

Deuxième partie: Astronomie

Chapitre 2

La Terre dans l'Univers

Selon la luminosité ambiante, de deux mille à six mille étoiles sont visibles à l'oeil nu. Bien qu'étant gigantesques, et très loin les unes des autres, les étoiles apparaissent toujours comme de simples points lumineux, formant des figures dans le ciel. Cependant, ces astres visibles ne représentent qu'un volume extrêmement réduit de notre Univers.

Le ciel étoilé

Mouvements apparents

Apparemment, le Ciel tourne autour d'un axe nord-sud (axe du monde) d'est en ouest. Au fil des heures, l'aspect du ciel nocturne, en un même lieu et selon la même orientation, change: des étoiles sont visibles toute la nuit, certaines se lèvent et d'autres se couchent. Ce mouvement apparent s'explique par le fait que c'est la Terre qui tourne sur elle-même, d'ouest en est.

Comme la Terre se déplace autour du Soleil, un observateur ne verra pas, tous les soirs à la même heure, au même endroit, le même ciel. D'ailleurs, certains groupes d'étoiles sont visibles toute l'année, d'autres seulement certaines saisons.

Constellations

Depuis l'Antiquité, pour pouvoir les reconnaître et les mémoriser facilement, on a regroupé les étoiles en constellations auxquelles on a donné des noms souvent mythologiques¹ ou liés à leur forme.

L'arpentage² de l'espace

Les limites du système solaire sont à environ $6 \cdot 10^{12}$ m de la Terre, mais l'étoile la plus proche (Proxima du Centaure) est à plus de $4 \cdot 10^{16}$ m soit environ 6500 fois plus loin. A notre niveau de technologie, une sonde spatiale mettrait environ 80'000 années pour atteindre Proxima du Centaure. Par commodité, en astronomie, on utilise une autre unité de longueur, l'année-lumière.

L'année-lumière (al) est la distance parcourue par la lumière en une année, soit environ 10'000 milliards de kilomètres.

Etoile	Distance en al	Température en °C	Couleur
Soleil		6000	jaune
Proxima du Centaure	4,3	6100	jaune
Sirius	8,7	10000	bleutée
Altair	16	8000	blanche
Véga	26	10000	bleutée
Aldebaran	68	4000	rouge
Croix du Sud	260	25000	bleue
Bételgeuse	650	3000	rouge
Etoile Polaire	782	6500	jaune
Rigel	820	13000	bleutée

Caractéristiques de quelques étoiles

¹ Mythologique: relatif à la mythologie, ensemble des mythes et des légendes propres à un peuple, à une civilisation, à une région.

² Arpentage: évaluation de la superficie, de la grandeur.

Les étoiles

L'âge du Soleil est d'environ 4,5 milliards d'années et celui de l'Univers d'environ 12 milliards d'années. La plupart des étoiles de notre Galaxie sont donc nées bien après l'origine de l'Univers.

Les étoiles se forment à partir de nuages de gaz et de poussières interstellaires (nébuleuse) qui se contractent sous l'effet de leur propre gravité. Sous l'effet de cette contraction, le nuage s'échauffe. Si la température centrale atteint une dizaine de millions de degrés, les réactions thermonucléaires s'amorcent et l'étoile se met à briller.

Ce processus permet l'apparition d'étoiles qui évoluent différemment selon leurs masses et leurs dimensions.

Les étoiles dans l'espace

Lorsqu'on regarde le ciel, même avec une petite lunette astronomique, on s'aperçoit que des étoiles qui semblent uniques sont en réalité constituées par deux astres rapprochés; ce sont des étoiles doubles. Il existe aussi des étoiles triples et d'autres multiples. En fait, dans la plupart des cas, les étoiles sont liées à d'autres étoiles à l'instar des planètes autour du Soleil. Du reste, si Jupiter avait été 60 fois plus massif, le système solaire aurait été composé de deux étoiles... et nous ne serions probablement pas là pour en parler !

Dans certaines régions du ciel, les étoiles sont concentrées par centaines (amas ouvert), voire par centaines de milliers (amas globulaire).

L'ensemble des objets visibles à l'oeil nu depuis la Terre fait partie d'une gigantesque structure: notre Galaxie, qui compte plus de 100 milliards d'étoiles. On estime à 100 milliards le nombre de galaxies dans l'Univers.

L'évolution des étoiles

L'espace est un formidable laboratoire car, en un moment précis, il est possible d'observer tous les stades de l'évolution des étoiles.

Il existe de petites étoiles (naines) et des étoiles volumineuses (géantes ou supergéantes). Bételgeuse est une étoile dont le diamètre est 400 fois plus grand que le diamètre du Soleil. Si le Soleil avait la taille de Bételgeuse, la Terre se trouverait à plus de 100 millions de km à l'intérieur du Soleil.

Les plus grosses étoiles que l'on a observées peuvent atteindre des diamètres supérieurs à 2000 fois le diamètre solaire. Ces supergéantes engloberaient le système solaire jusqu'à Uranus; leur densité³ moyenne est dans ce cas extrêmement faible.

En ce qui concerne la masse des étoiles, on sait qu'elles peuvent atteindre plus de 50 fois la masse du Soleil. On ne connaît cependant pas précisément la limite inférieure pour la masse d'une étoile. Il n'est pas évident qu'il y ait une frontière nette entre une étoile de très faible masse et une planète géante.

L'idée que Jupiter soit une micro-étoile est plausible dans la mesure où Jupiter rayonne deux fois plus d'énergie qu'il n'en reçoit du Soleil.

On estime cependant entre 0,1 et 0,25 masse solaire la limite inférieure pour amorcer les réactions thermonucléaires au coeur de l'étoile. Ces petites étoiles peu massives sont appelées "naines brunes".

L'évolution d'une étoile et sa durée de vie vont dépendre de sa masse et de son volume. Pour les étoiles jusqu'à 0,7 masses solaires, on ne connaît pas leur évolution ultime car ces étoiles ont une durée de vie supérieure à l'âge de l'Univers !

Pour notre Soleil, dans environ 4 milliards d'années, sa réserve d'hydrogène en son centre se sera transformée en hélium. Suite à divers phénomènes, il se mettra à grossir et à se refroidir. Il sera devenu une géante rouge. Vu depuis la Terre, son diamètre apparent sera 55 fois plus grand qu'actuellement. Cependant, son noyau central sous l'effet de la gravitation des couches internes du Soleil se réchauffera. Lorsque la température atteindra 100 millions de degrés, l'hélium se transformera en carbone, puis le carbone en oxygène, en azote, en néon, en magnésium, etc., et cela selon des processus cycliques.

³ Densité: rapport de la masse d'un certain volume d'un corps à celle du même volume d'eau (ou d'air, pour les gaz).

A ce stade de son évolution, le Soleil deviendra une étoile variable et son diamètre sera colossal. Notre planète aura disparu de la carte de l'Univers, évaporée dans le globe de feu solaire.

Certaines des réactions du carbone sont explosives et notre Soleil expulsera une partie de son atmosphère sous la forme d'une nova⁴, donnant naissance à une nébuleuse⁵ planétaire. Cette nébuleuse sera riche en nouveaux éléments fabriqués par le Soleil (carbone, azote, oxygène) qui sont les éléments mêmes qui ont permis l'apparition de la vie sur la Terre.

Le système solaire lui-même s'est du reste formé à partir des gaz expulsés par d'autres étoiles et notre propre existence est le fruit d'étoiles mortes qui ont explosé.

Au terme de son évolution, le Soleil se contractera sous la forme d'une petite étoile très chaude (20'000 K) appelée "naine blanche". Sa densité sera considérable, puisque sa masse sera de l'ordre d'une masse solaire confinée dans un astre comparable aux dimensions de la Terre; 1 cm³ du centre d'une naine blanche contient une masse de 16 tonnes.

L'évolution des étoiles ayant une masse supérieure à 4 masses solaires suit un scénario évolutif comparable à celui du Soleil jusqu'au stade de géante, mais beaucoup plus rapidement (quelques dizaines de millions d'années seulement).

Cependant, elles subissent un événement véritablement catastrophique en fin de vie: elles explosent! Cette fantastique explosion porte le nom de supernova; en quelques instants, la supernova émet autant d'énergie que le Soleil en 10 milliards d'années.

A plusieurs reprises au cours de l'histoire, les astronomes furent témoins d'un tel événement:

- Le 4 juillet 1054, les Chinois observèrent l'apparition d'une étoile visible en plein jour et ce pendant 3 semaines; elle sera visible à l'oeil nu pendant 22 mois; ce phénomène semble cependant être passé inaperçu en Europe; on a réussi à identifier les vestiges de cette explosion: c'est la nébuleuse du Crabe.
- En 1572, Tycho Brahe a observé pendant 18 mois une supernova aussi brillante que Vénus.
- Elève et successeur de Tycho Brahe, l'astronome allemand Johannes Kepler eut également la chance d'être témoin d'un tel phénomène en 1604; cette supernova atteignit la luminosité de Sirius et resta observable pendant un an.
- En 1987, dans le nuage de Magellan (galaxie satellite de la nôtre), une supernova apparut; depuis, les télescopes sont continuellement braqués dans cette direction; cette supernova est une source précieuse d'informations en vue de préciser les modèles d'évolution des étoiles.

Le phénomène de supernova est relativement peu fréquent à l'échelle humaine; statistiquement, on peut s'attendre à voir l'apparition d'une supernova par galaxie tous les 350 ans. A titre de comparaison, le phénomène de nova est dix à vingt mille fois plus fréquent.

Suite à l'explosion d'une étoile en supernova, le résidu de l'étoile dégénère. L'astre condense alors sa matière dans une sphère d'une dizaine de kilomètres de rayon; on l'a appelée "étoile à neutrons" en raison de sa constitution. Sa densité est phénoménale; en effet, 1 cm³ peut contenir une masse de 500 millions de tonnes ! Pour transformer la Terre en un astre aussi dense, il faudrait la réduire à une boule de 30 mètres de diamètre ! Cette étoile tourne sur elle-même très rapidement.

Actuellement, on connaît une cinquantaine d'étoiles à neutrons dont les périodes de rotation sont comprises entre 0,033 s et 3,7 s.

Ces étoiles sont comme des phares dans le firmament car on capte leur lumière sous forme de pulsations; ces étoiles sont également appelées "pulsars".

Cependant, l'évolution d'étoiles très massives (plus de 8 masses solaires) mène vraisemblablement, après la phase de supernova, à un résidu d'étoile trop massif pour devenir une étoile à neutrons.

En effet, si tel devait être le cas, la vitesse de la surface de l'astre moribond devrait être supérieure à celle de la lumière. L'étoile ne peut alors que s'effondrer sur elle-même, toute la masse du noyau de la supernova se trouvant concentrée en un point central où la densité devient infinie !

Un tel astre est un véritable trou dans l'Univers car il n'émet aucun rayonnement, d'où son nom de "trou noir". Pour l'observer, il faut avoir recours à ses effets sur l'espace autour de lui.

⁴ Nova: étoile qui devient brusquement beaucoup plus lumineuse (semblant constituer une étoile nouvelle), puis reprend lentement son éclat primitif.

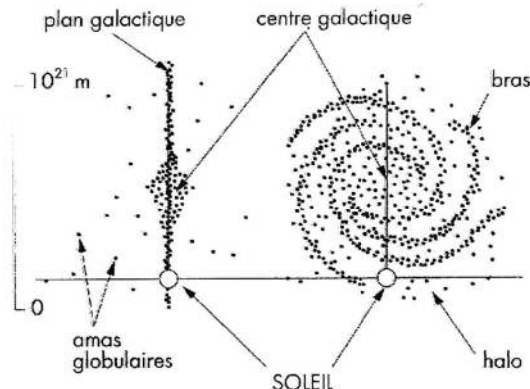
⁵ Nébuleuse: vaste nuage de gaz et de poussières interstellaires.

Quelques candidats "trou noir" sont actuellement à l'étude; on a en effet observé que l'atmosphère de certaines étoiles était vampirisée par un astre très dense; s'agit-il d'un trou noir ou d'une étoile à neutrons ? Seules des observations et des modèles d'évolution plus poussés permettront de le dire.

L'Univers

Lorsque l'on regarde le ciel par une nuit claire, on peut observer une large bande à l'aspect laiteux formée par un grand nombre d'étoiles: la "Voie lactée". Ce nom a été conservé pour nommer notre galaxie.

Cette dernière est animée d'un mouvement de rotation autour de son centre; le Soleil et les étoiles proches tournent en 250 millions d'années. Le Soleil se trouve à 33'000 al du centre, soit aux 2/3 du rayon de la Galaxie.



Notre galaxie, de type spirale

Les autres galaxies

Notre galaxie fait partie d'un ensemble plus vaste, l'amas local, constitué d'une trentaine de galaxies occupant un espace d'environ 5 millions d'années-lumières de diamètre.

A l'oeil nu, trois galaxies sont visibles: la galaxie d'Andromède dans le ciel boréal⁶, les deux nuages de Magellan dans le ciel austral⁷.

Certaines galaxies ont des formes différentes de la nôtre.

L'amas local et l'ensemble des amas galactiques voisins (dont celui de la Vierge) font partie d'un système de vastes dimensions qu'on appelle le "superamas local". Il comporte une dizaine de milliers de galaxies. Son rayon est d'environ 50 millions d'années-lumière et sa structure présente un certain aplatissement.

Il existe, entre autres, des galaxies extrêmement lumineuses qui rayonnent 100 à 1000 fois plus de lumière que notre galaxie, tout en ayant de très faibles dimensions. En raison de leur luminosité, on a longtemps cru qu'il s'agissait d'étoiles, d'où leur nom de "quasars", contraction de l'anglais "quasi stellar sources". On ne comprend actuellement que partiellement l'existence de ces quasars. Comme ces objets sont extrêmement éloignés (donc on en reçoit une image d'un passé lointain), une hypothèse est de dire qu'un quasar est une sorte de "bébé-galaxie".

Evolution de l'Univers

Il y a, dans l'Univers, des centaines de milliers d'amas de galaxies. Les observations de Edwin Powell Hubble ont montré que les galaxies s'éloignent les unes des autres, d'où l'idée d'un Univers en expansion.

L'origine de l'Univers est l'objet de beaucoup de recherches. Il semblerait qu'il ait été concentré en un lieu unique, très dense, et une gigantesque explosion lui aurait donné naissance: c'est la théorie du

⁶ Boréal: de la moitié nord du globe terrestre.

⁷ Austral: de la moitié sud du globe terrestre.

Big-Bang. La matière ainsi dispersée se serait ensuite agglomérée, concentrée en certains points pour donner les galaxies formées d'étoiles dont certaines, comme le Soleil, sont accompagnés de planètes.

Un peu partout dans l'Univers, des étoiles sont encore en train de naître (par concentration de gaz ou de poussières) alors que d'autres sont en train de mourir (par explosion, par implosion ou par extinction).

Les principales découvertes de Hubble

Depuis sa mise en service en 1990, le télescope spatial Hubble a réalisé de multiples découvertes dont voici les principales:

- L'Univers est vieux de 12 milliards d'années avec une marge d'erreur de 10%.
- L'Univers est en expansion illimitée. Hubble a confirmé que le rythme d'expansion de l'Univers ne s'est pas ralenti depuis le Big-Bang, l'explosion cataclysmique originelle. Parce que la masse de l'Univers est insuffisante, cette expansion devrait se poursuivre indéfiniment.
- Au centre des galaxies trône un trou noir massif, c'est-à-dire une énorme masse de matière en effondrement gravitationnel, si dense qu'elle aspire tout ce qui passe à proximité, y compris la lumière, en dégageant un flamboiement de rayonnement ultraviolet. Ces objets peuvent aspirer une masse équivalente à des milliards d'étoiles et la compacter en une région à peine plus grande que notre système solaire.
- L'usine à étoiles ne s'arrête jamais; Hubble a surpris la formation de jeunes étoiles au centre des plus anciennes nébuleuses, ces nuages de gaz, de poussières et d'étoiles qui peuplent les galaxies.
- La formation des planètes est un phénomène courant; en pointant son puissant miroir vers la constellation d'Orion, Hubble a observé autour de ses plus jeunes étoiles des disques de poussières et de gaz dont la contraction donne naissance aux planètes. Ce phénomène très fréquent renforce l'idée selon laquelle la Terre pourrait ne pas être le seul havre de vie de l'Univers.

Le système solaire

Pendant des siècles, on a cru que la Terre était le centre de l'Univers. Depuis le XVIème siècle, on a pu observer que la Terre, comme les autres planètes, tournait autour du Soleil.

L'observation à l'oeil nu, ou à l'aide d'instruments d'optique, réalisée par des astronomes anonymes ou renommés (Copernic, Kepler, Galilée) se complète maintenant par l'envoi de sondes interplanétaires (Mariner, Voyager, Vénéra, Lunick, Giotto, Ulysse) se posant sur les planètes ou passant à proximité.

Le système solaire est la région de l'espace où le Soleil exerce une attraction prépondérante. Il s'étend probablement jusqu'à deux à trois années lumière, mais nous n'en connaissons que la partie centrale, voisine du Soleil.

Autour du Soleil gravitent neuf planètes principales et leurs satellites, des milliers d'astéroïdes (petites planètes), des comètes ainsi que d'innombrables météorites, poussières et particules.

La formation du système solaire

L'histoire du système solaire débute il y a environ 5 milliards d'années. De gigantesques nuages de gaz appelés nébuleuses peuplent notre Galaxie, comme on en observe encore aujourd'hui un peu partout; ces nébuleuses sont principalement composées d'hydrogène et d'hélium, mais sont également riches des différents éléments synthétisés par des étoiles explosives ayant vécu dans des temps bien plus reculés.

Le scénario actuellement admis concernant la formation du système solaire est celui d'une nébuleuse gazeuse tournant rapidement sur elle-même. De l'extérieur, on observerait un disque aplati par sa rotation, d'un diamètre approximatif de 5 heures-lumière. Sous l'effet de la gravitation, le système se contracte lentement; sa densité et sa température croissent progressivement, particulièrement au centre du disque où le Soleil va naître.

Si la majeure partie de la matière constituant la nébuleuse s'effondre sur le Soleil, une certaine quantité de poussières tombent rapidement vers le plan équatorial du disque nébulaire, faisant apparaître un nouveau disque poussiéreux, beaucoup plus mince que le disque nébulaire lui-même.

Dans la région qui donnera naissance aux grosses planètes, les glaces d'eau, de méthane et d'ammoniaque se condensent à la surface des poussières, la température y étant suffisamment basse.

Dans la région plus proche du Soleil, seuls le fer et les silicates⁸ peuvent prendre l'état solide.

On suppose que le mouvement orbital de toutes ces poussières est relativement irrégulier, chaotique et que des tourbillons se forment.

Ces tourbillons provoquent des fluctuations de densité du nuage de poussière et vont former des nuages plus petits qui vont s'effondrer sous leur propre poids, donnant naissance à une multitude de noyaux planétaires.

Les noyaux planétaires des régions extérieures, déjà lourds de leurs compléments de glace, sont capables de retenir l'hydrogène et l'hélium de leur voisinage, ce qui n'est pas le cas des planètes plus proches du Soleil. C'est la raison pour laquelle les planètes extérieures sont grosses et gazeuses alors que celles proches du Soleil, dites telluriques, sont solides.

Au cours du temps, la partie centrale de la nébuleuse a continué de se concentrer et a pris progressivement la forme du Soleil; les planètes géantes ont balayé sur leur passage la majorité des petits corps circulant de façon un peu chaotique dans le système solaire. Le système solaire que nous connaissons aujourd'hui est né. Des planètes, visibles car éclairées par le Soleil, circulant sur des orbites quasiment circulaires et situées dans un même plan: le plan de l'écliptique.

Seules quelques météorites probablement issues de la ceinture d'astéroïdes, ainsi que des comètes venues des confins du système solaire sont là pour nous rappeler le passé tumultueux de la naissance du système solaire.

Autres objets du système solaire

L'espace entre les planètes du système solaire n'est pas vide du tout; on y rencontre un grand nombre d'objets moins massifs ainsi qu'une grande quantité de poussières microscopiques et de gaz.

Les astéroïdes et les comètes

Des milliers d'astéroïdes et de comètes sont répertoriés et probablement il y en a encore plus à découvrir.

La plupart des astéroïdes gravitent entre Mars et Jupiter. Toutefois, certains ont des orbites plus proches du Soleil que la Terre.

Les comètes peuvent avoir des trajectoires paraboliques ou des orbites elliptiques; dans ce cas, les comètes passent la plupart de leur temps dans les régions lointaines du système solaire, pour ne faire que de brefs passages au voisinage du Soleil.

La distinction entre astéroïdes et comètes est assez controversée: les principales distinctions semblent être que les comètes ont des orbites très elliptiques et qu'elles sont composées de matériaux plus volatils que les astéroïdes.

La plupart des astéroïdes se concentrent dans un anneau situé entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter; on en a découvert plus de 7000. Chaque année, une centaine de nouveaux objets sont recensés. On a dénombré 26 astéroïdes d'un diamètre supérieur à 200 km et des milliers d'autres ayant des tailles inférieures, jusqu'à 10 km de diamètre. On ne connaît que très peu d'astéroïdes ayant un diamètre inférieur mais on estime à un million celles dont le diamètre avoisine 1 km. Toutefois, la masse totale de ces astéroïdes ne dépasse pas celle de la Lune.

Observées depuis l'Antiquité, les comètes engendrèrent longtemps la terreur. Elles étaient considérées comme des messages de catastrophes de la part des dieux.

Lorsqu'une comète se rapproche suffisamment du Soleil, son noyau formé de glace commence à se sublimer. Il libère ainsi des gaz et des poussières qui engendrent une nébulosité, la chevelure (ou

⁸ Silicate: minéral à base de silicium et d'oxygène.

coma). Les poussières qui s'échappent de la chevelure forment la spectaculaire queue de la comète, toujours en opposition du Soleil.

En regardant de plus près, on constate qu'une comète comporte deux queues distinctes: une queue composée de gaz ionisés (CO^+ , N_2^+ , CO_2^+ et H_2O^+), fine et très longue et une queue composée de poussières (silicates métalliques) ayant l'aspect d'un voile large et diffus.

La comète la plus célèbre de l'histoire est sans aucun doute la comète de Halley qui revient dans la région de la Terre tous les 75 ans. En mars 1986, la sonde Giotto s'est approchée de cette comète afin d'en étudier la structure.

Les météorites

De très petits rochers gravitent autour du Soleil; lorsqu'ils entrent en collision avec l'atmosphère de la Terre à une vitesse comprise entre 10 km/s et 70 km/s, ils sont chauffés jusqu'à incandescence; ces météorites laissent une trace de lumière dans le ciel; cette trace est le phénomène appelé "étoile filante".

Les impacts avec la Terre sont multiples; en moyenne, la masse de la Terre augmente chaque jour de plusieurs centaines de tonnes. La plus grande météorite, découverte en Namibie, pèse 60 tonnes.

Les météorites constituent une source importante d'informations sur les conditions physiques et chimiques de notre système solaire.

La ceinture de Kuiper et le nuage d'Oort

En 1950, Jan Oort remarqua qu'aucune comète observée n'avait une orbite provenant de l'espace interstellaire, qu'elles ne provenaient pas d'une direction privilégiée de l'espace et que le point de plus éloigné de l'orbite des comètes (aphélie) avait une tendance à se situer à une distance égale à 50'000 fois la distance Terre-Soleil.

Il proposa donc l'existence d'un vaste nuage (le nuage de Oort) aux confins du système solaire, région d'où proviendraient les comètes.

Une étude statistique montre que ce nuage devrait comporter plus de mille milliards de comètes, soit une masse comparable à celle de Jupiter.











Malheureusement, les comètes sont si petites et à une si grande distance que nous n'avons pas d'observations directes de ce nuage.

La ceinture de Kuiper est une région en forme de disque qui se situe au-delà de l'orbite de Neptune, à une distance de 30 à 100 fois la distance Terre-Soleil. Elle contiendrait beaucoup de petits corps glacés, dont la constitution est comparable à celle de Pluton; cette ceinture est considérée comme étant la source des comètes à courtes périodes de rotation. On estime à 35'000 le nombre de ses objets ayant une taille supérieure à 100 km, ce qui représente une masse plusieurs centaines de fois supérieure à celle de la ceinture d'astéroïdes.

Ces objets lointains sont d'un grand intérêt scientifique; en effet, les objets constituant tant le nuage d'Oort que la ceinture de Kuiper sont les vestiges de la nébuleuse primitive ayant donné naissance à notre système solaire. La connaissance de leur composition et de leur distribution spatiale permettrait de mieux comprendre et d'affiner les modèles de l'évolution de notre système solaire.

Données sur le système solaire

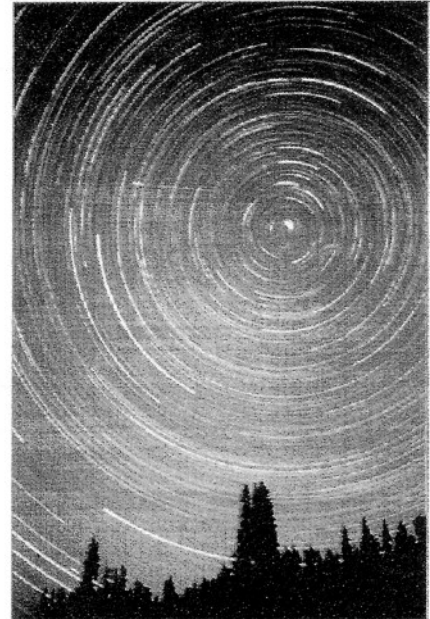
Vous trouverez à la page suivante un tableau donnant diverses informations sur les planètes et astéroïdes du système solaire.

Astre	Soleil	Mercure	Vénus	Terre	Lune	Mars	Astéroïdes	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Pluton	
Symbole													
Dieu grec	Hélios	Apollon	Eosphoros Hesperus	Gaïa	Artémis Hécate Séléné	Ares		Zeus	Cronos	Ouranos	Poseïdon	Hadès	
Dieu romain	Sol	Hermès Mercur	Vénus	Tellus	Diane	Mars		Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Pluton	
Jour de la semaine	sunday Sonntag	mercredi mercoledì	vendredi venerdì		lundi lunedì Montag mondag	mardi martedì		jeudi giovedì Donnerstag	saturday				
Distance moyenne au Soleil (- 10 ⁶ km)	0	58	108	150	0,384 (distance à la Terre)	228	420	778	1427	2870	4500	5900	
Diamètre équatorial (km)	1400000	4878	12100	12800	3500	6800	—	142600	120000	52000	50200	2300	
Masse (- 10 ²⁴ kg)	1982111	0,33	4,87	5,97	0,0735	0,642	—	1900	568	86,6	103	0,012	
Volume (- 10 ²¹ m ³)	1400000	0,054	0,95	1,08	0,0216	0,162	—	1419	826	63,7	77,7	0,0064	
Masse volumique (- 10 ³ kg/m ³)	1,42	6,11	5,13	5,52	3,4	3,96	—	1,34	0,688	1,36	1,33	~ 2	
Gravitation de surface g à l'équateur (N/kg)	273,4	3,78	8,6	9,78	1,65	3,72	—	22,68	9,05	7,77	11	20 à 40	
Température moyenne au sol (°C)	5770	-170 à 390	450 à 480	-88 à 48	-180 à 120	-133 à 27	—	-140	-160	-180	-200	-238	
Période de révolution autour du Soleil	—	68 jours	225 jours	365,256 jours	27 j 7 h 43 mn autour de la Terre	687 jours	environ 4 ans	11 ans 315 jours	29 ans	84 ans 8 jours	164 ans 282 jours	248 ans 157 jours	
Période de rotation sur elle-même	26 jours à l'équateur 37 jours aux pôles	59 jours	243 jours rétrograde	23 h 56 mn	27 j 7 h 43 mn	24 h 37 mn	—	9 h 50 mn	10 h 30 mn	167 jours 10 h 30 mn	15 h 36 mn	15 h 48 mn	6 j 9 h 17 mn
Nombre de satellites connus en 2000	—	0	0	1	—	2	—	16	18 + 12 ?	21	8	1	

Exercices sur le chapitre 2

La Terre dans l'Univers

1. Le ciel a été photographié dans l'hémisphère Nord, en direction de l'Etoile Polaire. La pose a duré 240 min.
 - A) De quel angle ont "tourné" les étoiles ?
 - B) De quel angle "tournent-elles" en une heure ?
 - C) Pourquoi l'Etoile Polaire peut-elle servir à s'orienter ?
 - D) Dans l'hémisphère Sud, quelle constellation peut jouer le même rôle ?



2. Pourquoi ne voit-on pas les étoiles en plein jour ?
3. Les cinq planètes visibles à l'oeil nu étaient déjà connues des Chaldéens, des Grecs et des Romains.
A quoi correspondent leurs noms ?

4. En consultant une encyclopédie ou un ouvrage d'astronomie, établir la fiche signalétique de la planète de votre choix.

Nom	Date de la découverte
Distance par rapport au Soleil	
maximaleminimalemoyenne.....	
Période de révolution autour du Soleil	
Diamètre	
Période de rotation sur son axe.....	
Nombre de satellites.....	
Atmosphère.....	
Nature de la surface.....	
Masse volumique (ou densité)..... Masse.....	
Valeur de la gravité à la surface.....	
Température à la surface	
Visite d'un engin spatial	
Autres particularités.....	

5. Pendant que la Lune effectue un tour autour de la Terre, elle fait également un tour sur elle-même.
Savez-vous quelle en est sa conséquence ?
6. Quelle est le sens du mouvement apparent du Soleil autour de la Terre ?
Quel est donc le sens de rotation de la Terre autour de son axe ?