

1.

La vie sur Terre naquit par hasard

De la Bible à la vie

Comme le dit la Bible... La vie est apparue progressivement, et s'est complexifiée au cours du temps.

D'après la Bible, Dieu créa le monde en six jours, et le septième, il se reposa : « *Il chôma, après tout l'ouvrage qu'il avait fait* ». Durant les six jours de travail, apparurent successivement : la lumière, les ténèbres, les eaux, le ciel, la terre, la mer, la verdure, les fruits, le soleil, les étoiles, les oiseaux, les poissons, les animaux terrestres, et enfin l'homme.

Ainsi, la Bible elle-même élabore implicitement une progression, une évolution, dans la création du monde : Dieu a commencé par créer des éléments « grossiers » et sans vie : lumière, eau, terre... Dans un second temps, il créa une vie primaire, celle des plantes, des fruits, de la végétation. Puis, il créa une vie, plus élaborée, celle des oiseaux, des poissons... Enfin, il termina par la vie la plus accomplie, celle de l'homme.

D'un point de vue plus scientifique, c'est un peu comme cela que se construisit l'évolution de la vie. À l'origine, il n'y avait que des particules élémentaires, et elles ont conduit à une première vie animale, très succincte. En partant de cette première vie animale, il y eut des acquis successifs qui ont amené à l'apparition de l'homme. Charles Darwin dit qu'une espèce évolue en ajoutant successivement de nouvelles structures et fonctions, et cela a pu être vérifié à maintes

reprises. « *De la bactérie à la drosophile, quel bricolage depuis trois milliards d'années !* » disait également le biologiste François Jacob. Dans les années soixante-dix, Paul Mac Lean, de l'université de Bethesda, États-Unis, a proposé une théorie, aujourd'hui célèbre, cohérente avec ce principe d'évolution progressive du cerveau. D'après lui, avant d'arriver jusqu'à l'homme, la nature a dû rajouter successivement trois cerveaux : il y a d'abord eu le cerveau reptilien, sur lequel s'est ajouté un cerveau limbique, puis un cerveau néocortical.

Même si tous les scientifiques ne sont pas d'accord sur le nombre de « trois » cerveaux superposés proposé par Mac Lean, ils admettent le principe d'une complexification progressive du cerveau avec le temps et l'évolution.

Spécialisation et coopération sont constamment présentes au cours de l'évolution de la vie.

La réussite de l'évolution, qui a permis l'apparition d'espèces de plus en plus évoluées, jusqu'à l'être humain, repose en fait sur deux principes essentiels : la spécialisation et la coopération. C'est-à-dire que des ensembles de composants distincts de plus en plus complexes, particules, molécules, organes... ayant chacun leur spécificité, se sont assemblés, et ont coopéré pour la survie commune.

On pourra d'ailleurs, sans difficulté, extrapoler ce raisonnement au composant « complexe » qu'est l'homme : chacun de nous a l'intuition que pour « réussir » sa vie, un bon moyen serait d'avoir une « spécialité », quelque chose que l'on sait très bien faire, et également de « coopérer » avec les autres.

L'infiniment petit s'organise

Tout démarre avec des particules infiniment petites : quarks et leptons.

Au commencement du monde, il n'y avait que des petites particules, les « quarks » et les « leptons ». En se regroupant grâce à des liaisons nucléaires, basées sur une sorte de colle, les « gluons », les quarks formèrent en particulier des neutrons et des protons ; quant aux leptons, les plus connus sont les « électrons ».

Des regroupements donnent les atomes.

Ces protons et neutrons, eux-mêmes soumis aux liaisons nucléaires, se regroupèrent et formèrent des noyaux. Puis, en attirant des électrons par des liaisons électrostatiques (des charges électriques

positives et négatives s'attirent), ils constituèrent des atomes de différentes sortes : Hydrogène, Oxygène, Carbone, Fer, Sodium, Chlore, Silicium...

Puis arrivent les molécules.

Ensuite les atomes s'assemblèrent entre eux, grâce à des liaisons chimiques de type essentiellement électrostatiques, pour former des molécules : molécule d'eau, composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène, molécule de sel, composée d'un atome de sodium et d'un atome de chlore, etc.

Des molécules s'assemblent bizarrement en forme d'hélice : c'est l'ADN qui jouera un rôle fondamental dans la reproduction.

Des molécules s'assemblèrent alors entre elles, toujours suite à des liaisons chimiques. L'un de ces assemblages conduisit à la création de « l'ADN ». Cette « macromolécule » est composée de molécules particulières, « adénine, thymine, cytosine, et guanine » (notées « A, T, C, G »), qui se regroupent sur deux « fils » enroulés avec la forme d'une double hélice. On appelle gène un morceau de cette double hélice ; un gène correspond en fait chez les êtres vivants à une caractéristique de l'individu ; par exemple : le gène des yeux bleus, le gène des cheveux noirs, etc.

Le premier organisme capable de se dupliquer apparaît : c'est la « bactérie ».

On suppose que la combinaison d'une ou plusieurs molécules très spécifiques avec cette molécule d'ADN conduisit à la création d'une cellule ancestrale, la « bactérie », qui possédait une particularité extraordinaire : pour la première fois, on avait un assemblage de molécules capable de se reproduire à l'identique.

Cela fut possible grâce aux propriétés étonnantes de la double hélice d'ADN : les molécules « A, T, C, G » forment en effet une sorte de « programme codé ». Ce « programme codé » permet, de manière unique, par des réactions chimiques successives, de synthétiser, c'est-à-dire de fabriquer, des protéines particulières : celles-ci vont en effet s'assembler correctement pour reconstituer les éléments d'une nouvelle cellule.

La « bactérie » constitue la première « cellule » qui apparut au monde : simple, petite et sans noyau. Cette cellule est dite « procaryote ». La duplication des bactéries n'était néanmoins pas parfaite : les bactéries filles pouvaient avoir des chaînes d'ADN légèrement différentes de celles des bactéries mères. Il en a résulté de multiples

sortes de bactéries : ce furent les premières « mutations génétiques », mutations génétiques qui jouent un rôle essentiel dans la complexification des êtres vivants. Sans celles-ci, la vie serait restée à un stade « primaire », et nous n'aurions jamais existé.

Ainsi, pour la première fois, la nature avait créé un « assemblage » moléculaire, la bactérie, ayant la particularité de pouvoir se reproduire. La bactérie est donc le premier organisme « vivant » au sens où l'on considère que la vie débute avec l'aptitude à se reproduire.

Le premier animal de la Terre

Une bactérie spécifique possède la propriété de « respirer » : elle sera le poumon de la future cellule.

Une bactérie particulière, la « mitochondrie » (ou plutôt un ancêtre de ce qu'on appelle aujourd'hui une mitochondrie), se spécialisa dans une réaction chimique, appelée « respiration » : une réaction chimique dans la bactérie (en présence de glucose et d'oxygène), engendre la formation de gaz carbonique et d'eau, et conduit également à la fabrication d'une molécule « énergétique » capable de quitter la mitochondrie, et de libérer de l'énergie (c'est la molécule « ATP » c'est-à-dire « Adénosine TriPhosphate »).

La création de la première cellule, premier animal élémentaire, résulte de la combinaison de plusieurs bactéries.

Cette bactérie particulière, la mitochondrie, se combina avec d'autres bactéries ; cela conduisit à la création d'une cellule, plus grande que la bactérie, et possédant un noyau, qui contient à la fois des hélices d'ADN, et des mitochondries : c'est la cellule « eucaryote » qui est la cellule au sens « commun » ; c'est en particulier la cellule que l'on trouve dans le corps humain.

Les molécules énergétiques (molécules ATP) produites par les mitochondries jouent un rôle essentiel : grâce à leur faculté à se déplacer et produire de l'énergie, elles fournissent l'énergie nécessaire au reste de la cellule : pour construire d'autres molécules, se reproduire, se déplacer, croître...

Il faut bien s'imaginer que dans la nature, au cours du temps, il y eut probablement des milliards d'assemblages de molécules, faits au hasard des événements. Aucun ne survécut sauf la « cellule », car elle possédait l'aptitude à se reproduire.

Nous verrons plus loin que les cellules se sont ensuite diversifiées puis assemblées entre elles pour former des tissus, qui se sont complexifiés, jusqu'à créer cette machine fantastique : l'homme.

La vie sur terre aurait pu être totalement différente.

Il est extraordinaire de penser que les êtres vivants tels que nous les connaissons sur terre, c'est-à-dire constitués d'assemblage de cellules possédant toutes un noyau avec de l'ADN, résultent d'une « opportunité » du hasard, et auraient pu être complètement différents. En effet, on pourrait imaginer d'autres « opportunités du hasard », qui auraient créé également, grâce à la reproduction et la mutation partielle, des « vies intelligentes » complètement nouvelles. Par exemple, la chaîne de molécules comprenant le « programme codé » permettant la reproduction aurait pu être basée sur des constituants et un principe de codage totalement autres que le principe « ATGC ». La « cellule » initiale créée aurait été alors de taille, forme et contenu très distincts de la cellule que nous connaissons : il y aurait donc eu sur notre planète terre des êtres vivants très différents de ceux qui la peuplent aujourd'hui...

L'apparition des éponges et des étoiles de mer

La diversification et la coopération de cellules ont permis l'apparition de tissus cellulaires distincts : peau, os, chair, etc.

La vie a donc commencé par la création de la cellule. Au sein de la cellule, nous avons vu qu'il y a de nombreuses réactions chimiques ; ces réactions sont appelées « métabolisme » de la cellule : elles permettent la reproduction de celle-ci, son déplacement, sa nutrition, [...] Ce métabolisme cellulaire nécessite évidemment un apport de particules moléculaires, puisées dans le milieu extérieur (à l'origine, de l'eau), ces particules constituant la « nourriture » de la cellule. Ces premiers animaux, formés d'une seule cellule, (unicellulaires) sont appelés « protozoaires ».

Ensuite, apparaissent des animaux multicellulaires, appelés métazoaires, constitués de plusieurs groupes de cellules, les cellules des différents groupes étant différentes.

Comment l'apparition des métazoaires a-t-elle été possible ? Elle le fut grâce aux multiples « mutations génétiques » qui se produisent régulièrement lors de la reproduction des cellules. Lors d'une

mutation, une cellule se modifie légèrement. Dans la plupart des cas, cette modification entraîne sa mort. Mais parfois, cette mutation lui fait acquérir des aptitudes qu'elle ne possédait pas. Alors, au hasard d'un regroupement avec d'autres cellules, modifiées ou non, il est possible que l'ensemble soit plus apte à résister au milieu extérieur que chaque cellule séparément. Par exemple, l'apparition de cellules d'épithélium comme la peau permettra à d'autres cellules, intérieures à l'épithélium, d'éviter les agressions extérieures.

Chaque groupe de cellules identiques est appelé « tissu » : ainsi, la peau, la chair, les os sont autant de tissus distincts. Si la combinaison obtenue fait que cet ensemble de tissus sait se nourrir et se reproduire à l'identique, aux mutations génétiques près, on obtient une nouvelle « espèce » d'animal. Les métazoaires les plus simples sont ainsi constitués de deux tissus uniquement, un tissu dit « externe », et un tissu dit « interne ».

Il est important de comprendre que, avec les métazoaires, on assiste à une « collaboration » de cellules où chacun y trouve son intérêt. En effet, pour la plupart, les cellules des métazoaires sont désormais incapables de survivre « seules » : elles ont acquis une spécialisation, qui les rend à la fois dépendantes des autres cellules, mais qui les rend plus performantes en termes de survie, grâce à la collaboration avec les autres cellules.

Des muscles apparaissent avec les éponges de mer et les méduses.

L'apparition des muscles est liée à celle du système nerveux. En effet, le système nerveux est un ensemble de cellules particulières, les « neurones », qui ont la propriété de pouvoir se transmettre une information de cellule à cellule. Cette propriété a résulté d'une modification génétique qui a donné à une cellule de longs « bras », les « dendrites » et les « axones », qui lui ont permis d'aller toucher d'autres cellules. Cela a permis à l'animal de « commander » des tissus : les « muscles » étaient nés.

Les métazoaires ont en fait donné naissance à deux embranchements d'animaux qui possèdent à la fois des cellules nerveuses et des tissus cellulaires spécialisés : les animaux issus de la famille des éponges de mer, appelés « spongiaires », et ceux issus de la famille des méduses, appelés « cnidaires ».

Les éponges de mer sont des animaux très simples : ils n'ont que trois tissus distincts (et bien sûr, pas de cerveau).

Les éponges de mer ont peu de cellules différentes, et quelques cellules nerveuses. Ces animaux sont parmi les plus simples et ressemblent généralement à de gros sacs. Ils se nourrissent en absorbant l'eau, la filtrant, et ne retenant que les particules nutritives.

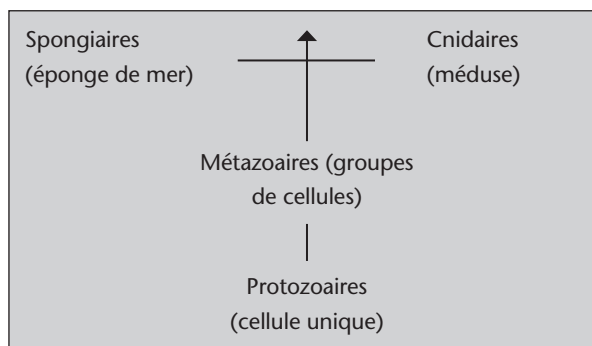
On distingue globalement chez eux trois tissus distincts : une membrane externe pour la protection, une membrane interne pour la nutrition (absorption des particules et de l'oxygène), et une sorte de gelée entre les deux autres membranes, la « mésogée », contenant essentiellement quelques cellules nerveuses rudimentaires et des cellules capables de régénérer un individu complet ; ce sont les cellules « sexuelles ».

Il n'y a pas encore d'appareil respiratoire, ni circulatoire. On trouve par contre un orifice unique permettant de capter des particules en suspension et de rejeter des déchets : cet orifice est donc à la fois une sorte de bouche et d'anus.

Les méduses leur ressemblent, mais possèdent en plus des cellules qui « piquent ».

Les méduses, quant à elles, ressemblent à des « fleurs de la mer ». Elles font partie des « cnidaires », comme leurs cousins : hydres, coraux, gorgones, anémones de mer, etc.

Par rapport aux éponges de mer (spongiaires), les cnidaires possèdent en plus un nouveau type de cellules, qui leur apportent une défense naturelle : les cellules urticaires. Ces animaux sont en effet « urticaires », c'est-à-dire qu'ils piquent.



Le mot « cnidaire » vient d'ailleurs du grec *Knidos* qui signifie « ortie » ou « méduse ». Les cnidaires ont la même structure globale que les spongiaires : un tissu externe, un interne, une « gelée ». Simplement, ils possèdent en plus des cellules urticantes. Ils produisent une piqûre par leurs tentacules, qui paralyse la proie.