

La Lune est l'unique satellite naturel de la Terre.

Son diamètre est de 3 474 km.

La distance moyenne séparant la Terre de la Lune est de 384 467 km.

Elle ne possède pas d'atmosphère respirable.



Quelques renseignements sur l'atmosphère ténue de la Lune :

L'une des sources de l'atmosphère de la Lune est le dégazage (libération de gaz tel que le radon et l'hélium) qui provient de la radioactivité de la croûte et du manteau lunaire.

Une autre importante source de dégazage est le bombardement de la surface lunaire par des micrométéorites, le vent solaire et le rayonnement solaire dans un processus appelé pulvérisation cathodique.

Éléments détectés : sodium, potassium, radon 222, polonium 210, argon 40, hélium 4, oxygène, azote, méthane, gaz carbonique, ...

- Argon : 40 000 atomes/cm³
- Hélium : 2 000 à 40 000 atomes/cm³
- Sodium : 70 atomes/cm³
- Potassium : 17 atomes/cm³
- Hydrogène : moins de 17 atomes/cm³

La Lune pourrait avoir également une atmosphère ténue de poussières en lévitation électrostatique.

Vue d'artiste de la sonde LADEE au-dessus de la Lune. NASA Ames / Dana Berry



EXOSPHERE. La Lune est entourée par une couche extrêmement ténue de gaz qui constitue son atmosphère encore appelée exosphère. La composition de cette dernière varie selon des rythmes liés à l'alternance jour/nuit et aussi suite aux impacts de météorites.

C'est que révèlent les données de la sonde LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer) qui a été placée en orbite basse autour de la Lune en octobre 2013 pour une mission de six mois.

Le poids de la Lune

Sa masse est de : $7,3477 \times 10^{22}$ kg _ (73 520 milliards de milliards de tonnes).

La masse de la Terre est estimée à $5,972 2 \times 10^{24}$ kg

Sa gravité en surface est de : $1,622 \frac{m}{s^2}$: (mètre par seconde au carré.) À la surface de la Terre la valeur de moyenne est de $9,806 65 \frac{m}{s^2}$.

Pression atmosphérique est de : 10^{-12} Bar : (1000 milliards de fois moins que sur Terre.) Sur Terre la Pression moyenne est de 1.01325 Bar. (Par-contre chez moi 🤔, la pression du Bar c'est 1664...!!!)

Comme la Lune est 81 fois moins massive que la Terre, elle exerce une force d'attraction beaucoup plus faible.

L'attraction de la Lune à sa surface est 6 fois plus faible qu'à la surface de la Terre.

C'est à dire qu'un individu de 60 kilos (sur Terre) qui amènerait sa balance sur la Lune verrait en montant dessus celle-ci indiquer 10 kilos.

Calcul.

La Lune a une masse de $7,3477 \times 10^{22}$ kg, soit 1/81 celui de la Terre. La gravité à sa surface est de $1,622 \text{ m/s}^2$ comparativement à $9,81 \text{ m/s}^2$ à la surface de la Terre.

Dans le système métrique, la masse d'un objet, soit la quantité de matière que contient un objet, est mesuré en kilogramme.

Toujours dans le système métrique, le poids d'un objet est mesuré en Newton.

Pour trouver le poids d'un objet, il suffit d'employer la célèbre formule de Newton: $F = ma$ (la Force est égale à la masse multipliée par l'accélération de l'objet - dans le cas d'une planète, l'accélération, c'est la gravité)

Sur la Lune, la masse (en kilogramme) ne change pas; c'est la gravité qui change.

Une personne de 70kg sur la Terre aura donc une masse de 70kg sur la Lune.

Cependant, une personne de 70kg sur la Terre aura un poids de $70 \times 9,81 = 686\text{N}$ ($F = ma$) et sur la Lune de $70 \times 1.622 = 113,5\text{N}$.

Sur la Lune, nous sommes donc presque 6 fois plus léger ($9,81/1,622=6,04$) ou ($686/113.5=6.04$).

Pour certains, une faible gravité peut sembler avantageuse. Cependant, la faible gravité de la Lune a empêché la création d'une atmosphère lunaire: la gravité est tellement faible, que les gaz lunaires réussissent à s'échapper dans l'espace. Sans la protection de l'atmosphère, la Lune n'est pas aussi bien protégée que la Terre contre les météorites.

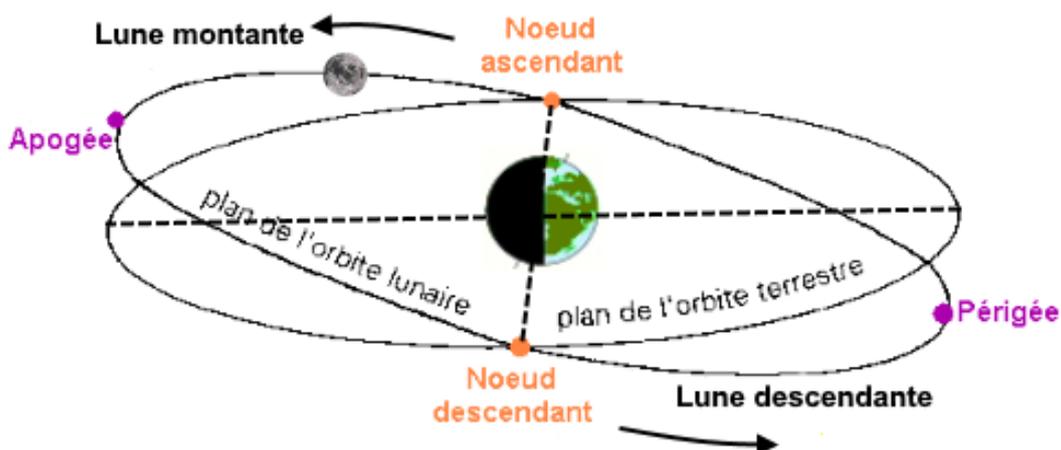
La vitesse de libération Lunaire est de 2.4 Km/s ($8\ 640\text{Km/h}$) à la différence de la Terre qui est de 11.2Km/s ($40\ 320 \text{ km/h}$).

L'orbite de la Lune.

Dans la représentation la plus simple, on peut dire que la Lune a une orbite elliptique par-rapport au centre de la Terre (conformément aux lois de Kepler), qui elle-même tourne autour du Soleil.

Le plan de l'orbite lunaire est incliné en moyenne de $5,15^\circ$ par rapport à l'écliptique.

Les points où l'orbite de la Lune croise l'écliptique (plan orbital de la Terre) s'appellent les Nœuds lunaires : le nœud ascendant est celui où la Lune passe vers le nord de l'écliptique et le nœud descendant est celui où elle passe vers le sud.



La période synodique d'une planète est le temps mis par cette planète pour revenir à la même configuration Terre-planète-Soleil, c'est-à-dire à la même place dans le ciel par rapport au Soleil, vu de la Terre.

Un mois lunaire synodique, couramment appelé lunaison, correspond à l'intervalle entre deux nouvelles lunes consécutives. Le mois synodique vaut environ 29,530 588 85 jours.

Un mois synodique est plus long qu'un mois sidéral, car le système Terre-Lune est en orbite autour du Soleil. Celui-ci semble donc se déplacer sur la sphère céleste et il faut 2,2 jours de plus pour que la Lune retrouve sa position apparente par rapport à lui.

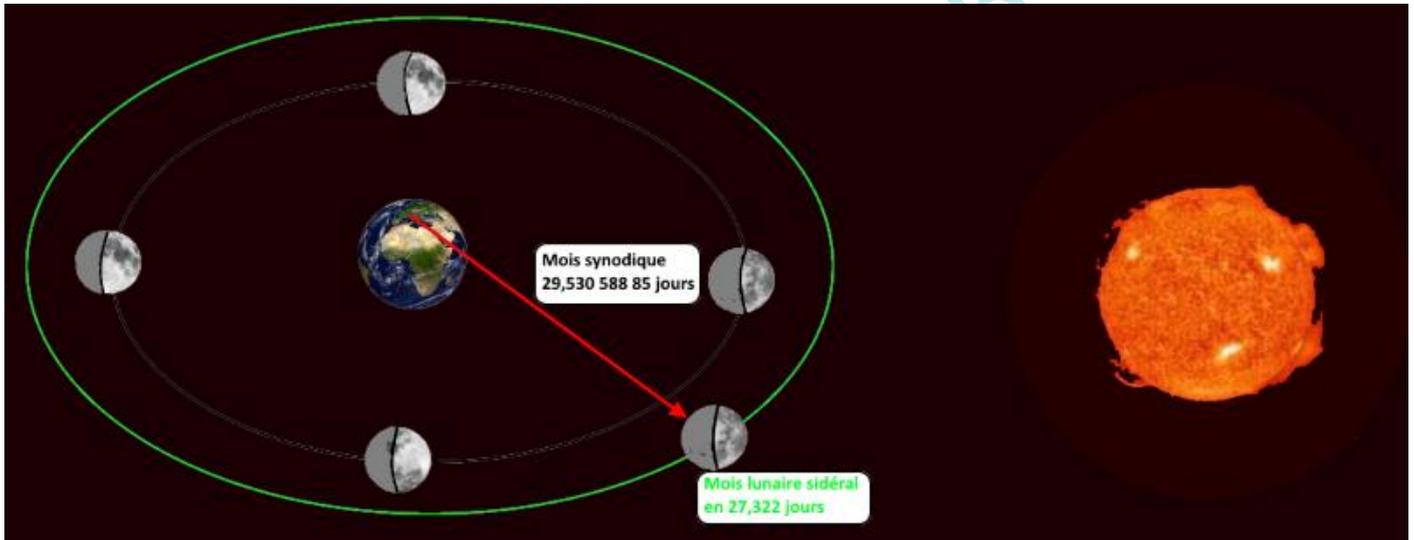
Le mois synodique est la durée la plus courante pour exprimer un cycle lunaire.

Cette durée diffère de la période de révolution sidérale de la planète car la Terre elle-même se déplace autour du Soleil.

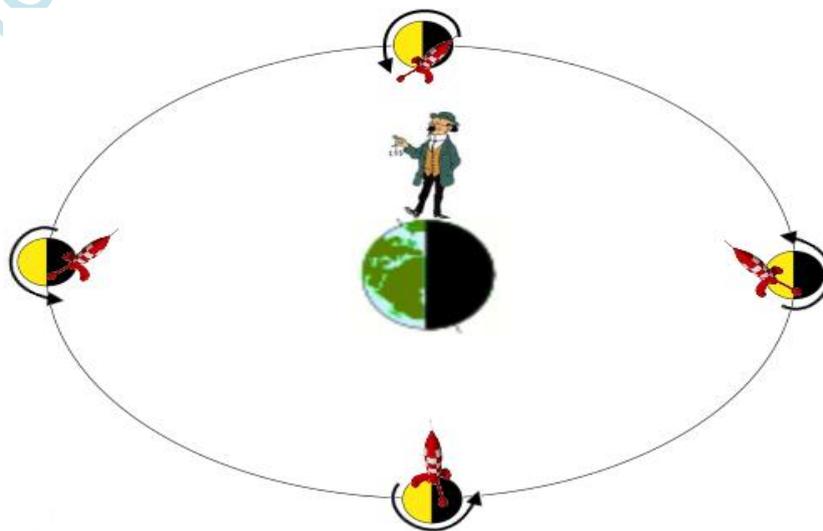
Mois sidéral

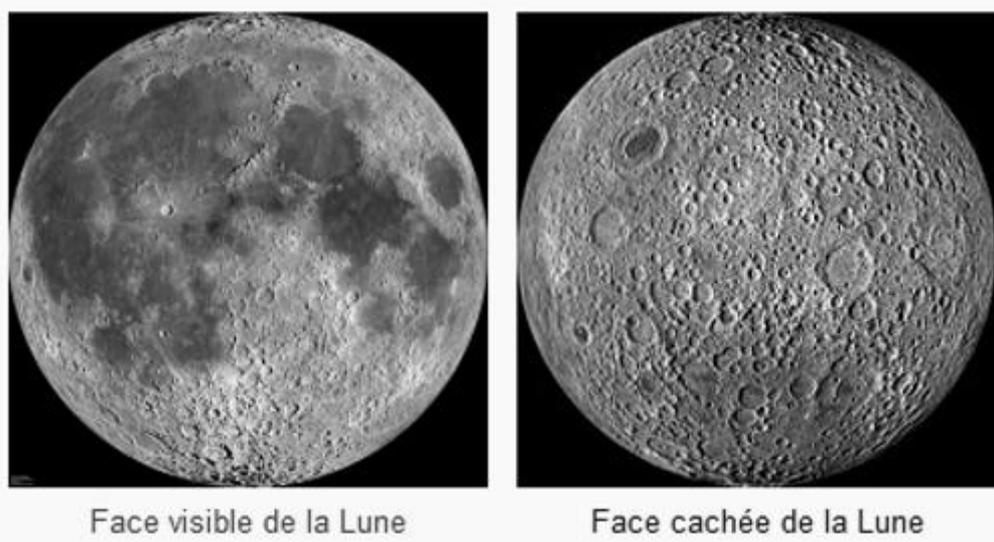
Un mois lunaire sidéral correspond à la période orbitale de la Lune, c'est-à-dire le temps mis par la Lune pour effectuer une révolution complète de son orbite.

La rotation de la Lune sur son axe est synchronisé avec sa révolution autour de la Terre : elle tourne sur elle-même et effectue une révolution complète en 27,322 jours.



Cette rotation synchrone coïncide donc avec la révolution de la Lune autour de la Terre, elle présente donc toujours le même hémisphère à un observateur terrestre, c'est la « face visible de la Lune », l'autre hémisphère que l'on ne voit jamais est appelé « face cachée de la Lune ».





Face visible de la Lune

Face cachée de la Lune

Le mois lunaire.

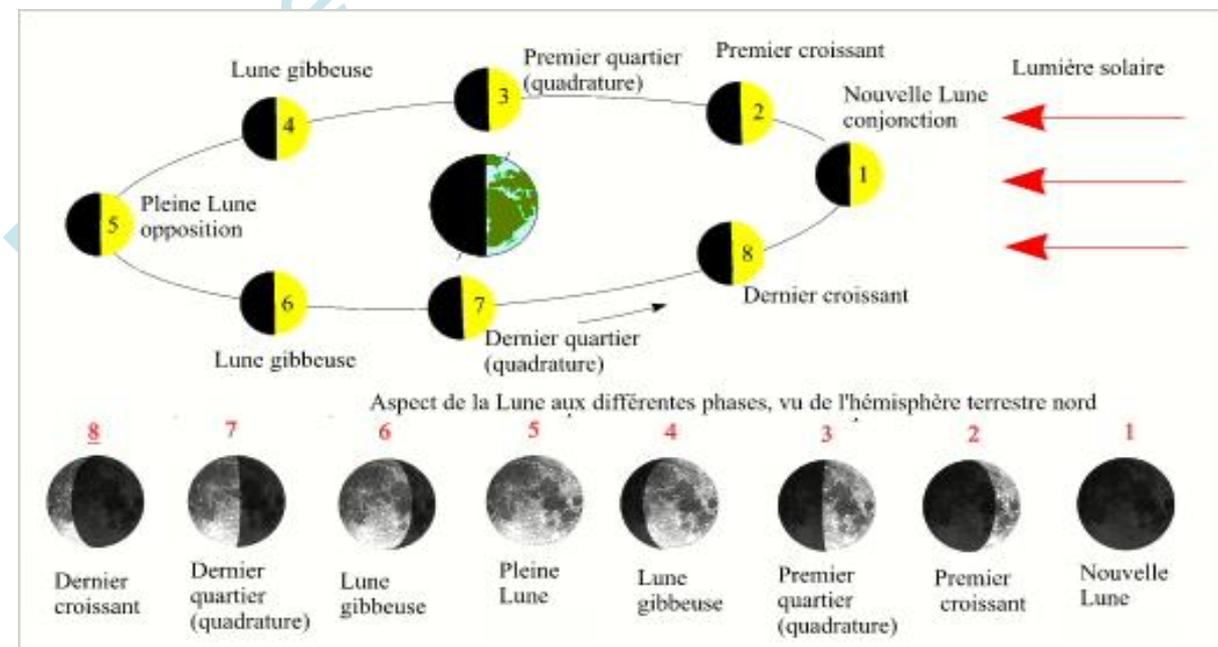
Dans le vocabulaire quotidien il est couramment appelé lunaison par les jardiniers, il correspond à l'intervalle entre deux nouvelles lunes, appelée aussi Lune noire. Couramment on parle d'un mois de 28 jours, c'est plus un repère de temps, il n'est basé sur aucune donnée scientifique.

Bien souvent les jardiniers du dimanche confondent la nouvelle Lune avec la pleine Lune !



Position et dénomination des phases lunaire

En nouvelle Lune, la Lune est en conjonction, c'est à dire qu'elle se trouve entre le Soleil et la Terre. En pleine Lune, elle se trouve à l'opposé, la Lune est en opposition, c'est la Terre qui se retrouve entre le Soleil et la Lune.



Libration lunaire

Si l'orbite de la Lune était parfaitement circulaire et si son axe de rotation était rigoureusement perpendiculaire au plan de son orbite, une personne située sur Terre observerait toujours les mêmes 50% de la surface lunaire si elle effectuait toujours ses observations à la même heure.

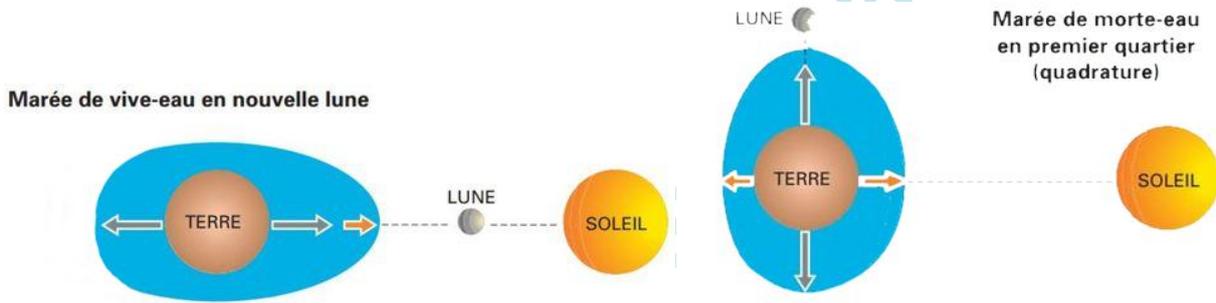
Au lieu de cela la Lune oscille comme une toupie sur son orbite, ces phénomènes de libration lunaire permettent d'observer des parties légèrement différentes de sa surface à des moments différents. Des observations précises montrent qu'un total de 59 % de la surface de la Lune peut être observé depuis la Terre.

Influence gravitationnelle sur la Terre

La Lune influe sur le climat de la Terre, provoque les marées, joue un rôle dans l'activité sismique et l'obliquité terrestre.

La marée : le mouvement de révolution de la Lune autour de la Terre induit un effet gravitationnel différentiel (par rapport à l'effet gravitationnel Lune-Terre) sur les eaux qui constituent les océans et les mers, provoquant une hausse locale du niveau d'eau à la surface de la Terre, approximativement dans la direction Terre-Lune, et une baisse des eaux dans la direction opposée.

Tout savoir sur les marées <http://gravitation-universelle.centerblog.net/?ii=1>



l'activité sismique : le magma du manteau, présent sous la croûte terrestre solide, subit lui aussi du fait de son état visqueux des mouvements, correspondant au passage de la Lune.

l'obliquité terrestre : l'obliquité de la Terre varie entre 21 et 24° environ par rapport à l'équateur céleste. Celle de Mars qui n'a pas de satellite naturel comparable varie entre 20 et 60°.

On pense donc que la Lune stabilise la Terre dans son mouvement comme si elle jouait le rôle d'un contrepoids et qu'elle a donc joué un rôle dans l'apparition de la vie sur Terre en la stabilisant sur son orbite.

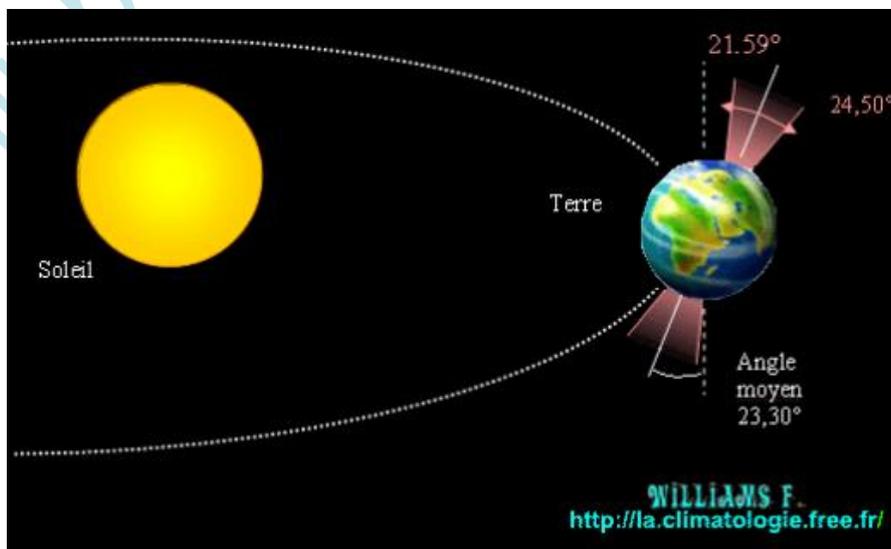


Photo d'un dernier quartier de Lune.



Photo d'une pleine Lune.



Photo d'une Lune gibbeuse.



La lumière cendrée.

Ce phénomène est provoqué par les rayons du Soleil réfléchis par l'atmosphère de la Terre, ils éclairent ainsi la partie de la Lune qui se trouve dans l'ombre.

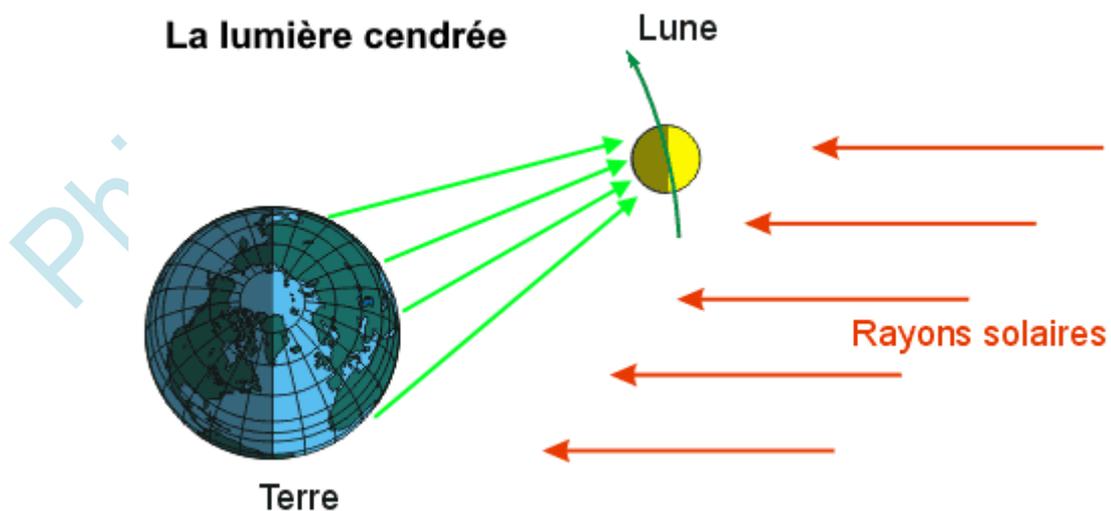
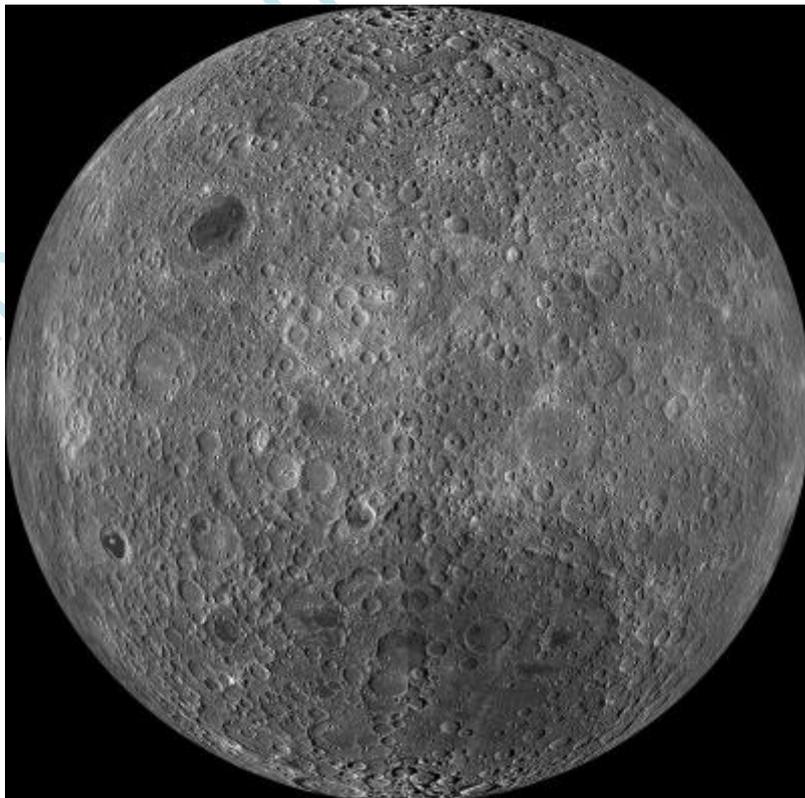


Photo de la lumière cendrée.



Vue détaillée de la face cachée.

Photo prise par la sonde Lunar Reconnaissance Orbiter 4 en 1967. (LRO)

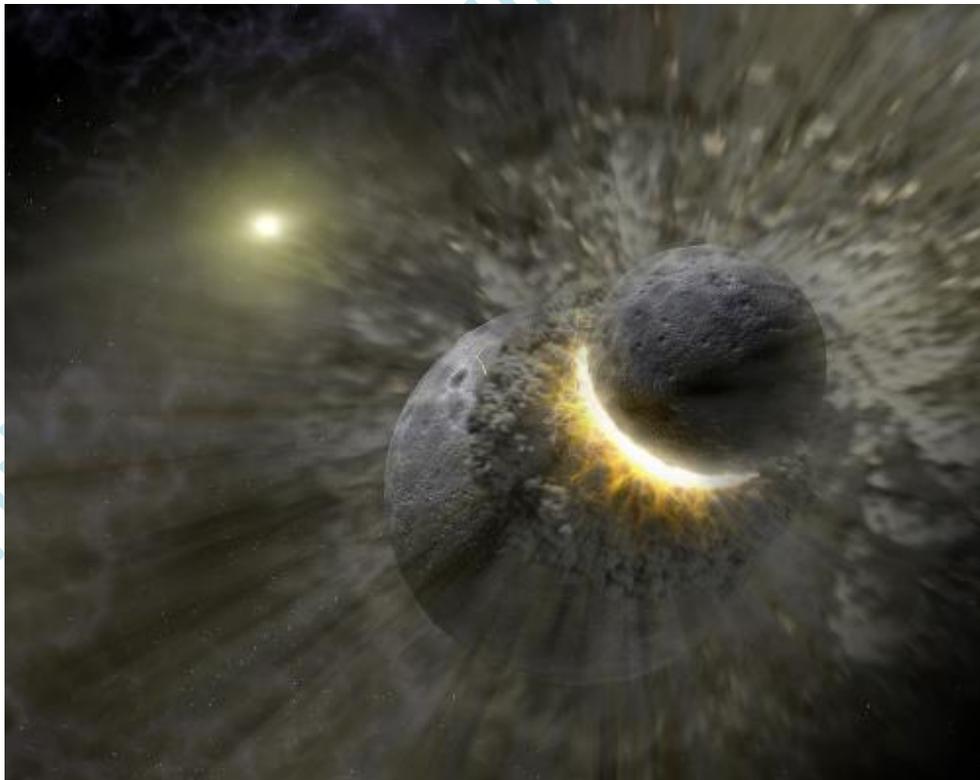
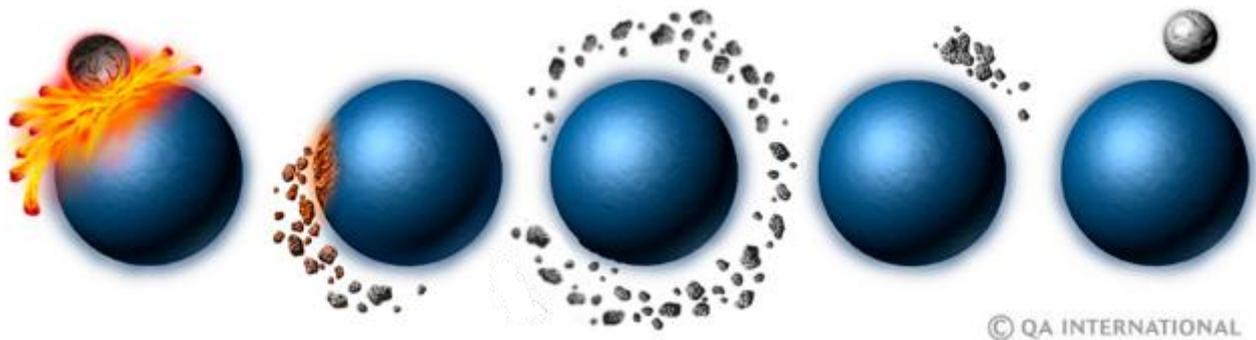


Formation de la Lune: Hypothèse de l'impact géant.

Une collision entre la Terre en formation (proto-Terre) avec une planète de la taille de Mars dénommé Théia, aurait éjecté de la matière autour de la Terre, formant un disque d'accrétion qui aurait fini par former grâce aux forces de gravités, par collisions et agglomérations, la Lune que nous connaissons aujourd'hui.

Cet impact aurait eu lieu, après la naissance du Système solaire, il y a environ 4,5 milliards d'années pendant la période d'intense bombardement initial ayant donné lieu à la formation des planètes telluriques.

Des simulations réalisées et publiées en août 2001 soutiennent cette hypothèse. Elle est aussi corroborée par la comparaison entre la composition de la Lune et celle de la Terre : on y retrouve les mêmes minéraux, mais dans des proportions différentes.



Des Hommes sur la Lune.

La Lune est le premier et le seul objet non terrestre visité par l'Homme.

Le premier à y avoir marché est l'astronaute Neil Armstrong suivi de Buzz Aldrin, tout deux membres de l'équipage de la mission Apollo 11, le 21 juillet 1969.

Après eux, dix autres hommes ont foulé le sol de la Lune, tous Américains et membres du programme Apollo, ils rapportèrent sur Terre au total des missions, environ 400 kilos de roches. Les derniers hommes à marcher sur le sol lunaire furent le scientifique et géologue Harrison Schmitt et l'astronaute Eugene Cernan, lors de la mission Apollo 17 en décembre 1972.

Au total au 20ème siècle et jusqu'à nos jours, 24 hommes orbitèrent autour de la Lune, 3 en firent le tour (Apollo13) et douze hommes marchèrent sur celle-ci.

Apollo 8 - Mission d'essai.

Apollo 9 - Est restée en orbite Terrestre

Apollo 10 - Mission d'essai.

Apollo 11 - 1er Alunissage.

Apollo 12 - Alunissage.

Apollo 13 - Incident, aller et retour sans se poser et sans orbiter.

Apollo 14 - Alunissage.

Apollo 15 - Alunissage.

Apollo 16 - Alunissage.

Apollo 17 - Alunissage et fin de mission avec le seul scientifique des missions à son bord.



Les Soviétiques envoyèrent des sondes et des Rover.

Le **programme Luna** regroupe toutes les missions spatiales automatiques lancées par l'Union soviétique vers la Lune entre 1959 et 1976.

Vingt-quatre sondes spatiales font officiellement partie de ce programme mais il y en eut en réalité 45 en tout. Quinze de ces missions ont atteint leurs objectifs.



Maquette de la sonde Luna 10

Le **programme Lunokhod** (*qui signifie marcheur lunaire en russe*) regroupe plusieurs missions spatiales soviétiques qui ont mis en œuvre entre 1969 et 1972 les premiers Rovers télécommandés à la surface de la Lune. Deux véhicules d'environ 800 kg, Lunokhod 1 et Lunokhod 2, ont parcouru plusieurs dizaines de kilomètres durant plusieurs mois en effectuant des relevés scientifiques et en transmettant des dizaines de milliers de photos.



Maquette du Rover Lunokhod

Controverse.

Certaines personnes affirment toutefois que Tintin, son ami le Capitaine Haddock et le professeur Tournesol ainsi que le chien Milou, furent les premiers à fouler le sol Lunaire en 1954, Quinze ans avant Neil Armstrong et Buzz Aldrin.

Le doute subsiste et cela reste encore à prouver aujourd'hui, malgré un négatif d'époque aujourd'hui déclassifié par la NASA, qui tenta à prouver les faits !



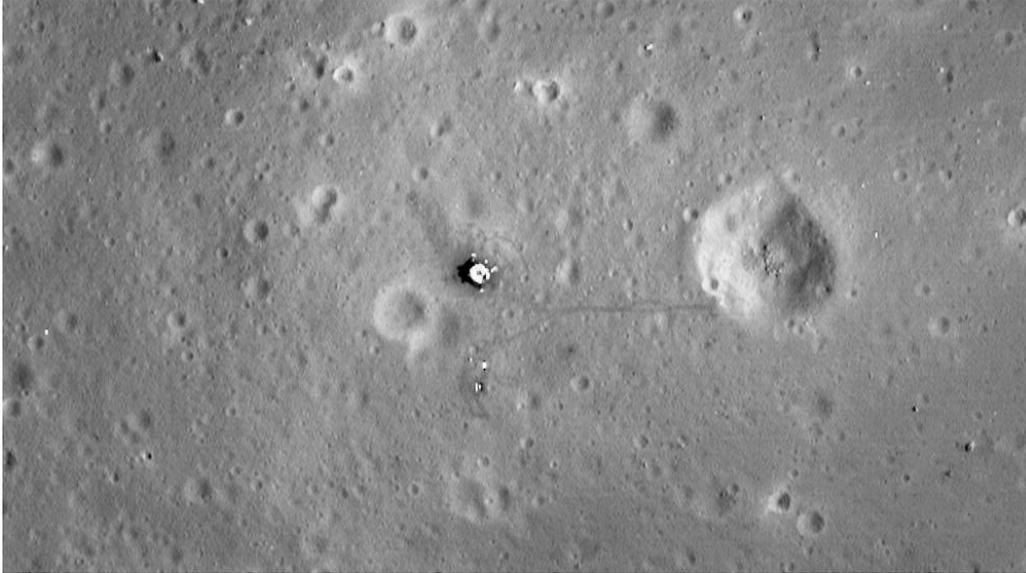
Aujourd'hui.

En Juin 2009, la NASA a lancé le **Lunar Reconnaissance Orbiter C**, une sonde spatiale robotisée, désormais en orbite autour de la Lune à une altitude entre 50 et 200 km.

Le principal objectif de LROC est de faire des découvertes scientifiques fondamentales sur la Lune.

<http://www.lroc.asu.edu/>

Image du site d'alunissage d'Apollo 11, photo prise par la sonde LROC en orbite en 2009.



Mais le sujet de l'homme sur la Lune, encore aujourd'hui, est toujours controversé.

Un lien pour se faire sa propre opinion.....!!!

<https://www.youtube.com/watch?v=GWlab0yDj5A>

Grace à ces missions on en sait un peu plus sur notre satellite naturel.

Structure de la Lune.

Après sa formation, il y a environ 4,5 milliards d'années, la surface de la Lune était un océan de magma liquide.

Aujourd'hui, la Lune est une petite planète satellisée autour de la Terre : sa structure en profondeur n'est pas homogène comme un simple astéroïde, mais est le résultat d'un processus de refroidissement, de cristallisation et de transformation du magma originel.

Ce processus a donné une croûte (en surface) et un noyau (en profondeur), entre lesquels se trouve le manteau lunaire.

Cette structure ressemble fortement à ce que l'on trouve pour l'intérieur de la Terre, à la différence que la Lune est désormais très froide et n'est plus active comme l'est encore la Terre avec la convection et la tectonique.

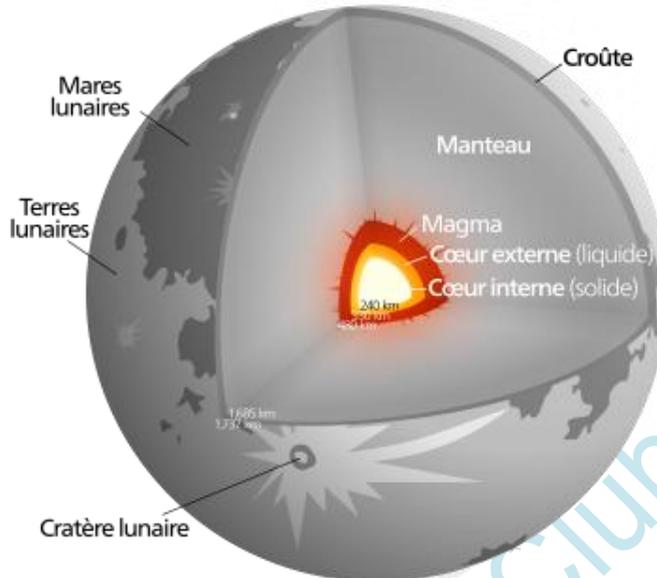
La croûte lunaire est composée d'une grande variété d'éléments : oxygène, silicium, magnésium, fer, titane, calcium, aluminium, potassium, uranium, thorium et hydrogène.

La croûte lunaire est recouverte d'une couche poussiéreuse appelée régolithe.

La croûte et le régolithe sont inégalement répartis sur la Lune. L'épaisseur de régolithe varie de 3 à 5 mètres dans les mers et jusqu'à 10 à 20 mètres sur les hauts plateaux. L'épaisseur de la croûte varie de 50 à 100 kilomètres selon les endroits. Les géophysiciens estiment aujourd'hui que l'épaisseur moyenne serait autour de 45 kilomètres.

Selon les données disponibles à ce jour, le manteau est vraisemblablement homogène sur toute la Lune.

Les données accumulées depuis les missions Luna et Apollo permettent de penser qu'un petit noyau de 300 à 400 km de rayon est bien présent. Celui-ci est beaucoup moins dense que celui de la Terre, ne contient pas ou très peu de fer et pourrait être partiellement fluide.



Les Mers lunaires sont de larges et sombres plaines basaltiques formées par d'anciennes coulées volcaniques et causées par l'impact de très grosses météorites. En raison de leur composition basaltique riche en fer, elles sont moins réfléchissantes que les hauts plateaux dénommés,

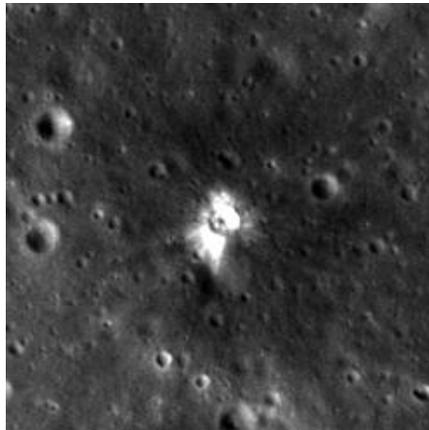
Terres lunaires qui sont plus vieux et possèdent un sol recouvert de poussières (ou régolithe), créé par l'impact de micrométéorites (poussières) pendant des centaines de millions d'années.

Les cratères lunaires sont presque tous formés par impacts.

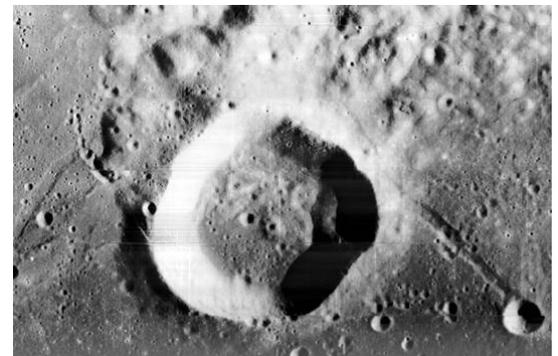
La formation de nouveaux cratères est étudiée par un programme de surveillance de la NASA. Ainsi, le 17 mars 2013, un impact causé par un corps d'environ 40 kilogrammes est repéré dans Mare Imbrium.



Photo de côté du cratère Moltke prise depuis Apollo 11.



Cratères à la surface de la Lune. Le plus brillant a été formé le 17 mars 2013.



Cratère Webb vu depuis Lunar Orbiter 1. De nombreux autres petits cratères peuvent être vus dans et autour du cratère.

Les éclipses de Lune.

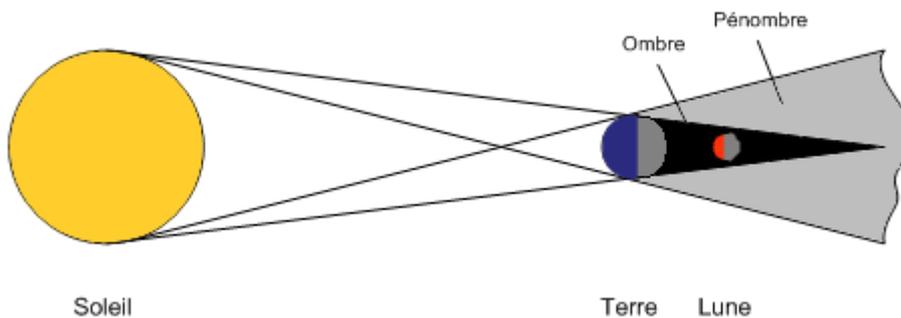
Une éclipse de Lune se produit lorsque la Terre passe exactement entre le Soleil et notre satellite. La lumière solaire est alors bloquée par la Terre et la Lune n'est plus complètement éclairée.

Même dans le meilleur cas, celui d'un alignement parfait, la Lune ne disparaît pas du ciel. En effet, les rayons du Soleil qui passent aux abords de la Terre sont déviés par notre atmosphère et une fraction vient faiblement éclairer la Lune.

Notons encore qu'en passant dans notre atmosphère, la lumière du Soleil subit un phénomène de diffusion qui affecte surtout la partie du spectre bleue et moins la partie rouge.

La lumière qui atteint notre satellite est donc plutôt rouge, ce qui explique l'aspect rougeâtre des éclipses de Lune.

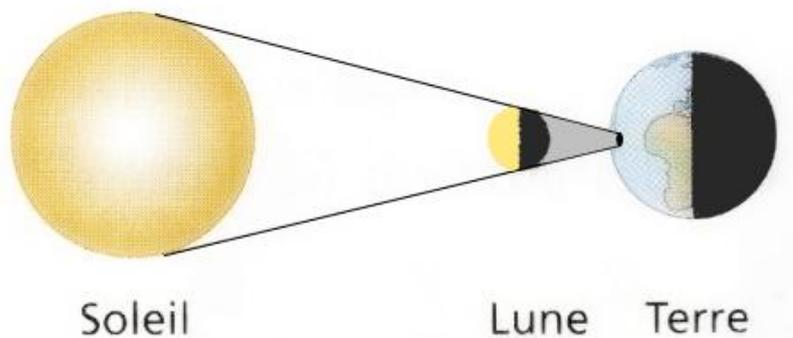
Une éclipse de Lune se produit lorsque la Terre passe entre le Soleil et la Lune (échelle non respectée).



Il se produit entre quatre et sept éclipses par an. On compte en moyenne autant d'éclipses de Soleil que d'éclipses de Lune.

Les éclipses de Lune semblent plus courantes car lorsqu'elles se produisent elles sont observables par la moitié des habitants de la Terre, alors que les éclipses de Soleil ne peuvent être observées que sur une bande très étroite de la surface terrestre.

Une éclipse de Soleil se produit lorsque la Lune passe entre la Terre et le Soleil, le cône d'ombre produit par la Lune projette une zone d'ombre sur une étroite surface de la Terre (échelle non respectée).



Ainsi, les habitants d'une région donnée du globe observeront beaucoup moins d'éclipses de Soleil que d'éclipses de Lune sur une même période.

Photo d'une éclipse totale de Lune



Eclipse de Lune du 28 septembre 2015 - Philippe Tranquille.

Eclipse de Lune du 28 septembre 2015. Image de Philippe Tranquille© - Club Polaris.

Que peut-on observer sur la Lune avec un instrument.

Avec des jumelles posée sur un support stable : La surface dans son ensemble, distinguer et définir les zones sombres appelées Mers et les zones claires, Continents.

Sur la zone du terminateur, les ombres des reliefs les plus hauts, montagnes, paroi des cratères.

Avec des instruments astronomiques d'amateurs, lunettes et télescopes, la même chose avec en plus des détails sur les failles, les canyons, les crevasses, les dômes, les pitons, dans tous les cas les détails observables sont liés au pouvoir séparateur de l'instrument.

La formule pour calculer le pouvoir séparateur d'un instrument est la suivante : $R = 12 / D$.

Où R est le pouvoir séparateur exprimé en secondes d'arc et D le diamètre du télescope exprimé en centimètres.

Avec une lunette de 80/600 : $R=12/8 \Rightarrow 1.5''$ d'Arc

Avec un télescope de 115/900 : $R=12/11.5 \Rightarrow 1.04''$

Avec un télescope de 150/750 : $R=12/15 \Rightarrow 0.8''$

Avec un télescope de 200/1000 : $R=12/20 \Rightarrow 0.6''$

Avec un télescope de 250/1200 : $R=12/25 \Rightarrow 0.48''$

Avec un télescope de 300/1800 : $R=12/30 \Rightarrow 0.4''$

Avec un télescope de 500/3000 : $R=12/50 \Rightarrow 0.24''$

Pour déterminer la taille maximum en Km d'un objet visible à la surface de la Lune la formule est :

$$d = (D / 206265) \times \alpha$$

d étant la taille de l'objet en Km, D la Distance de la Lune et α le pouvoir séparateur de l'instrument.

Avec un télescope d'initiation 115/900 cela donne : $d = (384\ 000 / 206265) \times 1.04'' = 1.9$ Km

En théorie un télescope amateur de 200mm (0.6") pourra résoudre des détails de 1.12 km. En réalité pratique, à cause de la pollution, de la turbulence atmosphérique, des défauts de collimation et de qualité optique de l'instrument, il faudra multiplier le résultat par deux.

Un Défi à relever :

Un phénomène visuel, ponctuel et curieux à observer est le X Lunaire.

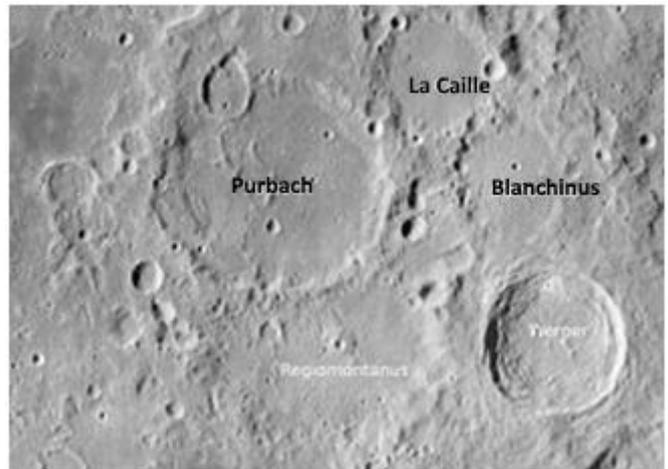
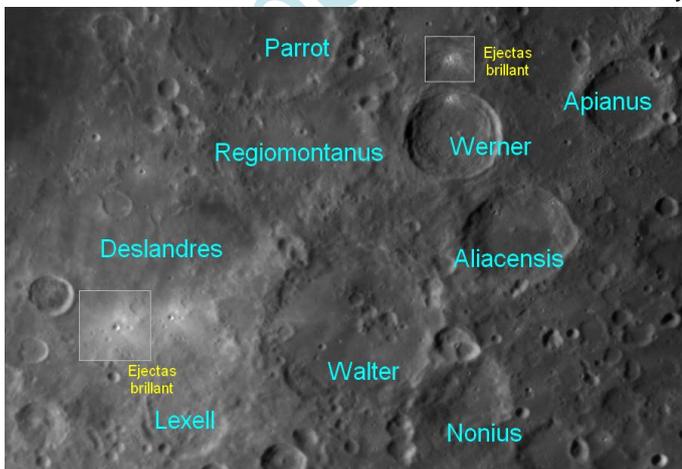
Le **X lunaire**, aussi connu sous le nom **X de Werner** (ce phénomène se produisant près du cratère Werner), est un effet créé par l'illumination rasante de la région des cratères Blanchinus, La Caille et Purbach par le soleil qui fait apparaître leurs sommets illuminés sous la forme de la lettre X. Ce phénomène ponctuel, observable aux jumelles et au télescope un peu au-delà du terminateur, se produit une vingtaine d'heures avant le premier quartier (mais il n'est pas observable à tous les premiers quartiers) et dure environ 4 heures.

À proximité du X est également visible un V lunaire, formé par le cratère Ukert et plusieurs autres petits cratères.

Photo du X Lunaire



Photo anonyme du web.



A rechercher dans cette région (cercle rouge) :



Voilà, maintenant à vos instruments et bonnes observations.....!!

Merci à Momo pour son concours sur la composition de l'atmosphère Sélène.

Les sources utilisées pour la réalisation de ce document sont :

- <http://www.caabm.org/Documentation/Lune/Gravite/>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lune>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure_interne_de_la_Lune
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Libration>
- <http://www.lroc.asu.edu/about>
- <http://www.lroc.asu.edu/>
- <http://fr.tintin.com/albums/show/id/17/page/0/0/on-a-marche-sur-la-lune>
- <http://gravitation-universelle.centerblog.net/?ii=1>

Et une rubrique sympa pour les enfants, (pour les parents aussi), à consulter en famille,
<http://www.etoile-des-enfants.ch/>