



Ces quatre échantillons ont été prélevés lors des missions *Apollo 15* (près du Mont Hadley dans les Monts Apennins au sud-ouest de la mer des Pluies), *Apollo 16* (sur un haut plateau lunaire région du cratère Descartes) et *Apollo 17* (dans la vallée Taurus-Littrow, dans une région de hauts plateaux lunaires). Ces trois missions ont été les dernières au cours desquelles des astronautes ont foulé le sol de la Lune.

d'autres satellites planétaires. Certains pensaient que la Terre avait capturé un corps passant à proximité; d'autres, que la jeune Terre tournait si vite qu'une sorte d'énorme «goutte de roche» s'en serait détachée; d'autres encore, que la Terre et la Lune se seraient formées simultanément et en même temps que toutes les planètes du Système solaire à partir du «disque protoplanétaire» originel. Les missions *Apollo* nous ont fait basculer vers de nouvelles conceptions.

LE MODÈLE D'IMPACT GÉANT ET SES FONDEMENTS

Aujourd'hui, la théorie de l'origine de la Lune la mieux acceptée est celle de sa formation à la suite d'un impact géant. Dans cette conception fondée sur les indices recueillis lors du programme *Apollo*, un corps de la taille de Mars, nommé Théia, aurait percuté la Terre il y a quelque 4,5 milliards d'années. Le choc l'aurait fragmenté et aurait éjecté dans l'espace une partie de la croûte et du manteau terrestre (on nomme ainsi les quelque 3600 kilomètres sous la croûte). Les matériaux éjectés se seraient ensuite agglomérés aux restes de Théia, avant de se refroidir pour former notre satellite.

Ce modèle se nourrit de plusieurs faits constatés sur les échantillons lunaires d'*Apollo* ou pendant les expériences de surface réalisées pendant les missions. Passons en revue les principaux d'entre eux.

PEU DE FER. La Lune contient étonnamment peu de fer. Les expériences de géophysique de surface menées durant les missions *Apollo* ont montré que, par rapport aux planètes

telluriques (Mars, la Terre et Vénus, soit les planètes de roches et de métaux), le noyau de la Lune ne représente qu'une petite partie de son volume: son rayon n'est que de l'ordre de 25% seulement de son rayon total (sur la Terre et Mars, de l'ordre de 50%). Ce manque relatif de fer suggère que lors du grand impact, la Terre avait déjà constitué son propre noyau de fer, de sorte qu'il n'est resté que peu de ce métal lorsque la Lune s'est formée.

FORTE SÉCHERESSE. Les échantillons lunaires rapportés par *Apollo* sont extrêmement secs et presque totalement dénués de molécules s'évaporant facilement comme l'eau, le dioxyde de carbone, l'azote ou encore l'hydrogène. Les planétologues expliquent ce fait en avançant que l'énorme quantité d'énergie et de chaleur libérée par l'impact géant aurait chassé les composés volatils des fragments de la proto-Lune.

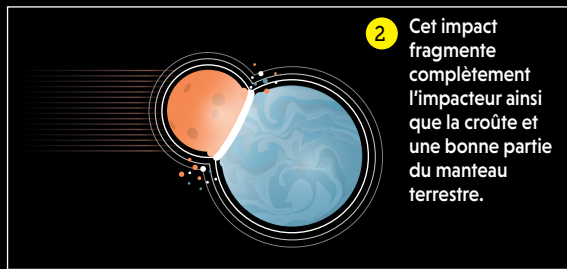
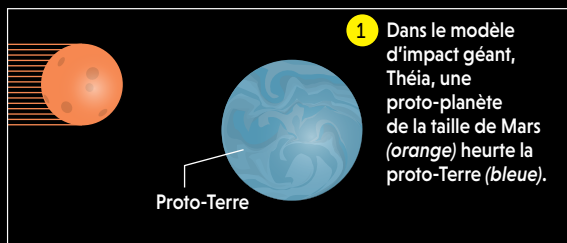
UN OCÉAN DE MAGMA. L'une des idées les plus fortes provenant des échantillons lunaires est l'idée qu'il y avait un océan de magma sur la Lune à ses débuts. Des échantillons d'*Apollo 11* montrent que les hautes terres lunaires (les régions visibles de couleur claire qui se distinguent nettement des basses terres sombres constituant les «mers» lunaires) contiennent de fortes concentrations de plagioclase, c'est-à-dire du constituant majeur des roches magmatiques. La texture des roches des hautes terres suggère qu'elles se sont formées à partir d'un grand volume de roche en fusion: lors de son refroidissement, les cristaux de plagioclase, relativement légers, ont migré vers le haut par flottaison. Comme on avait trouvé en d'autres endroits des roches similaires au cours de missions robotisées antérieures et que les hautes terres lunaires sont très étendues, la couche de magma a dû couvrir la plus grande partie ou la totalité de la Lune. Dès 1970, quelque six mois seulement >

DEUX MODÈLES DE FORMATION DE LA LUNE

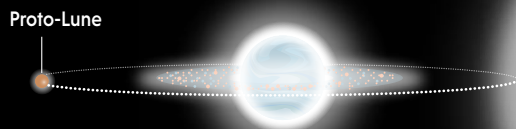
La Lune se serait formée il y a environ 4,5 milliards d'années à la suite d'une collision entre la proto-Terre et une autre protoplanète de la taille de Mars, nommée Théia. L'impact aurait éjecté de la matière de la Terre, qui se serait mélangée avec celle de Théia afin de former la Lune. Toutefois, certaines des propriétés de la Lune, par exemple son extrême pauvreté en éléments volatils en comparaison avec la Terre, s'expliqueraient mieux en supposant la formation d'une synestia, c'est-à-dire d'un nuage annulaire transitoire de débris entourant les noyaux terrestre et lunaire, puis conduisant après un certain tri à l'accrétion de la Terre et de la Lune. Ces deux conceptions dominantes actuellement en planétologie sont détaillées ici.

LE MODÈLE CANONIQUE : CELUI DE L'IMPACT GÉANT

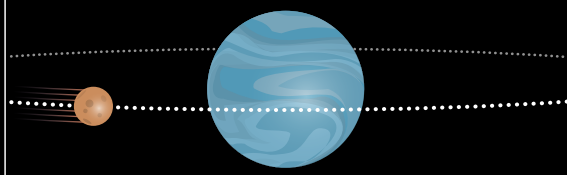
Le modèle de l'impact géant rend compte de nombreuses caractéristiques de la Lune, telles l'existence passée d'un océan magmatique ou son noyau de fer de petite taille.



- 3 L'impacteur cède à la Terre une grande partie du fer de son noyau, laissant derrière lui un disque constitué par les débris de son manteau.

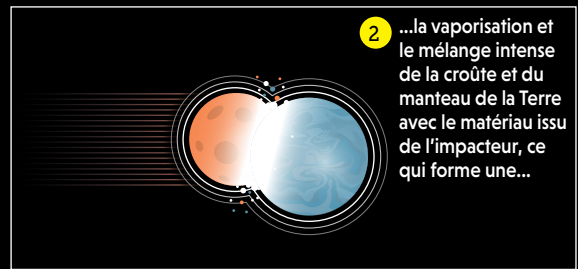
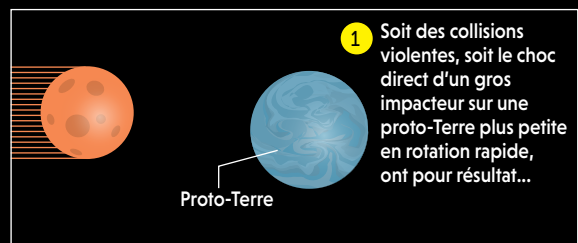


- 4 La Lune se forme ensuite très vite à partir de ce disque – peut-être en un siècle à peine –, sous la forme d'un océan de magma entourant un petit noyau de fer.

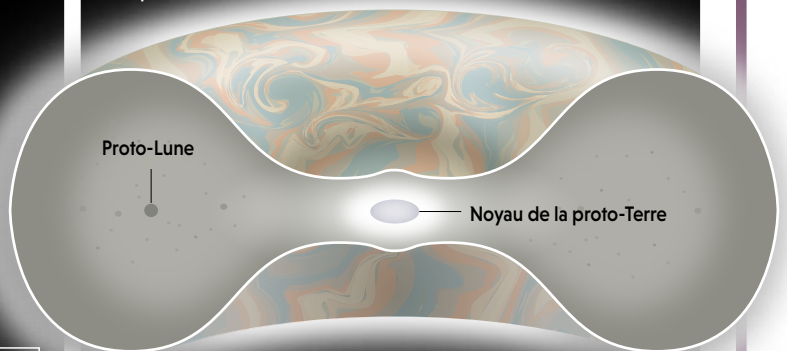


VARIANTE DU MODÈLE CANONIQUE AVEC SYNESTIA

Cette variante du modèle d'impact géant, dans laquelle la Lune se forme, puis mûrit à hautes température et pression, explique mieux certains faits, comme les compositions isotopiques identiques de la Terre et de la Lune ou la rareté des composés volatils sur notre satellite.



- 3 ...synestia, c'est-à-dire un nuage torique de vapeur et de fragments de roche dans lequel la Lune s'accrète et mûrit en quelques décennies. La plupart des éléments volatils restent dans la vapeur, puis tombent sur Terre au fur et à mesure du refroidissement.



- 4 Le mélange intime des matières provenant des deux corps dans la synestia expliquerait les compositions isotopiques identiques de la Terre et de la Lune.

