

*Eléments de cours de Géologie : les illustrations et les commentaires seront examinés pendant les séances de cours*

## Chapitre 4 LA LUNE

### I – LES CARACTERES PHYSIQUES ET ASTRONOMIQUES DE LA LUNE

- **Age** : environ 4.6 milliards d'années.
- **Forme** : c'est une sphère presque parfaite. Sa surface présente :
  - des zones claires appelées *terra* ("*continents*"), accidentées remplies de cratères et de sommets qui résultent d'impacts. On y trouve des chaînes de montagne dont l'altitude peut atteindre 9000 m. Ces zones sont bien développées dans la face cachée de la Lune.
  - des zones sombres appelées *mare* (du mot latin *mer*); constituées de vastes plaines, lisses, créées par d'énormes météorites. On y observe des crevasses, ou rainures, des vallées, des falaises et des pitons rocheux isolés. Ces zones caractérisent la face cachée de la Lune (**fig.1**).
- **Diamètre** : 3476 km (3/11 du diamètre terrestre)
- **Masse** :  $7,3 \times 10^{22}$  kg, soit environ 80 fois inférieure à la masse de la Terre.
- **Volume** : 50 fois inférieur au volume terrestre.
- **Densité moyenne** :  $3,34 \text{ g/cm}^3$  (celle de la Terre est de  $5,515 \text{ g/cm}^3$ ).
- **Pesanteur** : Elle est six fois moins forte que sur la Terre.
- **Atmosphère** : Pratiquement inexistante.
- **Température à la surface** : varie de  $+125^\circ\text{C}$  sur la partie éclairée par le Soleil à  $-175^\circ\text{C}$  sur la partie obscure.
- **Lumière** : La Lune est éclairée par la lumière du Soleil, elle en réfléchit entre 7 et 10% au niveau des mers et de 11 à 18% dans les régions continentales.
- **Orbite de la Lune** : La Lune décrit autour de la Terre une ellipse d'excentricité 0.055 parcourue dans le sens direct (sens inverse des aiguilles d'une montre) dont la Terre est l'un des foyers ; cette trajectoire elliptique engendre une variation de la distance entre la Terre et la Lune (**fig.2**).
- **Distance Terre - Lune** : 384.400km en moyenne, soit environ 30 fois le diamètre terrestre. Rappelons que la distance Terre / Soleil est d'environ 150.000.000km.
- **Inclinaisons (fig.3)**:
  - inclinaison de l'orbite de la Lune par rapport à l'écliptique  $5^\circ 09'$
  - inclinaison du plan équatorial de la Lune par rapport à son orbite  $6^\circ 41'$
- **Période de révolution autour de la Terre** :
  - La révolution sidérale : 27 jours, 7 heures 43 minutes
  - La révolution synodique ou lunaison : 29 jours, 12 heures 44 minutes, c'est également la durée du jour lunaire.
- **Période de rotation sur elle-même** : 27 jours, 7 heures 43 minutes.
- **Autres particularités** :
  - La Lune est, avec le Soleil, à l'origine des marées océaniques de la Terre.
  - Elle présente toujours la même face à la Terre.
  - La lumière met environ une seconde pour parcourir la distance Terre / Lune

- La Lune s'éloigne de la Terre de 4,4cm par an. Cette vitesse d'éloignement est constante depuis l'Antiquité.

## II – GEOLOGIE DE LA LUNE

### 1. - Pétrographie

L'examen des roches du sol lunaire conduit à les classer en trois catégories : les *anorthosites*, les *norites* et les *basaltes*.

- Les anorthosites sont des roches plutoniques (formée en profondeur), claires, de structure grenue riches en feldspaths sodiques et de pyroxènes avec un peu d'olivine. Leur âge s'établit entre 4000 et 4500 Ma.
- Les norites ainsi nommés car elles sont riches en potassium et en phosphore. Elles ont une composition minéralogique gabbroïque riche en pyroxène calcique. Elles présentent une répartition ponctuelle sur la surface de la Lune au niveau des impacts sur le socle basaltique. Leur formation est controversée.
- Les basaltes occupent les mares, c'est une roche volcanique sombre dense, épanchée sur des coulées superposées et très étendues.
- Une épaisse couche de poussière de 1 à 10m appelée le *régosol* ou, *le régolite*, recouvre toute la surface lunaire. Cette couche contient des fragments de roches qui résultent de l'impact et de petites météorites. L'ensemble n'a pas subi ni transport et ni transformation; mais il est contaminé par le vent solaire.

### 2. - Structure interne

Les données sismiques montrent que la lune est constituée de trois couches (fig.4). La croûte, d'épaisseur de 60 km à 100 km, constituée par les anorthosites

- Le manteau lunaire, d'épaisseur de 1000 km, riche en minéraux tels que l'olivine et le pyroxène.
- Le noyau, de 700km d'épaisseur, composé de fer et éventuellement de nickel; d'une température avoisine les 1500°C .

### 3. - Sismicité

Lors des missions Apollo des sismomètres ont été mis en place. Les séismes d'origines internes qui ont été enregistrés n'ont pas dépassé la magnitude 3 sur l'échelle de Richter.

### 4. – Champ magnétique

La Lune possède un champ magnétique d'une extrême variabilité. Il s'agit d'un champ magnétique résiduel en surface.

## III – RELATIONS TERRE - LUNE

### 1. - La Lune nous présente toujours la même face, que l'on appelle la face visible

La Lune possède deux types de mouvements (fig.3):

- La **révolution sidérale** est le mouvement de rotation de la Lune autour de la Terre. Cette trajectoire est elliptique.
- La **rotation sidérale** est le mouvement de rotation propre de la Lune sur son axe.

Ces deux mouvements ont une période strictement identique : **27j 7h 43mn 11.5s**. Cela veut dire que la Lune fait exactement un tour sur elle-même pendant qu'elle réalise un tour autour de la Terre. De ce fait notre satellite reste toujours orienté de la même façon vers nous. (Il aura fallu attendre la conquête de l'espace pour enfin découvrir la face cachée de la Lune).

### 2. – Les phases lunaires : les quartiers de la Lune

La face visible peut être complètement éclairée par le Soleil : *pleine Lune*, entièrement plongée dans la nuit : *nouvelle Lune*, ou seulement partiellement éclairée : diverses *phases (ou quartiers) de la Lune* dite *gibbeuses (fig.5)*. L'intervalle entre deux phases identiques de la Lune est appelé *mois synodique*; il est égal à 29,53 jours. Cette valeur est supérieure de 2,21 jours au *mois sidéral* à cause du mouvement de l'ensemble Terre-Lune autour du Soleil qu'on explique de la façon suivante:

Pendant le *mois sidéral* de la lune, la terre se déplace d'environ  $27^\circ$  de plus sur son orbite (**fig.6**). Ainsi, au bout d'un mois sidéral, ce n'est pas encore la pleine lune. La lune doit parcourir environ  $27^\circ$  de plus sur son orbite pour être de nouveau diamétralement opposée au soleil. Puisque la lune parcourt  $13^\circ$  par jour ( $360^\circ / 27,3$  jours), il lui faudra un peu plus de deux jours. Et ainsi, après 29,5 jours, c'est-à-dire après un *mois synodique*, ce sera de nouveau la pleine lune. Le cycle des phases de la lune est donc plus long de 2,2 jours que sa période sidérale. Cela implique que les calendriers annoncent une phase donnée tous les 29 ou 30 jours, L'alternance de mois de 29 et 30 jours est donc la base des calendriers lunaires ;

### 3. – L'influence de la Lune et du soleil sur les amplitudes des marées

La Lune et le Soleil exercent une attraction gravitationnelle suffisamment importante pour provoquer les effets de marées sur la Terre. Le Soleil est bien plus massif que la Lune, mais également beaucoup plus éloigné de nous que cette dernière. Pour cette raison, le Soleil ne contribue que pour un tiers environ aux marées terrestres.

Lorsque la Lune et le Soleil sont à angle droit par rapport à la Terre, on parle de marées de morte-eau

Lorsque la Terre, la Lune et le Soleil sont dans le même plan (équinoxe) les effets combinés de la Lune et du Soleil sont les plus importants créant de forts coefficients : on parle de marée de vive-eau

### 4.- L'éclipse solaire

Il faut distinguer deux catégories d'éclipses : [les éclipses de Soleil](#), et [les éclipses de Lune](#). (fig.7).

#### - les éclipses de Soleil :

Elles surviennent quand la Lune s'interpose entre le Soleil et la Terre.

Les seules périodes favorables pour les éclipses de Soleil sont lorsque la Lune passe entre le Soleil et la Terre **à proximité d'un nœud** de l'orbite lunaire. Les nœuds de l'orbite lunaire sont les deux points d'intersection entre l'écliptique et l'orbite lunaire

Dans ces conditions alors, le Soleil, la Lune et la Terre sont parfaitement alignés et on a une éclipse. Ces conditions ne sont réunies qu'une à deux fois par an (et en des points différents du globe).

#### - les éclipses de Lune :

Elles fonctionnent sur le même principe que les éclipses de Soleil sauf que cette fois-ci, c'est la Terre qui s'interpose entre le Soleil et la Lune. Ces éclipses ont donc lieu au moment de la pleine Lune ; elles n'ont lieu elles aussi qu'en moyenne deux fois par an toujours à cause de la trajectoire inclinée de la Lune.

## IV. – NAISSANCE DE LA LUNE

La Lune s'est formée il y a 4,60 milliards d'années après une gigantesque collision entre la Terre et un corps probablement d'un diamètre compris en 100 et 1000 km voir grand comme Mars, composé d'un noyau de fer et de nickel et un manteau de silicates (fig.8 voir TD).

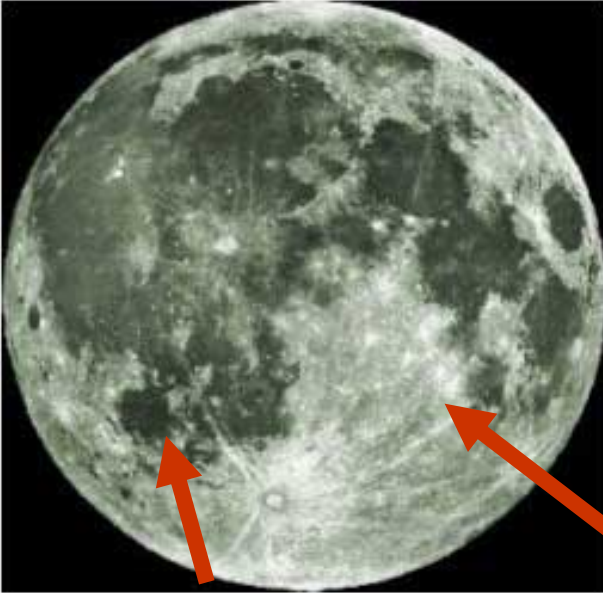
Des morceaux des deux manteaux et des croûtes rocheuses auraient été éjectés dans l'espace. Après l'impact les débris des deux manteaux silicatés vont se répartir en une coquille autour de la Terre puis former un anneau. Tous ces fragments se seraient entrechoqués et se seraient alors agglutinés pour constituer la Lune 10 ans après le choc. (Une formation incroyablement courte à l'échelle des temps géologiques où la genèse des événements se compte habituellement en millions d'années).

Cette collision-fission-accrétion explique la ressemblance de la Lune avec le manteau terrestre, sa pauvreté en fer et en éléments volatils et sa richesse en éléments réfractaires.

Pendant le premier milliard d'années qui a suivi la formation de la Lune, celle-ci a subi un bombardement météoritique intense qui a criblé de cratères la surface lunaire. Comme l'activité interne de la Lune s'est très vite arrêtée, la surface de la Lune a très peu évolué depuis cette période et les impactes sont donc pour la plupart restés visibles.

Fig. 1 :

Forme :- sphère presque parfaite



- zones sombres = *mare* ("mer") = vastes plaines, lisses constituées de basaltes  
Elles caractérisent la face visible de la Lune



- zones claires = *terra* ("continents"), = cratères et de sommets qui résultent d'impacts de météorites

Bien développées sur la face cachée de la Lune

Fig.2 :

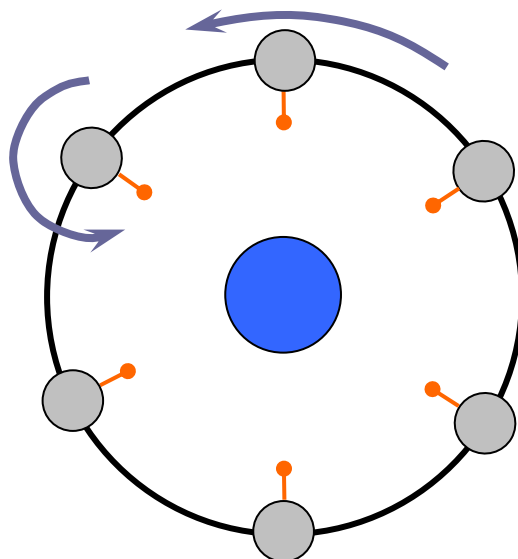
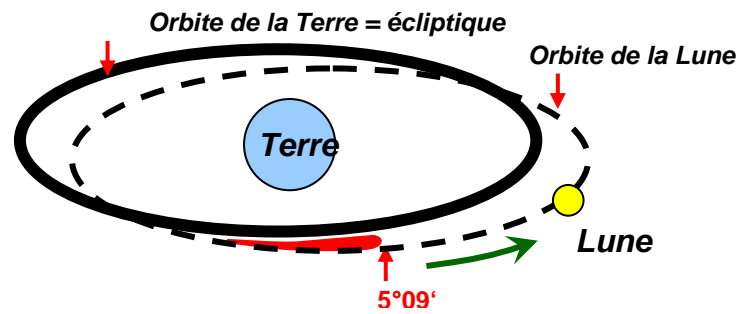


Fig.3 :

- inclinaison de l'orbite de la Lune par rapport à l'écliptique  $5^{\circ}09'$



- inclinaison du plan équatorial de la Lune par rapport à son orbite  $6^{\circ}41'$

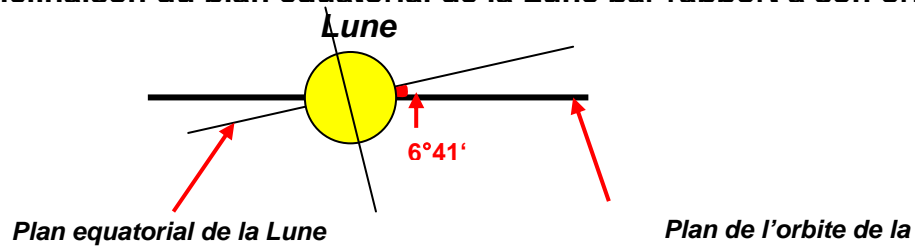


Fig.4 :

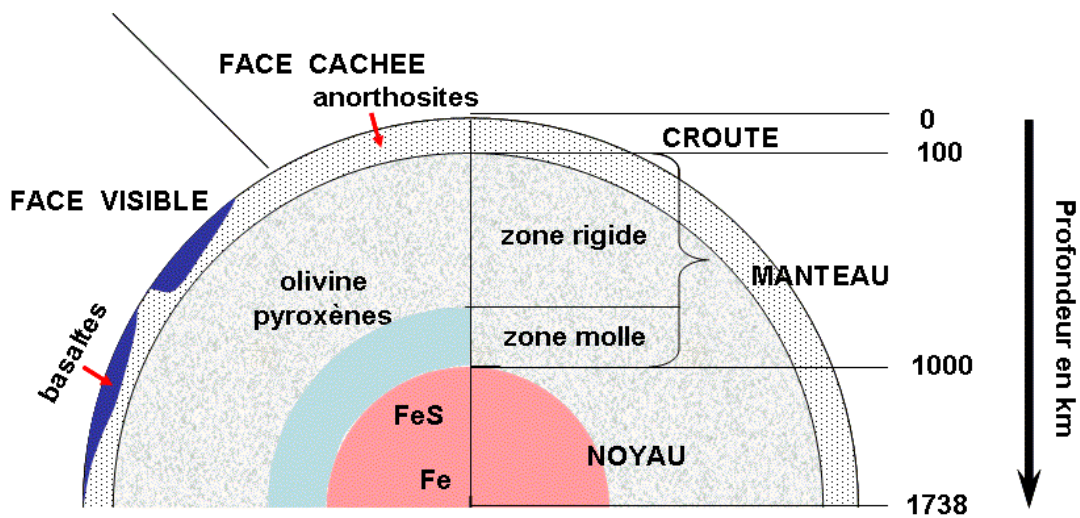


Fig.5 : Positions relatives de la Terre, de la Lune et du Soleil pendant un mois lunaire

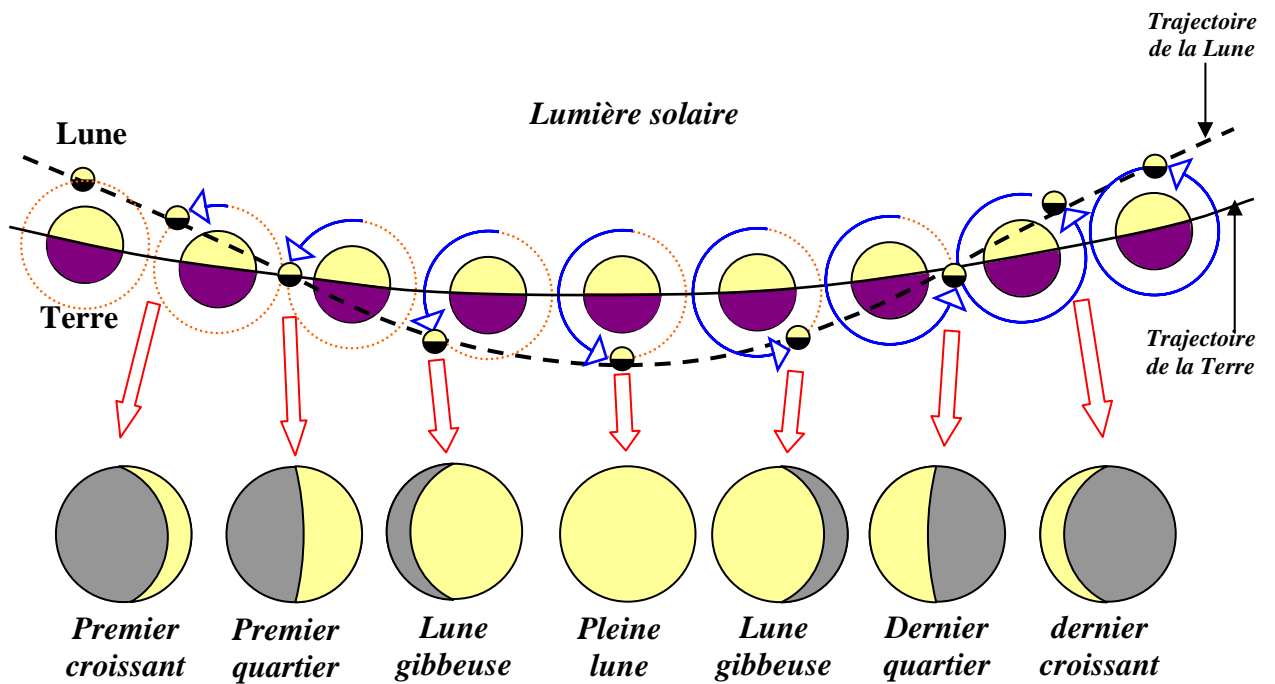


Fig.6 :

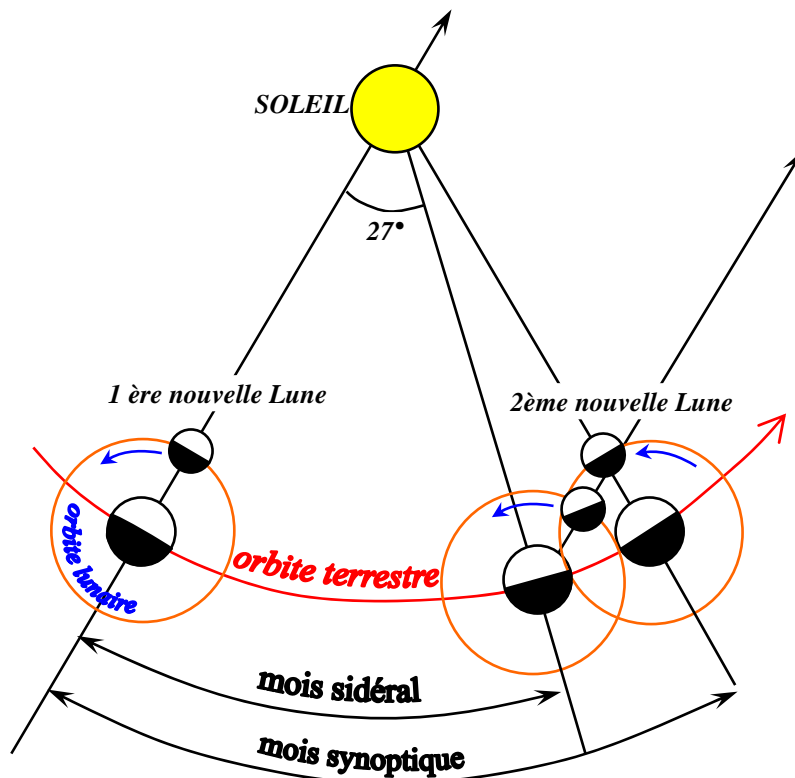


Fig.7 :

