

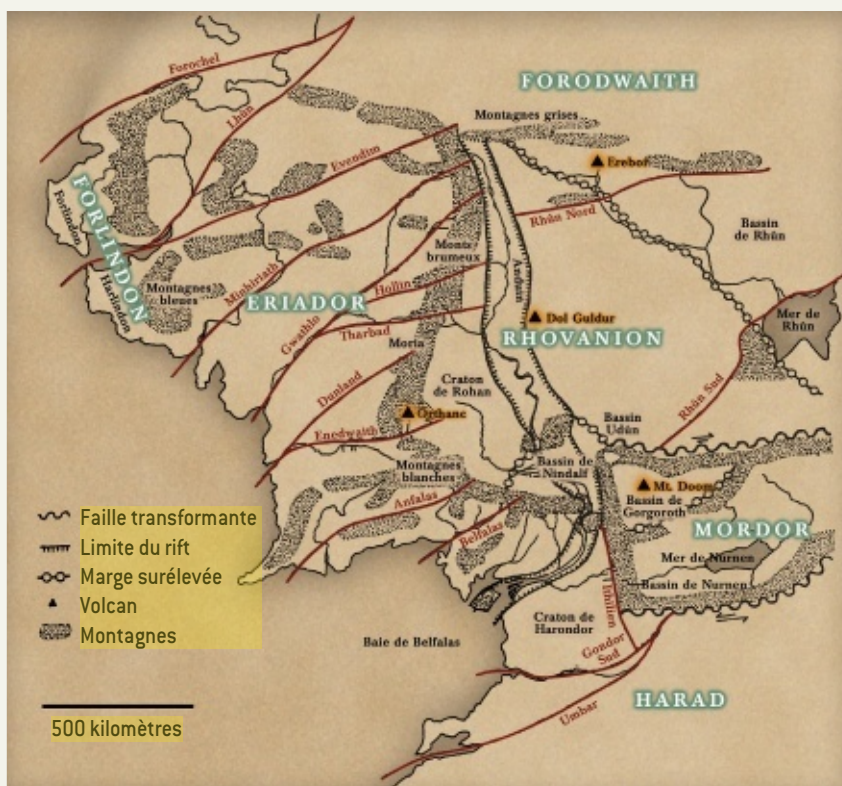


Une région importante des ouvrages de Tolkien est la Moria, notamment pour ses gisements en minerais. Ces filons sont au croisement des failles Tharbad et Hollin avec les Monts brumeux. Cette conjonction a probablement rapproché de la surface des veines d'éléments ayant été formés en profondeur sous de hautes pressions. Le plus important est le mithril enfoui au cœur des mines de la Moria. Ce matériau, fictif, est très léger et très solide : dans le *Seigneur des anneaux*, il compose une cotte de mailles tissée par les elfes ; dans le *Hobbit*, il est utilisé sous la forme d'un matériau étonnant, l'ithildin, qui n'est visible qu'à la lueur des étoiles et de la Lune. Selon Sarjeant, le mithril pourrait être un alliage de platine et de palladium.

Tolkien a apporté un soin particulier à l'univers qu'il a créé. Par exemple, pour le *Seigneur des anneaux*, il a inventé une dizaine de langues qui participent de la vraisemblance de l'ensemble. La *Terre du Milieu* est tout aussi cohérente d'un point de vue géologique !

Les adaptations cinématographiques du *Seigneur des anneaux*, entre 2001 et 2003, et du *Hobbit*, dont le premier des trois volets est sorti récemment sur les écrans, ont été tournées en Nouvelle-Zélande. Les paysages de ce pays sont-ils conformes à l'imagination de Tolkien et à l'histoire géologique de Sarjeant ?

W. Sarjeant, *The geology of Middle-Earth*, *Proceedings of the J. R. R. Tolkien Centenary Conference*, 1992.



IDÉES DE PHYSIQUE

Un saut en hauteur... de 39 kilomètres

Le parachutiste autrichien Felix Baumgartner a récemment réalisé un exploit en sautant d'un ballon à une altitude stratosphérique. Comment s'est déroulée cette mission ?

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Le 14 octobre 2012, s'élevant en ballon à 39 kilomètres d'altitude pour effectuer un saut en chute libre, l'Autrichien Felix Baumgartner quittait la troposphère, la première couche de l'atmosphère terrestre. Malgré le bleu nuit qui semblait entourer sa capsule et l'absence presque totale d'air, le parachutiste ne se trouvait pas encore dans l'espace. Il avait atteint la stratosphère, un environnement ténu, mais encore assez dense pour soutenir l'ascension du ballon et pour freiner assez rapidement la descente du parachutiste. Lors de ce saut remarquable, F. Baumgartner a notamment franchi le mur du son, bien que le mot « mur » ne soit pas tout à fait approprié.

L'altitude de 39 kilomètres est bien trop importante pour y accéder par avion. Le choix du projet *Stratos* s'était donc porté sur un vol en ballon gonflé d'hélium, comme pour les ballons-sondes météorologiques.

Mais alors que la masse de ces derniers instruments est de quelques dizaines de kilogrammes, elle est ici de l'ordre de 1 500 kilogrammes pour le passager, son scaphandre et, surtout, sa capsule.

Poussée d'Archimède contre poids et traînée

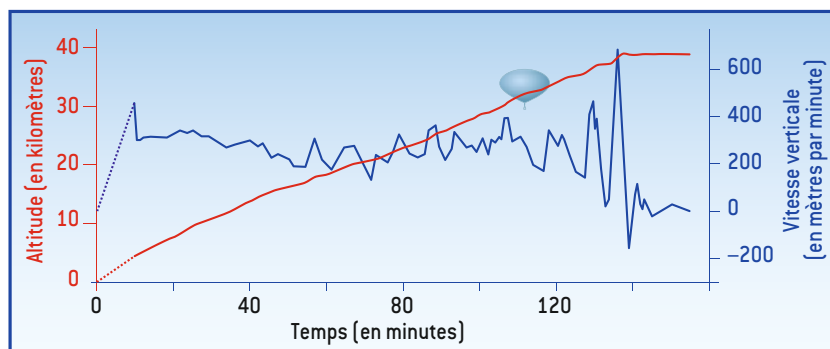
Pour que la poussée d'Archimède compense le poids de cet équipage, le ballon devait déplacer une masse d'air au moins aussi importante. Au niveau de la mer, où l'air a une masse volumique de 1,2 kilogramme par mètre cube, cela correspond à un volume d'au moins 1 250 mètres cubes, soit une sphère de 13 mètres de diamètre.

Qu'en est-il à 39 kilomètres d'altitude ? L'air y est si raréfié qu'il ne diffuse presque plus la lumière du Soleil et que l'espace environnant apparaît noir. Heureusement, on reste bien loin d'un vide spatial : la densité est d'environ

4,4 grammes par mètre cube, soit 270 fois moins qu'au niveau de la mer. Le volume d'air à déplacer correspond alors à une sphère d'au minimum 80 mètres de diamètre.

Il a donc fallu concevoir un ballon gigantesque, faisant 100 mètres de hauteur et 130 mètres de diamètre lors de son extension maximale (voir la figure 1). Pour ajuster son volume à la diminution de la densité avec l'altitude, il suffit de laisser faire la nature. En ne remplissant que partiellement le ballon, on s'assure que la pression interne est la même que celle de l'air extérieur : ainsi, lorsqu'on s'élève et que la masse volumique de l'air diminue, celle de l'hélium le fait dans les mêmes proportions.

L'hélium augmente ainsi de volume de façon que le produit du volume du ballon par la masse volumique de l'air, et donc la poussée d'Archimède, reste constant. En pratique, si l'on ajoute à la masse de l'équipage celle du ballon et de l'hélium,



1. L'ASCENSION EN BALLON de Felix Baumgartner a duré environ deux heures et demie. Malgré d'importantes fluctuations à la fin de la montée, la vitesse d'ascension est restée de l'ordre de 300 à 400 mètres par minute.