



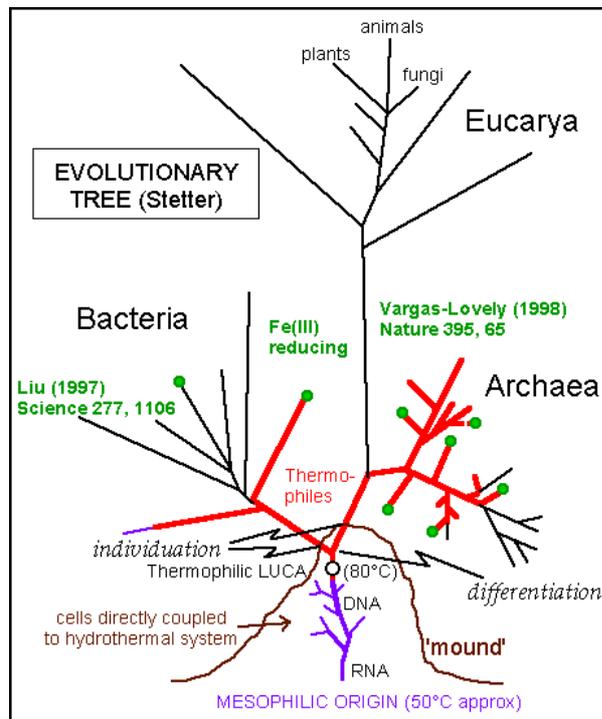
La vie à haute température en Antarctique

Quelles sont les origines de la vie et ses limites? Quel rôle les virus jouent-ils dans l'évolution? La vie existe-t-elle sur d'autres planètes ?

Depuis quelques décennies, ces questions suscitent un intérêt grandissant, notamment avec la découverte de formes de vie capable de prospérer dans des milieux extrêmes. De précieux éléments de réponse pourraient provenir de l'exploration des sites géothermiques en régions polaires antarctiques.

Les archées hyperthermophiles ou la vie à haute température

La découverte des archaea¹⁸, ces microorganismes qui détiennent tous les records pour leur capacité à survivre aux frontières de la vie telle que nous l'imaginons, associée à celle des sources hydrothermales océaniques, environnements aux caractéristiques physico-chimiques extraordinaires, ont profondément modifié notre vision de la vie. Elles en ont repoussé les limites physiques et physiologiques.



Arbre phylogénique universel montrant l'existence de trois grands domaines : les bacteria, les archaea et les eucarya. [d'après C. Stetter, 1996]

¹⁸ Il s'agit de l'un des trois grands domaines du monde vivant avec les bacteria et les eucarya.



Parmi les microorganismes de l'extrême figurent les hyperthermophiles¹⁹. Ces derniers ne peuvent vivre qu'à des températures supérieures à 85°C et, même dans les sources hydrothermales océaniques, croître à des températures supérieures à 100°C en raison de la pression hydrostatique qui augmente le point d'ébullition de l'eau (le record actuel étant de 113°C).

Apparus sur Terre il y a quelques 3 milliards d'années, ils forment les branches les plus profondes de l'arbre universel du vivant, suggérant que LUCA²⁰, le dernier ancêtre commun universel des organismes vivants, était peut être un hyperthermophile.



Source chaude prise sur le Mont des fumerolles (Péninsule Rallier du Baty à Kerguelen)
© Marc Le Romancer / IPEV



PAV1 ou *Pyrococcus abyssi* virus 1, premier virus d'archée hyperthermophile marine © Laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes

Les virus, acteurs incontournables des processus évolutifs

Au fil de ces dernières années, les scientifiques ont découvert que les virus étaient présents dans tous les écosystèmes, y compris les glaces et les océans polaires : ils constitueraient même la composante majoritaire de la biosphère. Autre constat, les génomes cellulaires évoluent sous l'influence de gènes dont les virus seraient à la fois l'immense réservoir mais aussi les vecteurs naturels. Ainsi, les virus seraient des acteurs majeurs de l'évolution, de la diversification mais également de l'adaptation des communautés à leur environnement, en particulier dans les milieux extrêmes.

Notre ancêtre commun, LUCA, était-il lui-même infecté par des virus ? L'hypothèse d'une très ancienne virosphère est soutenue par l'extraordinaire diversité génomique des virus et certains scientifiques considèrent même que les virus ont probablement joué un rôle-clé dans l'avènement du monde à ADN²¹ puis dans la formation des cellules modernes. La récente découverte, chez les archaea hyperthermophiles, de familles de virus entièrement nouvelles, aux morphologies surprenantes, lève un peu le voile sur une partie jusqu'alors totalement inexplorée de la virosphère. Ces virus seraient-ils les descendants de virus ancestraux, contemporains de LUCA ?

¹⁹ Ce sont des organismes unicellulaires, bactéries ou archées, qui ne peuvent vivre qu'à des températures supérieures à 85°C.

²⁰ LUCA : Last universal common ancestor

²¹ Acide désoxyribonucléique



Sous la glace polaire, la vie foisonne

Si la majorité des sites géothermiques étudiés à ce jour se situent dans l'hémisphère nord (Yellowstone aux États-Unis, le Kamtchatka en Russie, les sites d'Islande et du Japon...), l'hémisphère sud abrite également de tels écosystèmes et, de façon surprenante, en zones subpolaire et polaire. L'île Saint Paul et l'archipel de Kerguelen, totalement isolés au sein d'immenses masses océaniques, tout comme le continent Antarctique (Monts Erebus, Melbourne et Rittmann) sont le siège d'activités géothermiques. Pour les scientifiques, ce sont des champs exploratoires pleins de promesses, en raison notamment de leur isolement géographique extrême.

Mais plus surprenante encore est la découverte, au cœur de l'Antarctique, par plus de 3 500 mètres de profondeur, d'une bactérie thermophile, *Hydrogenophilus thermoluteolus*. Celle-ci a été décelée dans la glace d'accrétion du lac sous-glaciaire de Vostok. Situé sous la base russe du même nom, il s'agit du plus grand lac sous-glaciaire connu en Antarctique. Comment expliquer la présence d'un tel microorganisme dans un environnement où glace et froid règnent en maîtres ? La réponse tient en un mot : la géothermie²². Mais, se pourrait-il que sous l'épaisse calotte de glace, les lacs sous-glaciaires isolés depuis des millions d'années, soient des oasis de vie ?

Les lacs sous-glaciaires : une fenêtre sur l'exobiologie

Les biotopes²³ chauds (comme les sources hydrothermales sous-marines) représentent un milieu capital pour la compréhension des processus biologiques et évolutifs fondamentaux. Ces derniers pourront seuls permettre d'appréhender les conditions limites de la vie, son origine et sa diversification. Explorer la vie à haute température dans les environnements polaires pourrait ouvrir de nouvelles perspectives dans la connaissance de la vie terrestre et dans la recherche de traces de vie extraterrestre. Ainsi, Europa, satellite naturel de Jupiter, possède vraisemblablement un océan d'eau liquide, sous plusieurs kilomètres de glace. L'analogie avec les lacs sous-glaciaires de l'Antarctique est frappante. Parmi les futurs projets de l'ESA²⁴ et de la NASA²⁵ figurent plusieurs missions destinées à explorer ces mondes lointains où la vie a pu émerger.

Contact

Marc Le Romancer

T 02 98 49 87 50

marc.leromancer@univ-brest.fr

²² Pour en savoir plus, consultez l'intervention de Jean-Robert Petit "L'exploration des lacs sous-glaciaires antarctiques : bien plus qu'une simple curiosité" lors du point presse API du 12 juillet 2007.

²³ Les biotopes sont des milieux biologiques offrant des conditions de vie relativement stables.

²⁴ ESA : Agence spatiale européenne

²⁵ NASA : Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace