

SCIENCE & FICTION

Ces mondes glacés qui hébergeraient la vie

Certaines planètes glacées de la science-fiction ressemblent à la Terre il y a des millions d'années, voire à des lunes glacées qui abritent peut-être des formes de vie encore inconnues.

Jean-Sébastien STEYER et Roland LEHOUCQ

A l'heure où l'épisode VII de la saga *Star Wars* est en cours de tournage, revenons sur l'épisode V, *L'Empire contre-attaque* (Kershner et Lucas, 1980). Au début du film, l'alliance rebelle s'est réfugiée sur la planète Hoth située dans la Bordure Extérieure. C'est à la surface glacée de cette planète hostile, sans cesse fouettée par de violents blizzards, que les Rebelles ont construit une base secrète – finalement prise d'assaut par les forces de Dark Vador.

Pour les géologues, la planète Hoth, aussi fictive soit-elle, n'est pas sans rappeler la Terre d'il y a plus de 650 millions d'années. En effet, d'après le célèbre modèle nommé *snowball earth* en anglais (Terre boule de neige, qu'il serait plus juste de remplacer par Terre boule de glace), la Terre aurait subi plusieurs épisodes de glaciation plus ou moins intenses il y a entre 850 et 635 millions d'années, une ère nommée Cryogénien. Si l'idée d'une glaciation globale a d'abord été avancée par le géologue australien – et grand explorateur de l'Antarctique – Douglas Mawson en 1949, le modèle « Terre boule de glace » a été largement développé et argumenté par les géologues américains Joseph Kirschvink et Paul Hoffman dans les années 1990, pour expliquer la présence de roches sédimentaires (les diamictites) d'origine glaciaire, à des latitudes proches de celles de l'équateur.

S'il est assez consensuel, ce modèle est cependant discuté par des géophysiciens



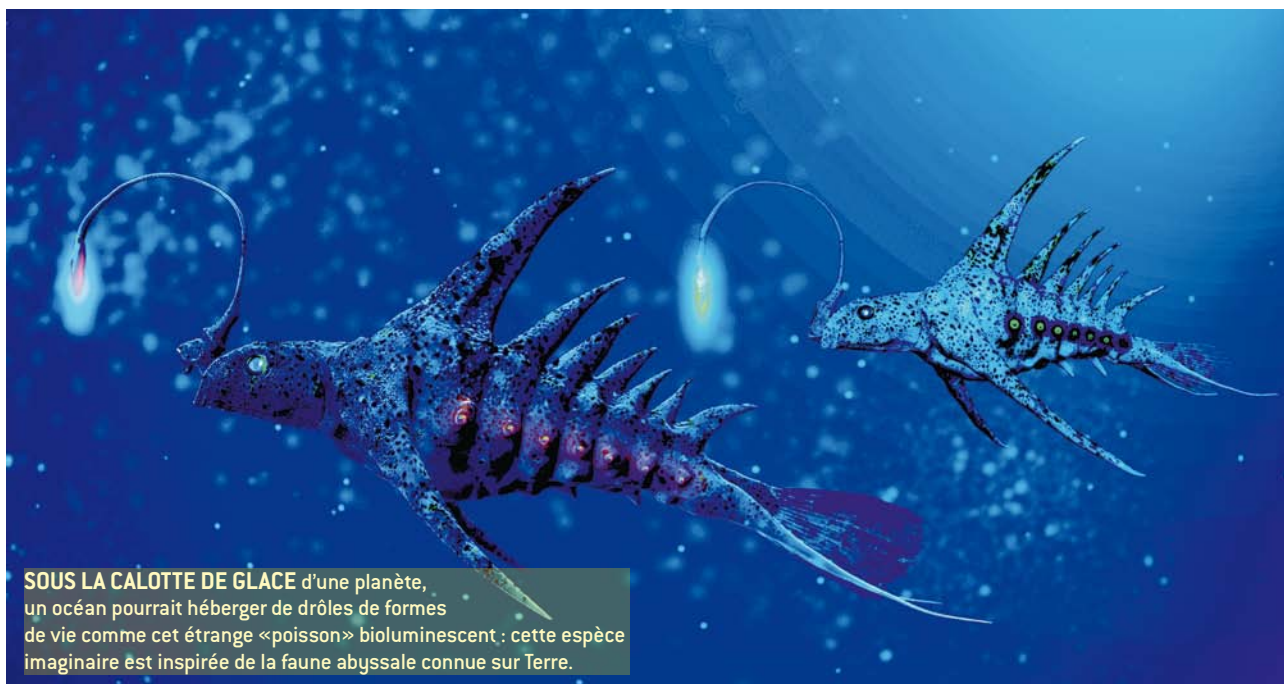
1. LE TAUNTAUN est un animal imaginaire qui vit sur la planète Hoth dans la saga *Star Wars*. Grâce à sa fourrure épaisse, il est adapté au froid de la planète.

qui pensent que la Terre n'aurait pas pu sortir d'une situation glacée aussi stable, ou que la quantité d'eau n'était pas suffisante pour recouvrir toute la surface terrestre d'une couche de glace continue. Les débats se concentrent sur la superficie et l'extension de cette hypothétique croûte de glace.

Notons qu'au Cryogénien, les océans terrestres abritent déjà quantité d'algues et de bactéries, mais aucune vie n'est encore présente sur le supercontinent de l'époque, la Rodinia. Ce n'est pas le cas de la planète Hoth qui, pour les besoins cinématographiques, est peuplée d'animaux plus complexes tels les wampas, sortes de yétis au pelage blanc, et dont un spécimen s'attaque au héros Luke Skywalker.

Le film suggère aussi que ces prédateurs carnivores se nourrissent d'autres animaux, les tauntauns, des bipèdes cornus domestiqués par les Rebelles qui les utilisent comme montures. L'écosystème de Hoth est donc plus complexe que celui de la Terre au Cryogénien. Sur Terre, il faut attendre la fin du Silurien, il y a 420 millions d'années environ, pour voir apparaître les premiers réseaux trophiques continentaux : ceux-ci sont alors composés de plantes et d'arthropodes terrestres (mille-pattes, proto-scorpions, etc.), auxquels s'ajoutent les fameux stégocéphales (amphibiens fossiles) au début du Carbonifère, il y a 360 millions d'années environ.

Sur Hoth, les wampas mangent les tauntauns, mais que mangent ces derniers ? Probablement de l'herbe, ce qui trahirait la



présence de steppes et donc que la glaciation de Hoth ne serait que partielle. Cette question s'applique aussi à la Terre boule de glace.

Autre remarque sur les tauntauns : ces herbivores ont le sang chaud. En effet, pour éviter que Luke Skywalker ne tombe en hypothermie et ne meure de froid, Han Solo, alors pris dans un blizzard, sacrifie sa monture et glisse son ami dans la dépouille encore chaude en attendant les secours.

Avec de tels êtres évoquant des mammifères, la faune de Hoth rappelle plutôt celle de la dernière glaciation terrestre (il y a entre 110 000 et 10 000 ans) où des rhinocéros laineux côtoyaient des mammoths, et où des chasseurs-cueilleurs pouvaient joindre à pied l'Eurasie et l'Amérique du Nord grâce à une calotte glaciaire qui recouvrait alors toute une partie de l'hémisphère Nord.

Les animaux de la planète Hoth, avec leur sang chaud et leur fourrure, semblent donc bien adaptés aux températures extrêmes. Ce n'est pas forcément le cas des monstres peuplant d'autres planètes glacées de la science-fiction : ainsi, dans le film *Star Trek* de J. J. Abrams (2009), James Kirk se retrouve sur la très froide planète Delta Vega. Il devient vite la proie d'un énorme prédateur amphibie qui transperce la glace et le pourchasse avec ses longues pattes. On peut se demander comment ce monstre à peau nue est capable de supporter des températures aussi basses, que ce soit dans l'eau ou sur la banquise. Une réponse possible est que l'activité métabolique

produit de la chaleur, dégagée dans le volume du corps et évacuée par la surface. Comme le volume augmente avec la taille plus vite que la surface, un animal de grande taille peut avoir une température interne supérieure à l'extérieure. Ce phénomène est envisagé pour certains grands dinosaures et nommé « homéothermie de masse » ; mais il est difficilement compatible avec les longues excroissances mobiles du monstre de Delta Vega.

Un corps glacé bien réel

Le Système solaire contient plusieurs corps glacés, comme Europe, une lune de Jupiter dont la température de surface avoisine -150°C . Environ quatre fois plus petit que la Terre, ce satellite est entièrement recouvert d'une croûte de glace dont l'épaisseur est estimée à quelques dizaines de kilomètres. De nombreux indices confirment l'hypothèse d'eau liquide. En surface, la glace striée et craquelée présente de nombreuses lignes, sortes de dépressions rectilignes interprétées comme des fossés d'effondrement. Ces structures témoigneraient d'une « tectonique » glaciaire importante et active, comme c'est le cas de la banquise terrestre qui bouge sur l'océan. Par ailleurs, des geysers d'eau ont été récemment détectés sur Europe. On retrouve une structure similaire sur Encelade, une lune de Saturne.

Comme ces deux satellites sont petits, l'eau n'atteindrait pas une pression suffisante pour devenir solide en profondeur. Le fond de l'océan serait alors en contact avec un manteau silicaté. À cette interface, une chimie complexe pourrait se développer, renforçant l'espoir – loin d'être confirmé – que des formes de vie dites extrémophiles, comparables à celles que l'on trouve dans les dorsales océaniques terrestres ou dans les lacs subglaciaires d'Antarctique, pourraient apparaître. Pour bon nombre d'exobiologistes, Europe et Encelade sont les meilleurs candidats à la présence de vie dans le Système solaire. Un nouveau programme rassemblant les agences spatiales européenne, américaine, japonaise et russe, est envisagé à l'horizon de 2020 pour explorer les lunes glacées de Jupiter. La dernière sonde en date ayant visité Jupiter et ses satellites est *Galileo*, restée en orbite autour de la géante gazeuse entre 1995 et 2003.

Et si les premiers êtres extraterrestres n'étaient pas les Martiens mais les Européens ? La science-fiction s'est, bien sûr, déjà emparée de la question : dans le récent *Europa Report*, film de l'Équatorien Sebastián Cordero (2013), les survivants d'une mission internationale explorant l'océan subglaciaire du satellite font une terrible découverte...

J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris. R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.