

# "Entre Terre & Ciel..."

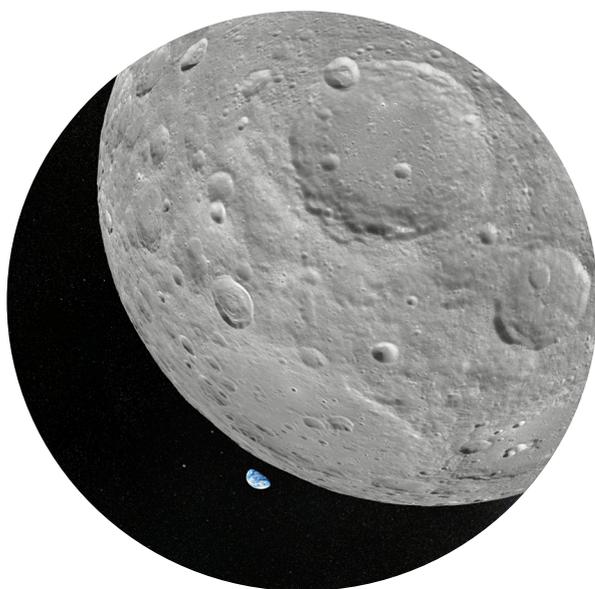
## La Lune

Spectacle présenté par un médiateur scientifique.

Le planétarium et les médiateurs vous proposent une série de spectacles "Entre Terre et Ciel ..." dont l'objectif est de permettre aux élèves de prendre conscience des liens qui existent entre le ciel et les phénomènes naturels sur Terre. L'enjeu principal de ces séances est de les amener à comprendre ces phénomènes tout en leur donnant une initiation à l'observation du ciel.

Le cinquième spectacle de cette série est consacré à notre satellite naturel, la Lune.

*A partir du cycle 3 / 35 minutes*



Noël 1968, mission Apollo 8, les astronautes Norman, Lowell et Anders survolent la face cachée de la Lune et photographient un lever de Terre apparent dû à leur mouvement en orbite lunaire.

### Introduction

La Lune éclaire nos nuits et sa présence familière semble tranquille.

Elle nous accompagne la nuit et parfois aussi le jour.

Elle nous accompagne dans le langage avec des expressions courantes comme «Etre lunatique», «Tomber de la Lune» ou «Promettre la Lune». Elle se trouve dans quelques proverbes. Par exemple, les jardiniers disent «A la Lune rousse, rien ne pousse».

Longtemps mystérieuse et inaccessible, la Lune a souvent été associée à un monde divin. En Egypte, elle était le dieu Thot, symbole de connaissance et de sagesse, il éclairait les heures de la nuit.

Mais progressivement une démarche scientifique s'est installée, avec de l'observation, de la déduction et une meilleure compréhension de l'environnement permettant à l'Humanité de se rapprocher de ce magnifique luminaire.

Le spectacle « Entre Terre et Ciel... la Lune » vous invite à suivre cette démarche pour essayer de comprendre notre satellite naturel.

L'objectif est de comprendre les mouvements, l'origine et l'histoire de la Lune tout en suivant le fil de l'évolution humaine.

## 1 - Observation

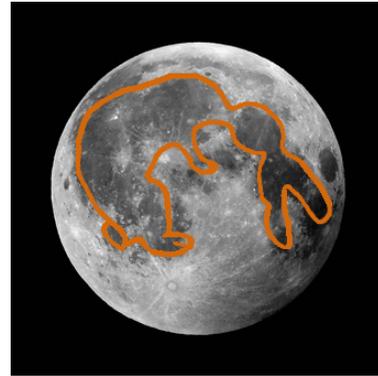
Lorsqu'on observe la Lune, on peut remarquer :

- qu'elle présente des taches sombres, de vastes plaines, les « mers »
- qu'elle nous montre toujours la même face, la « face visible »
- qu'elle change d'aspect d'une nuit à l'autre, ce sont les différentes phases.

### ● Quels sont les dessins évoqués par les mers lunaires ?

Si vous regardez bien la Pleine Lune, vous allez remarquer une forme due à la répartition de ces vastes plaines sombres, les mers : certains y voient un visage, d'autres imaginent la forme d'un lapin.

Ce lapin, aux oreilles qui pendent, prépare une potion magique, selon la légende chinoise du « Lapin de Jade ».



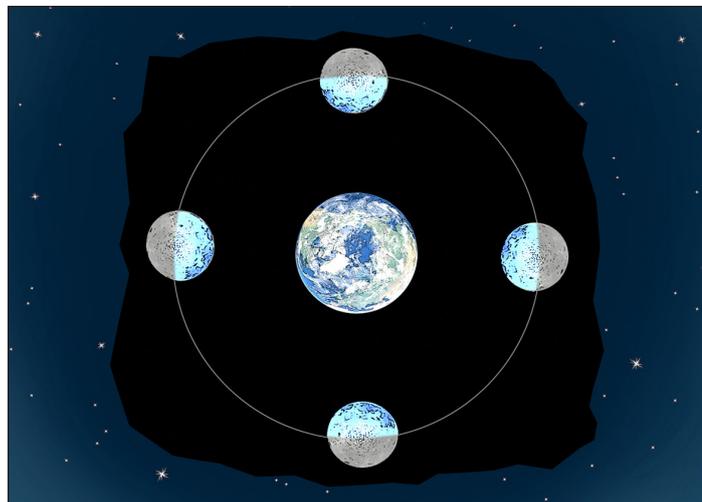
© C.S.I.

### ● Pourquoi la Lune nous présente t-elle toujours la même face ?

La Lune fait un tour sur elle-même en un peu plus de 27 jours et un tour autour de la Terre en un peu plus de 27 jours. Sa rotation et sa révolution sont synchrones.

La Lune nous montre toujours la même face (face visible) car elle met le même temps pour faire un tour sur elle-même que pour faire un tour autour de la Terre. Il y a donc une face que l'on voit toujours et une autre qu'on ne voit jamais, c'est la face cachée.

Ce mois de 27 jours est appelé **mois sidéral**.



© C.S.I.

### ● Qu'est-ce que le cycle des phases ou lunaison ?

La Lune change d'aspect, elle présente des phases. Le changement de phase ne se voit pas à l'œil nu dans la même nuit.

Le cycle des phases ou lunaison dure un peu plus de 29 jours et 12 heures, c'est **le mois lunaire ou synodique**.

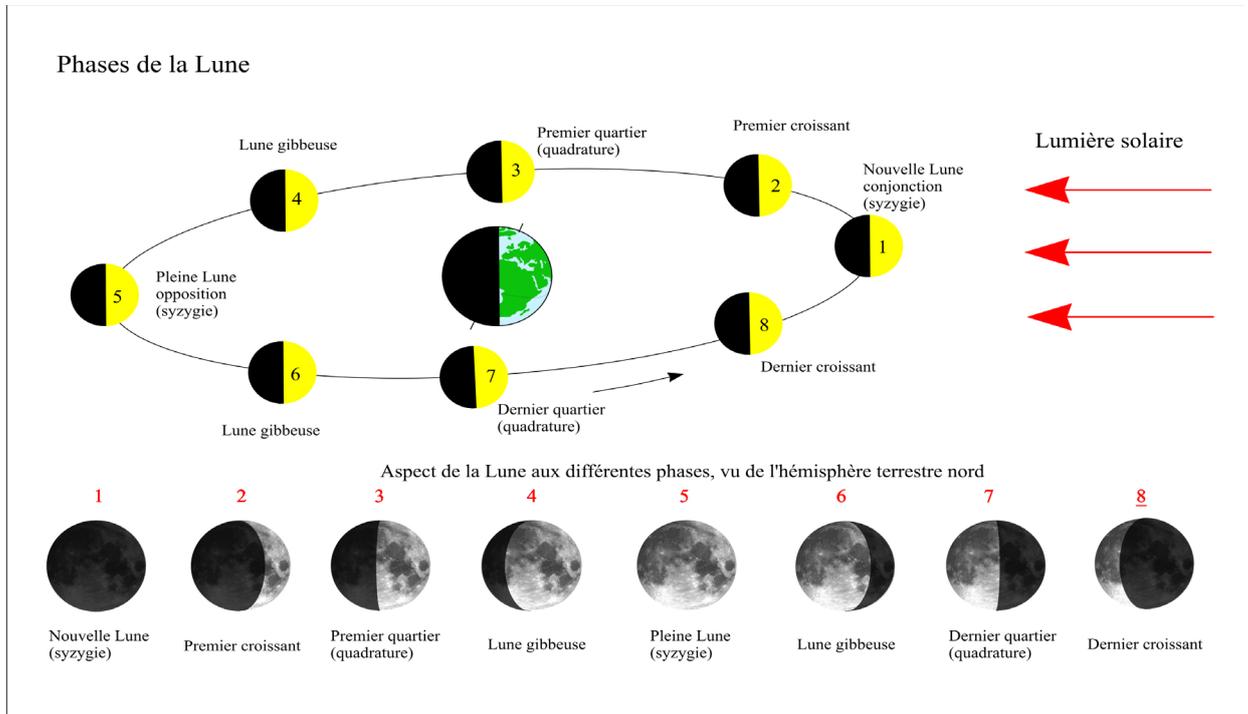
Il s'agit du mois des calendriers, c'est-à-dire l'intervalle de temps séparant deux Nouvelles Lunes. Le mois lunaire est différent du mois sidéral de 27 jours vu précédemment.

Remarque : tout au long d'une lunaison on remarque bien que la Lune nous présente toujours la même face.

## 2 - Explication des mouvements et éclairagements

### ●●● Les phases lunaires

Ces différents aspects résultent d'un jeu de lumière. Le Soleil éclaire la moitié de la Lune et selon l'endroit où se trouve la Lune par rapport à la Terre nous observons des portions éclairées plus ou moins importantes.



© Patrick ROCHER-IMCCE

#### 1 . Nouvelle Lune

La Nouvelle Lune correspond à la configuration où la Lune se trouve entre la Terre et le Soleil.

La Lune est alors présente le jour mais elle est noyée dans la lumière du Soleil qui éclaire sa face cachée. Elle n'est donc pas visible. Et puisque la Lune était présente dans le ciel le jour, cette nuit là il n'y a pas de Lune à observer.

#### 2 . Premier Croissant

Lorsque la Lune se trouve dans une direction très proche de celle du Soleil, même si le Soleil éclaire la moitié de la Lune, depuis la Terre nous ne pouvons voir qu'une toute petite partie éclairée, le Premier Croissant.

#### 3 . Premier Quartier

Au Premier Quartier, le Soleil éclaire toujours la moitié de la Lune. Cette fois-ci la partie éclairée que nous observons est plus importante, elle correspond à la moitié droite de la face visible.

- L'observateur peut vérifier qu'il s'agit bien du Premier Quartier, en dessinant le «p» minuscule de «premier quartier».

#### 4 . Lune Gibbeuse

Entre le premier quartier et la Pleine Lune, la Lune semble renflée, elle est gibbeuse.

#### 5 . Pleine Lune

A la Pleine Lune, nous pouvons observer toute la partie éclairée par le Soleil, elle correspond cette fois-ci à toute la face visible. On peut l'observer toute la nuit.

#### 6 . Lune Gibbeuse

Entre la Pleine Lune et le Dernier Quartier, la Lune semble renflée, elle est gibbeuse.

## 7 . Dernier Quartier

Au dernier quartier, le Soleil éclaire toujours la moitié de la Lune mais la portion éclairée que nous observons a diminué, elle correspond à la moitié gauche de la face visible.

- Pour vérifier, dessiner le «d» minuscule de «dernier quartier »

## 8 . Dernier Croissant

Puis la portion éclairée que nous observons diminue de jour en jour. Il s'agit d'un croissant de plus en plus fin jusqu'au Dernier Croissant lorsque la Lune se trouve dans une direction très proche de celle du Soleil.

## ••• Les Eclipses

### Les éclipses de Soleil

#### ● Description d'une éclipse totale de Soleil

La lune cache progressivement le disque solaire.

Au moment de la totalité, la température sur terre baisse légèrement, et une nuit d'un gris métallique étrange s'installe.

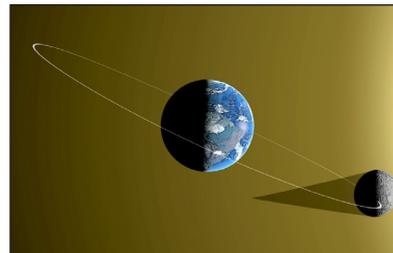
On peut voir les étoiles et la haute atmosphère du Soleil (la couronne solaire).

La phase de totalité peut durer jusqu'à 7 minutes dans le meilleur des cas. La Lune continue son trajet, elle libère le Soleil et la lumière revient brutalement.

#### ● Explication

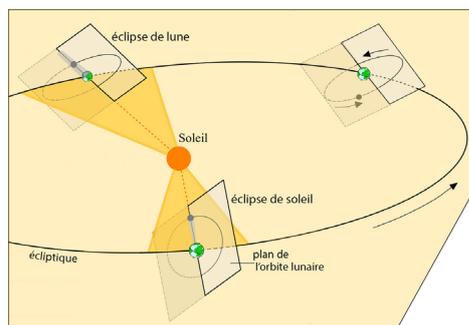
A la Nouvelle Lune, la Lune se trouve entre la Terre et le Soleil, alors pourquoi ne cache-t-elle pas le Soleil chaque mois ?

La plus part du temps, la Lune n'est pas alignée avec ces deux astres. Elle est en général en-dessous ou au-dessus de l'axe Terre – Soleil, elle ne peut donc pas cacher le Soleil.



© C.S.I.

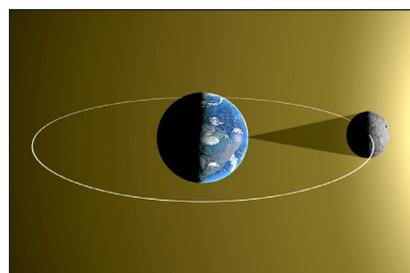
Cela est dû au fait que la Lune tourne autour de la Terre dans un plan incliné par rapport au plan de révolution de la Terre autour du Soleil (écliptique).



© IMCCE

Une éclipse de Soleil se produit à condition que la Terre, la Lune et le Soleil soient réellement bien alignés.

Cela nécessite 2 conditions :  
la Lune doit se trouver entre la Terre et le Soleil (Nouvelle Lune)  
et elle doit être à l'intersection de l'écliptique et de son propre plan de révolution autour de la Terre.  
Elle se trouve alors à un nœud lunaire.



© C.S.I.

Une magnifique coïncidence :

la Lune est 400 fois plus petite que le Soleil mais elle est aussi 400 fois plus proche de nous; alors vue de la Terre, elle a la même taille apparente que le Soleil et elle peut cacher complètement son disque de lumière.

## Les éclipses de Lune

### ● Description d'une éclipse de Lune

La Lune rentre dans l'ombre de la Terre et devient rouge.

Le moment où l'éclipse de Lune est totale (la phase de totalité) est bien plus long que pour une éclipse de Soleil. Elle peut durer 1h30.

Une éclipse de Lune est visible depuis tous les endroits de la Terre où la Lune est visible cette nuit - là.

### ● Explication

Les éclipses de Lune se produisent au moment de la Pleine Lune, 15 jours avant ou après une éclipse de Soleil. Comme la Lune tourne dans un plan qui se trouve décalé (de 5° environ) par rapport au plan de révolution de la Terre autour du Soleil, il n'y a pas d'éclipse de Lune chaque mois à chaque nouvelle Lune.

### ● D'où vient la couleur rouge des éclipses de Lune ?

La lumière du Soleil traverse l'atmosphère de la Terre.

L'atmosphère agit sur ce rayonnement par un phénomène d'absorption et diffusion.

Les molécules d'azote et d'oxygène et les particules fines dévient les rayons lumineux en fonction de :

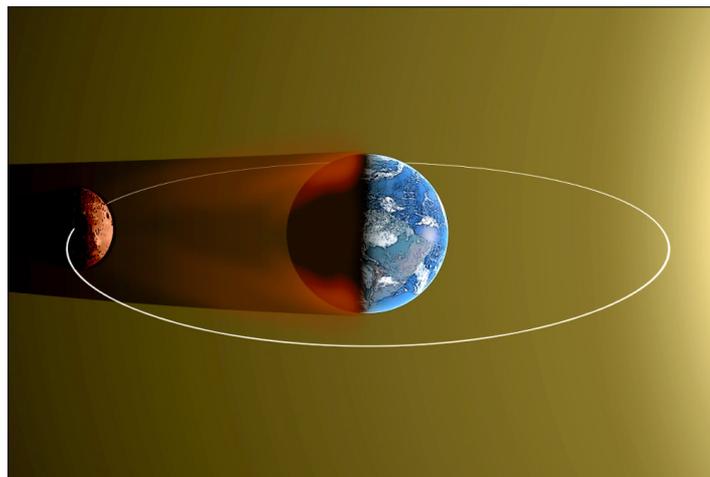
- leur longueur d'onde,
- l'épaisseur de l'atmosphère traversée
- la densité et la taille des particules.

Les petites longueurs d'ondes comme le bleu subissent une grande diffusion (ces couleurs sont très déviées) alors que les grandes longueurs d'onde comme le rouge sont moins diffusées.

C'est un peu comme si l'atmosphère triait les couleurs:

- le bleu étant très diffusé, il donne le «bleu du ciel»
- le rouge étant beaucoup moins diffusé, il traverse l'atmosphère.

De plus comme la lumière passe dans l'atmosphère pour ressortir dans le vide, elle subit un changement de milieu et se trouve donc réfractée.



© C.S.I.

L'éclipse est rouge et plus ou moins sombre, tout dépend de l'état de l'atmosphère.

Si elle est polluée, chargée en poussières, ou en cendres provenant d'un volcan, l'éclipse sera d'un rouge bien plus sombre.

L'assombrissement dépend aussi de la distance de la Lune par rapport à la Terre.

Les éclipses où la Lune se trouvent au plus près de la Terre sont plus à l'intérieur du cône d'ombre et sont donc plus sombres.



### 3 - Origine et Evolution de la Lune

#### ● Origine

Lors des missions Apollo, 382kg de roches ont été récoltées. Ces analyses ont permis d'obtenir des informations clefs permettant de construire différents modèles de formation de la Lune.

Il en résulte que la Terre et la Lune ont des compositions qui se ressemblent, en particulier en ce qui concerne les rapports isotopiques de plusieurs éléments radioactifs.

Cela signifie qu'elles ont une histoire, un passé commun.

Un des modèles récents correspondant bien aux résultats de ces analyses serait celui de Madame Robin Canup du Southwest Research Institute (2012).

Alors que la Terre venait de se former, un astre surnommé Théia est venu la percuter à très grande vitesse (vitesse de l'ordre de 10 km/s).

Au moment de l'impact la température aurait dépassé 6000°C vaporisant une partie des matériaux.

La matière arrachée à notre planète aurait formé un anneau de débris de matériau fondu, poussières et gaz autour de la Terre. Une partie de cette matière serait retombée sur Terre augmentant ainsi sa masse.

Des débris se seraient agglomérés pour former la Lune.

Les dernières simulations numériques montrent que la Lune se serait formée en plusieurs centaines d'années et dans des régions très proches de la Terre, à environ 20 000 km.

## ● Evolution

La Lune se serait refroidie en moins de mille ans.

Les éléments les plus lourds ont migré en profondeur et les plus légers ont flotté en surface pour cristalliser et former la croûte gris clair que nous connaissons, (croûte d'anorthosites).

Pendant au moins 600 millions d'années la Lune a été bombardée par des météorites.

Parmi elles des astéroïdes qui se sont enfoncés dans le sol. L'énergie dégagée lors de ces impacts a liquéfié la roche en profondeur. De la lave a pu ainsi s'écouler en surface pour former les vastes plaines sombres composées de basalte, les mers.

Le bombardement de petites météorites a perduré pendant des milliards d'années. Elles sont à l'origine des très nombreux cratères d'impact. En s'écrasant sur le sol, elles ont progressivement formé une couche épaisse de poussières, le régolithe.

La Lune présente des «terrains anciens» où les événements de son passé se sont enregistrés.

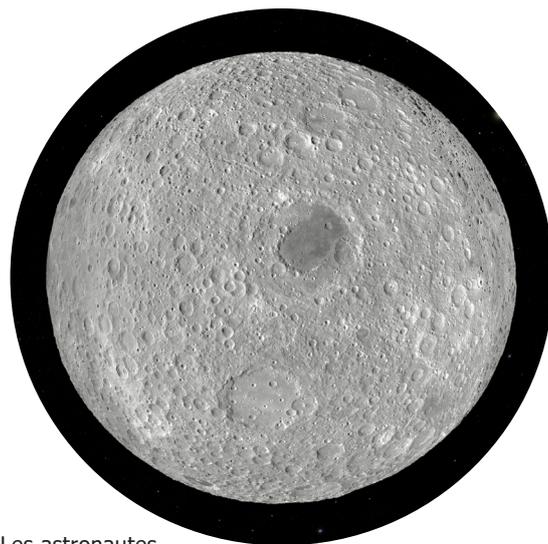
## 4 - Notre Satellite naturel la Lune, aujourd'hui.

La Lune possède des «terrains anciens» dont la description permet de retracer l'histoire de son passé (nombre, taille des cratères et présence des mers lunaires).

Comme elle n'est pas beaucoup altérée par l'érosion ou par un ressurfaçage, elle présente une mémoire géologique.



12 astronautes ont marché sur la face visible.



Les astronautes qui ont vu la face cachée l'ont seulement survolée.

### ● Le terrain mémoire du passé

Nous retrouvons :

- les mers, ces grandes plaines composées de basalte, résultat de la chute d'astéroïdes.
- de très nombreux cratères de toutes tailles ayant pour origine le bombardement de météorites plus petites mais très nombreuses et dont le flux a diminué sur des milliards d'années.

### ● Comparaison de la face visible à la face cachée

La face visible présente de nombreux cratères et de nombreuses mers alors que la face cachée est criblée de cratères mais quasiment dépourvue de mers.

Pourquoi ces différences ?

Les sondes lunaires nous ont permis de connaître l'épaisseur de la croûte côté face visible et côté face cachée ainsi que leurs compositions.

- la face visible est plus fine que la face cachée et elle est plus riche en éléments radioactifs, elle est donc restée plus longtemps plus chaude. Il est possible aussi que le rayonnement renvoyé par notre planète ait pu contribuer à rendre la face visible plus chaude que la face cachée.

Cette croûte étant plus fine et plus chaude, et donc plus molle, les astéroïdes auraient pu s'y enfoncer facilement.

- par contre, la face cachée étant plus épaisse et moins riche en éléments radioactifs, elle s'est refroidie plus rapidement. Sur cette face les astéroïdes se seraient écrasés en surface libérant un surplus de poussières, augmentant encore l'épaisseur de sa croûte.

### ● Les conditions que l'on trouve sur la Lune

La Lune n'a pas d'atmosphère, cela a plusieurs conséquences :

- le jour est différent de celui que nous connaissons sur Terre.

Alors que sur Terre le ciel est bleu et les levers et couchers de Soleil parfois rougeoyants, sur la Lune on pourrait voir le Soleil dans un ciel noir parsemé d'étoiles.

- le son ne peut pas se propager.
- il n'existe pas de protection contre le rayonnement solaire.
- les écarts de température entre le jour et la nuit sont très importants.

Le jour en plein Soleil, la température peut atteindre 150°C et la nuit -150°C.

- rien ne protège du vide.

Elle n'a pas de champ magnétique.

Elle a une plus petite masse que la Terre, sa force d'attraction y est donc bien plus faible que sur Terre. Sur la Lune, nous serions 6 fois plus légers que sur Terre, nous pourrions donc marcher en faisant des petits bonds.

### ● Les astronautes qui ont foulé le sol lunaire pouvaient - ils réellement voir les étoiles ?

Sur la Lune, le ciel est noir car il n'y a pas d'atmosphère.

En théorie voir les étoiles est possible, mais la réalité est un peu différente :

le sol lunaire étant très réfléchissant, l'astronaute est ébloui par cette lumière environnante. Ces lumières «parasites» ne sont pas favorables à l'observation des étoiles.

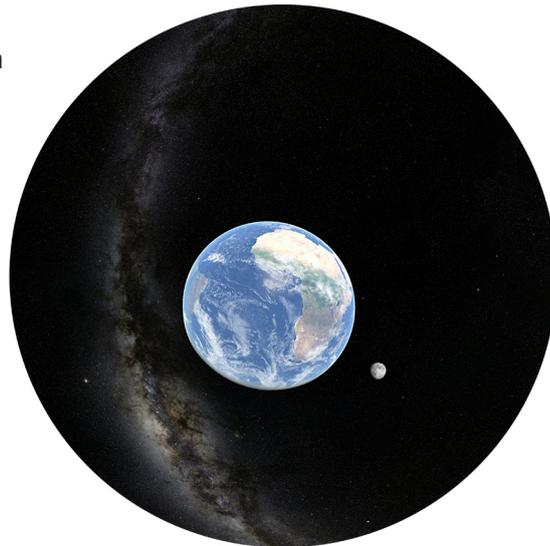
## 5 - Les particularités du couple Terre-Lune

### ● La taille de la Lune par rapport à la Terre

Alors que les autres satellites sont de petite taille par rapport à leur planète, la Lune a une taille relativement importante.

Io, une des principales Lune de Jupiter, est 40 fois plus petite que sa planète mais la Lune est seulement 4 fois plus petite que la Terre.

Le couple Terre-Lune est parfois surnommé «la planète double».



### ● Importance de la masse de la Lune

La masse de la Lune est assez importante ce qui lui a permis de stabiliser l'axe de rotation de notre planète. La Terre a pu ainsi connaître des périodes d'ensoleillement régulières, des saisons régulières favorables au développement de la vie sur Terre.

La Lune a donc été un élément très important pour le maintien de la vie.

## ● Evolution du couple Terre-Lune

La Lune et la Terre sont en mouvement et elles s'attirent mutuellement. Cela provoque des déformations appelées « marées ».

Ces déformations ralentissent la rotation de la Terre et provoquent l'éloignement de la Lune : lorsque la Terre venait de se former, elle faisait un tour sur elle-même en moins de 6h. Aujourd'hui sa durée de rotation est de 24h. Sous l'effet des marées notre planète ralentie sa rotation.

La Lune s'est formée très près de la Terre, à environ 20 000 km, et elle se trouve maintenant en moyenne à 384 400 km de notre planète. La Lune s'éloigne de la Terre de 4 cm par an environ. Cette distance a pu être calculée avec précision grâce à des tirs de laser envoyés vers des miroirs déposés sur la Lune.

## Conclusion

La Lune éclaire nos nuits et nous offre des énigmes à résoudre, elle est aussi un phare qui éclaire nos réflexions et nos pensées. Nous avons découvert que l'histoire de la Terre et celle de la Lune sont comme deux fils tissés ensemble et que la vie a pu émerger de ce tissage. Mais ce lumineux si important pour nous, est aussi tout simplement un satellite parmi d'autres. Et les satellites sont très nombreux dans le système solaire, par exemple Jupiter en possède à lui seul au moins 67. Alors, ces autres Lunes si lointaines ... ressemblent-elles à la nôtre ? Ont-elles des surfaces anciennes mémoires de leur passé ou au contraire des surfaces jeunes régulièrement renouvelées par de la lave ? Et comment se sont-elles formées ?

Un voyage dans le système solaire vous permettra de répondre à ces questions en découvrant aussi Phobos, Io, Titan et Triton, des Lunes dont les paysages étranges et magnifiques vous surprendront ...

