



Des isotopes pour expliquer la formation de la Lune

Au début des années 1970, trois théories se disputaient l'explication de la formation de notre satellite.

- Selon la première, la Lune, formée dans une autre région du système solaire, aurait été prise dans les filets de la gravité terrestre alors qu'elle passait à proximité.
- Selon une seconde hypothèse, la Terre et la Lune seraient tout simplement deux sœurs formées de la même façon, par agrégation de roches primitives qui tournoyaient autour du Soleil.
- Une troisième théorie décrit la Lune comme un morceau de Terre. La planète, juste après sa formation, aurait tourné tellement vite sur elle-même qu'une partie de son manteau se serait détachée sous l'effet centrifuge et aurait formé la Lune.

Pour trancher, les chercheurs comptent extirper le maximum d'information des roches tout juste ramenées par les astronautes.

- Une naissance identique à celle de la terre, ou bien une Lune formée à partir du manteau terrestre ? Très vite, les résultats surprennent les chercheurs. Car, de toute évidence, les compositions de la Terre et de la Lune sont différentes : la Lune est très sèche. Sur Terre, certains minerais composant les roches contiennent de l'eau. Or, la Lune en est curieusement dépourvue. Notre satellite est également pauvre en éléments volatils (qui s'évaporent à des températures relativement faibles), comme le potassium et le sodium, deux corps qui abondent sur Terre. Par ailleurs, la Lune est plus riche en éléments réfractaires, qui résistent aux hautes températures, comme l'aluminium et le calcium.
- La capture d'une Lune toute faite ? Rare point commun entre les roches de la Terre et de la Lune, c'est que les deux astres présentent les mêmes isotopes de l'oxygène, et dans des proportions identiques. Pour les géochimistes, cela signifie qu'ils se sont formés dans la même région du système solaire.

Au milieu des années 1980, une autre théorie, énoncée en toute discrétion dix ans plus tôt, offre aux chercheurs une occasion de sortir de l'impasse. La Lune se serait formée à partir des débris surchauffés d'un débris qui aurait heurté la Terre. Voilà qui expliquerait pourquoi l'eau a quitté les minerais lunaires : elle se serait évaporée ! De même, l'abondance de matériaux réfractaires et la rareté des composés volatils correspondraient bien à un chauffage intense.

Pour confirmer cette théorie, des géochimistes vont chercher en décembre 2002 deux isotopes du fer (le fer-54 et le fer-57) dans les roches lunaires, terrestres et sur Vesta, un astéroïde situé entre Mars et Jupiter. Tout d'abord, ces isotopes ont une longue histoire. Forgés au cœur des étoiles, avant même la création de notre Soleil, ils ont été régulièrement dispersés dans l'univers lorsque ces étoiles ont explosé. Le système solaire en formation en a été saupoudré. Planètes et satellites doivent en avoir gardé la trace.

Ensuite, ils sont lourds et volatils. Pour qu'ils s'évaporent, il faut que la roche soit chauffée longtemps à plus de 2 000 °C.

Les mesures indiquent que sur Vesta et Mars, ^{54}Fe et ^{57}Fe sont bien présents, dans les mêmes proportions. En revanche, sur Terre, le ^{54}Fe est en plus faible quantité que le ^{57}Fe . Et sur la Lune, il est plus rare encore ! Conclusion : la Terre et la Lune ont connu un « coup de chaud » qui les a appauvries en ^{54}Fe , l'isotope qui s'évapore le plus facilement. Un coup de chaud qui s'expliquerait très bien par une collision gigantesque.

On estime qu'elle aurait été 100 000 millions de fois plus violente que la chute de l'astéroïde d'une dizaine de kilomètres de diamètre qui a suffi à faire disparaître les dinosaures, il y a 65 millions d'années.



Les isotopes du carbone à la rescousse des biologistes

Dans les roches carbonatées, il existe deux types de carbone : le 13 et le 12, le premier étant plus lourd que le second. Lorsque la roche se forme, elle puise son carbone dans l'eau de mer, ce qui explique que la proportion de ces deux carbones y soit la même que dans l'océan. En étudiant leurs concentrations dans les roches entre 750 et 740 millions d'années, les géologues ont constaté que la proportion de carbone 13 par rapport au carbone 12 diminuait brutalement à mesure que l'on s'approchait de l'épisode de glaciation, pour ne plus représenter que 1%. Passés 740 millions d'années, le carbone 13 augmentait de nouveau. Une bizarrerie qui traduirait la raréfaction de la vie dans les océans, et voici pourquoi :

1. le carbone de l'eau provient des rejets de CO_2 des volcans qui contient invariablement 1% de carbone 13 et 99 % de carbone 12. Mais, dans l'eau, la proportion de carbone 13 augmente, car les micro-organismes marins (bactéries) consomment davantage de carbone 12 que de carbone 13.
2. Avec la glaciation totale de la planète, la majorité des micro-organismes meurent. Le carbone 12 n'a donc plus de « prédateurs ». Il augmente de nouveau et la proportion de carbone 13 chute jusqu'à se rapprocher de 1%, le même pourcentage que l'on trouve dans le CO_2 craché par les volcans.
3. Quand l'enveloppe de glace qui recouvrait les océans cède, la vie sous-marine reprend. Le carbone 12 est consommé de plus en plus, à mesure que les micro-organismes se développent. La proportion de carbone 13 augmente et retrouve lentement son niveau d'avant la glaciation.