

Origine de la vie : un hasard (géo)chimique inéluctable ?

Christian Amatore

Académie des Sciences

Plusieurs théories s'affrontent pour expliquer l'origine des protocellules vivantes autour de la notion de « *premier répliqueur* », à savoir du matériel chimique permettant un codage d'information auto-répliquant tout en étant susceptible de variations infimes autorisant une évolution de ces protocellules ainsi soumises à une « sélection naturelle ». Parmi ces théories le débat se cristallise autour de deux « champions », les ARN et les protéines, tous deux issus du concept de « *soupe primitive* ».

Selon ce concept les briques de base (acides aminés, mini-peptides, sucres) se forment spontanément dans l'océan primitif à partir des composants de l'atmosphère primitive de la terre ou de son ensemencement par des météorites, ce qui est certainement vrai compte tenu de la très forte stabilité chimique de ces molécules en milieu aqueux. Or cette stabilité est précisément là où le bât blesse. En effet, les ARN ou les protéines sont instables chimiquement vis-à-vis de leurs briques de base sauf à très basse température car les enthalpies de polymérisation ne suffisent pas à compenser les facteurs entropiques dès que leur taille croît. Pour permettre des assemblages codants de taille suffisante il est donc nécessaire de déplacer ces équilibres selon le principe de Le Chatelier, c'est-à-dire que les briques de base doivent être en forte concentration et partant soient confinées dans un volume de petite taille contenant une source d'énergie créant en permanence des conditions « hors d'équilibre » permettant de favoriser la cinétique de polymérisation tout en ralentissant la dépolymérisation du matériel codant, comme cela est réalisé dans les cellules vivantes actuelles.

Autrement dit, les hypothèses supposant la formation initiale et spontanée puis l'accumulation évolutive d'ARN ou de protéines au sein de la « soupe originelle » sont nécessairement caduques chimiquement sans considérer l'existence préalable de petites cavités isolées susceptibles de contenir non seulement les briques de base mais aussi des catalyseurs permettant leur assemblage hors d'équilibre, et partant une source d'énergie interne. De notre point de vue, cette dimension hétérogène et non-isotrope impose de facto la présence de tels milieux confinés et réactifs, c'est-à-dire de surfaces les limitant. Nous voulons donc en premier lieu examiner si les conditions géochimiques prévalant à l'époque ne permettent pas de remplir ce cahier des charges à la fois simple et contraignant. Autrement dit, nous voulons présenter et explorer dans cette introduction le potentiel de théories alternatives fondées sur une origine géochimique de la vie et, en particulier, examiner si elles offrent une certaine inéluctabilité et sont donc susceptibles de favoriser l'émergence de la vie sur d'autres mondes remplissant les conditions géochimiques de la terre primitive.