La Lune:
Notre satellite naturel

Nuits Galiléennes

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Astronomical Union

THE UNIVERSE YOURS TO DISCOVER

INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY 2009

Notre soeur, la Lune

La Lune nous est très familère. Pendant des millénaires, les hommes se sont demandés quelle pouvait bien être sa nature.

Dans le cadre de l'année mondiale de l'astronomie, prenons la peine de regarder notre satellite et de nous interroger sur son origine, sa nature, son évolution comme corps physique et son influence sur notre vie.

Un calendrier lunaire

Les hommes ont naturellement été frappés par les phénomènes périodiques: leur prédictabilité donnait un semblant d'ordre à un univers qui paraissait plutôt chaotique.

Aux latitudes moyennes, la longueur relative jour/nuit varie tout au long de l'année. Le début des saisons n'est pas facile à définir, les phénomènes et les mouvements astronomiques difficiles à prévoir et à suivre. Aussi, pour les peuples primitifs, la Lune fournissait une périodicité simple avec la Nouvelle Lune et la Pleine Lune.

Le calendrier lunaire juif

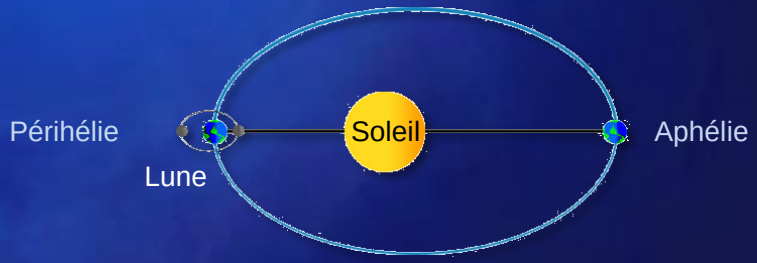
Il n'est donc pas surprenant que la plupart des calendriers reposent sur les lunaisons.

Le déphasage des ... phases de la Lune

La période orbitale de la Terre autour du Soleil (année astronomique solaire de 365,2425 jours) ne contient pas un nombre entier de lunaisons (mois lunaire de 29,53 jours) ou d'année lunaire (de 354,37 jours).

Aussi, le calendrier lunaire doit être réajusté régulièrement par un treizième mois pour se superposer à l'année solaire.

C'est pourquoi le calendrier lunaire n'est plus aujourd'hui utilisé comme calendrier civil mais seulement comme calendrier religieux.



La Lune dans l'antiquité…

Très tôt, les hommes ont constaté que la surface de la Lune n'était pas uniforme comme celle du Soleil et comportait des zones claires et des zones sombres.

Le dieu égyptien **LAH** associé à la Lune,

(après 600 avant J.C.)

The British Museum

Les différents peuples ont cru voir des formes symboliques à la surface de la Lune: dans la tradition orientale (Chine et Corée), les zones sombres montrent la silhouette d'un lapin de jade. De nombreuses civilisations y ont distingué un visage.

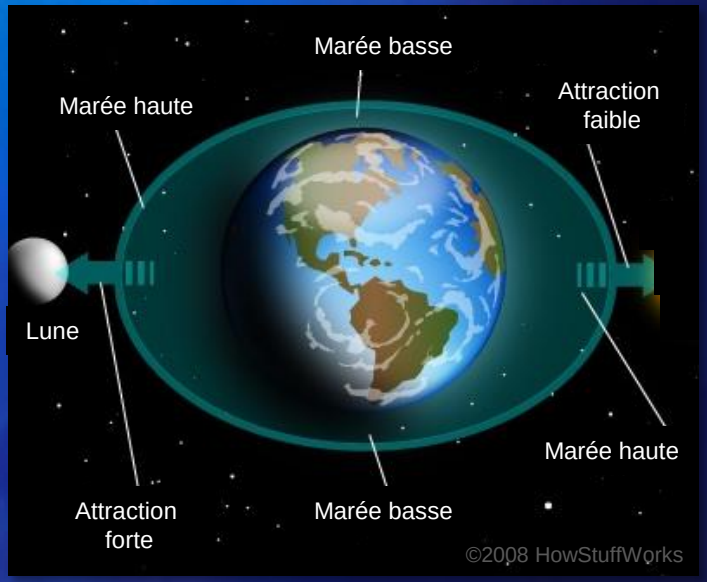
Dans l'antiquité, de nombreuses manifestations religieuses, mystiques ou magiques sont associées à la Lune.
La correspondance entre la Lune et des phénomènes terrestres est la plupart du temps purement dûe au hasard.

La croyance de l'existence de liens entre la vie terrestre et la Lune persiste encore de nos jours à travers l'astrologie, le cycle menstruel, les changements d'humeur et le sexe des bébés. Les individus décrits comme "lunatiques" sont ceux dont le caratère change inopinément.

Et aujourd'hui?

En fait la Lune a une influence réelle sur nos vies par l'intermédiaire des marées créées par la gravitation différentielle dûe à notre satellite et aussi du fait de l'éclairement nocture de la Pleine Lune.

Le "clair de lune"



Certains aspects de la vie animale suivent le cycle lunaire: la ponte chez certaines espèces (tortues, papillons,...) et les migrations de certains oiseaux.

Les migrations nocturnes des oiseaux

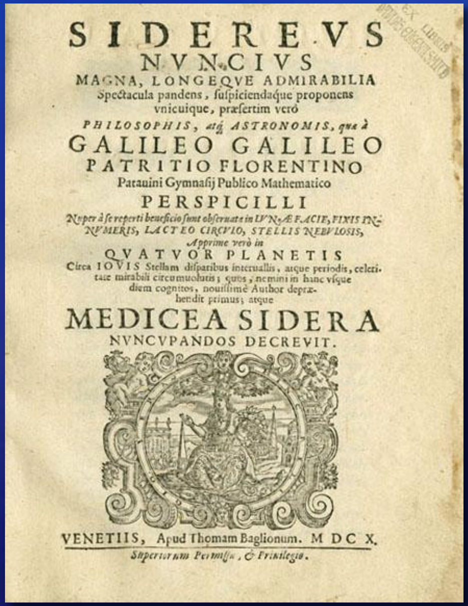
Galileo Galilei

Le mouvement de la Lune était connu plusieurs siècles avant notre ère: les Grecs, les Chinois ainsi que certaines civilisations sud-américaines étaient capables de prévoir les éclipses de Lune et de Soleil avec une certaine précision.

Eclipse de Soleil annulaire

Eclipse de Lune

L'étude physique de la Lune ne commencera qu'avec l'observation astronomique initiée par Galilée. Dès 1609, il commence des observations qu'il décrit dans son ouvrage **Sidereus Nuncius**.



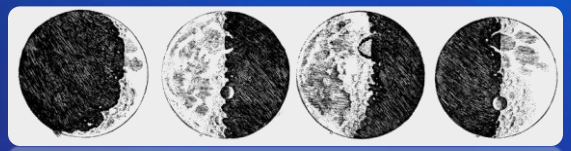
SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præsertim verò
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico
PERSPICILLI
Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-
NVMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,
Apprime verò in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeri-
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque
diem cognitos, nouissimè Author depræ-
hendit primus; atque
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.

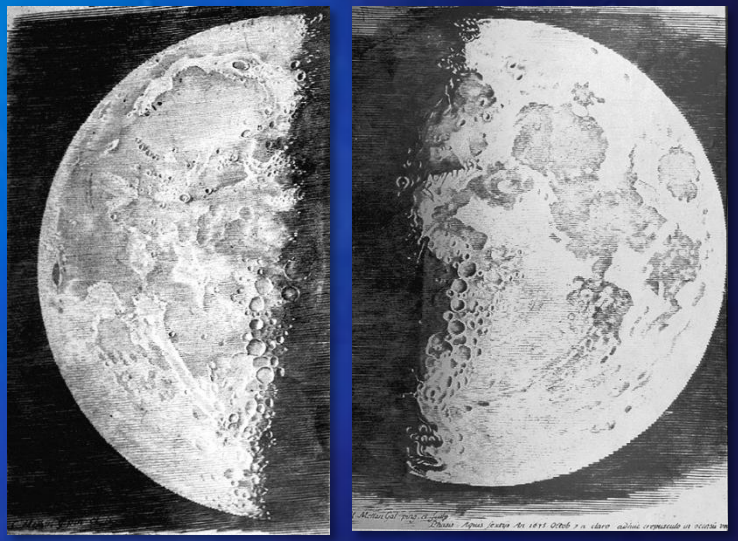
VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M DC X.
Superiorum Permissu, & Priuilegio.

Terra et mare, terres et mers

Pour les premiers observateurs de la surface lunaire au moyen d'un télescope, cette surface apparût étrange et difficile à comparer à des paysages terrestres. Les surfaces brillantes et surélevées furent baptisées "terres" tandis que les surfaces sombres et uniformes furent dénommées "mers".

Dessins de la Lune par Galilée





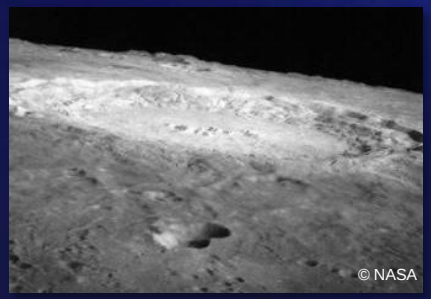
Gravures de Claude Mellan en 1634

Vues avec un plus fort grossissement, les "mers" montrèrent les caractéristiques d'un liquide occupant des bassins. On repéra alors des "côtes", des "promontoires" et des "îles".

Arêtes, écoulements et cratères

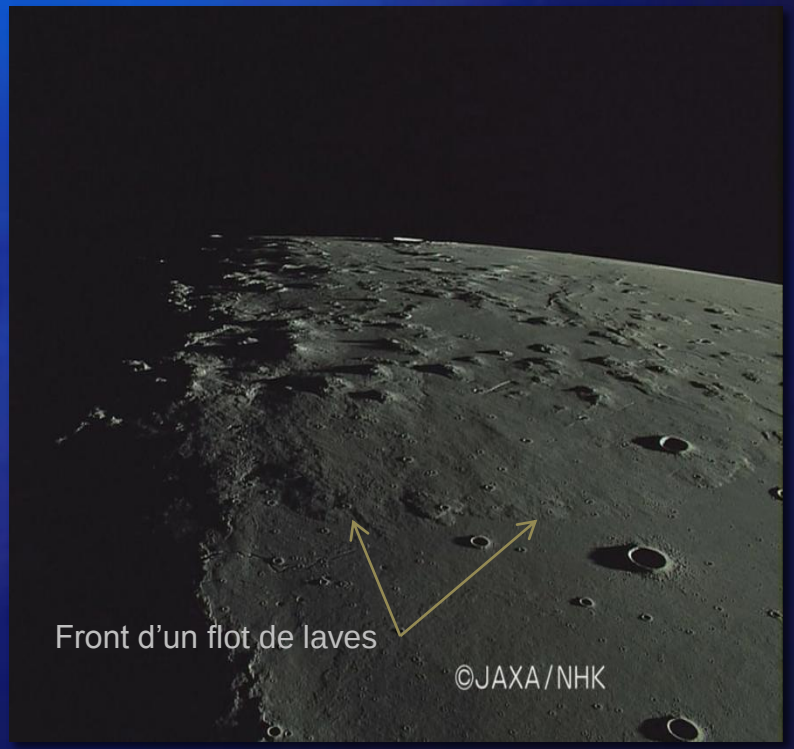
Une inspection plus détaillée montra des sortes de “vagues” qui étaient figées. Les mers semblaient donc des océans gelés qui auraient eu des mouvements comme un liquide ou un écoulement de lave d’un volcan. On vit ainsi une similitude avec les phénomènes volcaniques terrestres, les laves étant ici solidifiées à l’échelle de la Lune.

On s’aperçut aussi que la surface lunaire était saturée de structures circulaires entourées de falaises élevées. Sur Terre, les seules structures circulaires étaient les volcans et on supposa ainsi l’origine volcanique de ces structures.



Cratère Copernic (Lune)

Caldera Aniakchak (Alaska)

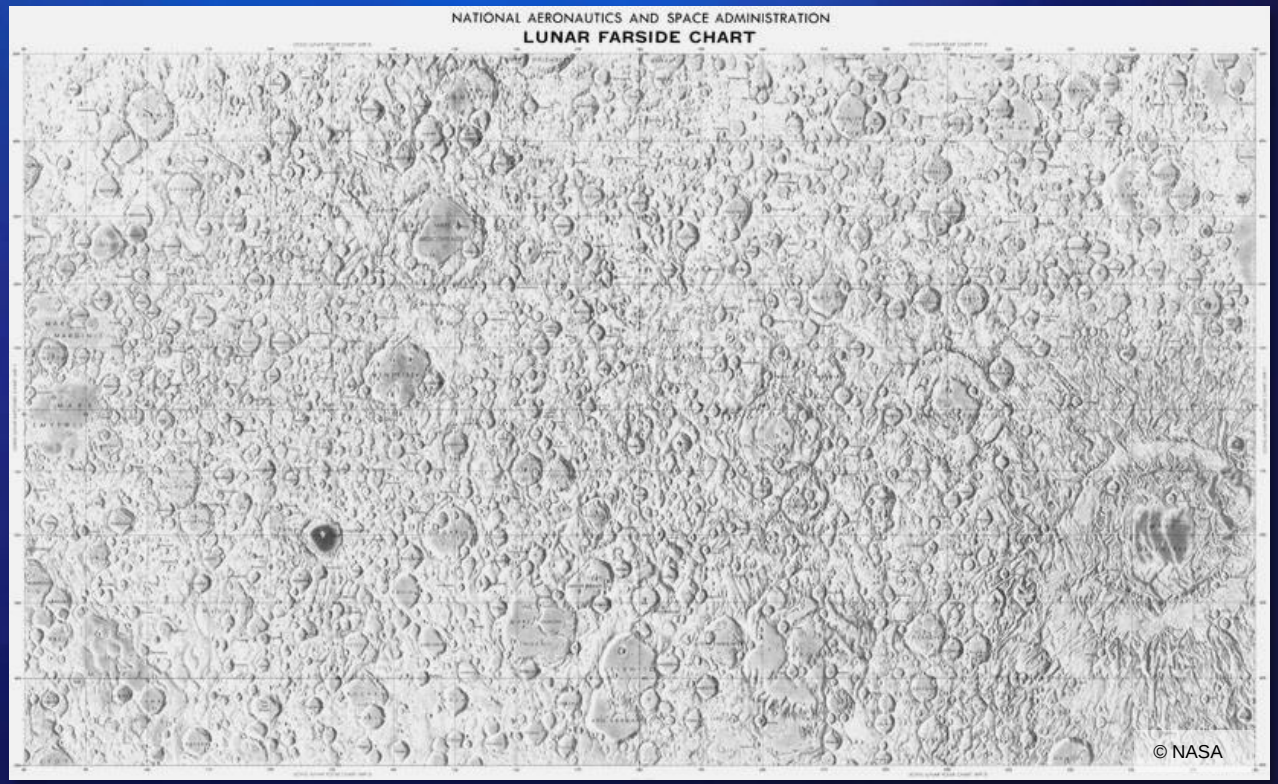


Un passé violent…

Dès le début du XXème siècle et surtout après les missions Apollo et Luna, on s'aperçut que le volcanisme n'avait joué qu'un rôle mineur dans l'évolution de la surface de la Lune.

La surface lunaire avait été le témoin d'un passé violent fait d'un bombardement permanent d'objets interplanétaires comme des comètes et des astéroïdes ainsi que par des microparticules telles que la poussière interplanétaire et les particules provenant des éruptions solaires. Ce bombardement continue encore de nos jours.

Un basalte lunaire du site d'Apollo 12 couvert de microcratères dus à des micrométéorites



La face cachée saturée de cratères d'impact

Quelques données sur la Lune

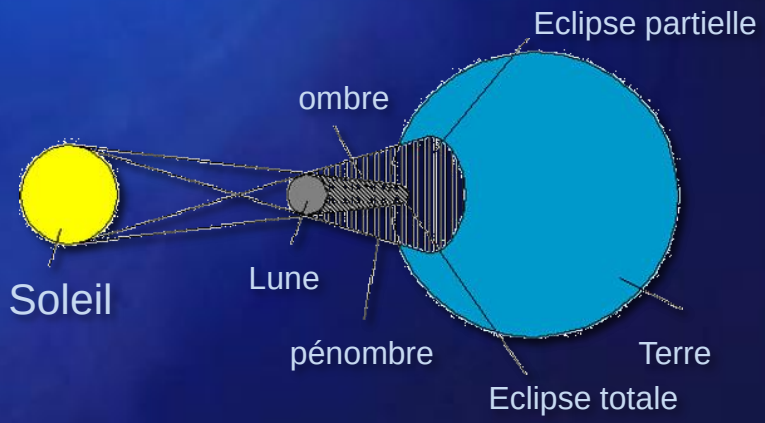
Distance moyenne à la Terre: 385 000 km (environ **10** fois la circonférence de la Terre)

Circonférence: 10 921 km (environ **quatre fois** plus petite que celle de la Terre)

Gravité à la surface: 1,62 m/s^2 (**six fois** plus faible que sur la Terre)

Température à la surface à l'équateur: min. -173˚C; max. +117˚C.

Le temps nécessaire à la Lune pour faire un tour autour de son axe (un jour lunaire) est le même que pour faire une révolution autour de la Terre; c'est pourquoi la Lune montre toujours la même face à la Terre.



Les éclipses totales de Soleil sont le résultat d'une coïncidence extraordinaire: les tailles apparentes de la Lune et du Soleil vues de la Terre sont à peu près identiques: le diamètre du Soleil est 400 fois plus grand que celui de la Lune mais la distance Soleil-Terre est 400 fois plus grande que la distance Lune-Terre. Ainsi, pendant une éclipse, le Soleil disparaît mais sa "couronne" (haute atmosphère du Soleil) est alors visible.

La conquête russe de la Lune

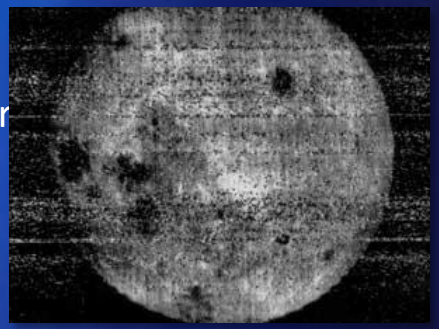
La conquête de la Lune, son exploration, commence avec les Russes dès 1959, avant l'entrée en scène des Américains.

En 1959:

LUNA 1 premier objet terrestre à quitter l'attraction terrestre et s'approcher de la Lune

LUNA 2 premier objet terrestre à heurter la Lune

LUNA 3 premières photographies de la face cachée



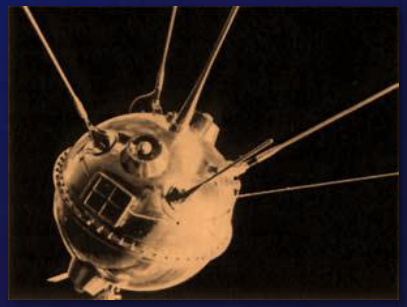
En fait, avant 1959, personne ne connaissait la face cachée de la Lune: ce fut une surprise: peu de mers mais une surface couverte d'impacts météoritiques.

Les Russes continuèrent leur programme d'exploration tandis que les Américains commençaient un programme très ambitieux: l'homme sur la Lune.

En 1966, le programme russe a consisté en:

LUNA 9 premier atterrissage réussi

LUNA 10 première mise en orbite d'un satellite lunaire (suivi de Luna 11 et 12)

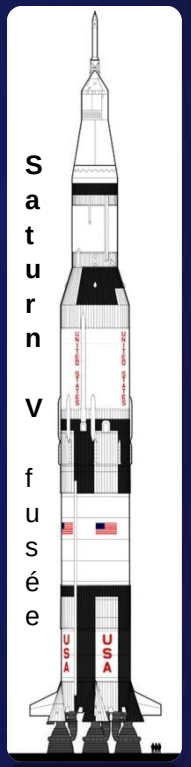


Luna 1

Et voici les gros moyens…

Les Américains entrèrent très fort dans la course à la Lune

Apollo 8	premiers hommes en orbite lunaire	1968
Apollo 11	premiers hommes sur la Lune	1969
Apollo 14	premières images en couleur de la Lune	1971 January
Apollo 15	première utilisation d'un véhicule sur la Lune (~28 km)	1971 July
Apollo 16	première mission dans les montagnes lunaires	1972
Apollo 17	première mission d'un scientifique sur la Lune	1972
	Ce fut le dernier vol habité vers la Lune.	



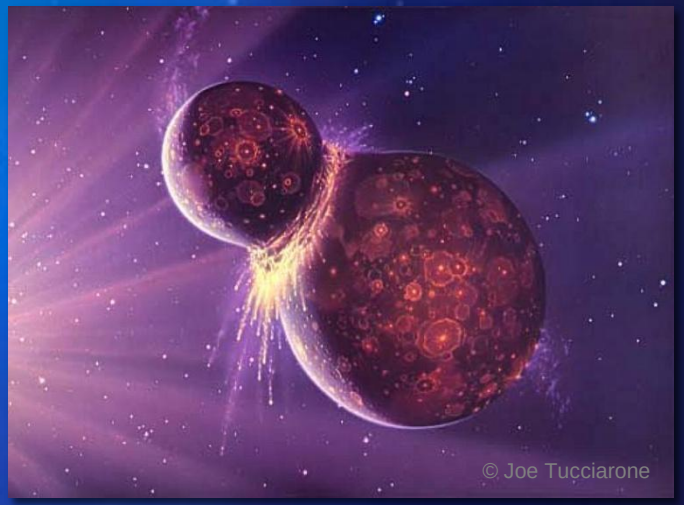
Au total, les missions Apollo ramenèrent **381,7 kg** de roches lunaires.

© NASA

Cette histoire commença il y a fort longtemps…

D’où vient la Lune? Les astronomes pensent qu’il y a 4,45 milliards d’années, un objet de la taille de Mars a heurté la Terre. Les matériaux éjectés se sont ensuite accrétés pour former notre Lune.

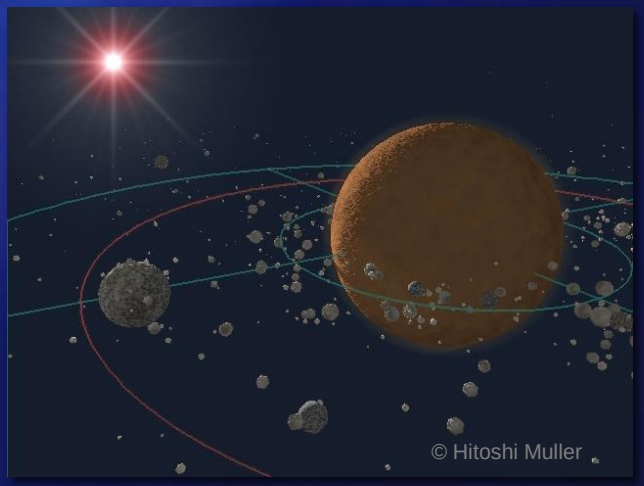
Hypothèse d’un impact gigantesque



La Lune et la Terre sont-elles formées des mêmes matériaux?

La réponse est oui: les silicates se retrouvent en abondance dans les deux corps avec cependant quelques différences. Par exemple, la Lune est pauvre en éléments légers (depuis H_2O jusqu’au potassium), et est riche en fer, en comparaison avec la Terre.

Accrétion de la Lune après l’impact



La Lune, un enregistreur des événements du passé

Du fait de sa faible gravité, la Lune est dépourvue d'atmosphère et la présence de liquides à sa surface n'est pas possible. En fait, ce corps est "mort" depuis des milliards d'années et il n'y a plus aucun phénomène tectonique ou éruptif.

Cependant, cet état rend la Lune particulièrement intéressante pour les astronomes. On trouve là un parfait enregistreur des événements extérieurs du passé: la Lune est à la merci de son environnement spatial, sans que des causes internes (eau, atmosphère, biosphère, tectonique, volcanisme) ne viennent modifier les atteintes externes (radiations, impacts).

© NASA

Des surfaces criblée d'impacts…

Tout ce qui a atteint la Lune durant les derniers milliards d'années, a aussi atteint la Terre. L'histoire de la Terre, qui a disparu de sa surface depuis longtemps, se lit donc sur la surface de la Lune. Des éléments de la surface lunaire ont été datés de 4,5 milliards d'années, époque proche de la formation du système Terre-Lune.

La mémoire de tous les impacts gardée par la Lune nous aide à comprendre la formation du système solaire et son évolution ainsi que les grands événements ayant frappé la Terre tels les extinction massive d'espèces et les changements climatiques.

Sur Terre, nous avons peu de témoins des impacts passés: notre Terre est "vivante", sa surface modifiées sans interruption par les éléments atmosphériques, par la vie et surtout par la tectonique des plaques qui fait disparaître rapidement les traces des impacts.

La formation ancienne de la croûte de surface lunaire

Le modèle de formation et d'évolution de la Lune le plus probable est le suivant:

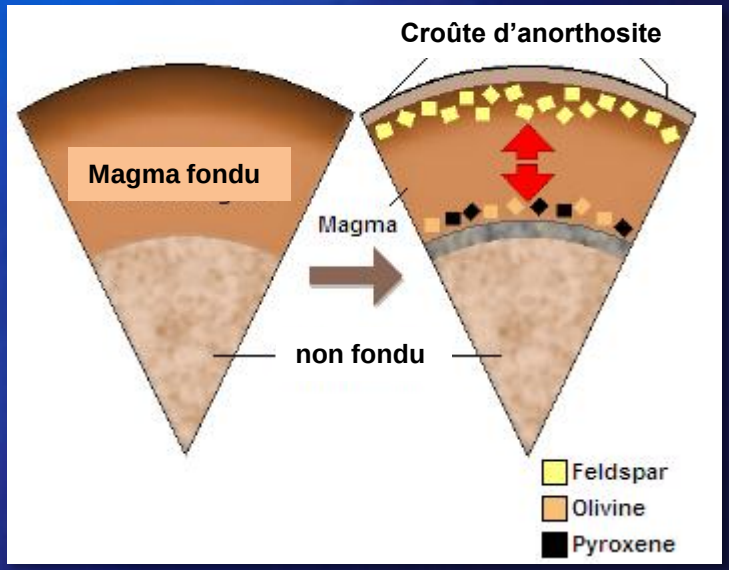
•Les couches externes de la jeune Lune étaient liquéfiées: la surface n'était qu'un océan de magma.

•Au fur et à mesure du refroidissement du magma, une cristallisation se produisit: les cristaux légers restèrent à la surface tandis que les cristaux lourds s'enfonçaient.

•A cette époque ancienne, la Lune devait être très brillante du fait des alumino-silicates abondants dans les roches de surface.

•L'accumulation des cristaux lourds en profondeur fit remonter du magma liquide.

•Les matériaux radioactifs continuèrent de réchauffer l'intérieur de la Lune faisant monter régulièrement du magma liquide à la surface.



Décantation de la croûte lunaire

Passé et futur…

Après 2,6 milliards d'années, la Lune s'est suffisamment refroidie pour que le magma intérieur ne puisse plus remonter en surface; la surface lunaire a atteint son état définitif.

En comparaison, la Terre a beaucoup évolué. On ne trouve des roches très anciennes que dans peu d'endroits et la plupart ont été considérablement modifiées.

La vie a fait ses premiers pas sur Terre dans un environnement difficile, changeant et violent. La Terre change toujours alors que la Lune, elle, ne change plus.

Roches archéennes fortement métamorphosées en Amérique du Nord

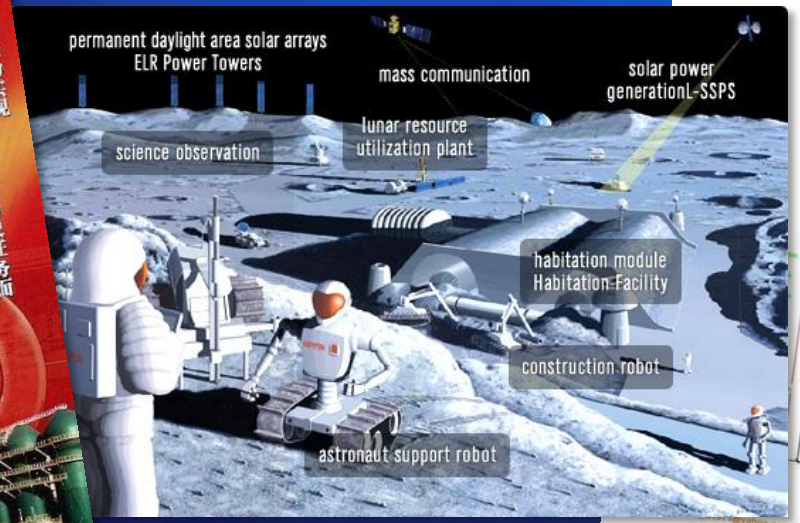
Un scénario d'installation lunaire

Si nous connaissons déjà beaucoup de choses sur la Lune, pourquoi y envoyer encore des instruments et pourquoi envisager d'y renvoyer des êtres humains?

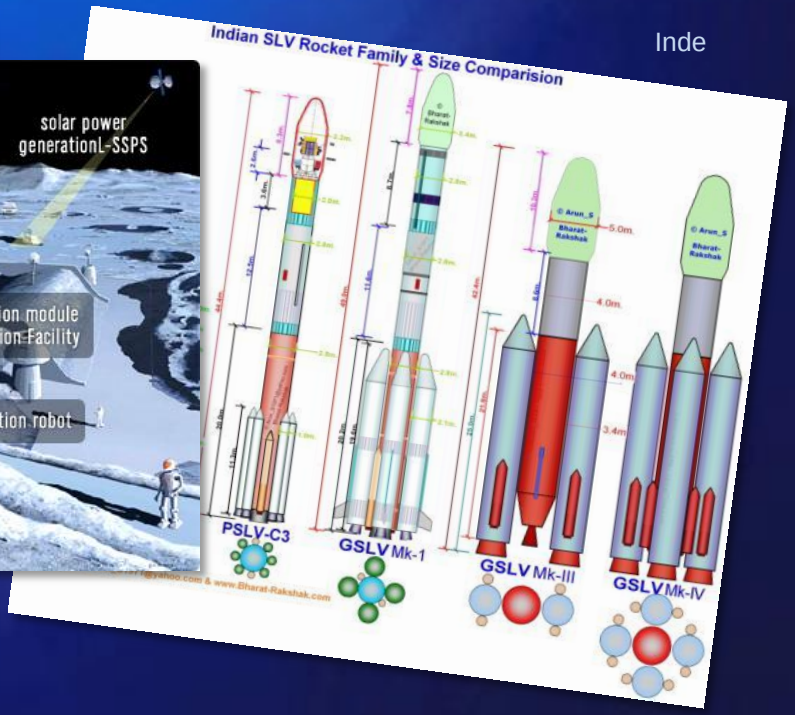
Pourquoi retourner sur la Lune?

L’humanité est motivée par son insatiable curiosité et par son désir de puissance. Retourner sur la Lune, c’est surtout montrer sa puissance et gagner un prestige politique et aucun pays développé ne souhaite rester en arrière. Les buts scientifiques n’arrivent qu’en second plan.

Chine



Japon



Inde

Quelques questions sans réponse:

Comment évolue un océan de magma?

Comment s'est faite l'évolution thermique de la Lune dans ses débuts?

Est-ce que les mesures locales des équipages Apollo sont représentatives de toute la Lune?

Quel a été le rôle du volcanisme dans la formation de la Lune?

Quelle est la composition et la structure du manteau lunaire?

La Lune a-t-elle vraiment été créée par un impact gigantesque?

Roberto Bugiolacchi (Max-Planck Institute for Solar System Research, Germany) - Galilean Nights Task Group

Galilean Nights is a Cornerstone Project of the IYA2009
http://www.galileannights.org/
http://www.imcce.fr/ng

Traduction française: Jean-Eudes Arlot
IMCCE/observatoire de Paris

Contact
Catherine Moloney
cmoloney@eso.org

Global Sponsors

ThalesAlenia Space
CELESTRON
HISTORY

Organisational Associates