

Philippe Boeuf



# La Lune

La comprendre et l'expliquer



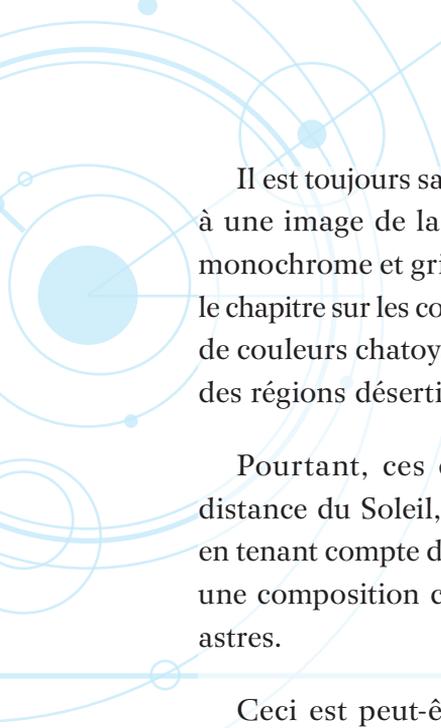


# Pourquoi la Terre et la Lune sont-elles si différentes ?

▲ Lune, crédit Phillippe Boeuf

◀ Terre, crédit NASA





Il est toujours saisissant de passer brutalement d'une image de la Lune à une image de la Terre, vues depuis l'espace. Autant la Lune paraît monochrome et grisâtre (même si ce n'est pas tout à fait la réalité, voyez le chapitre sur les couleurs de la Lune), et autant la Terre présente un festival de couleurs chatoyantes où dominant le bleu profond des océans, l'ocre des régions désertiques et le vert mousse des étendues forestières.

Pourtant, ces deux planètes se situent toutes deux à la même distance du Soleil, à 0,3 % près si l'on veut être tristement pointilleux en tenant compte du rayon de l'orbite de la Lune. On peut donc imaginer une composition chimique initiale relativement proche pour ces deux astres.

Ceci est peut-être à nuancer si on prend en compte l'hypothèse la plus crédible concernant la formation de la Lune: elle proviendrait d'une collision initiale entre la proto-Terre et une autre proto-planète, de taille martienne. Les débris de la collision, éjectés autour de la future Terre se seraient ré-agrégés pour donner naissance à la Lune. Ce cataclysme primordial aurait eu lieu au tout début de l'histoire de la formation de la Terre. En tous les cas, il conduit à un mélange certain des matériaux initiaux des deux planètes, et donc à des compositions initiales proches.

Donc résumons: mêmes ingrédients et mêmes distances au Soleil, pourtant des aspects actuels fort différents... La raison essentielle? Une différence de masse. La Lune est 81 fois plus légère que la Terre. Quelles conséquences? il y en a deux importantes:

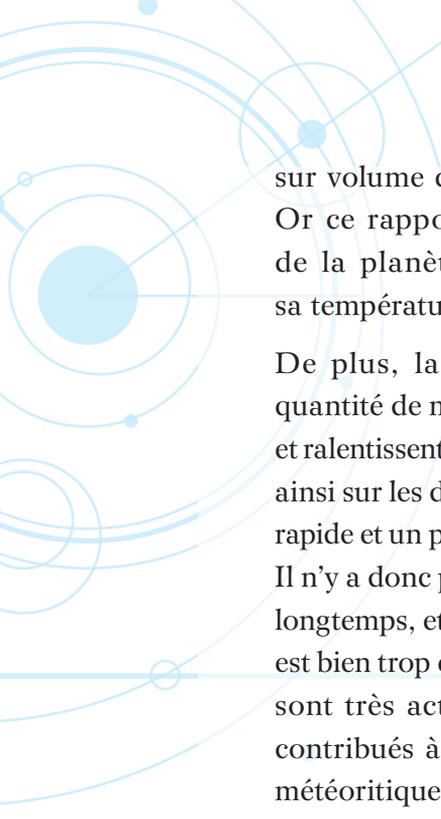
1. Le champ de gravité lunaire est plus faible que celui de la Terre. Or, on sait que si on lance une balle en l'air, elle retombe à tous les coups, mais monte plus haut si on la lance plus vite. Il existe donc une vitesse de lancement vertical qui permet à un objet lancé depuis la planète de s'en évader sans y revenir jamais, sa vitesse ne sera nulle qu'à l'infini:

c'est la vitesse de libération. Elle vaut 11,2 km/s sur Terre et 2,4 km/s depuis la surface de la Lune. Il est donc bien plus facile de s'évader de la Lune que de la Terre. On comprend alors que l'atmosphère de la Lune ait disparu depuis belle lurette : les molécules la constituant sont agitées de grandes vitesses qui peuvent atteindre celle de libération. Cela conduit, sur le long terme à une « fuite » atmosphérique. Le vent solaire contribue aussi à l'évasion de l'atmosphère, il est constitué de particules chargées émises par le Soleil à grandes vitesses. Celles-ci peuvent alors ioniser les molécules de l'atmosphère de haute altitude et les chasser hors de la planète.

Ainsi, si l'atmosphère est plus épaisse, il y aura une plus forte pression, plus de chance d'avoir de l'eau liquide et donc plus d'érosion. Alors que les impacts de météorites sont préservés sur la Lune pendant des milliards d'années, ceux créés sur Terre ont été pour la plupart effacés depuis longtemps. C'est surtout à cause de cette absence d'érosion qu'il est si difficile de parcourir 100 m sur la Lune sans tomber dans un cratère, alors que sur Terre ils sont plutôt rares, l'érosion a joué son petit effet.

On pense souvent à tort que c'est l'atmosphère de la Terre qui nous protège des météorites. C'est vrai pour les plus petites d'entre elles, celles de moins de 1 kg qui sont en effet détruites par l'érosion aérodynamique. Mais n'oubliez pas qu'une météorite kilométrique se souciera beaucoup de notre fine couche d'air : un rideau ne protège pas d'une balle de fusil...

2. Une petite planète se refroidit plus vite qu'une grosse. De la même façon qu'un gros gâteau sorti du four se refroidit plus lentement que les petits biscuits... C'est le rapport surface



sur volume qui conditionne la vitesse de refroidissement. Or ce rapport est inversement proportionnel au rayon de la planète : donc plus la planète est petite et plus sa température baisse rapidement.

De plus, la Terre possède en son noyau une grande quantité de matériaux radioactifs, qui libèrent de la chaleur et ralentissent le refroidissement de notre planète. La Lune perd ainsi sur les deux tableaux : un refroidissement naturellement rapide et un petit noyau possédant peu de matière radioactive. Il n'y a donc plus de volcanisme actif sur la Lune depuis bien longtemps, et pas de tectonique des plaques, la croûte lunaire est bien trop épaisse pour ça. Alors que ces deux phénomènes sont très actifs sur Terre et ont bien sûr abondamment contribué à renouveler la surface et à effacer les cratères météoritiques originels. Ceux qui restent sont donc soit très récents, soit situés dans des régions particulièrement stables géologiquement.

Finalement, deux planètes placées dans la zone de vie du système solaire peuvent avoir des destins bien différents. La masse de la planète joue pour beaucoup dans cette évolution, la Terre a eu de la chance...

## J'AIME LES CALCULS

### Comment calculer la vitesse de libération depuis un astre ?

C'est la vitesse verticale minimum de lancement pour que l'objet lancé ne retombe jamais sur la planète. On peut la calculer en supposant que sans frottement, l'énergie mécanique de l'objet lancé se conserve. Ainsi :

$$E_m \text{ au sol} = E_m \text{ à l'infini}$$

$$E_{c0} + E_{p0} = E_{c\infty} + E_{p\infty}$$

$E_c$  et  $E_p$  sont les énergies cinétique et potentielle de gravitation. Les deux sont nulles à l'infini, ce qui donne :

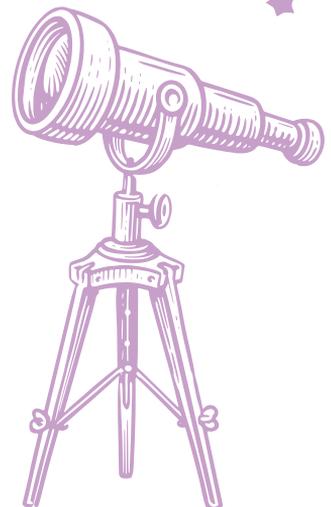
$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 - G \cdot \frac{M \cdot m}{R} = 0$$

$M$  est la masse de la planète et  $G$ , la constante de gravitation universelle

On simplifie par «  $m$  » et on sort la vitesse de libération :

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$$

Avec  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$  et  $M \# 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  et  $R \# 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$  pour la Terre, cela donne bien  $v_0 \# 11,2 \text{ km/s}$  pour s'évader de notre planète...

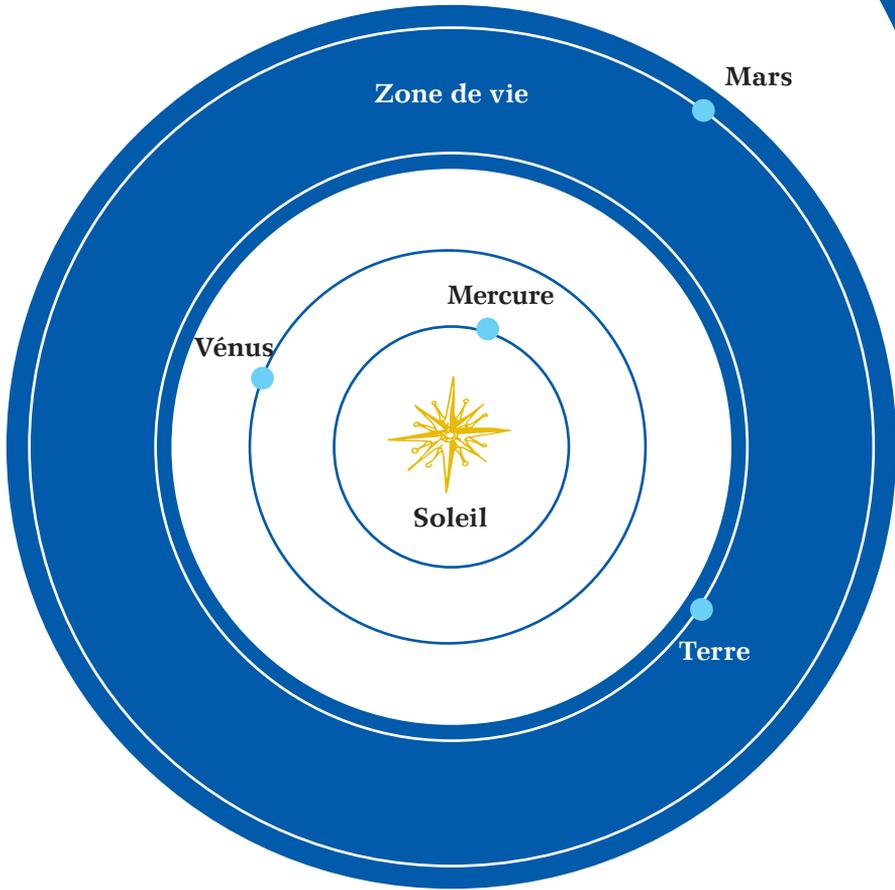


# LA ZONE DE VIE AUTOUR D'UNE ÉTOILE, QU'EST-CE QUE C'EST ?

Voici la « zone de vie » représentée autour de notre Soleil. Le système solaire interne est à l'échelle. Cette zone autour du Soleil est celle pour laquelle on considère qu'une planète s'y trouvant a une bonne chance de posséder de l'eau liquide à sa surface, et donc de pouvoir donner naissance à de nombreuses et variées réactions chimiques en solution. Certaines d'entre elles finissent par conduire à l'apparition de la vie, du moins telle qu'on la connaît sur Terre.

Ça ne surprendra personne que notre planète se trouve dans cette zone, mais vraiment proche de sa bordure interne. C'est d'ailleurs ce qui la rend si sensible à un emballement thermique causé par un effet de serre d'origine artificielle.

Et vous remarquerez avec intérêt que Mars s'y trouve elle aussi, toute proche de sa frontière externe cette fois. La vie est donc peut-être apparue sur la planète rouge, comme sur Terre. Mais est-elle encore présente ? Pour l'instant, il n'y a pas d'observation allant dans ce sens, mais cela ne durera peut-être pas...





**Après la nouvelle lune**



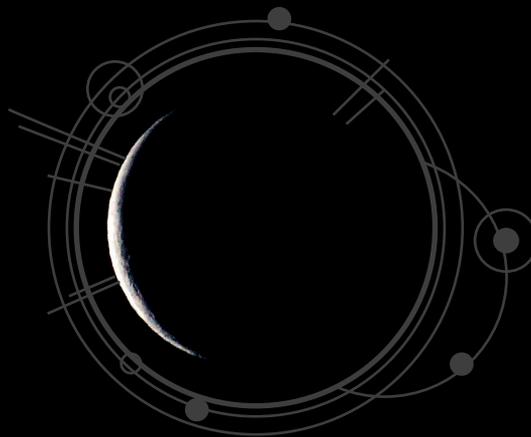
**Premier quartier**



**Pleine lune**



**Dernier quartier**



**Avant la nouvelle lune**