

Darwin 150 ans après *

par Julien WYPLOSZ **

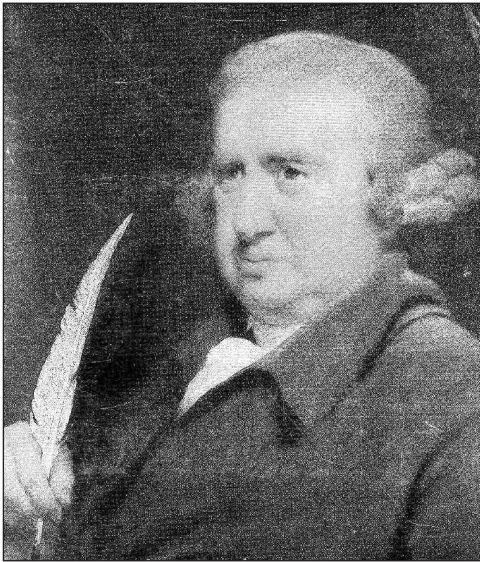


Fig.1 - Erasmus Darwin.
(Collection privée)

Cette année, 757 événements dans 45 pays fêtent le 200ème anniversaire de la naissance de Charles Darwin, né le 12 février 1809, et le 150ème anniversaire de son principal livre *L'origine des Espèces*, publié le 24 novembre 1859. C'est aussi le 200ème anniversaire de la parution de *La philosophie zoologique* de Lamarck, mais il n'y a eu aucun événement : les Français l'ont oublié.

Les hommes qui ont inspiré ou aidé Darwin à bâtir sa théorie selon la chronologie

Les idées de Darwin ne sont pas nées *ex-nihilo*. Le grand-père de Charles Darwin, Erasmus Darwin (Fig. 1) (1) est médecin. C'est aussi un poète, un inventeur et un scientifique qui crée une société savante le *Cercle lunaire* où siègent Watt, Priestley et Josiah Wedgwood le fameux céramiste qui sera

lié aux Darwin par des liens conjugaux étroits. Dans son livre *Zoonomia* (2) de 1774, soit 35 ans avant *La Philosophie* et 85 ans avant *L'origine*, on peut lire : “Tous les animaux subissent des transformations perpétuelles. Ils sont poussés par le sexe, la faim et le besoin de sécurité... Les mâles désirent la possession exclusive des femelles ; ils ont acquis des armes pour se combattre l'un l'autre dans ce but... Certains oiseaux ont acquis des becs épais pour craquer des noix, d'autres pour casser des graines dures comme les moineaux... Certains animaux ont acquis des ailes au lieu de pattes, comme les petits oiseaux pour s'échapper. D'autres ont acquis des coquilles dures comme les tortues ou armées comme l'oursin...”.

* Comité de lecture du 19 septembre 2009.

** 36, rue Liancourt, 75014 Paris.

Or Charles a toujours prétendu ne pas avoir été influencé par Erasmus. Pour autant le legs d'Erasmus est énorme : les animaux évoluent sur le temps long. Leurs attributs varient selon l'environnement. Ce sont les mâles les plus forts qui accèdent aux femelles.

L'enfance de Darwin est marquée à l'âge de huit ans par la disparition de sa mère, la fille de Josiah Wedgwood, et des études secondaires médiocres. Son père, Robert, qui est aussi médecin et scientifique, l'envoie faire sa médecine à Édimbourg, mais il échoue. Il fait alors des études de théologie à Cambridge où il devint *Bachelor of Arts*. En fait il ne s'intéresse qu'à l'histoire naturelle et suit les cours du Révérend Henslow. Le mentor apprend que l'Amirauté envoie un bateau hydrographique en mission et cherche un naturaliste. Il pistonne son protégé.

De 1831 à 1836 le Beagle fait le tour du monde, commandé par le capitaine FitzRoy. À son retour Darwin est accueilli en grand explorateur par les meilleurs savants anglais. Il rédige une relation de son voyage (3) qui a un gros succès et édite un luxueux livre de zoologie écrit par divers spécialistes que lui a conseillés Henslow. En 1838 il se marie avec sa cousine germaine Emma Wedgwood, dont la dot le met à l'abri du besoin pour le reste de sa vie. Il achète une grande demeure à Down, dans le Kent, et ne la quitte guère, souffrant d'une maladie mal élucidée.

Darwin admire le géologue Lyell devenu son ami, qui inspire sa théorie et dit que les événements géologiques anciens sont les mêmes qu'aujourd'hui. C'est *l'actualisme*. Les changements se font sans saut, c'est le *gradualisme*. Les événements se produisent simultanément sur tout le globe, c'est *l'uniformitarisme*.

Par contre, Darwin ne reconnaît aucune dette envers Cuvier (4) qui a pourtant créé la paléontologie sans laquelle l'évolution est impensable. Cuvier a décrit une structure aux animaux : carnassier, herbivore etc. qui permet de les décrire en possédant seulement leur squelette voire un seul os. Il dit qu'il y a des révolutions au cours desquelles tous les animaux disparaissent, puis d'autres apparaissent. Il découvre que chaque strate terrestre contient des fossiles spécifiques. Dès lors, il propose de faire de la stratigraphie en décrivant les fossiles. Mais Cuvier est révolutionniste et fixiste. Darwin l'ignore.

Darwin a deux autres inspirateurs : l'un est admiré, c'est Malthus, qui affirme que les hommes se reproduisent selon une progression géométrique alors que la nourriture se renouvelle selon une progression arithmétique, de sorte que seuls les mieux adaptés survivent. C'est *la lutte pour la vie*. Darwin a trouvé là le moteur de l'évolution. L'autre Lamarck (5) est vilipendé. Tous ses travaux ne sont que du *rubbish* ! Pourtant Lamarck a montré que les animaux se modifient sur le temps long selon une théorie formalisée : le *transformisme*. Darwin se moque du cou de la girafe qui s'allonge quand elle tire dessus et qui est hérité par ses enfants. Pourtant Darwin a beaucoup lu Lamarck et, s'il dénie toute dette, c'est qu'elle est peut-être trop grande. Le legs de Lamarck est lourd en effet : les espèces changent et se complexifient sur le temps long. Une modification du milieu peut modifier le corps des animaux. Une habitude nouvelle utilise de façon différente ses organes. Seuls ceux qui sont utiles persistent et sont hérités, les autres disparaissent.

Deux amis fidèles accompagnent Darwin au cours de sa vie : le premier est Thomas Huxley, son bull-dog, car en 1860, lors d'une réunion, Mgr Wilberforce, l'évêque d'Oxford demande à Huxley *s'il descend du singe par sa mère ou par son père*. Huxley réplique qu'il *préfère descendre du singe que de l'évêque Wilberforce*. Un tollé mémorable s'ensuit au cours duquel on aurait vu FitzRoy brandissant une bible et criant : *C'est*

là que se trouve la vérité ! Une lady perd connaissance. La femme de l'évêque aurait dit : *Mon Dieu ! Si l'Homme descend du singe, faites que cela ne se sache pas !* Aux États-Unis il y aura en 1925 un *procès du singe* intenté par des créationnistes où un enseignant sera condamné pour avoir professé que l'homme descend du singe. Depuis lors, en ce pays, ne pas suivre fidèlement Darwin c'est être un créationniste.

Le second, Joseph Dalton Hooker, son confident, est un explorateur polaire, grand botaniste, directeur des Jardins de Kew au savoir encyclopédique. Il accompagnera Darwin tout au long de sa vie. En 1844, paraissent les *Vestiges de l'histoire naturelle de la création* sans nom d'auteur. Le livre parle d'évolution et de grandes extinctions sans faire intervenir Dieu. Il fait scandale mais a un grand succès. Darwin condamne le livre. Son auteur, Chambers, ne sera connu que dans une édition posthume.

Alfred Russel Wallace (Fig. 2) est celui qui a le plus influencé Darwin. Issu d'un milieu modeste, il a fait tous les métiers. C'est un autodidacte qui se passionne pour la nature et court les bibliothèques pour s'instruire. Il lit Malthus et Lyell (6). Il a la chance de rencontrer Henry Bates qui deviendra un grand entomologiste. Ils lisent ensemble les récits de voyage, dont celui de Humboldt et celui de Darwin. La jeunesse, en cette ère victorienne,

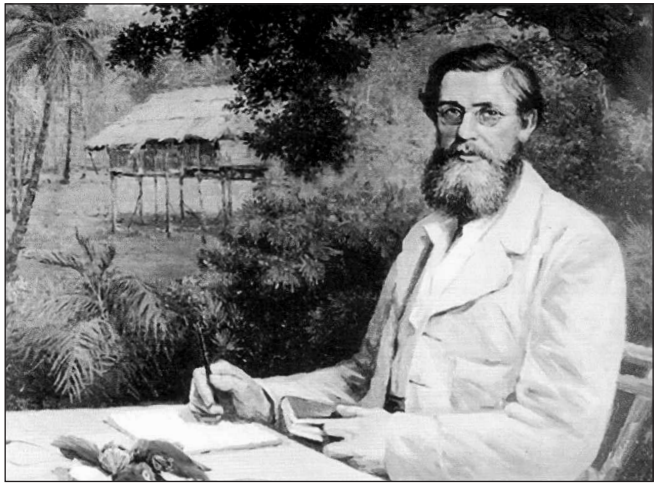


Fig. 2 - Alfred Russel Wallace.
(Collection personnelle)

aspire à découvrir le monde et l'explorateur est un héros envié. Ils partent en Amazonie pour ramener des échantillons et trouver l'origine des espèces. Ils perdent tout ce qu'ils ont difficilement amassé dans un naufrage. À leur retour, Bates écrit *Le mimétisme* et Wallace écrit une *Narration de voyages sur l'Amazonie* en 1853. Il se fait remarquer par la *Société Royale de Géographie* qui l'aide à partir dans l'Archipel malais où nombre de zoologistes ont perdu la vie. En septembre 1855, il publie un article fondateur : *De la loi qui a régi l'introduction de nouvelles espèces*. Il dit que les espèces actuelles dérivent des fossiles et que *chaque espèce a pris naissance en coïncidence géographique et géologique avec une autre espèce étroitement liée et préexistante*. Il s'appuie sur Lyell pour dire que les changements géologiques et climatiques font évoluer les espèces. Sur l'arbre de la descendance certaines branches s'atrophient et d'autres prolifèrent en se perfectionnant. Wallace qui a une grande admiration pour Darwin lui écrit régulièrement pour le tenir au courant de ses travaux. En février 1858, il envoie à Darwin son essai *De la tendance des variétés à se séparer indéfiniment de leur type primitif*, lui demandant de le faire lire à Lyell et de le publier. Il y décrit la *sélection naturelle* (7). Darwin s'affole, écrit à Lyell le 18 juin 1858 : *Je n'ai jamais vu une si frappante coïncidence ; si Wallace avait eu mon manuscrit de 1842 (sic) il n'en aurait pas fait un meilleur résumé. Mêmes ses*

mots sont en tête de mes chapitres. Ainsi toute mon originalité va être démolie, bien que mon livre, s'il a quelque valeur ne sera pas détérioré puisque tout le travail consiste en l'application de la théorie.

Dès lors l'affaire devient brûlante. Les amis les plus proches de Darwin, à savoir Lyell et Hooker se dépêchent de présenter devant la Société linnéenne le 1er juillet 1858, l'article de Wallace. Mais les deux lords le font précéder de deux *textes privés* (non publiés) que Darwin aurait écrit en 1844 et 1857. La primauté de Wallace a disparu, il n'a fait que confirmer sur le terrain la théorie de Darwin. Wallace est malade aux Moluques et Darwin n'assiste pas à la séance, mais il était au courant. On laisse chacun apprécier l'élégance du procédé... En 1859, est publiée *L'origine des espèces* qui est, en principe, un résumé d'un livre à paraître. Darwin y réfléchit depuis 20 ans, mais l'écrit dans la hâte. C'est aussitôt le succès et une gloire planétaire. La théorie de Darwin affirme *une descendance modifiée par les moyen de la sélection naturelle*. Le mot évolution n'y figure pas.

Darwin aurait-il pu connaître les lois de Mendel qui auraient modifié notablement sa théorie ? Mendel est moine à Burnen ou Brünn, capitale de la Moravie, province slave de l'Empire austro-hongrois. Il fait de l'hybridation de petits pois. Il effectue ce travail sur 10 000 plants, hybride 400 000 fleurs et obtient 300 000 pois. Une fois les hybrides de la première génération obtenus, il les croise entre eux pour avoir la 2ème génération (8). Le 8 février et le 8 mars 1864 Mendel donne deux conférences à la Société d'Histoire Naturelle de Brünn et son travail est publié l'année suivante dans les comptes rendus de la Société. Il envoie des tirés à part à des savants qu'il estime, dont Darwin. Or, le tiré à part de Mendel, qui est une brochure, a été retrouvé dans la bibliothèque de Darwin, *les pages ne sont pas coupées* En 1900, trois *Redécouvreurs* de Mendel apparaissent simultanément. Correns publie un article qui est la reproduction de l'œuvre de Mendel. De Vries dénonce un plagiat et formule les lois de Mendel. Tschermak prétend aussi en être l'inventeur. Puis de Vries décrit avec force détail comment la brochure de Mendel est parvenue aux mains des Redécouvreurs. Mais faute d'avoir pu joindre l'œuvre de Mendel à la sienne, on peut résumer la théorie de Darwin ainsi : darwinisme ou *descendance avec modification selon la sélection naturelle* ; les animaux se modifient sur le temps long ; le milieu change, mais très progressivement, sans aucun saut. Seuls *certain*s arrivent à s'adapter au changement. Il y a une *lutte pour la vie*, seuls les plus adaptés survivent : c'est la *sélection naturelle*. Si un groupe est isolé de ses semblables pendant un temps suffisamment long, il ne peut se croiser avec eux et forme *une nouvelle espèce*. Seules les espèces les mieux adaptées survivent.

La théorie de Darwin confrontée aux sciences actuelles

La géologie

Lorsque paraît *L'Origine*, l'échelle des temps géologiques est déjà bien dessinée. Darwin se heurte à un problème : *Je veux parler de l'apparition soudaine d'espèces appartenant aux divisions principales du règne animal dans les couches fossilifères les plus anciennes que l'on connaisse [...]*. Il se heurte, de plus, à l'affirmation de Kelvin qui a calculé que la durée de la Terre ne peut excéder 40 millions d'années, ce qui rend la théorie de Lyell caduque. La découverte par Walcott de stromatolithes qui sont constitués d'algues et de microbes, qu'il croit dater de 600 millions d'années, met à bas la théorie de Kelvin mais elle n'est publiée qu'en 1873, un an après la mort de Darwin. On montrera plus tard qu'ils remontent à 3,7 milliards d'années. Les fouilles de Whittington, dans les années 1970 vont permettre l'étude de la faune d'Ediacara qui montre *l'explo-*

sion cambrienne ainsi nommée pour l'apparition soudaine de tous les embranchements vivants (sauf un) entre 530 et 520 millions d'années, en seulement 1,7 % de la durée de la collecte de fossiles d'animaux. C'est Cuvier qui a raison : il y a bien eu des révolutions.

L'optique

L'Univers est invisible. On ne commence à l'entrevoir en 1609, il y a juste 400 ans (encore un anniversaire) quand Galilée pointe sa lunette sur les étoiles. On ne voit à l'œil nu que 6 300 étoiles, il y en a plus de 100 milliards et bien autant de galaxies. *Le vivant est invisible.* L'essentiel du monde vivant échappe à notre vue. Tous les protistes, toutes les bactéries, la plupart des champignons, des plantes et une bonne partie des animaux ne nous sont accessibles qu'à travers un microscope.

Le monde microscopique qui représente la quasi-totalité de la biomasse doit sa découverte aux constructeurs de microscopes par des Hollandais : les Jansen, Jan Swammerdam et Antoni van Leeuwenhoek. Malpighi et Morgagni ouvrirent la médecine au monde invisible, en créant l'histologie et l'anatomopathologie. Puis Virchow créa la pathologie cellulaire, Pasteur et Koch la bactériologie. La médecine et la biologie sont impensables sans les microscopes.

La spéciation

Durant son tour du monde Darwin avait décrit aux îles Galapagos des pinsons dont les becs étaient différents dans chaque île. Séparés par la distance, ils avaient évolué séparément et créé des espèces. Cette théorie de la spéciation *allopatrique* est le pivot de sa théorie. Il est à noter que cette théorie n'est formulée qu'après son retour du tour du monde. Il a bénéficié de l'aide du grand ornithologue Gould à qui il avait confié le chapitre concernant les oiseaux dans la *Zoology*. Pour démontrer que les becs des pinsons changeaient d'une île à l'autre, il avait les échantillons de Darwin. Ils sont toujours conservés au Musée d'Histoire Naturelle à Londres avec leurs étiquettes. *Lieu de provenance n'est pas écrit.* Le couple Grant, Peter et Rosemary, de Princeton, ont fait toute leur carrière sur ce sujet. Ils ont commencé leur étude en 1973 et leur dernier livre date de 2007 (9). Au début, ils sont enchantés de retrouver les 14 espèces de Darwin. Chaque espèce a un habitat déterminé et un chant différent. Mais il y a un gros problème : dans chaque île, il y a plusieurs espèces. Il a donc fallu qu'elles se séparent alors que la pression sélective sur une île était la même, c'est la *sélection sympatrique* que ne signale pas Darwin.

La seule différence serait alors *culturelle* : le chant serait différent et suffirait pour isoler les espèces. Mais la plupart de ces espèces se croisent entre elles et leurs hybrides sont féconds. Selon les saisons la répartition change : quand il fait très sec ce sont les gros becs qui peuvent manger des graines dures qui sont en abondance. Quand il pleut beaucoup, ce sont les becs fins qui sont en abondance car ils peuvent aller chercher des parasites sous l'écorce. Comment de tels changements d'une année à l'autre peuvent-ils apparaître ? Le gradualisme n'y trouve pas son compte. Les Grant se tournent alors vers le biologiste du développement Abzhanov (10), de Harvard, qui montre qu'un facteur du développement, le BPM, modifie la formation du bec. Ce facteur est lui-même modifié par un virus appelé ECA. Ce serait un virus qui modifierait les becs des pinsons ! Sa présence ou son absence est régulée par la présence ou l'absence du Niño.

Les arbres du vivant

Depuis Aristote et Théophraste, on réunit ceux qui ont même apparence (*Species* vient de *specio*, je vois). L'espèce est considérée comme la seule entité *naturelle*. Une fois la

classification faite, on essaie d'en faire la phylogénie, c'est-à-dire dresser un arbre de vie. Linné qui révolutionne la taxonomie en 1635 ne dresse pas d'arbre. Il semble que le premier soit dû au botanisme français Antoine-Nicolas Duchesne qui a découvert dans le jardin de Versailles une nouvelle *race* de fraise. Puis on verra celui de Haeckel en 1886, avec trois règnes : Plantes, Animaux et Protistes. Puis celui de Withakker de 1969, avec quatre règnes : Plantes, Animaux, Protistes et Monera. Nous verrons par la suite celui de Woese.

La génomique et la théorie synthétique

Entre 1869, où l'ADN est isolé, et les années 1940 les progrès de la génomique ont été considérables : on a découvert les chromosomes, les gènes, les allèles, les mutations, les transposons, etc. Un besoin de synthèse se fait sentir. Julian Huxley, le petit-fils du *bull-dog de Darwin*, publie en 1942 son livre *Évolution, la synthèse moderne*. Il affirme que la théorie synthétique constitue une extension de la théorie originale de Charles Darwin. Selon le néodarwinisme, le génome au fil du temps subit de minimes variations, les mutations. Si une mutation donne une meilleure adaptation aux porteurs, ceux-ci survivent. Dans le cas contraire, ils disparaissent. Mooto Kimura dit que la plupart des mutations sont neutres par rapport à l'évolution et Christiane Nüsslein-Volhard, que les *mutations n'ont aucun rôle dans l'évolution*, et bien d'autres. Mais pour le plus grand nombre de scientifiques cette théorie est toujours viable. La position de Sir Julian Huxley, premier directeur de l'Unesco, lui assure une grande diffusion. Elle réunit la sélection naturelle, la génétique de Mendel et la génomique. Elle a la prétention d'expliquer le vivant. *Hors de la lumière de l'évolution, rien n'a de sens en biologie* (Theodosius Dobzhansky). Elle devient un dogme. Les articles scientifiques ont à cœur de démontrer qu'ils sont en accord avec la sélection darwinienne. Sinon, il doit y avoir une erreur ou trouver un raisonnement qui permette de trouver l'accord.

Classification et phylogénie des bactéries

La *théorie synthétique* n'a été conduite que sur les animaux, très peu sur les plantes, alors que les micro-organismes représentent plus de 90% de la biomasse. En 1925 Chatton sépare les eucaryotes et les procaryotes. En 1955 Sanger détermine la séquence entière de l'insuline. Crick à qui on doit avec Watson la double hélice (1953) prédit une *taxonomie protéinique*. Mais plutôt que de séquencer tout le génome Carl Woese a l'idée de séquencer un fragment d'ARN du ribosome qui est un organite présent chez tous les organismes depuis la bactérie jusqu'à l'homme. Woese et son équipe choisissent le 16 SrRNA sous-unité faite d'une vingtaine de nucléotides qui est à la portée du séquençage en 1970. Ils ont bientôt 200 spécimens dans leur bibliothèque. Parmi ces organismes, ils ont la surprise de découvrir que certains sont inconnus et produisent du méthane. Ils les appellent Archéobactéries. Woese propose un nouvel arbre du vivant avec seulement trois branches : Archées, Bactéries et Eucaryotes (Fig. 3). Dès l'instant où on accepte que toute cellule vient d'une cellule il faut bien admettre qu'il y a eu une première cellule. On l'appelle LUCA (*last universal common ancestor*). Mais un problème se pose : pour avoir une cellule il faut un code génétique, c'est l'ADN. Et un système permettant de le traduire en protéines, c'est le ribosome. Lequel est apparu le premier, c'est le fameux problème de la poule et de l'œuf. Il est résolu si on admet qu'un *monde à ARN* a précédé le monde à ADN : l'ARN est en effet un porteur de code et une enzyme. Woese pense qu'actuellement la correspondance entre les codons et les aminoacides est pratiquement optimale et correspond au millionième près. Mais au début dans le *monde à ARN* elle devait être très floue et un gène pouvait donner naissance à une famille de protéines. Les

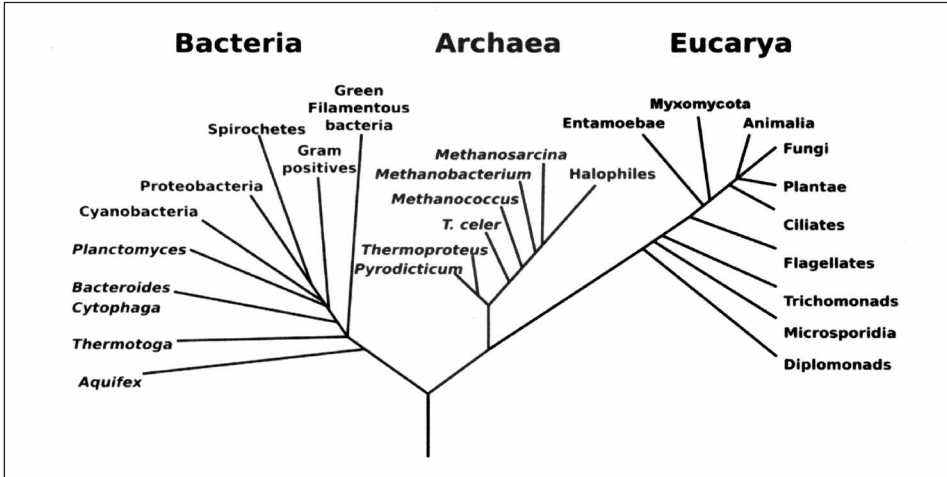


Fig. 3 - Arbre de Woese.
(Source Wikipedia)

protéines pouvaient passer d'un organisme à l'autre par transfert latéral. Une innovation inventée par un des membres de la communauté était intégré par les autres. Ceux qui ne le faisaient pas disparaissaient. Ce monde est incompatible avec les arbres verticaux darwiniens. Ce n'est pas le meilleur code qui gagne mais celui qui est le plus ouvert aux innovations. Chaque génome est une mosaïque des autres et il est universel. Puis la complexification exponentielle nous conduit à un monde proche du lamarckisme et enfin il y a une transition darwinienne avec une évolution individuelle et un arbre vertical.

La symbiose

En 1868, le Suisse Schwendener (13) affirme que les lichens sont formés par un végétal et un champignon. En 1893, le Japonais Shoshaburo Watasé suggère que les chloroplastes des cellules végétales sont des organismes propres, des algues symbiotiques. Plusieurs auteurs pensent que les mitochondries sont également des symbiotes car elles ont leur propre génome. Le débat va être relancé par Lynn Margulis en 1967. Elle dit (14) que la vie a commencé avec les procaryotes il y a 3,7 milliards d'années, que les eucaryotes sont apparus un milliard d'années plus tard et que les algues bleues ont sécrété l'oxygène donnant naissance aux aérobies. L'eucaryote est né par incorporation d'un procaryote par un autre. La symbiose dans la genèse des mitochondries ne sera démontrée qu'en 1985 par Woese (15). Son raisonnement est que, si on peut démontrer que le génome du noyau et celui des organites cytoplasmiques dérivent de lignées phylogénétiquement différentes avant la formation de la cellule eucaryote, alors l'origine symbiote des organites est prouvée. C'est ce qu'il fait. La mitochondrie vient d'une α -protobactérie dont il a séquencé le génome.

Le transfert génétique horizontal

Chez les bactéries existe la conjugaison : une bactérie mâle envoie un pseudopode vers une femelle et lui injecte ses plasmides. Il est très commun chez tous les procaryotes. La transduction est un transfert de gènes opéré par un virus. Il avait été décrit dès 1928 par Frederick Griffith mais n'a été compris que 16 ans plus tard, par Avery (16).

Pour Lederberg qui a découvert le plasmide, la conjugaison et la transduction, le transfert latéral existe aussi chez les eucaryotes. Des *convergences* géographiques existaient entre les plantes. Citons le cas de trois plantes provenant de trois familles qui présentent une étonnante ressemblance avec les agaves alors qu'elles vivent parmi les agaves dans les déserts du Mexique. Mais on a trouvé le transfert latéral chez les animaux : entre poissons, entre un ankylostome et son hôte le chien. Les modifications du génome peuvent avoir des causes multiples.

La biologie du développement

Jacques Monod dit que tous les vivants ont la même biologie du développement : ce qui vaut pour le colibacille vaut pour l'éléphant. Tous ont des gènes identiques ou homéotiques qui vont commander le développement de l'embryon. Ils sont situés dans une boîte à outils appelée homeo-box. Ainsi le même gène va produire des yeux à facettes chez la mouche et les yeux des mammifères. Mais le même ne peut servir plusieurs fois au cours du développement. Il n'est pas rare que certains gènes soient doublés ou même que tout le génome soit doublé, ceci est même fréquent chez les végétaux cultivés.

Le monde des virus

En 1892, Ivanovski (17) démontre que la mosaïque du tabac est due à un agent qui traverse le filtre de porcelaine. En 1898, Beijerinck pense que c'est un fluide vivant qui se reproduit et traverse les pores des filtres. En 1915, Twort note une destruction des cellules bactériennes par des microorganismes, et en 1917 d'Hérelle fait la même observation et les appelle des bactériophages. En 1957, André Lwoff, donne une définition du virus : *Les virus sont infectieux et potentiellement pathogènes, possédant un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) : ils sont reproduits à partir de leur matériel génétique ; ils sont incapables de croître et se diviser, ils n'ont pas de métabolisme propre.*

En 1970, la découverte de la transcriptase inverse par les Américains Temkin et Baltimore montrent qu'un message génétique ARN peut être transcrit en ADN ce qui renverse un dogme de la génomique. Il existe des virus à ARN et des virus à ADN. Il existe des virus pour chacun des trois domaines de Woese. On estime qu'il y a de 10 à 100 virus pour une bactérie. Nous vivons dans un monde essentiellement peuplé de virus. Mais font-ils pour autant partie du monde vivant ou ne sont-ils que des fragments de chromosome de bactéries ?

Claverie et Raoult découvrent en 2004 un énorme virus, le *Mimivirus* (18). Sa taille dépasse celle des petites bactéries, son génome est plus gros que celui des 26 bactéries qui ont été séquencées. Il contient de l'ADN, de l'ARN et plusieurs enzymes. Cette découverte contredit la définition des virus donnée par Lwoff. Les virus ont été exclus des vivants car on admettait qu'il fallait, pour un être vivant, un code génétique et un ribosome qui fabrique des protéines selon ce code. Mais ces deux éléments sont très complexes et on peut imaginer un monde où une mécanique plus fruste pourrait fabriquer des protéines. Restait un problème qui paraissait insoluble : la concentration dans la cellule de protéines et de nucléotides est un million de fois plus grande que celle du milieu ambiant.

C'est Baaske (19) qui donne la solution. Il va la chercher dans les cheminées hydro-minérales au fond des océans. L'eau, très chaude, traverse des pores de roche très étroits qui filtrent les molécules organiques. la différence entre la chaleur de la source et celle de l'océan produit une *thermophorèse* qui, ajoutée à la filtration, finit par concentrer les nucléotides un milliard de fois. Claverie (20) estime que les virus font partie du vivant. Il estime que c'est la *fabrique de virus*, qui occupe une bonne partie de la cellule infec-

tée qu'il faut considérer comme vivante quand elle donne naissance aux nouveaux virus et non le virion qui sort de la cellule et qui n'est qu'une sorte de spore ou de spermatozoïde qui permet d'envahir d'autres cellules. Pour Forterre, de l'Institut Pasteur, ce sont les virus qui ont *inventé* l'ADN (21). Alors que les cellules vivaient encore dans le monde à ARN, trois virus différents, *les virus fondateurs*, ont pénétré LUCA et donné les trois domaines différents de Woese en modifiant des cellules en ARN en cellules à ADN. Les cellules à ADN étant mieux armées *pour accumuler plus de gènes se sont imposées*. Si cette théorie est vraie l'évolution est une *maladie virale* !

Le monde à ARN se situe à quelque 3,8 milliards d'années, l'apparition des animaux avec un placenta ne date que de 125 millions d'années, ce qui est peu pour l'évolution de la vie. Récemment on a montré que la *syncytine* était un gène d'un virus endogène qui est à l'origine du placenta.

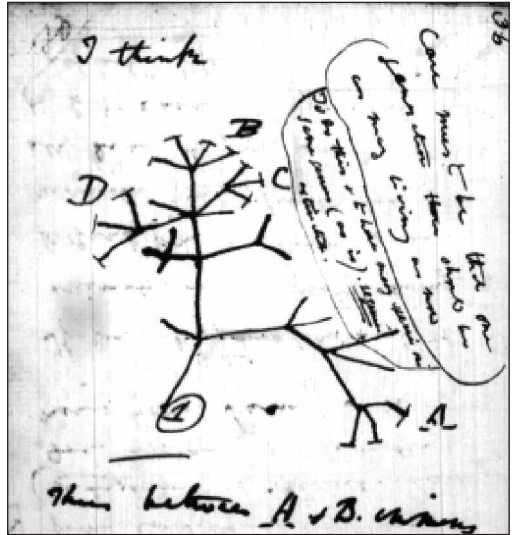


Fig. 4 - Arbre de Darwin 1837.
(www.darwin-online.org.uk)

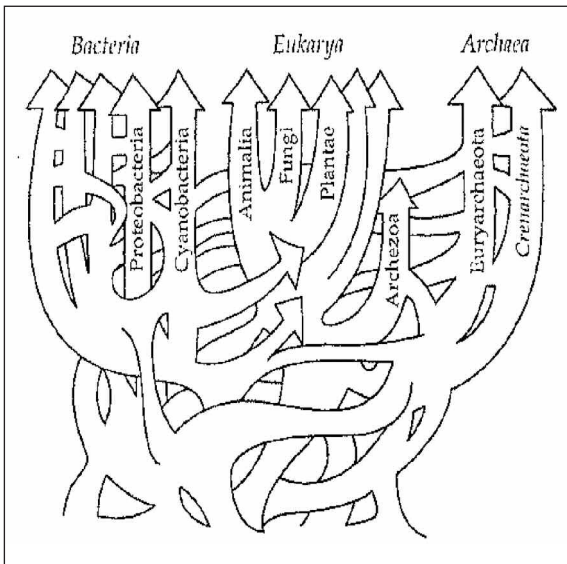


Fig. 5 - Arbre de Doolittle 1999.
(WF Doolittle. Phylogenetic classification and the Universal Tree. Science.284.2124-2128.1999)

Ainsi est démontré le rôle des virus dans l'évolution. Les virus ne sont pas que des agents pathogènes. Si on pense que chaque goutte d'eau de mer contient entre 1×10^6 et 1×10^{30} virus (22), on se rend compte que l'on vit dans un monde de virus et il n'est pas étonnant qu'ils soient les facteurs essentiels de l'évolution.

Conclusion

Pour finir voici comment, en un seul coup d'œil, en regardant les arbres de vie (Fig. 4 et 5) on peut voir comment nos conceptions de l'évolution de la vie ont changé depuis Darwin (23) (24).

BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES SUR INTERNET

- (1) KING-HELE D. - *Erasmus Darwin*, G. de La Marre, London, 1999.
 - (2) DARWIN E. - *Zoonomia*. Accessible sur internet : gutenberg.org.
 - (3) DARWIN C. - *Voyages of the Adventure and the Beagle*, Henry Coburn, London, 1839.
 - (4) BUFFETAUT E. - *Cuvier. Pour la science*, Paris, 2002.
 - (5) LAURENT G. - *Édition Jean-Baptiste Lamarck*, CTHS, Paris, 1997.
 - (6) SLOTTEN R. - *The heretic in Darwin's court*, Columbia UP, NY, 2004.
 - (7) MOLINA G. - Wallace, in Tort P. éd. *Dictionnaire du Darwinisme et de l'évolution*, PUF, Paris, 1996.
 - (8) HENIG R. - *The monk in the garden*, Houghton Mifflin, Boston, 2000.
 - (9) GRANT P. and R. - *How and why species multiply*, Princeton UP, Princeton, 2008.
 - (10) ABZHANOV A., GRANT R. and GRANT P. et al. - "Bmp4 and morphological variation of beaks in Darwin's finches", *Science*, 305 : 146-1465, 2004.
 - (11) KIMURA M. - *La théorie neutraliste de l'évolution*, Paris, Flammarion, 1992.
 - (12) NÜSSLEIN-VOLHARD C. - *Coming to life*, Kales Press, Carsbad CA, 2006.
 - (13) SAPP J. - *Evolution by symbiosis*, OUP, Oxford, 1994.
 - (14) MARGULIS L. - *The symbiotic planet*, Weidenfeld & Nicolson, 1998.
 - (15) WOESE C. et al. - *Mitochondrial origin*, PNAS. 82.4443-47, 1985.
 - (16) ALBERTS B., JOHNSON A., LEWIS J., et al. - *The Cell* (5th ed.), Garland Science, NY, 2008.
 - (17) CHASTEL C. - *La découverte d'un nouveau monde*. Pour la Science. Dossier 55.2007.
 - (18) RAOULT D. - *Mimivirus : le plus gros des virus*. Pour la Science. Dossier 55 : 32-37.
 - (19) BAASKE P. et al., - "Extreme accumulation of nucleotids in hydrothermal sources", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 104 : 9346-9351, 2007.
 - (20) CLAVERIE J.-M. - "Viruses take center stage in cellular evolution", *Genome Biology*, 7 : 110, 2006.
 - (21) FORTERRE P. - "Three RNA cells for ribosomal libeages and three DNA viruses to replicate their genomes : A hypothesis for the origin of cellular domain", PNAS, 103, 3669-3674, 2006.
 - (22) PRESCOTT ? , HARLEY J., KLEIN D. - *Microbiology* (4th ed), Boston, Mc Graw-Hill, 1999.
 - (23) DARWIN C. - *First Notebook on Transmutation of Species*, 1837.
 - (24) DOOLITTLE F., BAPTESTE E. - "Pattern pluralism and the Tree of life hypothesis", PNAS, 104, 2043-2049, 2007.
- darwin-online.org.uk : tous les écrits de Darwin.
gutenberg.org : textes d'Erasmus Darwin et d'Alfred Russel Wallace.
wallacefund.info : site sur Alfred Russel Wallace.
darwinisme.org : site de P. Tort. Éditeur du *Dictionnaire du Darwinisme et de l'Évolution*.
aboutdarwin.com : belle iconographie.

RÉSUMÉ

Les théories évolutionnistes prônées par Darwin sont-elles gravées dans le marbre ? L'exposé judicieusement observé de son entourage familial, et de la chronologie qui lui est contemporaine auprès de Wallace, projette des interrogations sur l'aspect inouï et génial qu'on leur attribue. À présent, les avancées de la cyto-biologie, de la virologie et de la génomique ne semblent pas obligatoirement rejoindre les voies du système supposé régir la venue des êtres vivants, révélé par ce savant. C'est l'objet d'une intense discussion.

F. Trépardoux

SUMMARY

Are Darwin's evolutionistic theories everlasting ? According to the author who points out Darwin's family circle and the chronology of his times the data of modern knowledge - cyto biology, genome, virology - don't seem to coincide with the evolution theory and the coming of the living beings.

C. Gaudiot