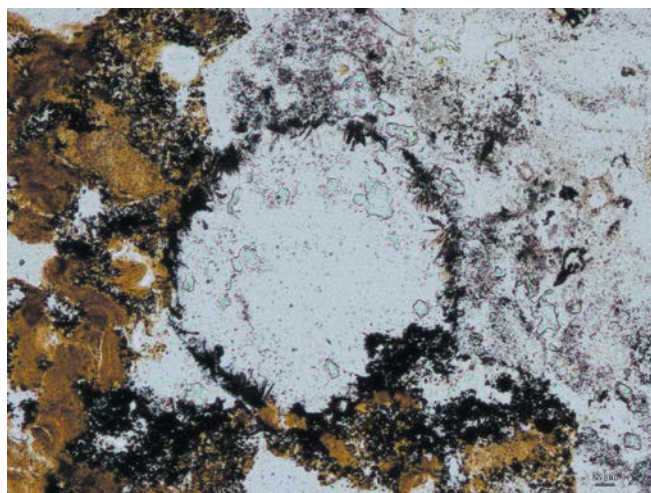
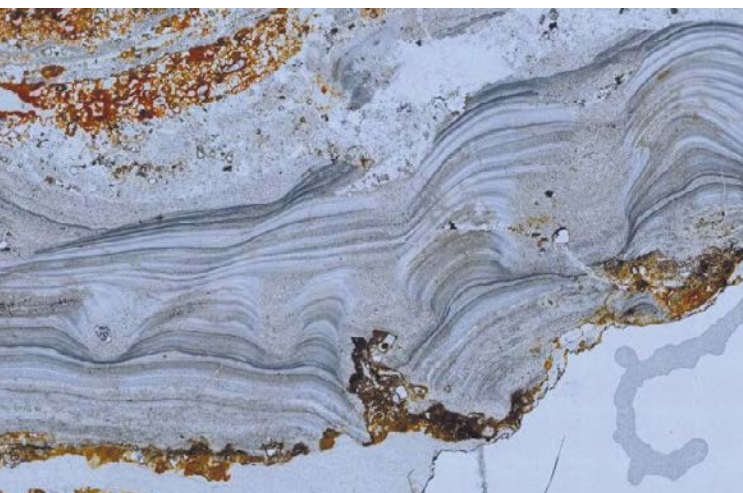




groupe explorait un analogue de site prébiotique: une région qui donne une idée de la Terre il y a quatre milliards d'années, avant que la vie n'émerge. David Deamer pensait qu'exposées aux cycles de mouillage et de séchage caractéristiques de sources chaudes terrestres, des molécules élémentaires s'assembleraient en polymères porteurs d'information comme les acides nucléiques, ingrédients indispensables à la réplication de toute vie primitive. D'autres polymères clés, les peptides, se formeraient de même à partir d'acides aminés. Enfin, des lipides se regrouperaient au sein de compartiments microscopiques qui protégeraient les acides nucléiques. La vie aurait ainsi tous les éléments pour se mettre en route. Or Mutnovsky regorge de sources chaudes et de geysers où tester ce scénario.

David Deamer avait apporté une bouteille de poudre blanche contenant les ingrédients probablement présents sur la Terre prébiotique: quatre acides aminés (les constituants des protéines), quatre bases azotées qui composent les acides nucléiques, ainsi que des phosphates, des glycérols et des lipides. Il versa ce mélange au centre d'une mare bouillonnante. Quelques minutes plus tard, une mousse blanche apparut sur les rebords de la mare. La mousse était composée d'innombrables petites vésicules, chacune contenant des constituants qui devaient être présents dans la soupe originelle.

Si les vésicules s'asséchaient, leurs contenus, déjà à proximité, s'assembleraient-ils en polymères? Pour le savoir, de retour au laboratoire, David Deamer et ses collègues ont mélangé des acides nucléiques simples (des nucléotides) avec des lipides. Ce cocktail a ensuite été soumis aux cycles de mouillage et de séchage, dans des conditions d'acidité et de haute température comparables à celles du bassin de Kamchatka. Résultat: de longs polymères de 10 à plus de 100 nucléotides sont apparus. Par la suite, leur analyse par diffraction aux rayons X a montré qu'ils ressemblaient à de l'acide ribonucléique,

ou ARN. En outre, ces polymères se trouvaient encapsulés au sein de compartiments lipidiques microscopiques, nommés protocellules. Si ces protocellules ne sont pas considérées comme des entités dotées de vie, elles sont en tout cas une étape cruciale vers le vivant.

Dans ses expériences, David Deamer n'a soumis son mélange qu'à quelques cycles de mouillage-séchage et a obtenu des molécules relativement simples. L'un de ses collègues de l'université de Californie à Santa Cruz, l'informaticien Bruce Damer, soupçonnait qu'un nombre plus important de cycles ajouterait une nouvelle donnée: la survie du plus apte. Chaque



La vie a pu apparaître dans des sources chaudes et des mares volcaniques terrestres



phase sèche causerait l'ouverture de la membrane des vésicules, provoquant le mélange des polymères et des nutriments. Ensuite, en présence d'eau, les membranes réencapsuleraient de nouvelles combinaisons de polymères. Les protocellules les plus complexes auraient les meilleures chances de survie: grâce à la plus grande diversité de leur mélange moléculaire, elles résisteraient mieux à des conditions variées. Elles transmettraient ainsi leurs combinaisons de polymères aux protocellules formées pendant le cycle suivant.

➤ En 2015, l'informaticien ajouta une troisième phase au cycle: une étape intermédiaire entre les phases mouillées et sèches. L'idée lui vint lors d'une sortie de terrain sur le Dresser à la recherche de stromatolithes, des strates fossilisées de tapis bactériens qui représentent l'une des plus anciennes formes de vie sur Terre. Bruce Damer avançait dans le désert quand son regard fut attiré par des tapis microbiens bruns asséchés, logés dans de petits creux de l'affleurement rocheux. Par curiosité, il y versa de l'eau: les tapis bactériens, devenant verts et semblables à du gel, reprirent vie. Il comprit que si les cycles de mouillage-séchage incluaient aussi une phase de gélification pendant laquelle les protocellules qui ont résisté aux phases précédentes restaient au contact les unes des autres au sein d'un gel de ce type, les polymères et les nutriments pourraient se mélanger et s'échanger à travers les barrières membranaires. Cette communauté de protocellules coopérantes aurait encore plus de chances de trouver les meilleures molécules pour leur survie.

DES BASSINS PROPICES À LA VIE

Les études que nous avons menées ces dernières années nous ont convaincus que les bulles et la composition minérale observées par Tara Djokic dans la formation de Dresser en font un endroit particulièrement propice à un cycle en trois étapes. Lorsque nous nous sommes aperçus que la surface du Dresser avait été recouverte de sources chaudes volcaniques terrestres, nous avons compris qu'elle avait aussi contenu nombre d'ingrédients et de structures requises pour que la vie émerge.

On y trouvait une source d'énergie sous la forme de fluides hydrothermaux circulants, riches en hydrogène et chauffés par le magma en dessous. Les roches contenaient des quantités importantes de bore, un ingrédient crucial de la synthèse du ribose, un sucre entrant dans la composition des acides nucléiques comme l'ARN. De plus, des minéraux de phosphate dissous, provenant des roches sous-jacentes, y rejoignaient la circulation des fluides hydrothermaux acides. Or le phosphate est un constituant non seulement des acides nucléiques, mais aussi de l'ATP, la molécule qui fournit de l'énergie aux cellules. De surcroît, les sources hydrothermales et les dépôts des lacs volcaniques évaporés du Dresser contiennent de fortes concentrations de zinc et de manganèse, des constituants de nombreuses enzymes. Enfin, le Dresser offrait aussi de l'argile, qui peut agir comme catalyseur dans la synthèse de molécules organiques complexes grâce aux couches chargées électriquement des surfaces minérales qu'il contient.

Le trait le plus excitant du Dresser est peut-être son incroyable diversité. Aujourd'hui, le Dresser est sec et rocheux, mais dans leur jeunesse, des zones de sources chaudes

LES PRÉMICES DE LA VIE

Des terres volcaniques émergées émaillées de sources chaudes, mares et geysers auraient déclenché les processus chimiques nécessaires à l'apparition de la vie sur Terre, selon un des scénarios proposés. Le procédé aurait compté sept étapes, de la synthèse chimique à la colonisation d'un nouveau territoire.

1 SYNTHÈSE

La plupart des blocs élémentaires de la vie, tels que les acides aminés, sont formés dans l'espace puis tombent sur Terre.

2 ACCUMULATION

Dans une région volcanique, les molécules organiques venant de l'espace s'accumulent dans des mares hydrothermales, de même que celles produites dans les sources chaudes alentour.



© Jose Miguel Mayo (illustration) et Jen Christiansen (cycle)