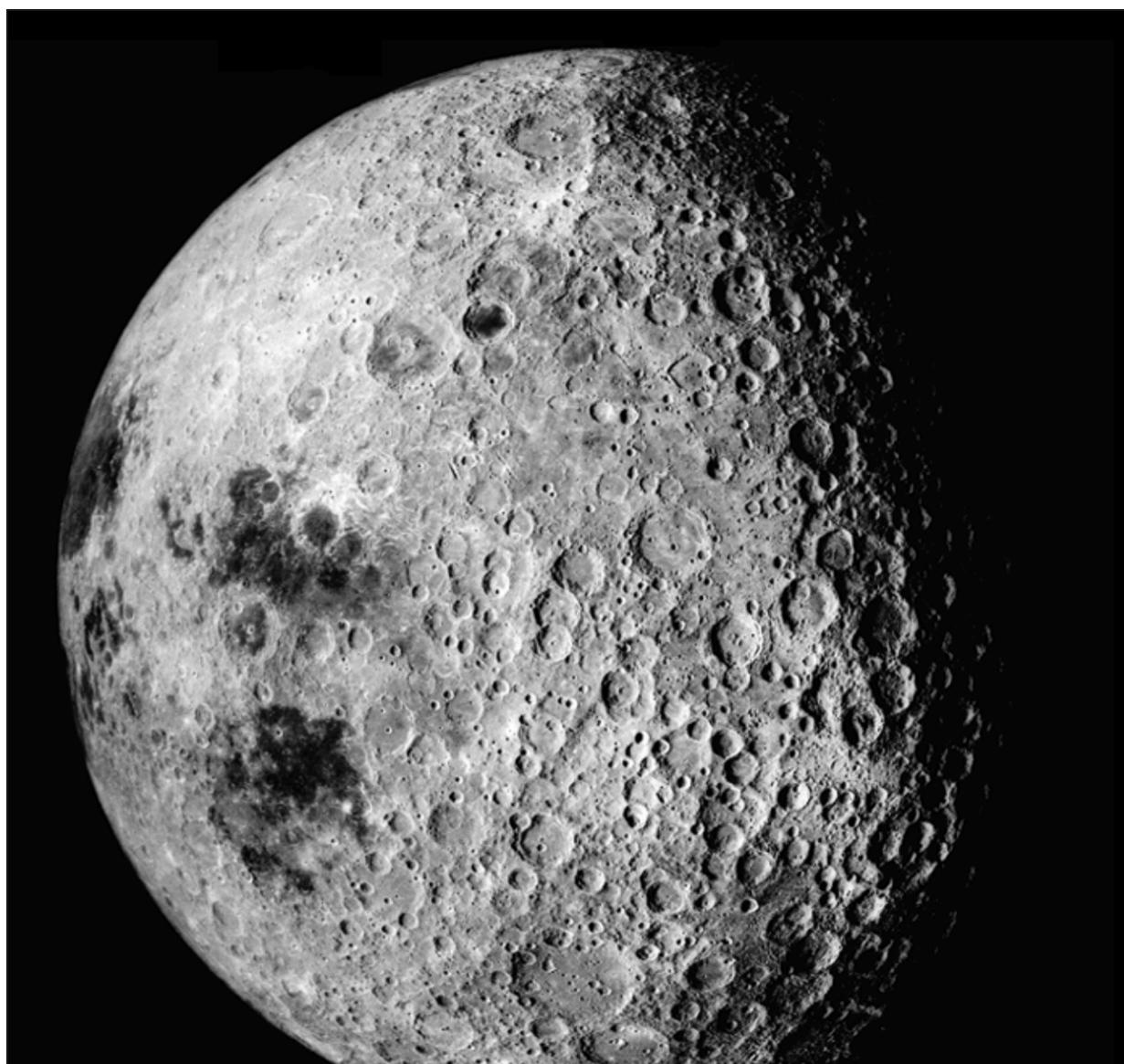


## Une clé pour comprendre l'asymétrie de la Lune

**On ne sait toujours pas pourquoi la face cachée de Lune est si différente de la face visible. Un groupe de planétologues propose une possible explication partielle dans *Science*. L'hypothèse exposée lie les forces de marée et la présence d'un océan de magma sur notre satellite, il y a plus de 4 milliards d'années.**

Du fait de la rotation synchrone de la Lune, notre satellite ne nous montre qu'une seule de ses faces. Enfin presque, car depuis les missions lunaires soviétiques Luna 3 (1959) et Zond 3 (1965), nous disposons d'images de cette face cachée. On a d'abord constaté qu'elle possédait un aspect très différent de la face visible, avec un taux de cratères plus important et bien moins de bassins basaltiques visibles, comme ceux des mers lunaires que l'on connaissait jusque-là. Se signale quand même le bassin pôle sud-Aitken qui est probablement le plus grand bassin d'impact du Système solaire, et de la Lune sans le moindre doute. La perplexité des chercheurs a augmenté quand les données altimétriques d'Apollo 15 ont montré que la topographie de la face cachée différait aussi de celle de la face visible par sa dénivellation : elle présente une altitude moyenne supérieure des hauts plateaux. Les données minéralogiques, ainsi que d'autres rapportées par les missions Apollo, allaient donner lieu à un premier modèle de l'intérieur de la Lune, dans lequel l'épaisseur de la croûte sur la face cachée était supérieure à celle sur la face visible. Ces mêmes données, jointes avec des simulations numériques, ont amené à considérer que notre satellite ne devait très probablement pas résulter d'une capture.

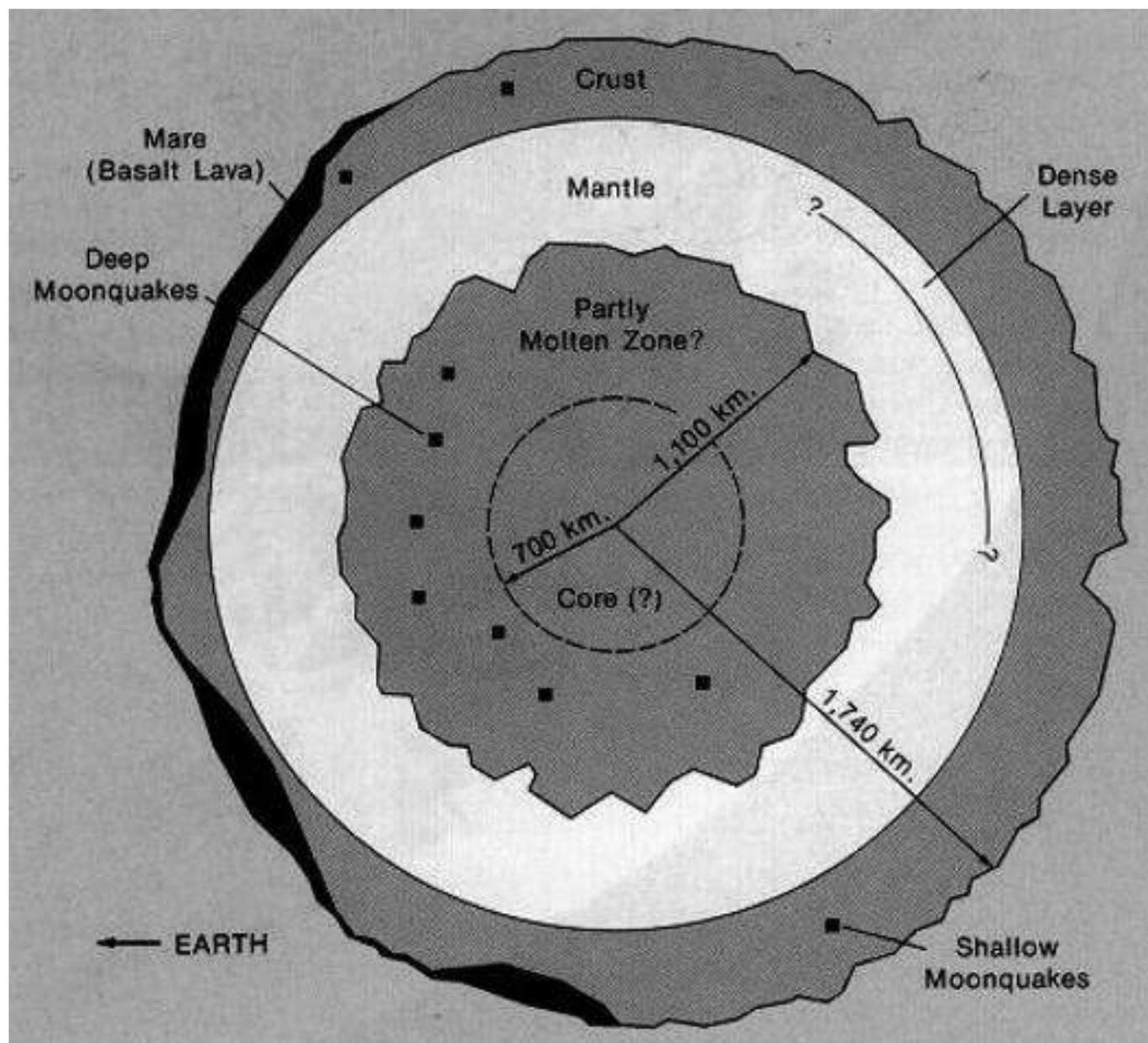


*Une vue de la face cachée de la Lune, prise lors de la mission Apollo 16. © Nasa*

## L'hypothèse d'un impact géant

Bien que le débat soit encore ouvert, tout semble en effet indiquer que la Lune résulte d'un impact produit il y a plus de 4,4 milliards d'années, entre la proto-Terre et un petit corps céleste de la taille de Mars, baptisé Théia. Cette hypothèse d'un impact géant à l'origine de la Lune a été proposée sérieusement une première fois par William K. Hartmann et Donald R. Davis, puis dans sa forme actuelle par Alfred G. W. Cameron et William Ward.

Cet impact géant aurait arraché de la matière à la Terre et, avec les restes vaporisés de Théia, dont le noyau ferreux se serait enfoncé vers l'intérieur de la Terre, ces débris se seraient accrétés pour former la proto-Lune. Sévèrement soumise à un bombardement météoritique intense et en liaison avec le processus d'accrétion lui-même de la proto-Lune, l'immense chaleur dégagée aurait conduit à un océan de magma liquide. Des silicates légers y auraient flotté, formant une première croûte qui se serait solidifiée.



*Un modèle possible de l'intérieur de la Lune. La croûte (crust) est visiblement plus épaisse et dépourvue de grands bassins basaltiques, comme ceux des mers lunaires (Mare, basalt lava en noir à gauche), sur la face cachée représentée ici à droite sur la coupe. La Terre (Earth) est à gauche. © Board of Regents of the University of Wisconsin System*

Pour deux chercheurs de l'université de Santa Cruz, Ian Garrick-Bethell et Francis Nimmo, et leur collègue Mark Wieczorek de l'institut de physique du globe à Paris, l'explication de l'asymétrie des faces

de la Lune doit être cherchée au niveau de l'influence thermique passée des forces de marée sur la jeune croûte lunaire flottant sur cet océan de magma. Comme indiqué dans un article de *Science*, c'est ce que suggèrent les mesures fournies par les sondes Kaguya et LRO, respectivement pour la gravimétrie et la topographie.

### **Chauffage par les forces de marée : les leçons d'Europe**

Au début de l'histoire de la Lune, le fait que la croûte flottait sur une couche du manteau formée d'un océan de magma liquide découplait d'une certaine manière l'influence des forces de marée sur ces deux structures. La situation ne devait pas être sans rappeler celle, actuelle, de la banquise d'Europe (le satellite de Jupiter). Les planétologues ont d'ailleurs transposé les calculs mathématiques effectués par Francis Nimmo sur le cas du satellite de Jupiter.

Il devait en résulter que des mouvements de contractions et d'étirements générés par les forces de marée terrestres dans la croûte lunaires ont chauffé préférentiellement certaines zones de la croûte. Dans les régions polaires, où les flexions et le chauffage étaient les plus grands, la croûte devient plus mince, tandis que la croûte la plus épaisse se serait formée dans les régions alignées avec la Terre.

La forme mathématique de ces régions est bien décrite et prédite par l'application des techniques standard d'analyse harmonique, qui font intervenir les fonctions de Legendre pour la gravimétrie. Elles ont été appliquées pour expliquer les variations de l'épaisseur de la banquise d'Europe.

Mais ici, même si on comprend maintenant la structure de la croûte sur la face cachée, on ne sait toujours pas pourquoi le même processus ne s'est pas logiquement produit sur la face visible. Sur Terre, le renflement des marées est bel et bien de part et d'autre de notre Globe.

### **Une énigme persistante**

Clairement, d'autres processus en relation avec l'évolution thermique et volcanique de la Lune sont intervenus pour expliquer cette différence. Ils restent inconnus mais il semble que l'on dispose maintenant d'un élément de plus pour élucider l'énigme de la face cachée de la Lune.

En effet, jusqu'à présent, aucune description analytique expliquant la structure de la face cachée de la Lune n'existait, ce qui ne permettait pas de poser des contraintes aux modèles proposés pour expliquer l'asymétrie (comme un état convectif asymétrique dans l'océan de magma). Il se pourrait aussi que les impacts à l'origine des mers lunaires aient été à l'origine d'une activité volcanique effaçant le renflement de croûte auquel on doit s'attendre sur la face visible, d'après le modèle proposé par les chercheurs.