



# MOOC BIODIVERSITÉ

*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Biodiversité ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

## *Origine de la vie : le contexte*

**Marie-Christine MAUREL**

*Professeur – Sorbonne Université*

Alors, d'où vient la vie ? Pour tenter de répondre à cette question il faut d'abord préciser le contexte. Le contexte, c'est la Terre. La Terre est la seule planète du système solaire, que vous voyez ici, sur laquelle on a trouvé de la vie et la Terre est également la seule planète du système solaire sur laquelle on trouve de l'eau liquide. Et l'eau et la vie sont intimement liées.

- La vie a besoin, pour s'exprimer, d'une certaine température d'où la bonne position de la Terre à bonne distance du Soleil, d'une pression adéquate ;
- La vie a besoin d'un déséquilibre chimique lorsque tout est à l'équilibre les organismes sont morts ;
- La vie a besoin de nutriments, ce sont les donneurs d'électrons, des accepteurs d'électrons ;
- La vie a besoin de sources de carbone.

Et bien tous ces ingrédients sont réunis à la surface et à l'intérieur de la Terre.

La vie, telle qu'on la connaît aujourd'hui, et la plus petite unité du vivant telle qu'on peut le définir aujourd'hui, est une cellule. Dans une cellule, les macromolécules du vivant s'expriment grâce au métabolisme et ces macromolécules du vivant ce sont les acides nucléiques, acides désoxyribonucléiques et acides ribonucléiques qui sont constitués de

motifs élémentaires qui sont les bases azotées A T G C pour l'ADN et A U G C pour l'ARN qui sont associées à des sucres et à des phosphates.

La deuxième grande catégorie de molécules que l'on connaisse ce sont les protéines, ce sont des énormes complexes constitués de 21 acides aminés qui ont tous une personnalité chimique différente et lorsque ces acides aminés se mettent bout à bout pour former comme un collier de perles et bien, ils constituent déjà un énorme complexité puisqu'avec 10 acides aminés on peut faire environ 3 600 000 séquences différentes. Et lorsque ces 3 600 000 séquences différentes se répartissent et s'organisent dans l'espace pour adopter des conformations que l'on appelle globulaires, vous voyez que la biodiversité existe déjà à l'échelle moléculaire.

Les acides nucléiques quant à eux sont relativement plus simples puisqu'ils sont constitués comme je l'ai dit déjà de quatre motifs seulement, élémentaires.

Le contexte, il faut le préciser également à l'échelle des temps géologiques. Le système solaire s'est formé il y a 4,5 milliards d'années et les atomes produits de l'explosion d'une étoile, le Soleil, se sont assemblés pour former des molécules élémentaires : du méthane, CH<sub>4</sub>, de l'eau, H<sub>2</sub>O, de l'hydrogène sulfureux, H<sub>2</sub>S etc. qui ont elles-mêmes réagi pour donner les briques élémentaires du vivant dont j'ai déjà parlé, acides aminés et bases azotés, sucres des acides nucléiques.

Il a fallu un milliard d'années pour que tous ces processus se produisent et réalisent la première forme cellulaire que l'on connaisse et dont on a retrouvé des traces dans stromatolites aux alentours de 3,4 milliards d'années et puis ces premières formes cellulaires ont grossi, il y a eu un événement absolument génial de l'évolution que l'on appelle l'endosymbiose, c'est-à-dire l'association dans un compartiment plus grand de compartiments élémentaires provenant de petites formes cellulaires et pour que ces premières cellules plus sophistiquées apparaissent, il a fallu 2 milliards d'années, c'est l'avènement des cellules eucaryotes. Et puis les cellules eucaryotes ont appris les vertus de la vie en collectivité, elles se sont assemblées pour former des organismes pluricellulaires ou multicellulaires : nous sommes des organismes multicellulaires 10<sup>14</sup> cellules constituent un organisme humain et il a fallu pour cela 1 milliard d'années supplémentaires.

Donc vous voyez ici que la vie est un processus historique qui a tissé des liens biochimiques très très profonds avec l'environnement au cours des 4,5 milliards d'années de l'histoire du vivant. Et les premières cellules, les premières formes cellulaires sont apparues il y a environ 3,4 milliards d'années. Alors, on les a trouvées ces formes cellulaires dans des formations qu'on appelle des stromatolites. Stromatolites, stroma ça veut dire couche, lite, ça veut dire pierre et vous voyez ici deux photographies : l'une, la première montre des stromatolites actuelles qui se forment actuellement dans la baie des requins en Australie occidentale, on observe ces jolis petits monticules et dans la photographie en dessous, inférieure, on voit des stromatolites anciens, fossiles, datant de 2,7 milliards d'années et qui ont été trouvés dans le

Transvaal en Afrique du Sud. Vous voyez que ces deux photographies sont extrêmement ressemblantes, Donc il y a 2,7 milliards d'années se formaient déjà des formations calcaires identiques à celles qui se forment aujourd'hui.

Ces formations calcaires sont le produit de l'activité de bactéries qui sont des cyanophycées qui vivent à la queue leu-leu, les unes à la suite des autres, ces petites bactéries et lorsque la couche, une couche a vécu et bien elle va mourir, sédimentée au fond de la mer entraînant avec elle toute une série de particules détritiques qu'elle va cimenter, agréger grâce au carbonate de calcium et ces particules détritiques s'entassent les unes au-dessus des autres jusqu'à affleurer et donc vous voyez cet encroûtement successif qui affleure à la surface de l'eau de mer. Les paléontologues Allwood et all. ont identifié dans les stromatolites très anciens, datant de 3,5 milliards d'années, ces fossiles cellulaires, ces premières formes cellulaires qu'ils identifient comme étant des premières cyanophycées vivant il y a 3,5 milliards d'années.

On dispose donc d'une analyse gradualiste, c'est-à-dire on part du plus récent pour remonter au plus ancien et c'est exactement ce qu'a fait Charles Darwin lorsqu'il a produit la théorie de l'évolution dans son ouvrage de 1859, L'origine des espèces. On observe aujourd'hui que plus d'un siècle sépare donc la naissance de cette théorie de l'évolution, des méthodes que nous utilisons aujourd'hui en laboratoire qui sont basées sur cette théorie et qui ont abouti à l'arbre du vivant qui est représenté ici. Cet arbre du vivant qui est divisé en trois grands domaines :

- le domaine des archées ;
- le domaine des bactériens ;
- et le domaine des eucaryotes.

Donc archaées, bactériens, eucaryotes et grâce à une analyse que l'on appelle descendante, *top down*, c'est-à-dire en comparant de manière phylogénétique à l'aide des outils de la bioinformatique toutes les macromolécules, les séquences que l'on trouve dans chacun des trois domaines du vivant, on aboutit au plus petit commun dénominateur que l'on appelle le *last common ancestor* ou nommé LUCA pour *last universal common ancestor* qui regroupe donc tous les traits communs aux trois domaines du vivant que l'on connaît aujourd'hui et on espère avec ce LUCA descendre plus profondément dans le temps pour arriver aux origines de la vie.

Grâce à une autre approche que l'on appelle l'approche *bottom up*, on réalise en laboratoire toute une série d'expériences prébiotiques grâce aux données de la cosmo-géochimie que je vous ai présentées au début de cet exposé.