout comme Pluton et Charon. En effet, la Lune est seulement 81 fois moins lourde que la Terre, alors que Charon l'est 8 fois moins que Pluton. Ces deux systèmes sont assez uniques lorsqu'ils sont comparés aux planètes géantes où les rapports sont d'environ 1 000 à 10 000 !

LES SATELLITES MARTIENS

Les satellites de Mars sont relativement petits et irréguliers. Ils portent les noms des deux fils jumeaux du dieu de la guerre grec Arès (Mars pour les romains), Phobos et Déimos qui signifient respectivement épouvante et terreur.

lunes	rayons (km)	Distance à Mars (km)
Phobos	13,4 x 11,2 x 9,2	9 378
Déimos	7,5 x 6,1 x 5,2	23 459

PHOBOS

Phobos est le plus gros des deux satellites de Mars. Il est aussi le plus



proche et fait trois tours autour de Mars par jour. De plus, il se rapproche de la surface de près de 2 m par siècle. D'ici 50 millions d'années, soit Phobos s'écrasera sur la surface, soit il sera pulvérisé par les forces des marées et les morceaux formeront un anneau autour de Mars. Bien que sa surface fasse penser à un astéroïde de type C (C pour carboné), des preuves accumulées ces dernières années réfutent la thèse selon laquelle Phobos serait un astéroïde capturé.

DÉIMOS

Déimos fait un tour autour de Mars en 30 h et, au contraire de Phobos, il



s'éloigne de Mars. Déimos est un corps sombre, ce qui lui fait aussi ressembler aux astéroïdes de type C courants dans la ceinture d'astéroïdes.

LES SATELLITES JUPITÉRIENS

Les satellites jupitériens sont nommés d'après les noms des amantes ou des enfants de Jupiter.

lunes	rayons (km)	Distance à Jupiter (km)
Métis	20	128 000
Adrastée	13 x 10 x 8	129 000
Amalthée	131 x 73 x 67	181 400
Thébé	55 x 45	221 900
Io	1826,6	421 600
Europe	1560,8	670 900
Ganymède	2631,2	1 070 400
Callisto	2410,3	1 882 700

LES SATELLITES GALILÉENS

Les quatre satellites principaux de Jupiter sont nommés en l'honneur

de Galilée (Galileo Galilei, 1564 - 1642) qui fut le premier à les observer à partir de 1609. Galilée observe le ballet des satellites orbitant autour de Jupiter, et il y voit une preuve que la Terre n'est pas au centre de l'Univers, contrairement au dogme d'Aristote. Cependant il ne réussira pas à convaincre ses contemporains, et il sera condamné par l'Église pour avoir soutenu la théorie copernicienne. En 1676, Oloüs Römer (1644 - 1710) observe que les éclipses de ces satellites sont en avance ou en retard de quelques minutes sur les prévisions. Après une analyse fine, il remarque que ces anomalies dépendent de la distance entre la Terre et Jupiter et qu'elles sont imputables à la vitesse finie de la propagation de la lumière. Grâce à ces observations, il fut le premier à donner l'ordre de grandeur de cette vitesse.

IO

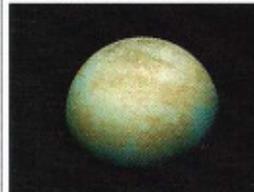


Io est l'astre dont les volcans sont les plus actifs de tout le système solaire. En 1979, *Voyager 2* avait pris une photo d'une éruption volcanique dont le panache culminait à 200 km d'altitude. Les astronomes furent surpris qu'un si petit corps soit encore actif. Io est en effet trop peu massif pour que le volcanisme soit dû à la chaleur résiduelle issue de sa formation. En fait, Io est très proche de Jupiter et son orbite est perturbée par les lunes plus grosses comme Europe et Ganymède. Elle subit donc d'intenses forces de marées qui la déforment considérablement. La chaleur dégagée alimente les volcans de Io qui crachent du soufre liquide. La surface de Io est alors constamment renouvelée. De plus, la matière éjectée des geysers est capturée par le puissant champ magnétique de Jupiter. En précipitant dans son atmosphère, ces particules provoquent des aurores polaires dans la haute atmosphère de Jupiter, en plus de celles provoquées par les particules du vent solaire.

EUROPE

Europe est un des astres très prometteurs du système solaire où la vie aurait pu se développer. En effet, Europe pourrait contenir un énorme océan d'eau liquide de plus

de 50 km de profondeur sous une croûte de glace d'environ 5 km. Les marées qui déforment Europe fourniraient la chaleur nécessaire



pour maintenir un tel océan. Les scientifiques sont parvenus à cette conclusion en observant la surface sans cratère d'Europe, mais parcourue de failles colorées d'où proviendrait la nouvelle glace qui ferait disparaître toutes traces de cratères. Certaines autres structures de la surface font penser à de la banquise se mouvant au gré des courants ; elles suscitent l'idée d'un immense océan sous-jacent.

GANYMÈDE

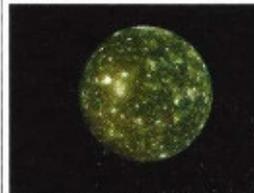
Ganymède est le plus gros satellite du système solaire. Les données de



la sonde Galilée indiquent qu'il est différencié, avec un cœur rocheux qui prendrait jusqu'à 50 % du diamètre, surmonté d'un manteau de glace d'eau. Sa surface est composée de glace et de silicates et porte beaucoup de cratères, spécialement dans les régions sombres qui sont les plus anciennes. Les parties claires, plus jeunes, portent la marque d'une activité tectonique dont les mécanismes sont pour l'heure inconnus.

CALLISTO

Callisto a probablement la même structure que Ganymède, mais avec



un noyau plus petit. Sa surface est la plus cratérisée de tout le système solaire. Elle n'a jamais été renouvelée par des processus géologiques et Callisto semble être un astre complètement mort. Vieux de 4 milliards d'années, les paysages de Callisto sont donc les plus anciens du système solaire.

Répartition

141
Nombre de satellites naturels dans le système solaire.

0
Nombre de satellites naturels de Mercure.

0
Nombre de satellites naturels de Vénus.

1
Nombre de satellites naturels de la Terre.

2
Nombre de satellites naturels de Mars.

63
Nombre de satellites naturels de Jupiter.

34
Nombre de satellites naturels de Saturne.

27
Nombre de satellites naturels d'Uranus.

13
Nombre de satellites naturels de Neptune.

1
Nombre de satellites naturels de Pluton.

Ganymède (autour de Jupiter)



2631,2 km de rayon

LES SATELLITES INTERNES

Adrastée, Métis, Amalthée et Thébée évoluent à l'intérieur de l'orbite de Io. De faibles dimensions (moins de 100 km de diamètre), ces lunes sont probablement les sources de poussière qui alimentent les anneaux de Jupiter.

LES SATELLITES SATURNIENS

Les lunes de Saturne portent les noms de titans et de leur descendance, de dieux romains primitifs, et de géants greco-romains, inuits, scandinaves et gaéliques. Dans la mythologie grecque, les titans étaient les frères et sœurs de Cronos, le nom grec de Saturne.

lunes	rayons (km)	Distance à Saturne (km)
Japet	718	3 561 300
Dione	560	377 400
Thetys	535 x 528 x 526	294 600
Rhea	764	527 040
Titan	2 575	1 221 830
Epiméthée	69 x 55 x 55	151 422
Janus	97 x 95 x 77	151 472
Mimas	209 x 196 x 191	185 520

JAPET

Japet est un satellite étrange : un de ses hémisphères est cinq fois plus sombre que l'autre ! Ce phénomène étonnant serait lié à une différence de composition des roches de surface mais l'explication exacte demeure mystérieuse.

DIONE, THETYS ET RHEA

Thetys est composé majoritairement de glace d'eau. Une immense fissure indiquerait qu'il était liquide à l'origine puis que sa croûte se serait refroidie. Rhea contient également beaucoup de glace bien qu'un tiers de sa masse soit due à son cœur rocheux. En fait, Dione, Thetys et Rhea se ressemblent beaucoup.

DES SATELLITES JUMEAUX !

Epiméthée et Janus évoluent pratiquement sur la même orbite, à quelques dizaines de kilomètres l'un de l'autre. Ils interagissent alors très étroitement : lorsque le plus proche de Saturne, qui tourne plus vite que l'autre, dépasse le second, le premier est freiné alors que le second est accéléré. Ce transfert d'énergie fait que ces deux satellites intervertissent leurs orbites tous les 4 ans environ. Ces satellites sont dits co-orbitaux. Ils sont probablement issus de la destruction d'un corps plus important, ce qui expliquerait cette particularité.

MIMAS



Comme la majorité des satellites des géantes gazeuses qui ont une densité faible, **Mimas** est un corps contenant

principalement de la glace. Il porte la marque d'un impact gigantesque qui l'a presque désintégré. Le cratère a un diamètre de 30 km, à comparer à un diamètre d'environ 200 km et la face opposée est fracturée du fait de la violence de l'impact. Le pic central mesure 6 km de haut.

TITAN

Titan est le deuxième plus gros satellite du système solaire. C'est aussi celui qui intrigue le plus les scientifiques. Lors du passage des sondes Voyager, les scientifiques ont été frustrés de constater qu'un épais brouillard orange leur masquait la surface. Mais ils ont pu tout de même déduire des mesures que la pression au sol est moitié plus importante que sur Terre (soit 1,6 bars) et la température très basse (-180 °C) du fait de l'éloignement du Soleil. L'atmosphère est composée principalement de di-azote, comme sur Terre, d'argon (6 %) et de quelques pourcents de méthane. Les scientifiques pensent qu'il y a environ 4 milliards d'années, avant l'apparition de la vie, l'atmosphère prébiotique de la Terre avait à peu près la même composition. Dans la haute atmosphère, le méthane est détruit par le rayonnement ultraviolet du Soleil. Des réactions chimiques complexes et mal connues peuvent alors former des molécules organiques complexes et aboutir à la formation d'acides aminés qui sont les briques de la vie. Il est ainsi possible que **Titan** abrite une forme de



vie. En tout cas, l'étude de Titan peut renseigner sur la manière dont la vie est apparue sur Terre.

En juillet 2004, la sonde Cassini a été mise en orbite autour de Saturne. Elle transportait le module européen de descente atmosphérique Huygens. Cassini est aussi équipée d'un radar imageur pour percer le brouillard de Titan. Aucun cratère n'a été repéré, ce qui indique que la surface est jeune. Le 14 janvier 2005, Huygens s'est posée avec succès sur le sol de Titan. Lors de sa descente dans l'atmosphère, de nombreux clichés et mesures physiques ont été produits. Certains modèles prévoyaient que Titan fût recouvert d'un immense océan de méthane ou d'éthane. Finalement, aucun océan n'a été identifié mais des traces d'écoulement et d'érosion sont nettement perceptibles. Un réseau fluvial débouchant sur un lac apparemment à sec a même été survolé. Huygens s'est posée sur une surface solide, mais à la consistance ressemblant à celle d'une crème brûlée : une fine croûte solide sous laquelle se trouve un matériau beaucoup plus mou contenant du méthane. Au contact de la sonde qui dégageait de la chaleur, du méthane s'est échappé de ce matériau. Dans les années qui viennent, Cassini va encore observer de près Titan pour essayer de

lever un peu le voile sur les questions que posent les nouvelles découvertes de Huygens.

LES SATELLITES URANIENS

Les lunes d'Uranus portent les noms de héros des pièces de Shakespeare et d'Alexander Pope pour quelques uns. Voici les 5 principaux satellites :

lunes	rayons (km)	Distance à Uranus (km)
Miranda	240 x 234 x 233	129 390
Ariel	581 x 578 x 578	191 020
Umbriel	584,7	266 300
Titania	788,9	435 910
Obéron	761,4	583 520

MIRANDA

Miranda est un des satellites les plus remarquables d'Uranus. La surface est



très chaotique : des terrains cratérisés succèdent à des coulées de glace et à des craquelures géantes. Les escarpements atteignent 20 km. Cette diversité géologique est surprenante pour un corps de cette taille. Comme explication, les scientifiques pensent que **Miranda** se serait fragmentée à plusieurs reprises suite à de violentes collisions avec d'autres corps. De plus, les effets de marées chauffent **Miranda** qui est alors probablement encore géologiquement actif.

ARIEL



Ariel est la plus brillante et la plus jeune des lunes d'Uranus. Elle est parcourue par d'immenses rifts qui courent sur toute la surface. Il semblerait qu'**Ariel** ait augmenté de volume, à cause de l'expansion de la glace, créant ainsi ces vallées. Des épanchements d'ammoniaque, de méthane ou même de monoxyde de carbone près de ces rifts ont fait disparaître les traces de cratères.

UMBRIEL



Umbriel est un vieux satellite sombre qui semble géologiquement éteint. Il est

constellé de cratères de grandes tailles, et l'un d'eux montre un fond brillant, ce qui demeure un mystère à l'heure actuelle.

TITANIA



Titania porte la marque de failles profondes qui pourraient être la marque d'un passé tectonique.

OBÉRON



Au contraire, **Obéron** est très vieux et ne porte que peu de traces d'activité géologique.

LES SATELLITES NEPTUNIENS

Les lunes de Neptune portent les noms de personnages ayant un rapport avec Poséidon et Neptune, les dieux de la mer, respectivement grecs et romains.

lunes	rayons (km)	Distance à Neptune (km)
Triton	1 353,4	354 760
Néréide	170	5 513 400
Protée	220 x 208 x 202	117 647

TRITON

Triton est de loin la plus grosse des lunes de Neptune. Triton est aussi le



seul satellite de taille importante qui ait une orbite rétrograde, c'est-à-dire qu'il orbite dans le sens contraire de la rotation de Neptune. De fait, les astronomes pensent que **Triton** est un astéroïde qui a été capturé par le champ gravitationnel de Neptune. **Triton** est aussi le troisième corps du système solaire à être entouré d'une très fine atmosphère de di-azote, avec la Terre et Titan. La pression atmosphérique atteint 14 microbars au sol. L'autre caractéristique marquante de **Triton** est qu'il est un des objets les plus froids du système solaire. À -235 °C, la surface est majoritairement couverte de glace de di-azote, ce qui en fait un astre unique dans tout le système solaire. **Triton** est parcouru par d'énormes failles et abrite des geysers actifs révélés par les images de Voyager 2. **Triton** est un satellite de

forme irrégulière d'un diamètre de 400 km. Les astronomes estiment que **Triton** a la taille maximale que peut avoir un astre avant que sa propre gravité ne le rende sphérique.

NÉREÏDE

Néréide est un caillou d'environ 340 km de diamètre qui orbite en 360 jours autour de Neptune. **Néréide** détient le record de l'orbite la plus excentrique de tout le système solaire pour un satellite. Sa distance à Neptune varie de 1 353 600 km à 9 623 700 km.

PROTÉE

Protée est un des objets les plus sombres du système solaire : il ne réfléchit que 6 % de la lumière du Soleil.

PLUTON ET CHARON

Le système **Pluton-Charon** est unique dans le système solaire. Ils sont tout deux en rotation synchrone. Comme



beaucoup de satellites, y compris la Lune, **Charon** montre toujours la même face à **Pluton**. De la même manière, les forces de marées font que **Pluton** présente la même face à **Charon**. De 1985 à 1990, **Pluton** et **Charon** furent dans une configuration d'éclipses mutuelles, vus de la Terre. Ce fut une chance pour les scientifiques qui purent ainsi mesurer leurs diamètres respectifs et en déduire leur densité. Il apparaît que **Charon** est recouvert de glace d'eau, alors que la surface de **Pluton** contient du di-azote, du méthane, et du dioxyde de carbone. Cette différence de composition fait dire aux planétologues que **Charon** a été formé suite à une collision entre **Pluton** et un autre corps. La Lune se serait formée suivant un scénario similaire.

DES SATELLITES AUTOUR D'ASTÉROÏDES

En 1993, la sonde Galileo, en route pour Jupiter, a survolé **Ida**, un astéroïde de dimensions 56 km x 24 km x 21 km. Quelle ne fut pas la surprise des planétologues de découvrir qu'**Ida** avait un satellite naturel ! Il mesure 1,4 km de diamètre et fut baptisé **Dactyl**. Depuis cette date, plusieurs autres satellites autour d'astéroïdes furent découverts. En 1999, un satellite de 13 km de diamètre, nommé **Petit-Prince**, a été découvert autour d'**Eugénia**, un astéroïde de 340 km de diamètre. En 2000, un satellite d'environ 13 km fut découvert autour de **Pulcova**, astéroïde de 145 km de long. En 2001, les astronomes ont identifié **Linus**, qui orbite autour de **Kalliope**, et un satellite autour de **Sylvia**. Depuis, une douzaine de lunes ont été identifiées autour d'astéroïdes. Pour les planétologues, ces satellites sont des fragments issus de collisions antérieures. Il est aussi possible que ces astéroïdes se soient disloqués en passant un peu trop près d'une planète. Certains fragments se seraient satellisés autour de l'astéroïde parent.