

La Lune, compagne de la Terre

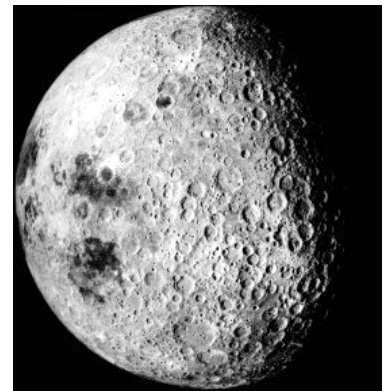
Extrait de «*Notre Système solaire*»



	<i>Diamètre 3'473 km</i>
<i>période de rotation</i>	<i>27.3.jours</i>
<i>densité</i>	<i>3.3</i>
<i>distance à la terre</i>	<i>384'000 km</i>
<i>révolution autour de la Terre</i>	<i>27,3 jours</i>
<i>Inclinaison sur l'écliptique</i>	<i>5.1°</i>
<i>Poids d'un homme de 70 kg sur Terre</i>	<i>12 kg</i>

La Lune tourne sur elle-même avec la même période que sa rotation autour de la terre. Elle présente donc toujours la même face au regard des Terriens.

Les mesures géophysiques effectuées par les modules qui se sont posés sur notre voisine révèlent une structure interne assez semblable à celle de la Terre. Bien que cette structure ne paraisse pas homogène, elle possède un petit noyau central moins dense que celui de la Terre entouré d'un manteau rocheux, lui-même recouvert d'une croûte superficielle d'une trentaine de kilomètres d'épaisseur. Cette structure résulte du refroidissement et de la différenciation par gravité d'un magma originel en fusion. Il semble toutefois que la croûte soit plus épaisse sur sa face cachée, ce qui pourrait expliquer son mouvement synchrone. Son refroidissement plus avancé que celui de la Terre fait qu'aujourd'hui la Lune est géologiquement inactive.



Face cachée cartographiée par Apollo 16 en 1972

Le système Terre-Lune, tel un haltère asymétrique

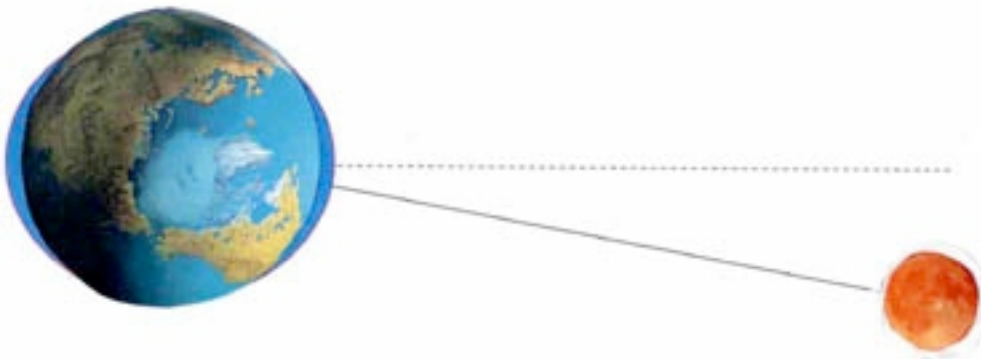


La Lune occupe donc une place à part dans le cortège des satellites. Distante en moyenne de 384'000 km, sa masse et son volume, relativement à ceux de la Terre (1/81e et 1/50e), en font un satellite particulier. De plus, le diamètre de la Terre n'est que quatre fois supérieur à celui de la Lune.

Tailles relatives de la Terre et de la Lune

La Lune, compagne de la Terre

On affirme généralement que la Lune tourne autour de la Terre. Ce n'est pas vraiment exact et il est plus correct de préciser que l'ensemble Terre-Lune, tel un haltère asymétrique, tourne autour du centre de gravité commun situé sur l'axe qui relie les deux astres, à 4'667 km du centre de la Terre.



L'ensemble Terre-Lune, tel un haltère asymétrique

On distingue les deux bourrelets que constituent les marées .

La Lune est responsable des marées

Chacun sait que l'attraction de la Lune sur les océans provoque un gonflement du niveau des eaux - la marée - lors du passage de notre satellite au zénith. Mais ce qu'on sait moins - les manuels scolaires n'en parlent généralement pas - c'est qu'il y a aussi une marée haute sur la face de la Terre opposée à la Lune. Cette autre marée est provoquée par la force centrifuge occasionnée par la rotation asymétrique de la Terre autour du centre de gravité de "l'haltère" Terre-Lune.

Le phénomène des marées n'est pas restreint à la masse des océans mais il affecte aussi les continents: il y a en effet des marées terrestres, tout à fait analogues aux marées marines, qui soulèvent les continents d'une quarantaine de centimètres deux fois par jour.

Les marées, de gigantesques freins



Sur le dessin de la page précédente, on voit les deux "bourrelets" que sont les marées, toujours orientés selon l'axe Terre-Lune, mais avec une légère avance. Celle-ci est due à l'entraînement de la masse des océans par la rotation de la Terre qui décale la déformation causée par l'attraction de la Lune vers l'avant. Ces deux bourrelets agissent comme d'immenses mâchoires de frein qui, à la longue, provoquent un ralentissement de la rotation de la Terre.

Les marées agissent comme de gigantesques freins.

La Lune s'éloigne, la Terre ralentit !

L'énergie de freinage, ainsi perdue par notre planète, est transmise à la Lune, transférée à son mouvement orbital, l'éloignant petit à petit de nous. Cet éloignement augmente de 3 cm chaque année alors que le ralentissement de la rotation de la Terre entraîne une augmentation de la durée du jour d'environ 2 millièmes de seconde par siècle ! Cette valeur peut paraître faible mais, si on tient compte des quatre milliards et demi d'années d'existence de la Terre, ce ralentissement est loin d'être négligeable. On a pu démontrer en effet qu'à l'Ere primaire la Terre tournait sur elle-même en 22 heures et que l'année comptait alors 400 jours !

Si on remonte dans le temps de quelques centaines de millions d'années, on est obligé d'admettre que la Lune était à une distance beaucoup plus proche de la Terre, peut-être à moins de 100'000 km.

Petite histoire "géologique" de la Lune

On doit les premières descriptions cartographiques de la Lune à Galilée qui, dès 1609, pointait sa lunette en direction de notre satellite.

Très vite on a distingué deux sortes de formations :

- des zones sombres, plates, grossièrement circulaires, improprement appelées "*maria*" ou "*mers*",
- des "*continents*", plus clairs, montagneux, occupant le reste de la surface.

Mers et continents sont criblés de cratères circulaires de toutes dimensions, dont les plus grands dépassent plusieurs centaines de km de diamètre.



Les "continents"

Caractérisés par une couleur claire, ils recouvrent la moitié de la surface lunaire. Ils sont marqués par la juxtaposition et le recouvrement mutuel d'une multitude de cratères de toutes dimensions et de leurs "éjecta".

Le sol lunaire, épais d'une dizaine de mètres, s'appelle "régolite". C'est une couche de poussière et de débris rocheux plus ou moins grossiers. Ce sont les débris d'impacts de météorites. Les roches rapportées sur terre sont toutes des roches éruptives, principalement des anorthosites, plus rarement des basaltes.¹

Y-a-t-il sur la Lune des minéraux inconnus sur Terre ?

Seules trois espèces minérales inconnues sur Terre ont été identifiées dans les roches lunaires. Il s'agit de minéraux cristallisés à des pressions très élevées (impact de météorites) ou dans des conditions fortement réductrices.

Nouveaux minéraux découverts sur la Lune

Tranquillityite	$\text{Fe}_8(\text{Zr},\text{Y})_2 \text{Ti}_3\text{Si}_3\text{O}_{24}$	<i>Le zirconium, l'yttrium et le titane sont des éléments relativement abondants dans les basaltes lunaires où ce minéral a été identifié.</i>
Pyroxferroite	$\text{Fe}_6\text{CaSi}_7\text{O}_{21}$	<i>Minéral de haute pression trouvé dans un gabbro.</i>
Armalcolite	$(\text{Mg},\text{Fe})\text{Ti}_2\text{O}_5$	<i>Le nom du minéral est composé des premières syllabes des noms des astronautes Armstrong, Aldrin et Collins.</i>

Toutes ces roches montrent une fracturation intense due aux innombrables impacts météoritiques et sont transformées en de véritables brèches. L'âge de la cristallisation des minéraux est compris entre - 4.4 et - 4.6 m.a., alors que l'âge de la transformation en brèches s'étend de - 4.6 à -3.8 m.a.

Les "mers"

Les "mers" sont les taches sombres qu'on peut apercevoir à l'oeil nu au cours des nuits de pleine Lune. Ce sont de vastes plaines peu cratérisées de forme grossièrement circulaire. Elles sont nombreuses sur la face visible de notre satellite et, curieusement, très rares sur sa face cachée. Ces "mers" recouvrent les "continents" en laissant émerger les parties les plus hautes, donnant l'impressions de caps, d'îles et de péninsules. Elles sont constituées de basalte. On pense que ce sont des météorites géantes qui ont percé le manteau et favorisé l'invasion du cratère par des basaltes en fusion.

Les roches lunaires

Elles sont toutes de nature éruptive, à l'exception des brèches de la surface qui ont été formées par les impacts des météorites. Leur composition est comparable à celle des roches éruptives terrestres. Toutefois, globalement, elles contiennent plus de calcium,

¹ Voir des mêmes auteurs "Le Monde fascinant des Roches"

La Lune, compagne de la Terre

d'aluminium et de titane, un peu moins de sodium et de potassium. Elles sont de nature anorthositique². La composition des roches qui les constituent les mers est différente de celles des continents : ce sont des basaltes qui ont envahi les parties basses d'anciens bassins et cratères géants. L'âge de ces basaltes est compris entre - 3.9 m.a. pour les plus anciens et -3.2 m.a. pour les plus récents.



Anorthosite lunaire

Les cratères

Ils représentent la principale caractéristique du relief lunaire. Ils sont l'aboutissement d'un bombardement intense de météorites de toutes tailles qui s'est produit au début de l'histoire de la Lune. Ils sont toujours entourés d'une couronne de débris, les "*éjecta*".

Les dimensions des cratères varient de quelques mètres pour les plus petits à plusieurs centaines de km pour les plus vastes. On nomme souvent "*bassins*" ceux dont le diamètre dépasse 200 km. L'étude des âges relatifs des cratères suivant leur taille, selon le principe qu'un cratère qui se superpose à un autre est plus jeune que celui-ci, permet de reconstituer l'intensité du bombardement météoritique dans le temps.

L'origine de la Lune

L'origine de la Lune est toujours une énigme pour les savants. Plusieurs hypothèses ont été échafaudées :

1. La Lune serait une partie du manteau terrestre qui se serait séparé de la Terre très tôt dans l'histoire commune des deux astres.
2. La Lune se serait formée ailleurs dans le système solaire et aurait été capturée lors de son passage à proximité de la Terre.
3. Les deux astres se seraient formés simultanément à proximité l'un de l'autre, à partir du même nuage de poussière et de gaz.
4. La Lune se serait formée à partir du matériel éjecté à la suite d'une collision entre la Terre et un autre astre.

Les deux premières ont été abandonnées car elles ne parviennent pas à expliquer la dynamique des mouvements des deux astres ni les analogies et différences dans leur composition pétrographique.

L'hypothèse de la formation simultanée des deux astres à proximité l'un de l'autre a eu longtemps la faveur des savants. Toutefois elle n'explique ni pourquoi la Lune n'a pas de noyau métallique, ni le moment cinétique actuel du système. L'hypothèse de l'impact connaît actuellement un regain de faveur et des simulation mathématiques semblent indiquer que ce modèle permet d'expliquer tous les paramètres physiques et dynamiques caractéristiques des deux astres.

² Voir des mêmes auteurs et sur le même site *Le Monde fascinant des roches*

La Lune, compagne de la Terre

Très tôt dans l'histoire du système solaire, une collision se serait produite entre la Terre et un autre objet de grande taille. Cette collision aurait entraîné l'éjection d'une énorme quantité de matière qui se serait agglomérée pour donner naissance à la Lune.

Cette théorie peut expliquer toutes les différences ou similarités entre la Terre et la Lune. La matière éjectée provenait principalement du manteau, plus pauvre en fer, ce qui explique que la Lune contient une faible proportion de cet élément. Cette hypothèse explique mieux pourquoi la Terre est la seule planète interne du système solaire à posséder un satellite de si grande taille.

Conclusion provisoire

Notre système solaire n'est pas unique : on est à peu près sûr aujourd'hui qu'un très grand nombre d'étoiles parmi les milliards d'autres qui peuplent notre Galaxie, possèdent un système planétaire analogue au nôtre et que les processus donnant naissance à une forme de vie ont certainement existé pour des planètes inconnues gravitant autour d'étoiles lointaines.

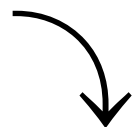
Il est donc certain que la vie existe également ailleurs non seulement dans notre galaxie, mais aussi dans les milliards d'autres qui peuplent notre Univers. Mais sous quelle forme ? Nous ne le saurons jamais !

L'incommensurabilité de cet univers et toutes les questions que son existence font apparaître sont là pour nous rappeler la précarité et l'infinie petitesse de l'Homme.

Par ailleurs, l'Astronomie est la seule science qui nous permette de remonter dans le temps. Les galaxies très lointaines que nous observons aujourd'hui sont les images prises il y a plusieurs milliards d'années et qui ont mis tout ce temps à nous parvenir.

Imaginons encore que nous ayons un télescope ultra puissant et que nous le pointions sur une planète située à 80 millions d'années lumière. Imaginons encore que sur cette planète un lac parfaitement immobile qui se comporte comme un miroir. Nous pourrions alors voir une image de la Terre telle qu'elle était il y a 160 millions d'années et, peut-être, verrions nous courir les dinosaures !

Voir tableau page suivante :



La Lune, compagne de la Terre

<i>Histoire géologique de la Lune</i>		
<i>Age en m.a.</i>	<i>Activité géologique</i>	
0.5		<i>Les chutes de météorites deviennent rares</i>
1.0		
1.5	Astre "mort"	<i>L'activité volcanique est terminée. Quelques rares météorites de faibles dimensions s'écrasent encore parfois à sa surface. Des poussières cosmiques "sablent" les roches et adoucissent très lentement le relief lunaire.</i>
2.0		<i>Les chutes de météorites diminuent.</i>
2.5		<i>Des zones de fusion partielle provoquent l'émission de magmas basaltiques qui envahissent les bassins météoritiques les plus affaissés, formant ainsi les "mers"</i>
3.0	Formation des "mers" (de -3.8 m.a. à -2.8 m.a.)	
3.5		<i>Les chutes de météorites sont encore abondantes.</i>
4.0	Formation de la croûte (de -4.3 m.a. à -3.8 m.a.)	<i>La chaleur entraîne la fusion partielle de la Lune. En se refroidissant, les minéraux les moins denses se concentrent en surface pour former la croûte lunaire de composition anorthositique.</i>
4.5	Naissance de la Lune	<i>Le bombardement météoritique est très intense</i>

La Lune, compagne de la Terre