

Luca, une cellule, un monde et nous

14.09.2017, par [Patrick Forterre](#)

<https://lejournal.cnrs.fr/billets/luca-une-cellule-un-monde-et-nous>

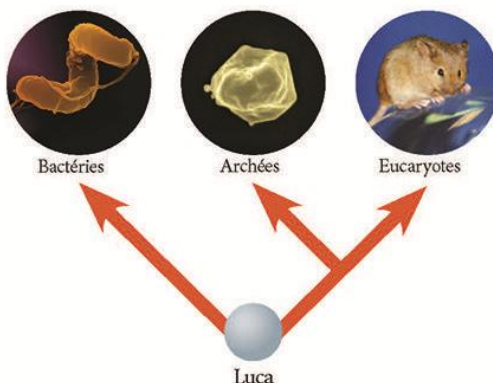
Même s'il vient de fêter les 20 ans de son baptême, l'existence du dernier ancêtre commun à tous les êtres vivants remonte à plus de 3 milliards d'années. Et l'on sait de mieux en mieux à quoi il ressemblait...

La biologie moléculaire l'a établi au siècle dernier : tous les êtres vivants partagent les mêmes grosses molécules porteuses d'information (ADN, ARN et protéines), et le même code génétique pour transférer l'information entre ces molécules. Cette unité du monde vivant indique une origine commune, un ancêtre possédant toutes ces caractéristiques. En clin d'œil à Lucy, celui-ci a été baptisé Luca (acronyme de l'expression anglaise *Last Universal Common Ancestor*) lors d'un colloque international organisé en France par la Fondation des Treilles en 1996. À l'aide des données de la génétique comparée, une discipline à l'époque émergente basée sur les séquençages d'organismes appartenant aux trois grands domaines du vivant (archées, bactéries, eucaryotes), cette communauté de chercheurs se fixait alors pour but d'établir le portrait-robot de Luca. En 2016, un nouveau colloque s'est tenu à la fondation des Treilles pour fêter les 20 ans de baptême de Luca, faire le point sur les données accumulées et en déduire une première ébauche de cet ancêtre commun.

Tordons tout d'abord le cou à une confusion fréquente : Luca, qui vivait il y a plus de 3 milliards d'années, n'est pas la première cellule apparue sur notre planète. En effet, la génomique comparée a montré l'existence de molécules communes à tous les êtres vivants et donc aussi à Luca : il s'agit de 3 molécules d'ARN et de 34 protéines présentes dans le ribosome¹. Or, vu leur complexité, ces molécules n'ont pu apparaître qu'après une longue période évolutive. Luca devait donc partager la planète avec beaucoup d'autres organismes issus de cette même période évolutive. Ces contemporains de Luca n'ont juste pas laissé de descendants derrière eux. Ce qui ne veut pas dire qu'ils ne nous ont pas légué certains gènes, tout comme les Denisoviens et Néandertaliens ont légué des gènes à nos ancêtres *Homo sapiens*. On peut d'ailleurs faire le rapprochement entre Luca et l'Ève africaine, la dernière mère commune à toutes les femmes modernes. Ève non plus n'était pas la première femme *Homo sapiens*, et elle non plus ne vivait pas seule en Afrique à son époque.

Un arbre généalogique à deux branches

Au cours de leurs investigations, les scientifiques ont également établi qu'en plus des 34 protéines universelles, les ribosomes modernes renferment de nombreuses autres protéines, qui ont une caractéristique fascinante : elles sont soit spécifiques de l'un des trois domaines – bactéries, archées ou eucaryotes – soit partagées par les archées et les eucaryotes. Pas de doute : au cours de l'évolution, ces protéines ont donc été acquises d'un côté dans une lignée qui a conduit de Luca aux bactéries, de l'autre dans une lignée qui a conduit de Luca aux archées et aux eucaryotes.



Une hypothèse très répandue veut que Luca ait donné naissance aux trois grands domaines du vivant, répartis en deux lignées.

C; SCHMITT, J.-M. PANAUD/INSTITUT PASTEUR; T. BASTA/INSTITUT PASTEUR; A.DUCHON/CNRS PHOTO THEQUE

Avec moitié moins de protéines environ, les ribosomes de Luca étaient beaucoup plus simples que les ribosomes actuels. D'une manière générale, la comparaison des mécanismes moléculaires chez les archées et les bactéries a montré que dans tous les cas, ces mécanismes devaient être beaucoup plus simples chez Luca que chez les cellules modernes, et que cette complexification a eu lieu indépendamment dans ces deux lignées distinctes. Ainsi, Luca ne possédait sans doute pas non plus les complexes moléculaires ultra-sophistiqués présents dans les organismes modernes, qui leur permettent, par exemple, de produire de l'énergie de manière très efficace.

De même, le génome de Luca était sans doute encore constitué d'ARN et il est possible que l'ADN et les mécanismes de sa réplication soient apparus deux fois indépendamment, peut-être à partir de lignées virales très anciennes. La présence de virus à l'époque de Luca est attestée aujourd'hui par l'existence de grandes familles virales dont les membres infectent soit des bactéries, soit des archées, soit des eucaryotes.

Un ancêtre froid (ou tiède)

La découverte d'archées vivant à très haute température a conduit à penser dans un premier temps que Luca était lui-même un « hyperthermophile ». La reconstruction de séquences ancestrales de Luca par l'équipe CNRS de Manolo Gouy² à Lyon (prix du magazine *La Recherche* en 2012) a montré que cela n'était sans doute pas le cas. Par contre, les travaux de cette équipe indiquent que les ancêtres des bactéries d'une part, et ceux des archées de l'autre, vivaient tous deux à haute température. Comment expliquer ce passage d'un Luca froid (ou tiède) vers les ancêtres chauds des bactéries et des archées ? J'ai proposé l'idée selon laquelle les organismes de ces deux domaines auraient évolué vers leur forme actuelle en s'adaptant progressivement à des températures de plus en plus élevées. Ce passage à haute température aurait alors eu une importance considérable dans la formation du monde vivant tel que nous le connaissons.



Certains organismes thermophiles tirent leur énergie des sources chaudes riches en soufre et en oxyde de fer, comme c'est le cas du Grand Prismatic Spring, un bassin situé dans le parc de Yellowstone, aux États-Unis.

WISANUBOONRAWD/FOTOLIA

Il reste à comprendre comment sont apparus les eucaryotes, ces organismes dont les cellules possèdent, à la différence des archées ou des bactéries, un noyau et des organites comme les mitochondries (qui assurent la respiration) ou les chloroplastes (qui assurent la photosynthèse). Selon une hypothèse en vogue, les eucaryotes proviendraient d'une archée qui aurait assimilé la bactérie à l'origine des mitochondries. En 2015, une équipe suédoise a annoncé la découverte de *Lokiarchaeota*, qui pourrait constituer le chaînon manquant entre les archées et les eucaryotes. Mais des travaux de notre équipe ont montré que cette conclusion était biaisée par plusieurs artefacts méthodologiques. Nous soutenons plutôt l'hypothèse que les eucaryotes ne descendent pas directement des archées mais partagent avec elles un ancêtre commun. Ainsi, certains caractères eucaryotes auraient déjà pu exister chez Luca et être ensuite perdus chez les archées et les bactéries.

En l'absence de machine à voyager dans le temps, le portrait-robot de Luca et la forme de l'arbre universel du vivant demeureront encore longtemps des sujets de controverse. Toutefois, les nouvelles données que ne cesse de nous apporter la génomique comparée contraignent de plus en plus les scénarios envisageables. L'enquête se poursuit...

Les points de vue, les opinions et les analyses publiés dans cette rubrique n'engagent que leur auteur.

Ils ne sauraient constituer une quelconque position du CNRS.

Notes : ¹. Le ribosome est un composant des cellules extraordinairement complexe, qui synthétise les protéines en utilisant l'information portée par l'ARN ou l'ADN.

². Laboratoire de biométrie et biologie évolutive (CNRS/Univ. Claude-Bernard/VetAgro Sup/Hospices civils de Lyon/Inria).