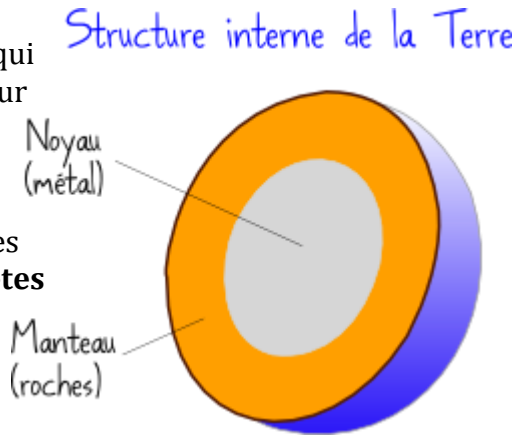
Origine de la Lune

Une nouvelle théorie expliquant la formation de la Lune a émergé avec la publication, lundi 9 janvier 2017, d'une étude dans la revue scientifique *Nature Geoscience (en anglais)*. Retour sur toutes les hypothèses qui ont été avancées pour expliquer la naissance du satellite naturel de la Terre, il y a 4,5 milliards d'années.

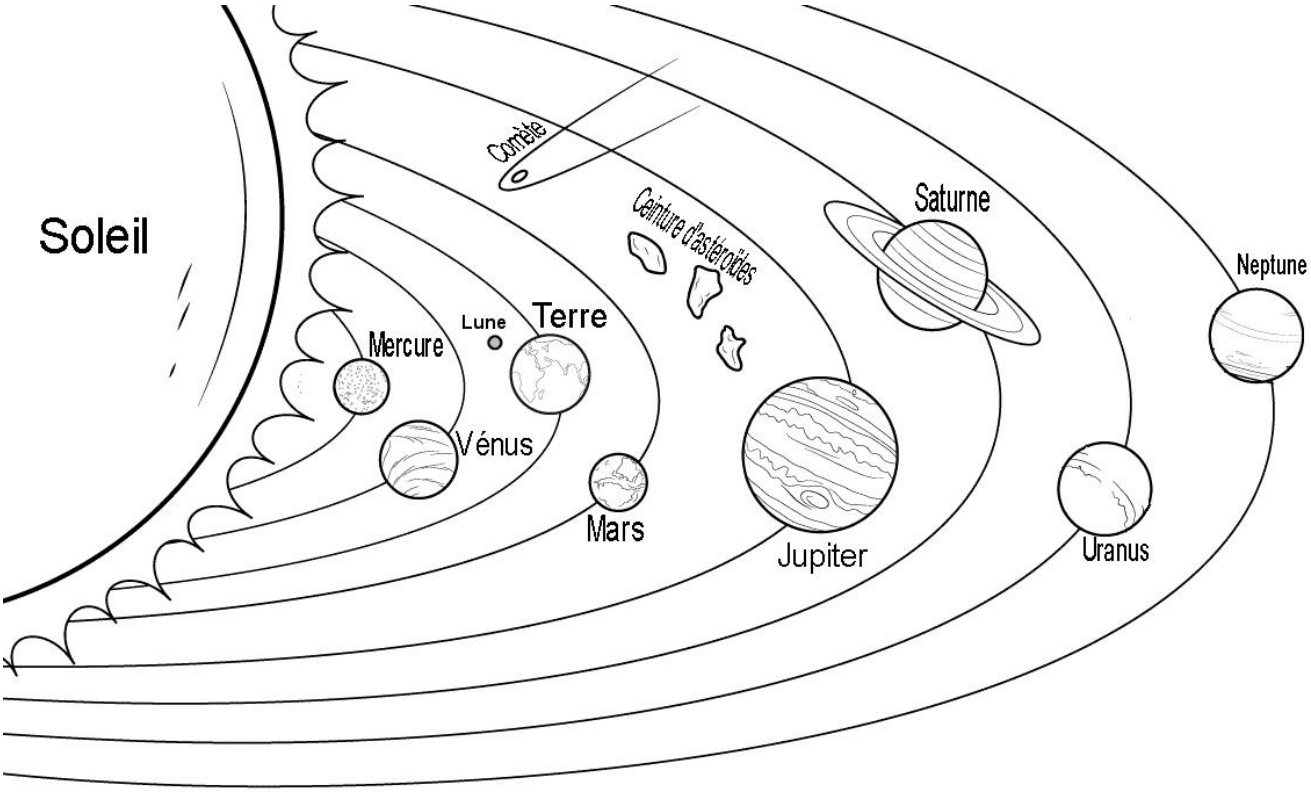
1. La formation du Système Solaire

Avant d'en venir à la Lune proprement dite, voyons un peu ce que l'on sait de l'origine du système solaire. Si l'Univers semble avoir environ 13.7 milliards d'années, **la formation du système solaire date d'il y a « seulement » 4.6 milliards d'années**. Au départ, il s'agissait d'un gigantesque nuage de gaz qui s'effondre sur lui-même sous l'effet de l'attraction gravitationnelle. La quasi-totalité de la matière s'accumule au centre du nuage et quand la pression et la température y deviennent suffisantes, des réactions nucléaires s'allument : notre Soleil est né !



Dans le même temps, les quelques poussières de matière qui n'ont pas été capturées au centre se mettent à tourner autour du Soleil, puis à s'agréger les unes aux autres jusqu'à former les planètes : c'est **le phénomène de l'accrétion.** Les planètes ainsi créées se divisent en deux types : les **planètes externes sont gazeuses**, c'est-à-dire constituées surtout d'hydrogène et d'hélium, alors que **les planètes internes dites telluriques** (Mercure, Vénus, la Terre et Mars) : leur cœur est un noyau composé de métal, et leur enveloppe est un manteau de roches silicates (du caillou, quoi !).

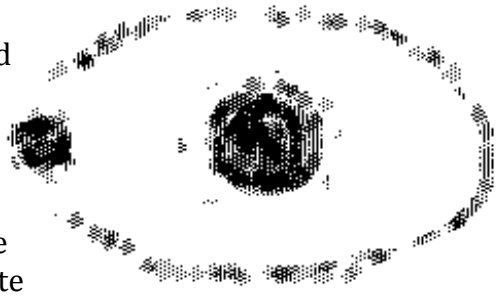
Pour la Terre le noyau métallique possède un rayon d'environ la moitié du rayon total.



2. Le premier problème scientifique

Le premier problème scientifique que les Grecs se sont posé à propos de la **Lune** était de savoir **si elle était de terre ou de feu**, ce qui était peut-être déjà une manière de la situer, au moins par sa matière, entre la terre et le soleil. De ce choix dépendait toute la théorie de la lumière lunaire. Si la lune était de terre, cette lumière provenait du soleil, comme celle de la terre. Si la lune était de feu, elle avait une lumière propre.

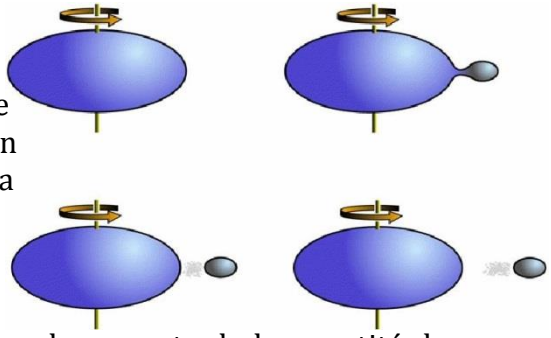
3. La théorie de la co-accrétion



Quelle est l'hypothèse ? L'astronome français Édouard Roche **est le premier, en 1873**, à avoir développé une théorie scientifique pour tenter d'expliquer la formation de la Lune. Cette théorie de co-accrétion suggère que la Terre et la Lune auraient été formées simultanément, à partir des mêmes matériaux. Une masse importante de débris se seraient agglomérés pour former la protoplanète Terre et une masse plus petite d'objets aurait formé la Lune.

L'hypothèse se vérifie-t-elle ? Cette théorie laisse des zones d'ombre : elle est notamment incapable d'expliquer pourquoi la rotation de la Lune autour de la Terre ne se fait pas au niveau du plan équatorial. D'autre part, elle est contredite par les compositions de la Terre et de son satellite, qui devraient être à peu près identiques. Or, *"il y a beaucoup moins de fer sur la Lune que sur la Terre"*, explique Renaud Deguen, chercheur au Laboratoire de géologie de Lyon.

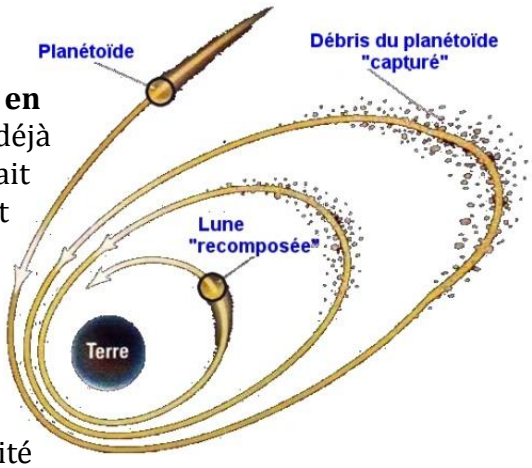
4. La théorie de la fission



Quelle est l'hypothèse ? En 1878, l'astronome George Howard Darwin, qui propose la théorie de la fission. Selon lui, la Lune se serait détachée de la Terre à cause de la rapidité à laquelle notre planète tournait sur elle-même. Pour Darwin, l'océan Pacifique serait *"la cicatrice"* de cette fission.

L'hypothèse se vérifie-t-elle ? Cette théorie permet de rendre compte de la quantité de fer moindre sur la Lune : les roches du manteau de la Terre qui se seraient détachées sont en effet appauvries en fer. Tout comme la co-accrétion, cette théorie n'explique pas l'inclinaison de 5 degrés par rapport à l'équateur du plan de rotation de la Lune. D'autre part, il est improbable que la Terre n'ait jamais tourné assez rapidement pour provoquer un détachement d'une partie de son manteau.

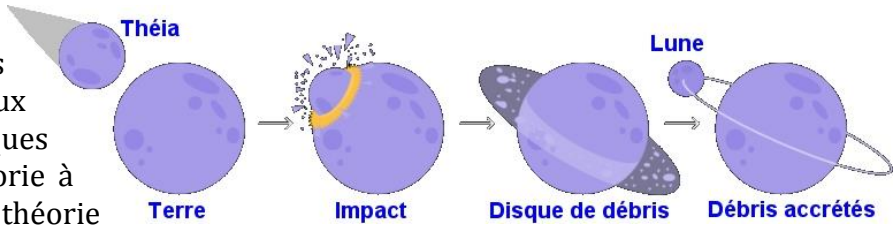
5. La théorie de la capture



Quelle est l'hypothèse ? Selon cette théorie développée **en 1910** par Thomas Jefferson Jackson-See, un planétoïde déjà formé serait passé à proximité de la Terre et se serait fait capturer dans son champ gravitationnel. En franchissant la limite de Roche (la distance théorique en dessous de laquelle un satellite se disloque), le planétoïde se serait peut-être désintégré et ses débris se seraient ré-agglomérés pour former la Lune.

L'hypothèse se vérifie-t-elle ? Une première interrogation soulevée par cette hypothèse est la capacité de la Terre à *"capturer"* un corps aussi massif que la Lune dans son champ gravitationnel, de sorte que celui-ci ait une orbite stable. D'autre part, cette théorie peine elle aussi à expliquer le peu de fer présent dans la Lune.

6. La théorie d'un impact géant



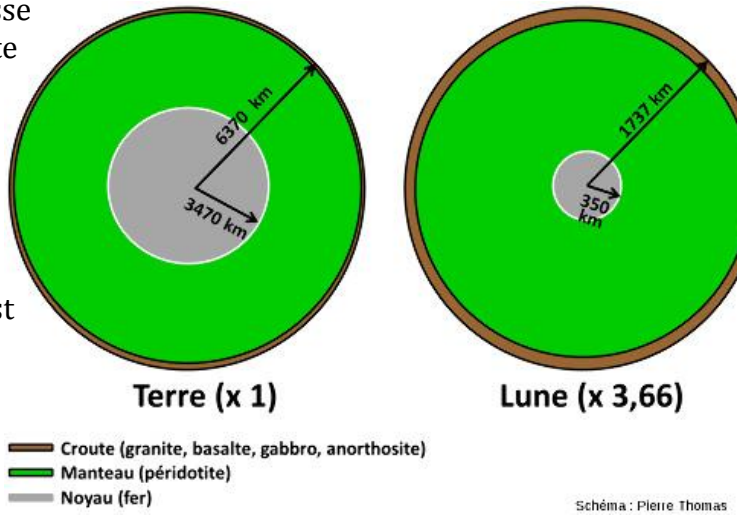
Quelle est l'hypothèse ? Face aux limites des trois théories précédentes, deux équipes de scientifiques proposent une nouvelle théorie à **la fin des années 1970**. Une théorie selon laquelle une planète à peu près de la taille de Mars (Théia) serait entrée en collision avec la Terre. Tandis qu'elle aurait été réduite en débris, elle aurait arraché de gros fragments du manteau terrestre. Portés à très haute température par le choc, les débris se seraient accrétés pour former la Lune.

L'hypothèse se vérifie-t-elle ? Cette théorie permet d'expliquer les différentes proportions de fer observées dans la composition de la Lune et de la Terre, puisque l'impact aurait uniquement arraché des roches mantelliques, pauvres en fer. Elle apporte aussi des réponses sur une autre particularité du système Terre-Lune, qu'aucune théorie précédente n'avait pu justifier : leurs vitesses de rotation. *"La Terre et la Lune tournent sur elles-mêmes très rapidement par rapport aux autres planètes telluriques"*, remarque Renaud Deguen.
Mais cette théorie n'en reste pas moins imparfaite. *"Pour avoir le bon taux de rotation Terre-Lune, il faut que l'impacteur arrive de manière tangentielle à la Terre et dans ces conditions, une grosse proportion du matériel de l'impacteur reste en orbite"*, note le chercheur lyonnais. Seulement voilà, il n'est pas possible de penser qu'une part importante de la planète venue percuter la Terre se soit agglomérée avec des débris terrestres pour former la Lune. Il existe en effet trop de similitudes dans la composition des constituants des roches terrestres et lunaires. La communauté scientifique a du mal à croire à une coïncidence.

7. Données apportées les missions Apollo.

L'étude sismique de la lune a confirmé la très petite taille du noyau lunaire.

- La croûte lunaire est plus épaisse (60 à 100 km) que la croûte terrestre (6 à 35 km).
- Le noyau de la Lune est beaucoup plus petit (20% du rayon, 0,8% du volume) que celui de la Terre (54% du rayon, 15% du volume).
- Par rapport à la Terre, la Lune est très appauvrie en fer.
- La datation des échantillons lunaires les plus âgés laisse penser que la Lune est légèrement plus jeune que la Terre, mais de quelques dizaines de millions d'années seulement.

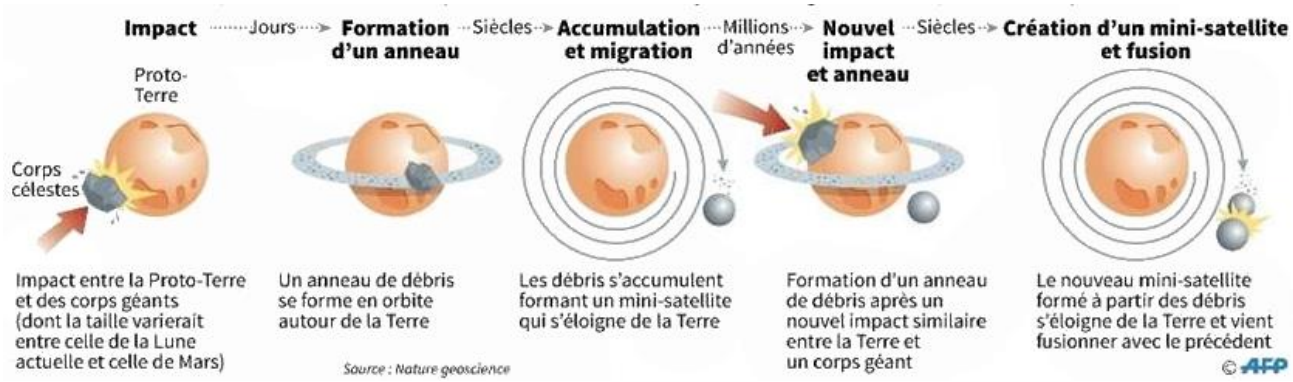


- L'analyse des échantillons lunaires, en particulier des isotopes de l'oxygène et du titane, montre que la Lune et la Terre sont étrangement similaires, alors que d'autres corps venant de Mars, ou de la majorité des météorites sont isotopiquement différents.

8. La théorie des impacts multiples

Quelle est l'hypothèse ? Dans l'étude publiée par la revue *Nature Geoscience* le **09 janvier 2017**, une équipe de chercheurs israéliens suppose que la Lune a été formée non pas à partir d'une collision géante, mais d'une succession de plus petits impacts, qui auraient chacun donné naissance à des mini-lunes. Celles-ci auraient ensuite fusionné pour former notre Lune actuelle. Et selon ce scénario, la Lune serait principalement composée par des éléments terrestres.

L'hypothèse se vérifie-t-elle ? *"Au début du système solaire, les collisions étaient très courantes, il est donc plus naturel que plusieurs impacteurs assez communs soient à l'origine de la Lune plutôt qu'un seul"*, estime Raluca Rufu, l'une des auteurs de cette étude.



Si l'origine de notre satellite est encore sujette à débat, les tâtonnements et interprétations scientifiques nous rapprochent, à force de logique, des conditions de son apparition. **@ Document basé sur l'article de Louise Hemmerlé France info publié le 15/01/2017**

9. Caractéristiques de la Lune :

La Lune est le seul satellite naturel de la Terre

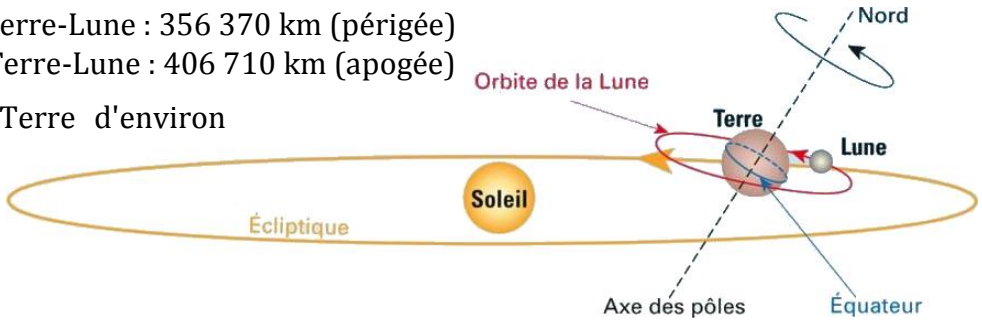
- diamètre 3476 km (3/11 du diamètre de la Terre)
- masse 7,35 x 1022 kg (1/81 masse terrestre)
- volume 22 x 109 km3 soit 1/50 volume terrestre

Son **orbite** autour de la Terre est **elliptique**

- distance moyenne Terre-Lune : 384 402 km
- distance minimale Terre-Lune : 356 370 km (périgée)
- distance maximale Terre-Lune : 406 710 km (apogée)

La Lune s'éloigne de la Terre d'environ 4 cm par an

Le **plan de l'orbite** fait un angle de 5° 08' 43" avec le plan de l'écliptique



- Période de révolution sur elle-même : 27 j 07 h 43 min soit 27,322 j
- période de révolution autour de la Terre (lunaison) : 29 j 12 h 44 min soit 29,531 j

La **température** de surface varie de +130 °C à - 175 °C au milieu de la face dans l'ombre.

La Lune ne possède pas d'**atmosphère** (pression < 10-13 atm) et le **champ magnétique** superficiel est très faible.

L'accélération de la **pesanteur** est de 1,62 m.s-2 ~ 1/6 de celle de la Terre

L'**albédo** de la Lune est très faible : 0,073 (7,3 % de la lumière solaire est réfléchie par la Lune, elle se comporte comme un corps très sombre).