

Christophe Galfard : « Le vivant, un flux en perpétuel mouvement »

Rencontre avec l'auteur de « La Vie à portée de main », une magnifique somme proposant au lecteur, même le plus profane, de partir à la recherche des réponses aux plus grandes questions qui soient : qu'est-ce que la vie ? Comment est-elle apparue ? De qui descendons-nous tous ?



Christophe Galfard, auteur de « La Vie à portée de main » (Albin Michel, août 2025). (DR)

Par [Yann Verdo](#)

Publié le 29 août 2025 à 12:00 Mis à jour le 29 août 2025 à 12:19

C'était il y a 10 ans : le succès planétaire de « L'Univers à portée de main », qui emmenait le lecteur jusqu'aux confins de l'univers et au bord des trous noirs (un million d'exemplaires vendus dans le monde, 200.000 rien qu'en France !), propulsait Christophe Galfard sur le devant de la scène. L'ancien thésard de feu [Stephen Hawking](#) remet ça avec « La Vie à portée de main » (Albin Michel, en librairie depuis le 28 août).

Plus loin de ses bases de physique théorique, mais toujours avec le même bonheur et ce même art du récit qui transforme ses ouvrages de vulgarisation en véritables récits d'aventure. Une histoire passionnante, lisible par tous, sur l'origine et la longue histoire de la vie sur Terre.

On pourrait appliquer à la vie la célèbre remarque que saint Augustin a formulée à propos du temps : « Qu'est-ce donc que le temps ? Si personne ne m'interroge, je le sais ; si je veux répondre à cette demande, je l'ignore. » Les vivants se reconnaissent spontanément entre eux, et pourtant, les scientifiques restent bien en peine pour définir le vivant... Alors, selon vous, « qu'est-ce que la vie » ?

Ce parallèle est tout à fait pertinent : on a tous intuitivement l'impression de savoir ce qu'est le vivant... jusqu'au moment où l'on s'interroge pour essayer de le caractériser. Et plus nos travaux et nos réflexions s'affinent, plus, me semble-t-il, les distinctions entre le vivant et le non-vivant s'estompent.

Songez aux facultés que l'on attribue spontanément à un organisme vivant, par opposition à la matière inerte : naître, manger, respirer, croître, se reproduire, mourir. Le feu possède tous ces attributs, mais un animal comme une mule, non - elle ne peut pas se reproduire. Cette absence de frontière bien définie suggère, à mon sens, qu'il existe une certaine continuité matérielle entre le non-vivant et le vivant. Le vivant n'est pas à part, détaché du reste du monde matériel ; il en fait partie intégrante.

Vous proposez une image, étrange mais suggestive, pour cerner l'essence de la vie : celle de la chute d'eau. Nous-mêmes et tous les organismes vivants avons ceci de commun avec une cascade, dites-vous : « notre matière passe, nous restons ». Pouvez-vous développer ?

J'aime beaucoup cette métaphore de la cascade, dont les gouttes qui la constituent passent et s'en vont et qui pourtant perdure dans son identité de cascade. Cela ne fait pas si longtemps que nous nous sommes rendu compte que nos corps d'êtres vivants ne sont pas permanents, que tout ce qui les constitue change et se renouvelle constamment au cours d'une vie.

Le plus ancien fossile jamais découvert d'un animal terrestre est âgé de 425 millions d'années.

Ce ne sont pas les atomes et les molécules qui le composent à un instant donné qui font d'un être vivant ce qu'il est, mais le fait que ces atomes et ces molécules sont sans cesse remplacés par d'autres, en un flux de matière analogue au flux des gouttes d'eau d'une cascade. Cette notion de flux, de mouvement, est l'une des caractéristiques du vivant.

Et elle en appelle une autre, qui est la mémoire, pour que, malgré ce brassage permanent, le plan d'ensemble d'un organisme subsiste. Cette mémoire du vivant, des baleines bleues aux bactéries en passant par les ficus et les humains, c'est l'ADN. Et cela fait quelque 4 milliards d'années qu'il en est ainsi ! Belle constance, dont nous autres humains sommes bien loin de nous approcher avec nos technologies d'encodage de l'information qui ont changé une demi-douzaine de fois en à peine cinquante ans !

A la question inlassablement répétée - d'Erwin Schrödinger à Paul Nurse - « qu'est-ce que la vie ? », la réponse idéale consisterait à dire : voici précisément où, quand et comment elle est apparue sur Terre. Que savons-nous de ces balbutiements de la vie sur notre planète ?

Vous avez raison, il nous serait beaucoup plus facile de définir le vivant si nous savions précisément dans quelles conditions il est apparu, et tout mon livre peut être lu comme une enquête sur cet insondable mystère. Ce n'est pas facile de reconstituer les faits si longtemps après, et sur une planète qui, elle-même, se modifie sans cesse, effaçant tout ou partie de ce qui était avant.

Tout ce que nous savons avec certitude, c'est que des organismes vivants existaient déjà sur Terre dans l'enfer de l'Archéen, qui a succédé à celui de l'Hadéen il y a 4 milliards d'années. La plus ancienne trace connue d'un organisme vivant a été découverte en 2014 au Groenland, dans une roche âgée de 3,7 milliards d'années, donc moins d'un milliard d'années après la formation de la Terre il y a 4,567 milliards d'années.

Mais ce fossile - un stromatolithe - présente une forme de vie déjà si élaborée qu'il est quasi certain que ce n'était pas la première ; d'autres plus rudimentaires l'avaient précédée, dont nous n'avons pas trouvé trace. Et ce, sur une planète qui, comme je viens de le dire, était un enfer : une planète à peine remise de la collision avec Théia ayant produit la Lune et de la pluie de météorites qui a suivi, une planète dont l'atmosphère naissante était un poison mortel pour les formes de vie qui prospèrent aujourd'hui...

Cette vie apparue sur une planète encore infernale va demeurer tapie au fond des océans pendant 3 longs milliards d'années avant de s'aventurer sur les terres émergées. Comment s'est produite cette sortie de l'eau ?

Mon ressenti est que, avec ces premières formes de vie, est apparue une force colossale, une « force de vie » obstinée : une fois que c'est là, « ça » va essayer, par tous les moyens possibles, de rester là. C'est ainsi qu'il faut comprendre le jeu des mutations génétiques, cette infinie variété de possibles dont l'exploration tous azimuts, sans but, fait l'essence de l'évolution darwinienne.

L'évolution a fait s'ouvrir un colossal et magnifique éventail de possibilités, dont certaines se sont ensuite, rétrospectivement, révélées utiles pour permettre à la vie de subsister ailleurs, dans d'autres conditions, et sous d'autres formes. Pourquoi la vie a-t-elle fini par sortir de l'eau ? Eh bien, parce que cela lui était devenu possible, tout simplement. Il ne fait guère de doute que la première propagation du vivant sur les terres émergées aurait été invisible à nos yeux humains : les premières formes de vie à être sorties de l'eau étaient des organismes microscopiques - bactéries, archées ou protistes -, qui ont en quelque sorte préparé le terrain aux organismes plus gros.

Les ancêtres des champignons et des plantes ont suivi. La photosynthèse, ce mécanisme merveilleux permettant d'utiliser l'énergie véhiculée par la lumière du soleil pour produire des sucres, a été élaborée dans l'eau ; elle a perduré une fois la vie sortie de l'eau. Et elle s'est perfectionnée : chez ces ancêtres des plantes qui ressemblaient à des arbustes dépourvus de feuilles, la photosynthèse se faisait sur les tiges. Mais des mutations aléatoires ont fait s'aplatir et s'étaler les extrémités de ces tiges, offrant ainsi une plus grande surface collectrice de lumière.

Cette mutation favorable a été sélectionnée et les feuilles ont fait leur entrée en scène ! Les proto-arbustes sont devenus des arbres, nourrissant le sol de matière organique. Les ancêtres des vers de terre ont profité de cette manne de nourriture. Un arthropode de 2,5 cm de long trouvé sur l'île écossaise de Kerrera constitue le plus ancien fossile jamais découvert d'un animal terrestre ; il est âgé de 425 millions d'années.

Et ce vaillant petit ver de terre a ouvert la voie à tout ce qui a suivi, permettant à la vie terrestre de prospérer dans quasiment tous les écosystèmes, sous tous les climats...

Et de traverser, vaille que vaille, les cinq extinctions massives qui se sont succédé depuis la fameuse « explosion cambrienne » d'il y a 541 millions d'années. Songez que, lors de la troisième de ces cinq extinctions massives, celle qui a vu le supercontinent Pangée se fendre en deux et le Permien laisser la place au Trias, il y a 252 millions d'années, plus de 95 % des espèces marines - et sans doute à peu près autant d'espèces terrestres - ont disparu en l'espace de seulement quelques dizaines de milliers d'années !

Mais, à chaque fois, assez d'espèces ont survécu pour permettre à la vie de continuer. Et, parmi elles, se trouvaient celles dont nous descendons, nos ancêtres directs. Si le petit groupe des cynodontes n'avait pas réchappé à l'extinction Permien-Trias, nous ne serions pas là pour en parler, puisque de ces animaux qui avaient la taille de petits rongeurs et une dentition proche de celle des chiens actuels - d'où leur nom - descendent tous les mammifères.

Pour partir à la recherche des premières formes de vie, les fossiles nous offrent une piste. Mais il en est une autre, qui se trouve en nous-mêmes, les vivants actuels. Est-ce pour cela que toute la seconde moitié de votre livre est une exploration, non pas du lointain passé terrestre, mais de la machinerie cellulaire, des briques de base du vivant ?

Tout à fait. Tout à l'heure, nous avons dit qu'il n'y a pas encore de définition du vivant qui fasse parfaitement consensus. Mais on pourrait fort bien imaginer que les briques de base du vivant soient différentes de celles de la matière inerte. D'une autre nature. Or, ce n'est pas ce que nous avons découvert. Ce sont les mêmes ; il est d'ailleurs remarquable de constater que le vivant se contente d'une petite fraction de l'existant.

« Tous les êtres humains vivant actuellement sur Terre descendent en ligne directe d'une unique femme, l'Eve mitochondriale. »

Sur les 94 atomes existant à l'état naturel, 6 seulement suffisent à constituer tout ce qui vit sur Terre : les fameux CHNOPS, un acronyme pour carbone, hydrogène, azote (nitrogenium en latin), oxygène, phosphore et soufre. Les 10.000 protéines différentes contenues dans chacune des 30.000 milliards de cellules d'un corps humain sont toutes faites de ces 6 atomes-là. Il en va de même des acides nucléiques que sont l'ADN et l'ARN, ces longues chaînes de nucléotides incorporant les 5 bases azotées qui servent de support au code de la vie - adénine, cytosine, guanine, thymine et uracile. Quelle économie de moyens !

Vous venez d'évoquer les nucléotides, ces « lettres » de l'ADN et de l'ARN. A vous lire, cette famille de molécules semble tout particulièrement vous fasciner...

En effet. J'adore l'idée que le vivant - tout le vivant, dans son infinie diversité - soit régi par un seul et unique code. L'ADN, et l'ARN, si l'on étend le vivant aux virus, constituent la mémoire de tout ce qui vit, du moins sur Terre. Et ce n'est que lorsque nous avons appris à lire ce code que nous avons pu explorer cette mémoire que tout être vivant porte en lui,

et qu'il nous a été possible de remonter jusqu'aux origines de la vie en étudiant non pas les fossiles, mais le matériel génétique.

Nous autres humains portons en nous, non seulement la mémoire de nos ancêtres humains, mais aussi des formes de vie qui ont précédé l'apparition du genre Homo. Cette idée a, je trouve, quelque chose de profondément réconfortant et exaltant.

Pouvez-vous nous donner un exemple montrant comment le matériel génétique permet de remonter vers nos origines ?

L'exemple le plus évident est celui de l'ADN mitochondrial. Tout l'ADN d'une cellule d'eucaryote [organisme dont la cellule comporte un noyau, NDLR] n'est pas contenu dans son noyau ; un organite appelé mitochondrie, qui est la centrale énergétique de la cellule, a le sien propre. Or, cet ADN-là n'est transmis à la descendance que par les mères. Il permet donc de remonter les lignées maternelles.

C'est ainsi que nous avons pu établir que tous les êtres humains vivant actuellement sur Terre descendent en ligne directe d'une unique femme, l'Eve mitochondriale - notre mère à tous -, qui vivait il y a quelque 155.000 ans en Afrique. De même, l'étude de l'ADN porté par le chromosome Y a permis de remonter la lignée paternelle jusqu'à notre père à tous, l'Adam-Y, un peu plus ancien que l'Eve mitochondriale - il vivait il y a 180.000 ans.

« L'évolution darwinienne n'est pas seulement affaire de loi du plus fort, elle comporte aussi une bonne part de collaboration. »

Mais l'existence même des mitochondries est en soi fascinante. Dans les années 1970, une scientifique américaine, Lynn Margulis, a eu une intuition géniale : elle a compris que les mitochondries présentes dans nos cellules ressemblaient trop à des bactéries pour ne pas en avoir été un jour, en un lointain passé. Et qu'il en allait de même pour les chloroplastes des cellules de plante, qui leur sert à produire la chlorophylle, ce composé chimique à la base de la photosynthèse.

Les travaux ultérieurs ont fini par donner raison à Lynn Margulis : mitochondries et chloroplastes étaient à l'origine des bactéries, des organismes unicellulaires à part entière, qui se sont retrouvés piégés à l'intérieur d'autres cellules plus grandes, lesquelles étaient encore dépourvues de noyau. Les cellules ingérées n'ont pas été détruites par leurs cellules-hôtes mais sont demeurées à l'intérieur et, génération après génération, une partie du matériel génétique des premières s'est glissée dans l'ADN des secondes, qui en ont tiré profit. Un bel exemple d'endosymbiose, qui nous montre que l'évolution darwinienne n'est pas seulement affaire de lutte entre proie et prédateur, de loi du plus fort, mais qu'elle comporte aussi une bonne part de collaboration.

Jusqu'où peut-on remonter grâce à cette piste génétique ?

Jusque très, très loin dans le passé. Beaucoup plus loin que l'Eve mitochondriale ou l'Adam-Y ! Non seulement tous les êtres humains ont une mère et un père en commun, mais absolument tous les organismes vivant aujourd'hui descendent d'un unique

« individu », si l'on peut l'appeler ainsi. Comme cet organisme descendait lui-même d'autres organismes encore plus anciens, il est appelé le « dernier ancêtre commun », LUCA en anglais (Last Universal Common Ancestor).

Il a vécu il y a environ 4 milliards d'années, lorsque l'enfer de l'Hadéen devenait l'enfer de l'Archéen, et ce devait être une bactérie ou une archée, ou en tout cas pas un eucaryote, les cellules à noyau n'étant apparues que beaucoup plus tard. De LUCA jusqu'à nous, le fil de la vie court ininterrompu.

Une dernière question pour le physicien théoricien et ancien disciple de Stephen Hawking que vous êtes : croyez-vous en l'existence d'autres formes de vie ailleurs dans l'univers ?

Je serais tenté de vous donner la même réponse que Carl Sagan : vu la taille de l'univers, si la Terre était le seul havre de vie, quel gâchis d'espace ce serait ! On estime à mille milliards le nombre de planètes dans notre seule galaxie, la Voie lactée. Et il existe un nombre incommensurable de galaxies semblables à elle dans l'univers. Alors oui, j'y crois ! Et je suis même persuadé que l'exploration spatiale nous fera faire à cet égard, dans les prochaines années et décennies, des découvertes étonnantes.