Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 11 (1966)
Heft: 98

Artikel: La géologie de la lune
Autor: Firsoff, V.A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-900098

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Esempi di oggetti lunari da osservare e studiare

1) *Monte Piton*, a sud ovest di *Platone*, monte isolato nel *M. Imbrium*, visibile dal 7° giorno di lunazione (v. ORION n° 43, 1954)
2) *Monte Pico*, simile al precedente, poco lontano, a sud di *Platone*, visibile dall'8° giorno
3) Massiccio centrale di *Petavius*, complicato ed interessante.
4) Crateri *Messier-Pickering*, nel *M. Foecunditatis*, a sud di *Taruntius*, visibili dal 40 giorno di lunazione.
5) Circo di *Platone*. Piccoli crateri e macchioline dell'arena centrale (variazioni di tinta?)
6) Regione *Mädler-Daguerre*, ad ovest di *Theopilus*, visibile dal 5° giorno di lunazione (v. ORION n° 45, 1954)
7) Regione del preteso «*Ponte O'Neill*», tra i promontori *Olivium* e *Lavinium* al margine est del *M. Crisium* (v. ORION n° 49/50, 1955)
8) Piccolo cratere *Linneo*, nel *M. Serenitatis*, visibile dal 6° giorno (aspetti variabili a seconda dell'illuminazione)

Queste brevi note sono destinate all'astrofilo principiante nell'osservazione lunare-planetaria, non riteniamo quindi opportuno dilungarci ulteriormente; coloro che avranno sorpassato questo primo stadio potranno trovare notizie più complete ed istruzioni più dettagliate nei vari ottimi libri e nelle riviste specializzate, di cui potremo dare un elenco.

La géologie de la Lune

par V. A. Firsoff, M.A., F.R.A.S.*)

Traduction française par Robert Estoppey, F. I. L. S.,
Pully

La sélénologie est la géologie de la Lune. C'est une science qui existe à peine. Elle est faite d'investigations fragmentaires dispersées dans la littérature scientifique et d'hypothèses ad hoc expliquant tel ou tel aspect lunaire, habituellement les cratères, sans aucun effort sérieux de corrélation entre ces hypothèses. La seule tentative d'application des méthodes géologiques aux problèmes lunaires que je connaisse, doit être recherchée dans les quatre volumes du géologue américain J. E. Spurr, publiés à titre privé et sans grande publicité sous le titre: La géologie appliquée à la sélénologie[30]). Ces livres contiennent beaucoup de choses valables, mais souffrent d'un manque d'organisation et ils n'ont, probablement pour cette raison, jamais eu beaucoup de crédit.

Cet état des recherches n'est pas étonnant vu que la surface lunaire ne peut pas être étudiée par des moyens aussi directs que ceux employés pour la surface terrestre. Des spécimens de roches ne peuvent pas être obtenus sur place, pesés, analysés et classés; on ne peut étudier l'inclinaison et la direction des couches, etc. Cependant la Lune est suffisamment proche et, n'étant pas obscurcie par un voile atmosphérique, elle nous révèle beaucoup de particularités qui peuvent être étudiées avec profit par la géologie.

Dans ces études il est important de renoncer au combat homérique entre partisans de l'origine plutonique ou météorique des cratères, qui nous ramène aux controverses d'autrefois entre plutonistes et neptunistes qui ont eu pour effet de détériorer les jugements géologiques. Finalement le conflit s'est résolu honorablement, ce qui peut aussi arriver ici.

Certaines *propositions générales* peuvent être acceptées en dehors de toute dispute et, ceci fait, des déductions logiques peuvent en être tirées.

La Terre et la Lune sont semblables en tant que corps planétaires froids avec une surface rocheuse. La ressemblance va même plus loin: nos bassins océaniques sont formés de roches basiques, lourdes et foncées (basaltes) tandis que les continents et les lits des mers peu profondes sont formés de roches acides de couleurs claires et de poids spécifique faible (granite) et des produits de leur érosion. Sur la Lune aussi, les «mers» sans eau (maria) sont plus sombres que les régions montagneuses correspondant à nos masses continentales. Pour marquer cette ressemblance, Spurr[30]) a donné aux roches lunaires foncées le nom de *lunabase* et aux roches lunaires claires celui de *lunarite*. Ces noms ont été en général acceptés, même par ceux qui n'ont jamais entendu parler de Spurr ou de son travail.

Il est évident que la lunabase et la lunarite diffèrent plus que par leur couleur. La *lunarite* paraît craquer et se briser sous l'effet de pressions en ne présentant aucun signe de flexion. Les montagnes de lunarite ne fournissent pas d'exemples de surfaces plissées. Les profils arrondis que l'on peut y trouver sont les résultats de l'usure qui s'opère au cours des âges, éventuellement sous l'effet de la chaleur ou de gaz corrosifs. Les formes anguleuses abondent et l'aspect général est celui de *roches fragiles et cassantes*.

La *lunabase*, au contraire, à l'exception de certaines formations rectilignes, fournit des exemples de déformations *plastiques*. Les petits cratères dans Sinus Aestum ont été sortis par de lents mouvements de terrain. Les caractéristiques de la lunabase sont: crê-

*) Article paru dans le Bulletin de la Société Lunaire Internationale, Volume 1, No. 7, 1960; il était la base d'une conférence faite par l'auteur à la Société Astronomique de l'Université de Cambridge le 2 décembre 1959.

tes basses et tortueuses, connues sous le nom de crêtes plissées, montrant des plissements et même des écoulements visqueux, qui, dans tous les cas, sont totalement absents de la surface lunarite.

Les mesures radiométriques du taux de refroidissement de la lunabase et de la lunarite pendant les éclipses de Lune montrent que la lunabase est quelque peu meilleur *conducteur de la chaleur* avec une chaleur spécifique plus élevée.

Ces deux roches, cependant, sont de très mauvais conducteurs de chaleur et leur comportement thermique est assez bien représenté par de la pierre ponce recouverte d'une mince couche de poussière, le tout dans le vide[23], [25], [27]. Cela suffira à faire hésiter ceux qui, comme SPURR, assimilent la lunarite à nos roches acides et la lunabase au basalte.

La lunabase est habituellement considérée comme de la lave basique répandue en surface par quelque action convenable comme le volcanisme, l'effondrement tectonique et même les impacts des météorites (UREY)[35]. J'ai suggéré qu'elle pouvait avoir la même *composition chimique* que la lunarite et qu'elle aurait été formée à partir de celle-ci par dissolution dans de l'eau chaude acidulée, dégazage et gélification[10]. Ceci, cependant, n'est pas essentiel; le même résultat peut très bien avoir été obtenu par la fusion de la lunarite avec dégagement partiel des gaz occlus, ou par quelque combinaison des deux procédés. Le Dr. T. GOLD[12] de son côté, est d'avis que les mers ont été formées par accumulation de poussière foncée provenant de la désagrégation de la lunarite par le rayonnement solaire de courte longueur d'onde et transportée par le mouvement Brownien et des forces électrostatiques vers les parties les plus basses de la surface lunaire; ces parties ont été peu à peu ensevelies et transformées en plaines. Au cours des siècles, la poussière aurait été comprimée et transformée en roche.

Cette hypothèse n'arrive pas à expliquer les *crêtes plissées*. De même, le fond des crevasses lunaires est un réceptacle naturel pour de telles poussières, mais ces fonds sont habituellement presque d'un blanc de neige. D'ailleurs la poussière est le plus mauvais conducteur de la chaleur qui soit, or la lunabase est meilleur conducteur que la lunarite. Les cirques-fantômes, qui apparaissent comme fondus dans la lunabase, et l'inclinaison vers les mers des cratères situés sur leurs bords, sont de nouveaux obstacles à cette hypothèse, qui n'est pas sans mérite, mais qui n'arrive pas à donner une solution d'ensemble au problème des «maria»[5], [8].

A vrai dire, la conception couramment répandue selon laquelle la Lune est recouverte de *poussière*, rencontre passablement de difficultés insurmontables. D'un côté la fine poussière est un bon réflecteur de la lumière, ce que la Lune n'est pas. Si toute la surface de la Lune est recouverte d'une couche de poussière, même mince, elle sera d'un gris uniforme, ce qui n'est pas le cas non plus. Les colorations peuvent être faibles et rares sur la Lune, bien que leur existence soit prouvée sans contredit par WRIGHT et les photographies avec filtres de MISS APPLEGATE[39]); les nuances sont fortement marquées et sans erreur possible. En plus du violent contraste qui oppose lunabase et lunarite, les mers elles-mêmes montrent des aires bien marquées, aux nuances différentes. Ces aires ont souvent des frontières géométriques de couleur claire. Il y a des raies brillantes, des halos sombres ou brillants autour de quelques cratères et une bonne partie de la surface lunaire est irrégulièrement tachetée.

Ainsi, s'il est vrai que la Lune est recouverte de poussière, il semble que quelqu'un y soit allé récemment avec une fine brosse.

Les considérations d'ordre thermique, aussi, ne sont pas très convaincantes. En effet, si la conductibilité thermique de la poussière dans le vide est, sur la Terre, du même ordre de grandeur que sur la Lune[36]), la comparaison ne tient pas compte de la compression due à la gravité, qui est six fois moindre sur la Lune[5]).

Quoi qu'il en soit, il semble bien que la lunabase et la lunarite sont deux espèces de roches, lunabase étant la plus dense des deux.

Leur *composition chimique* est encore hypothétique; mais même si elle est comparable à celle de nos roches acides et basiques respectivement, leur faible conductibilité thermique montre clairement que leur structure doit être différente.

Ce point est d'importance cruciale, mais avant de l'aborder, considérons un autre ensemble de faits indiscutables. La diamètre moyen de la Terre est de 12.756 km, celui de la Lune de 3476 km. La Terre est 81,25 fois plus massive que la Lune. Elle est aussi plus dense avec une moyenne de 5,52 contre 3,34 pour la Lune. Il en résulte que la gravité à la surface de la Lune est environ le sixième de la nôtre.

Cette plus faible *densité moyenne* doit provenir de ce que les matériaux lunaires sont intrinséquement plus légers ou qu'il y a un moindre taux de compression à l'intérieur. Ce dernier facteur entre en jeu certainement; mais si nous comparons Mars avec un diamètre de 6784 km, à Mercure dont le diamètre est de 5000 km, planètes dont les densités respectives sont 3,94 et 5,13 (6,2 suivant certaines estimations), nous voyons qu'il y a des différences considérables dans les compositions chimiques des corps planétaires, indépendamment de la compression centrale.

Il a souvent été affirmé que la Lune est homogène et que, comme sa densité moyenne est celle du basalte, elle est composée de celui-ci. On peut cependant montrer que, si c'était le cas, un changement *connu* de la structure cristalline dû à la pression ferait passer la densité des roches lunaires à 3,8 à une profondeur d'environ 35 km, et probablement à environ 4 près du centre[15]). Ceci est tout à fait impossible, de sorte que, même si elle ne contient aucun noyau fer-nickel (nife), elle doit avoir proportionnellement une

croûte de roches légères (sial) plus épaisse que la Terre. On doit alors s'attendre à une plus grande abondance d'éléments à faible masse atomique.

Quoi qu'il en soit, si le substrat basaltique (sima) de la Lune est à une si grande profondeur, l'émergence de ces roches à la surface est très douteuse. Manifestement, soit la composition, soit la texture de la lunabase, doit être très différente de celle de notre basalte, et probablement les deux à la fois.

Maintenant, avec une gravité réduite au sixième, on peut s'attendre à ce que les roches soient non seulement moins comprimées à l'intérieur, mais qu'elles aient une structure plus relâchée à la surface, spécialement en l'absence de pression atmosphérique. Les roches fondues, ou magma, contiennent des gaz occlus qui, lorsque la pression diminue et que le magma se refroidit, sont libérés, se répandent dans les roches pâteuses et forment des bulles. C'est l'origine de notre pierre-ponce. Mais la lave lunaire se comporterait plutôt comme du verre fondu exposé au vide; or on sait que du verre fondu soumis au vide, mousse immédiatement jusqu'à occuper 20 à 50 fois son volume initial[17]).

En admettant pour densité de la lunarite compacte 2,5 et en prenant la limite inférieure de l'expansion, nous obtenons une densité égale au huitième de celle de l'eau. Ceci nous donne une assez bonne idée de la *constitution des roches lunaires de surface.*

On peut objecter que la surface de la Lune n'a jamais été fondue. Toutefois, ceci ne permet pas d'échapper à la conclusion ci-dessus, car, dans ce cas, elle serait formée de matériau météorique, solidifié sous une gravité voisine de zéro, et par conséquent moins compact. En outre, la lunabase présente au moins les signes d'avoir passé par la phase liquide.

Bien que peu substantielle, la mousse de roche de cette espèce peut avoir une résistance mécanique considérable, mais elle sera cassante. Elle ne se plissera pas à la façon de nos roches, car le moindre plissement dépend des contraintes du voisinage (DE SITTER)[2]) dues à la gravité; or celles-ci sont réduites six fois. Si, par conséquent, une contrainte est appliquée à la lunarite celle-ci craquera et se brisera, s'empilera en blocs ou s'affaissera, mais restera incapable de se déformer plastiquement. Une pression modérée et continue créera peut-être un plissement «en accordéon», le plissement étant le résultat d'un très grand nombre de petites fractures.

Ceci est précisément ce que nous trouvons. *Les Monts Taurus*, dans le premier quadrant, sont formés de blocs en failles inclinées. *Les Carpathes* sont un escarpement fissuré typique avec des baies quadrangulaires et des empilements. *Les Apennins* aussi sont essentiellement un système de *horst und graben* (escarpements en escaliers dûs à des fissures verticales avec des effondrements verticaux; note du tr.), c'est-à-dire des aires affaissées ou surélevées entre des fractures. Il a été suggéré (BALDWIN, UREY)[1]), [3]), [33]) que les vallées des *Apennins* avaient été creusées dans la surface par des projectiles à mouvement horizontal provenant de l'astéroïde qui a rencontré la Lune et creusé *Mare Imbrium*. Pourtant les vallées apparaissent en essaims à peu près parallèles se coupant sous des angles variés et sans radiant commun[7]). En outre, cette conception en elle-même rencontre des difficultés insurmontables d'ordre dynamique et est de plus condamnée par l'absence de mers dans l'autre hémisphère.

D'autre part il y a une explication géologique parfaitement simple du *système des Apennins.*

Comme la Terre, la Lune s'est contractée. Une telle contraction est clairement indiquée par l'écrasement des contours des cratères et, de leur étude, SPURR[30]) tire la conclusion que le diamètre lunaire a passé de 4800 km à 3476 km, forme actuelle, durant les périodes sélénologiques dénombrables. Cette contraction est le résultat de la perte de chaleur et de gaz de l'intérieur qui devait provoquer un nouvel ajustement de la croûte externe déja durcie. Sur la Terre, la réponse première est un plissement, suivi de quelques fissures et chevauchements, là où une portion des couches rocheuses glisse sur une autre. Le lunarite ne se plisse pas, de sorte que les fissures et les chevauchements sont seuls présents (contrairement à l'opinion du Dr GOLD, les chevauchements sont très fréquents sur la Lune)[7]), [9]).

Par comparaison avec la lunarite peu substantielle, la lunabase supporte des tensions considérables, comme le fait notre basalte par rapport aux formations acides. Elle forme une espèce de pâte solide meringuée par les montagnes lunaires. Elle peut répondre à une contraction par un plissement (crêtes plissées), mais la lunarite rigide est repoussée et s'empile le long des bords, en volant en éclat plus ou moins radialement, d'où ces crêtes et ces vallées.

Ce processus n'a pas besoin du tout d'être violent, il peut se faire lentement ou par étapes. *Les Andes* paraissent avoir été empilées de façon analogue par les contraintes dues à l'inébranlable bloc du Pacifique. Les montagnes se sont élevées le long des bords des boucliers géologiques par un processus analogue[2]), [31]).

Le bien fondé de cette vue a été démontré d'une manière frappante par les récentes recherches photométriques de JAN VAN DIGGELEN, d'Utrecht, qui trouve que le lichen spongieux et filamenteux «Claddonia rangifera» donne une courbe de réflection très proche de celle de la surface lunaire au cours de la lunaison. Ni la poussière, ni les cendres volcaniques ne fournissent une forme convenable; des plaques de métal avec des dépressions en capules échouent également.

Malgré tout, ce ne sont ni les mers, ni les chaînes de montagnes, mais les *cratères* de toutes formes et dimensions, jusqu'à la gigantesque plaine de BAILLY, de près de 300 km de large qui forment les plus étonnantes figures de la Lune.

Il y a naturellement deux théories pour expliquer

leur origine. Au lieu de fouiller leurs arguments consacrés par le temps, considérons d'abord un autre aspect du système Terre–Lune.

L'opinion des astronomes modernes est fondée sur le fait que la Lune n'est pas un propre satellite de la Terre, mais bien plutôt que le système Terre–Lune est *une planète double*[28]). L'orbite de la Lune reste toujours concave relativement au Soleil. La gravité solaire équilibre celle de la Terre à environ 272.000 km du centre de la Terre, mais la Lune contourne la Terre quelque 130.000 km plus loin[10]). Les orbites des vrais satellites ne s'écartent que très peu du plan équatorial de la planète tandis que l'orbite de la Lune n'a aucun respect pour l'équateur terrestre en formant un angle de 5° avec l'écliptique, celle-ci formant un angle de 23,5° avec le plan de l'équateur terrestre.

La seule chose qui soit réellement satellitique est la *rotation axiale* de la Lune, qui coïncide avec la période de rotation autour de la Terre. Dans une rotation ainsi liée, le satellite se comporte vis-à-vis de la planète comme s'il était attaché à une tige fixée au centre de l'hémisphère qu'il lui présente.

Ceci est le résultat de l'action des *forces de marées* de la planète massive sur son satellite de masse comparativement plus faible[22]). Par comparaison avec les autres satellites, la masse de la Lune est très grande vis-à-vis de celle de la Terre. Mais la Terre est néanmoins 81,25 fois plus massive, et, toutes choses égales, l'action de marée de la Terre est bien plus puissante que celle de la Lune. La rotation liée de la Lune, et le fait que, excepté un balancement de 6° autour de la position moyenne dû à l'excentricité de l'orbite, la Lune présente toujours le même hémisphère, réduisent les contraintes de la marée à une valeur minimum. Si on admet que la Lune est une planète capturée, il n'y aurait pas eu de rotation liée au début. Son orbite initiale aurait été très excentrique, comme, par exemple, celle de Néréide autour de Neptune. Avec une telle orbite, même dans le cas d'une rotation liée, le phénomène de libration ferait tourner la Lune d'un bon demi tour par rapport à la Terre, tandis que les forces de marées varieraient entre l'apogée et le périgée. Une rotation indépendante serait freinée plus fortement au périgée, contraignant l'astre à s'éloigner de la Terre. Les perturbations solaires auraient un effet analogue, de sorte que l'orbite évoluerait vers la forme circulaire.

La rotation indépendante serait détruite en un temps géologiquement court au prix de fortes contraintes dans le corps capturé[22]). Au périgée, le couple dû aux forces de marées tendrait littéralement à le découper en tranches. Tout se passerait comme si un grand renflement se déplaçait tout autour de l'astre de sorte que tout ce qui est liquide ou déformable monterait en surface périodiquement pour se retirer ensuite. De puissants tremblements fractureraient la surface rocheuse.

Les poussées vers le haut, aux périodes de marée haute, produiraient des fractures le long des méridiens unaires tandis que les poussées vers le bas au moment des marées basses, produiraient des fractures le long des parallèles[2]). Il y aurait aussi des fractures secondaires faisant un angle aigu avec les précédentes. Il en résulterait ainsi un réseau régulier de lignes de faiblesse tectonique, le long desquelles des mouvements de terrain auraient tendance à se produire par la suite. Même si le corps de la Lune avait été entièrement solide, de pareilles tensions auraient produit une fusion locale des roches et créé des réservoirs de magma souterrains. Compte tenu de la faible densité des roches de surface on doit envisager également l'existence de poches d'eau souterraines[10]).

Cependant, peu importe la nature de ce matériau souterrain facilement déformable (que ce soit du sel ou du sable), le résultat de ces poussées alternatives serait à peu près le même[2]). Il en naîtrait premièrement un dôme (et ceux-ci sont fréquents sur la Lune)[18]), [20]) entouré de fractures inclinées vers le centre de soulèvement. Si de telles fractures sont envahies par du magma, il en résulte des feuillets coniques. Le retrait du matériau déformable ferait s'effondrer le dôme en laissant une marque annulaire à sa place. Des retraits répétés produiraient des gradins ou des anneaux feuilletés, comme c'est le cas pour beaucoup de cratères lunaires. Comme le transfert du moment angulaire de rotation au mouvement orbital aurait pour effet de réduire régulièrement les contraintes de marées, les dômes et leurs anneaux seraient de plus en plus petits et, en fait, c'est une règle souffrant peu d'exceptions, que là ou un cratère lunaire en entame un autre, celui-ci est plus petit que le premier[19]), [37]).

L'effondrement d'un dôme est accompagné de fractures concentriques inclinées vers l'intérieur, qui, lorsqu'elles sont remplies de magma, se transforment en digues annulaires, l'exemple classique en étant fourni par Glen Coe en Ecosse. Dans chaque cas de fracture, si le magma atteint la surface il en résulte un anneau de décharge volcanique. Des exemples de structures analogues se trouvent en Islande et ailleurs, et sur la Lune de grandes montagnes sont souvent couronnées de petits cratères[13]), [32]).

Le fond d'une décharge volcanique s'élève en général bien au-dessus du sol environnant mais ce n'est pas nécessairement le cas si une caldeira (dépression circulaire) s'est produite par effondrement du cône volcanique lorsque le réservoire de magma se vide[38]). De telles caldeiras rappellent fortement les cratères lunaires. Celle de Norongoro dans le Tanganyika[14]) a 24 km de diamètre[11]). Des pics centraux avec cratère sont une figure fréquente de caldeira effondrée et aussi de cratères lunaires[21]), [37]).

Il a été relevé par HAROLD JEFFREYS[15]) que, sur la Lune, un courant d'eau montant à la surface serait vaporisé à basse température à cause de la faible densité de l'atmosphère lunaire et produirait une «éruption phréatique». Ainsi une activité volcanique pour-

rait très bien exister sur la Lune en l'absence de tout magma.

Le sel est facilement déformable par pression et se présente souvent comprimé en dôme (diapirs)[2]). Si par la suite le sel se retire ou est dissous, il en résultera un cratère.

Cette analyse s'adapte à la Lune comme un gant, mais le point le plus important est que le réseau de fractures provenant des forces de marées pour une Lune considérée comme une planète capturée existe réellement[4]), [6]), [7]).

O. MATOUSSEK a relevé un réseau de structure de ce type dans la région de *Mare Crisium* au cours des années 1920 et SPURR prête quelque attention aux lignes de fracture polaires[4]), [30]). Dans mon étude ces lignes ont été étendues à toute la surface de la Lune et il en est résulté une carte tectonique en voie de publication. Il y apparaît trois systèmes de lignes, qui diffèrent par leur âge et leur orientation, ce qui serait compatible avec l'hypothèse du déplacement de l'axe de rotation de la Lune résultant de son évolution de corps soumis à l'action des marées. Il semble alors qu'il y aurait eu trois époques distinctes, séparées par de longues périodes, où la Lune se serait approchée de la Terre et aurait eu une rotation indépendante[10]). La concentration des mers, révélée par Lunik III, sur l'hémisphère face à la Terre indiquerait qu'au dernier rapprochement, qui fut serré, la Lune avait déjà une rotation liée, mais suivait une orbite très excentrique.

Au moment d'un rapprochement serré, l'effet de marée de la Terre serait beaucoup plus marqué sur l'hémisphère tourné vers elle que sur l'autre, de sorte que les effondrements et les coulées de lave ou d'autre matériau, qui sont représentés par les «maria» arriveraient en premier lieu sur cette face. Ni l'hypothèse météorique, ni l'hypothèse plutonique ne peuvent expliquer de façon satisfaisante cette distribution particulière des mers.

Il n'y a pas moyen de dire quand ceci est arrivé, mais il est clair que le globe lunaire était complétement solidifié au moment de ces événements, de sorte que la Lune aurait été une planète indépendante pendant de longues périodes géologiques avant qu'elle soit capturée par la Terre.

Il n'est pas question de mettre en doute l'existence de *cratères météoriques* sur la Lune, puisqu'il y en a sur la Terre[1]), là où un processus d'érosion très rapide efface de telles formations, processus qui n'existe pas sur la Lune. Cependant, l'alignement général des cirques avec les lignes tectoniques, leurs effondrements bien développés et leur arrangement en schémas caractéristiques, circulaires et rectilignes, montrent que les cratères d'origine météorique sont des formations simplement accidentelles dans la véritable histoire de la Lune.

Des exemples d'*activité éruptive* ne manquent pas non plus. Même les partisans de l'hypothèse météorique admettent que les chaînes de petits cratères doivent être d'origine volcanique. N. A. KOSYREV a observé une éruption gazeuse provenant du pic central du cratère *Alphonse*, en novembre 1958, et en a fourni des enregistrements spectroscopiques, ce qui montre que des changements peuvent encore être en cours[16]).

Ceci pose la question de l'*érosion*. On a souvent dit qu'il n'y avait pas d'érosion sur la Lune, opinion qui ne trouve pas appui dans l'aspect de beaucoup de formations lunaires. Ainsi, les *Monts Altaï* sont nettement vieux comparés aux *Apennins*. Quelques structures annulaires sont de simples ruines. Il est vrai cependant que le mécanisme de l'érosion lunaire doit être très différent de celui de la Terre et relativement lent.

Les impacts météoriques, l'action volcanique et les tremblements du sol auront tendance à *détruire les formations les plus anciennes*. La dilatation thermique différentielle des matériaux formant les roches, comme par exemple le soufre, fera que les roches craqueront et se désagrègeront sous l'action des rapides variations de température, spécialement lors des éclipses de Lune, où la température de surface peut s'abaisser de 150° en une heure comme l'a observé PETTIT[26]). D'autres formes d'érosion thermique sont possibles, bien que l'absence d'humidité exclue l'exfoliation (BLACKWELDER)[2]), phénomène courant à la surface de la Terre. Le procédé signalé par T. GOLD peut aussi opérer. Mais je pense que le facteur d'érosion le plus important est l'absorption des gaz par les roches lunaires poreuses. Cette absorption s'accompagne de la dilatation du réseau moléculaire, et comme elle varie avec la température, il s'y produira de grandes tensions. Des métaux peuvent être réduits en poudre par ce procédé (GURWITSCH)[17]).

Maintenant, s'il y a érosion, volcanisme et action météorique, des débris et des déjections de toutes sortes doivent s'accumuler sur la Lune et, rassemblés ou cimentés, ils doivent former des *roches sédimentaires*. Les déjections volcaniques en particulier s'unissent très facilement. Les cendres volcaniques chaudes et fluides forment des dépôts compacts connus sous le nom de «ignimbrite» dont les laves Aso du Japon sont un exemple. Des formations similaires doivent apparaître sur la Lune et forment des «breccias» et des tufs volcaniques et météoriques. La poussière hypothétique de GOLD, aussi, se transformerait en pierre, avec le temps.

Si l'on pouvait examiner de tels sédiments, on arriverait à déterminer *l'âge* des diverses formations lunaires. On pourrait aussi employer la méthode radioactive. Pour le moment nous n'avons aucune échelle des temps. Il est d'usage de diviser les époques sélénologiques en trois tranches, antérieure, contemporaine et postérieure à la formation des mers, ou, pour suivre SPURR, Protérosélène, Mésosélène et Néosélène, noms aux grandes résonnances, mais pas très instructifs.

Quelques-unes des idées présentées ici, rapidement, sont, ou partiellement ou totalement nouvelles et doi-

vent attendre confirmation par les nouvelles informations apportées par l'étude intensive de la Lune, actuellement en progrès. Au moins ont-elles l'avantage de fournir une image cochérente.

Références:

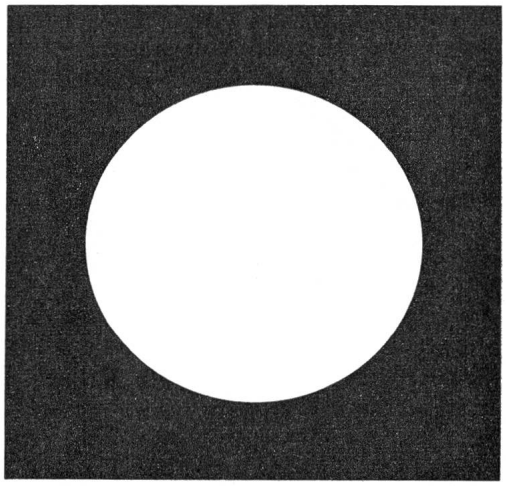
1. R. B. Baldwin, The Face of the Moon, Un. of Chicago Press, 1949.
2. L. U. de Sitter, Structural Geology, McGraw Hill, London, 1957.
3. Gilbert Fielder «A Study of the Valley System Radial to Mare Imbrium», J.B.B.A. 66 (1) 1955.
4. Gilbert Fielder «The Lunar Grid System», J.B.B.A. 67 (8/2), 1957.
5. V. A. Firsoff «Is the Moon covered with Dust?», J.B.A.A. 69 (4) 1959.
6. V. A. Firsoff «On the Tectonic Grids of the Moon», J.B.A.A. 67 (8/2) 1957.
7. V. A. Firsoff «On the Stucture and Origin of Lunar Surface Features», J.B.A.A. 66 (8) 1956.
8. V. A. Firsoff «The Observatory» 76 (894) pp. 194–6, 1965.
9. V. A. Firsoff «Some Comments on a recent Paper by Gilbert Fiedler», J.B.A.A. 66 (4) 1956.
10. V. A. Firsoff, Strange World of the Moon, Hutchinson, London 1959.
11. Director of Geological Survey of Tanganyika, Personal Communication 3rd June 1959.
12. T. Gold «The Lunar Surface», M.N.R.A.S. 115 (6) 1955.
13. Arthur Holmes, Principles of Physical Geology, Nelson, London 1944.
14. Fritz Jaeger, «Das Hochland der Riesenkrater und die umgebenden Hochländer Deutsch-Ostafrikas». Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten, Ergänzungsheft 4, Berlin 1911.
15. Sir Harold Jeffreys, The Earth, 3rd Edn., Cambridge Un. Press 1952.
16. N. A. Kozyrev, Sky and Telescope, 18 (4), pp. 184–6, 1959.
17. J. W. MacBain, The Sorption of Gases and Vapours by Solids, Routledge, London, 1932.
18. The Moon, The Lunar Section of B.A.A., 6 (2, 3), 1958. 7 (1) 1958. 8 (1) 1959. 8 (2, 3) 1960.
19. Patrick Moore «The Origin of Lunar Formations», Lecture to Manchester University, 25th January 1956.
20. Patrick Moore «Lunar Domes», Sky and Telescope 18 (2) 1958.
21. Patrick Moore «Problems of the Moon», The Advancement of Science, May 1960.
22. F. R. Moulton, Celestial Mechanics, Macmillan, New York, 1902.
23. J. L. Pawsey and R. N. Bracewell, Radio Astronomy, Oxford University Press, 1955.
24. E. Pettit and S. B. Nicholson, «Lunar Radiation and Temperatures», Ap. J. 71, 1930.
24. Edison Pettit, Ap. J. 81, 1935.
26. Edison Pettit, Ap. J. 91, 1940.
27. J. H. Piddington and H. C. Minnett «Microwave Radiation from the Moon», Australian Jrn. of Sci. Res, Series A, 2 (1) 1949.
28. J. G. Porter «The Sattelites of the Planets» J.B.A.A. 70 (1) 1960.
29. Sky and Telescope, 19 (2) p. 93, 1959.
30. J. E. Spurr, Geology applied to Selenology, Vols. I–IV, Science Press, Rumford Press, Business Press 1944–49.
31. G. W. Tyrrell, The Earth and its Mysteries, Bell, London, 1953.
32. G. W. Tyrrell, Volcanoes, Butterworth, London, 1931.
33. H. C. Urey «The Origin of the Moon's Surface Features», Sky and Telescope, 15 (3, 4) 1956.
34. H. C. Urey «The Origin and Nature of the Moon», Endeavour, 19 (74) 1960.
35. H. C. Urey, The Planets, Oxford University Press, 1952.
36. A. J. Wesselink «Heat Conductivity and Nature of the Lunar Surface Material» Bull. of the Astr. Inst. of Netherlands 10 (390) 1949.
37. H. P. Wilkins and Patrick Moore, The Moon, Faber, London, 1956.
38. Howel Williams «Calderas and their Origin», Bull. of the Dept. of Geol. Sciences. Un. of California Public. 25, 1940–41.
39. W. H. Wright «The Moon as photographed by Light of Different Colors», P.A.S.P., 41 (241) 1929.

Groupement planétaire de la Société Astronomique de Suisse

Tous les observateurs qui le désirent peuvent obtenir auprès des soussignés des feuilles de gabarits pour les dessins de *Jupiter*. (Voir reproduction ci-dessous).
Tutti gli osservatori che lo desiderano possono ricevere, dietro richiesta ai sottoscritti, i formulari per i disegni di *Giove*, comme alla riproduzione qui sotto.
Alle Beobachter können von den Unterzeichneten Formulare (siehe Reproduktion) für die Zeichnungen des Planeten *Jupiter* erhalten.

E. Antonini
Le Cèdre
1211 Conches-Genève

S. Cortesi
Specola Solare
6605 Locarno-Monti



No.
Date: Heure T.U.:
$\omega_1 =$ $\omega_2 =$ Im.: C:
Ouv.: Gr.: Filtres:
Remarques: Lieu:
Observateur: Instr.: