

François Letourneux

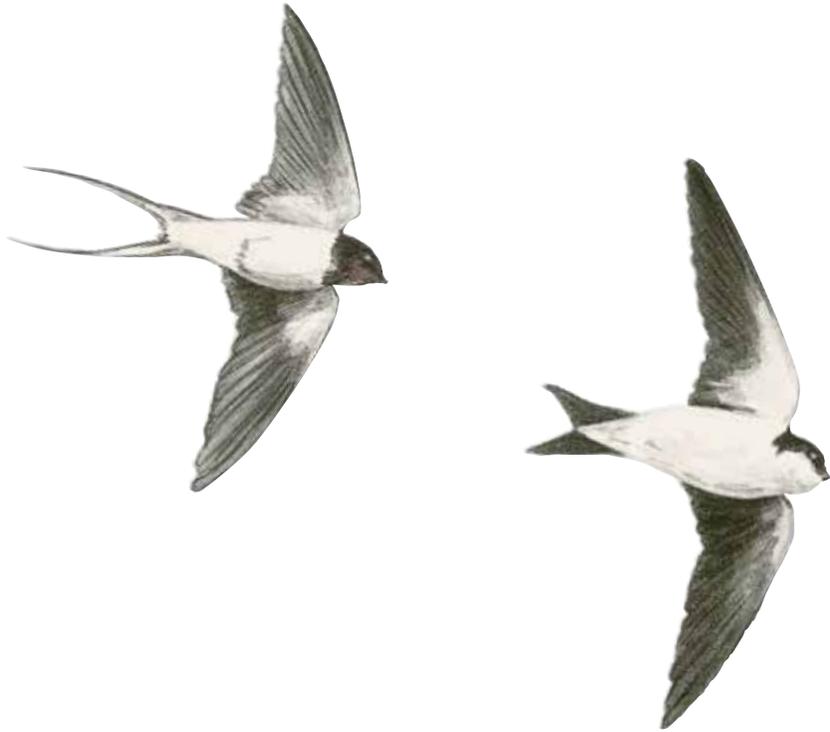
Nathalie Fontrel

Avec la participation de Naïk Faucon

CHRONIQUES DU VIVANT

Les aventures de la biodiversité

BUCHET ● CHASTEL



Direction éditoriale : Valérie Gendreau

Édition : Sandrine Ferrazzini

Relecture : Annie Rage

Conception graphique, couverture et mise en pages : Coline de Graaff

Illustrations : Agathe Haevermans

Fabrication : Géraldine Boilley-Hautbois

Photogravure : Nord Compo

© Libella, Paris, 2014.

ISBN : 978-2-283-02728-8

Dépôt légal : mai 2014

« Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite » (article L. 122-4 du Code de la propriété intellectuelle). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par l'article L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle. Le Code de la propriété intellectuelle n'autorise, aux termes de l'article L. 122-5, que les copies ou les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, d'une part, et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration.

P R É F A C E

J'ai découvert la biodiversité dans le jardin de mes grands-parents. Charles, mon grand-père, me la racontait en ignorant qu'elle était l'objet de recherches scientifiques. Ses connaissances étaient expérimentales. Il les avait acquises dans sa pratique de jardinier. Mais ma première initiative nous a menés au conflit, lorsque je me suis mis en tête de semer des plantes mellifères pour attirer les insectes pollinisateurs. Mon grand-père a trouvé l'idée séduisante, il aimait beaucoup le miel et les abeilles, jusqu'à ce qu'il s'aperçoive que mes plantations allaient également être du goût des papillons. Or, qui dit papillon dit chenilles, qui risquaient de grignoter ses légumes. Mais il a cédé à condition que mes fleurs à papillons se trouvent éloignées du potager.

À l'époque, on parlait très peu de biodiversité. Elle se cantonnait à la présentation des grands fauves, des éléphants, des animaux en voie de disparition. Puis vint le Sommet de la Terre de l'ONU à Rio, en 1992, où la biodiversité figurait aux côtés des changements climatiques et de la lutte contre la désertification. C'était aussi pour moi la découverte d'un chantier gigantesque à explorer, une source inépuisable de reportages, de rencontres avec des scientifiques passionnés.

Parmi eux, François Letourneux a accepté de raconter ces histoires d'interaction entre les espèces qu'il présente comme des romans, brefs sans doute, mais suffisamment longs pour que le point final soit le suivant : « C.Q.F.D. : ce qu'il fallait démontrer ». Et, comme *La Minute de la biodiversité* tente de l'expliquer, toute la chaîne végétale et animale, dont nous faisons partie est essentielle à la vie.





S O M M A I R E

<u>PRÉFACE</u>	3
<u>EN GUISE D'INTRODUCTION</u>	6
<u>HISTOIRES DE LA VIE</u>	11
N°1 – La fin des vrais biocarburants	13
N°2 – La cellule et ses immigrants bien intégrés	17
N°3 – <i>Prochlorococcus</i> , le plus nombreux	21
N°4 – <i>Astraptes fulgerator</i> , à dix contre un	25
N°5 – Le crépis de Nîmes et Antigone	29
N°6 – L'arbre qui dressait la tête	33
N°7 – Piloselle, clémentines et vignes bio	37
N°8 – Le bousier et la galaxie	41
<u>HISTOIRES DE STRATÉGIES</u>	45
N°9 – L'arum et les mouches	47
N°10 – Les coraux, une association de bienfaiteurs	51
N°11 – La verge d'or décourageante	55
N°12 – Le mérion superbe et le coucou	59
N°13 – Alerte les coccinelles !	63
N°14 – Recyclage des vieilles fourmis	67
N°15 – Les étangs minuscules des sarracénies	71

<u>HISTOIRES D'HUMAINS</u>	75
N° 16 – Une histoire de nombres	77
N° 17 – Nous sommes un précieux jardin	81
N° 18 – Loutres de mer, oursins et laminaires	85
N° 19 – L'azuré, jamais sans ses fourmis	89
N° 20 – Moustiques et bonne conscience	93
N° 21 – Saucisses de crapaud et odeur de kakapo	97
N° 22 – Des lions vendus trois fois	101
N° 23 – Punaises des lits et feuilles de haricots	105
N° 24 – Criminels bien-aimés	109
N° 25 – Papillon, guêpe et naturalistes urbains	113
N° 26 – Louise-Victoire, fille d'Abeline	117
<u>POUR ALLER PLUS LOIN</u>	120



EN GUISE D'INTRODUCTION

*Où l'on fait une déclaration d'amour à la vie,
ses vaillances, ses ruses et ses aventures.*

Où, pour la première et la dernière fois, on parle des narrateurs.

*Où l'on évoque un fil conducteur,
sans illusion excessive sur la manière dont il sera suivi.*

*Où l'on esquisse même une conclusion,
ce qui est rare dans les introductions...*

L'histoire des histoires

Il y a quatre ans déjà, Nathalie Fontrel m'a proposé de venir parler de biodiversité, sur France Info pendant l'été, puis sur France Inter chaque dimanche. L'actualité de l'environnement, c'est plutôt le réchauffement climatique, le recyclage des déchets, les pétroliers qui coulent, les centrales nucléaires japonaises qui fuient. Lorsque la presse s'intéresse à la biodiversité, elle se focalise, le plus souvent, sur les espèces spectaculaires disparues ou menacées de l'être, ou sur celles, comme le loup ou le vautour, qui reviennent, avec leur cortège de peurs irrationnelles.

Or, nous sommes convaincus que la biodiversité est un sujet bien plus large et qui concerne beaucoup plus directement chacun de nous.

Mon ami, le professeur Robert Barbault, directeur depuis sa création du département Écologie et gestion de la biodiversité au Muséum national d'histoire naturelle, qui vient de nous quitter alors que j'écris ces lignes, parlait du tissu vivant de la planète. La biodiversité n'est pas un simple catalogue d'espèces en plus ou moins bon état. C'est surtout le réseau des relations qui existent entre toutes les formes de vie sur Terre, et, ne les oublions pas, celles reliant les espèces qui se sont succédé dans la longue histoire de l'évolution depuis trois milliards et demi d'années.

Que voulez-vous, c'est la vie !

La biodiversité, c'est tout ce que nous mangeons (légumes, fruits, viande, poisson et céréales), ce que nous buvons (raisins, orge et houblon, pommes, oranges, café et thé), ce qui nous habille (laine, coton, soie, lin). C'est aussi le pétrole et le charbon qui font tourner nos moteurs, issus des plantes et des animaux accumulés au long de centaines de millions d'années. Et même les pierres et le ciment de nos maisons, faits de coquilles ou de squelettes calcaires.

Nous, les hommes, en faisons partie. Nous sommes des eucaryotes, comme les plantes, les champignons et les autres animaux. Nous sommes des mammifères. Notre température est régulée, comme celle des oiseaux ou des chats. Nous sommes omnivores, comme les ours. Nous sommes vivipares, comme les souris. Nous utilisons des outils, comme beaucoup d'autres animaux, dont les gypaètes ou les chimpanzés. Nous rions, comme mon âne, quand il me fait tomber à terre.

Sans relations, on n'arrive à rien

C'est pourquoi ces chroniques évoquent d'abord les liens qui, dans l'histoire de la vie, ont fait jouer molécules et énergies, cellules et bactéries, pour que s'élaborent, dans la richesse de leur diversité, les êtres vivants d'aujourd'hui.

Elles racontent aussi les rapports qui se nouent entre plantes, insectes, oiseaux ou microbes, du creux d'une feuille aux grands paysages, et même jusqu'à la planète entière, dans la lutte, la réciprocité ou l'échange, pour que la vie s'exprime dans toute sa richesse et poursuive son évolution.

Ces chroniques parlent enfin des relations qui nous concernent, qui nous lient à toutes les autres formes de vie : à notre flore et notre faune intestinales, aux champs et aux prés où nous cultivons et élevons ce que nous mangeons et buvons, aux océans où nous pêchons, aux arbres dont nous récoltons le bois, à la beauté des fleurs, au chant du loriot. Ces relations contribuent à notre bonheur mais elles sont parfois difficiles : nous n'aimons pas les moustiques, nous remplaçons des forêts par d'immenses plantations de palmiers à huile ou de soja. Nous devenons alors, consciemment ou pas, des perturbateurs, voire des destructeurs de notre milieu de vie, et donc de nous-mêmes.

Un pour toutes, toutes pour un !

Raconter ces histoires, c'est témoigner d'un autre foisonnement de relations. Celles que les chercheurs entretiennent avec la réalité qu'ils observent, qu'ils décryptent, qu'ils expliquent. Comment ne pas être plein d'admiration pour eux, pour leur insatiable appétit de comprendre ? Ces chroniques n'auraient pas pu voir le jour sans la participation de Naïk Faucon à l'aventure. Il fallait qu'une des membres de l'équipe soit armée d'une vraie culture scientifique pour affronter la jungle des publications. J'ai depuis longtemps un grand plaisir à travailler avec Naïk, dans les organisations internationales et à l'Atelier technique des espaces naturels. Sa curiosité d'esprit, son humour entre autres qualités, font d'elle une amie très précieuse.

Entre Nathalie Fontrel et moi, les rapports ont d'abord été ceux d'une bonne journaliste et d'un responsable d'institution publique. J'étais alors directeur de la protection de la nature au ministère de l'Environnement, puis du Conservatoire du littoral. Comme toutes les bonnes journalistes, Nathalie se méfie des institutions, et elle a bien raison. Mais assez vite, nous avons décidé de travailler en confiance, ce qui génère souvent des explications vigoureuses. Et puis, comme elle le dit dans sa préface, nous nous retrouvons aussi sur des choses concrètes. Elle habite l'Essonne, moi aussi. Elle a deux chevaux, j'ai un âne. Elle a un beau potager sans pesticides, je n'ai pas perdu l'espoir de parvenir un jour à son niveau. Nous avons donc des échanges ruraux : le temps qu'il aurait dû faire, nos difficultés et nos joies jardinières, les oiseaux que nous avons vus alors qu'ils n'auraient pas dû être là... Nous partageons une attention concrète et pas entièrement désintéressée à la nature, à la biodiversité. Et une profonde amitié.

Agathe Haevermans a accepté d'illustrer ces chroniques. Nous avons beaucoup de chance. Agathe est dessinatrice au Muséum national d'histoire naturelle. Quand elle n'est pas au fond des bamboueraies d'Asie, elle perpétue, avec un immense talent, la tradition des artistes qui fixent depuis des centaines d'années, sur vélin ou sur papier, toute la beauté du monde vivant.

Si vous voulez absolument savoir comment nous nous sommes réparti l'écriture, Nathalie a écrit la préface et les « leçons de nature », où elle nous fait partager son vif intérêt pour le biomimétisme. J'ai écrit les chroniques. Et Naïk est l'auteur de

la dernière partie, « Pour aller plus loin ». Mais nous avons eu, entre nous, et avec nos attentives éditrices, tant de réunions, de coups de téléphone interminables et d'échanges de messages et de brouillons, que ce livre est surtout une belle histoire collective.

En avant toutes (et tous)

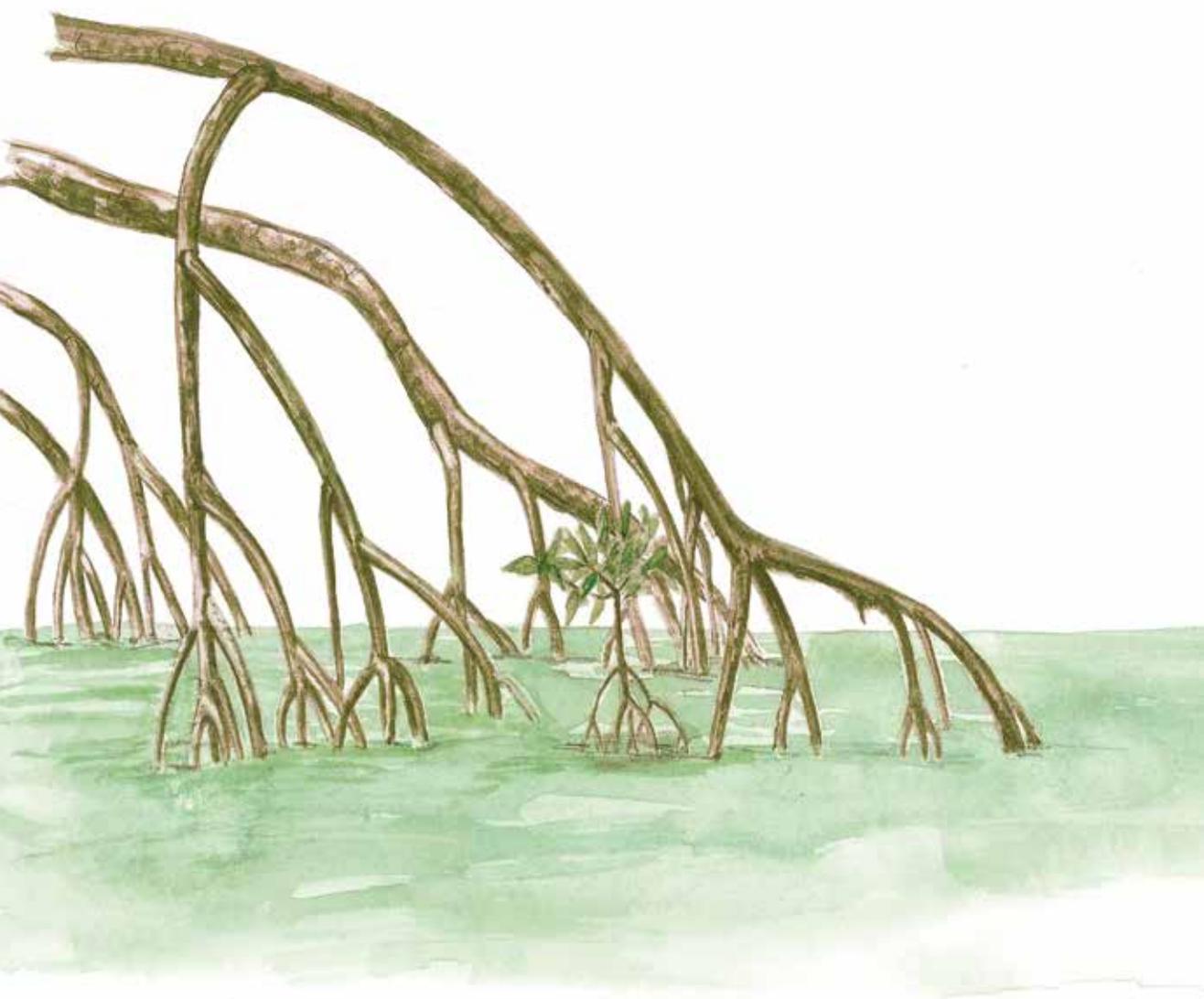
Nous espérons vous entraîner dans cette aventure.

Pour continuer ou recommencer à vivre en harmonie avec la société du vivant, notre famille, nous avons besoin d'en comprendre le fonctionnement. C'est cette curiosité qui mobilise les chercheurs, aidés par les innombrables bénévoles qui collectent des données pour le Muséum, dans les programmes de science participative.

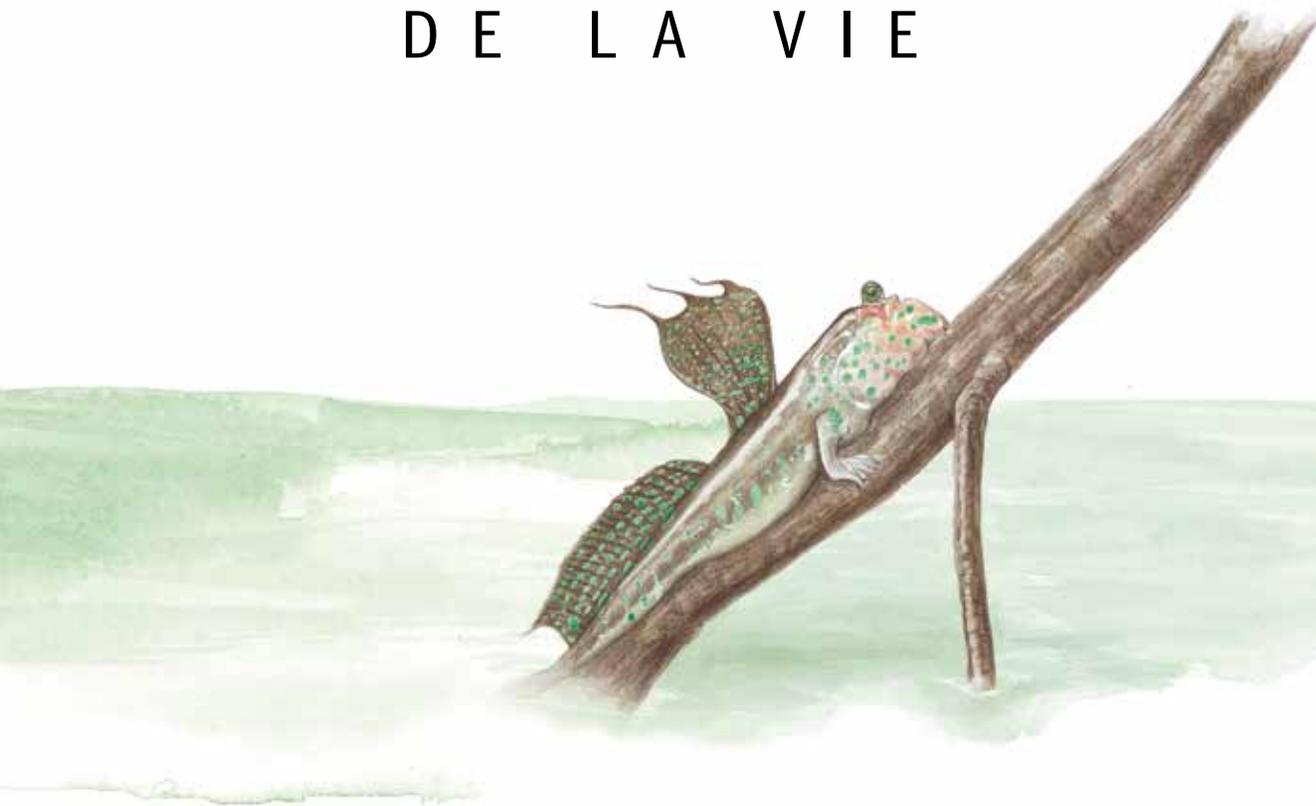
Tout au long de l'évolution, *Homo sapiens* a acquis d'exceptionnelles capacités d'adaptation qui nous ont permis de devenir si nombreux et puissants, sur toute la surface de la Terre, que nous sommes maintenant l'espèce la plus envahissante qui soit. Des éruptions volcaniques géantes et le choc d'une météorite avaient déjà causé des extinctions massives, bien avant notre apparition ; mais nous pesons si lourd sur la biodiversité que, pour la première fois depuis que la vie est apparue, c'est une forme de cette même vie, notre propre espèce, qui met en péril les autres. Ce n'est pourtant pas une fatalité, nous pouvons réagir. Établir un nouveau dialogue, amical, avec une nature que nous nous attacherions à mieux comprendre.

Ce serait un beau projet, une belle aventure commune, de mobiliser désormais nos aptitudes, notre intelligence, notre goût du progrès afin de cultiver notre réseau de relations et de nous réconcilier avec la société du vivant.

Henri Lubron



HISTOIRES
DE LA VIE





N° 1

La fin des vrais biocarburants

Où l'on découvre comment toute l'aventure a commencé.

*Où l'on mesure aussi combien tout s'accélère
sous l'effet de notre grand appétit.*

L'utilisation du charbon s'est développée dès la fin du XVIII^e siècle. Elle a permis, avec l'invention de la machine à vapeur, la première révolution industrielle en Grande-Bretagne. C'est à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle que la recherche, l'exploitation et l'utilisation du pétrole comme source majeure d'énergie se sont généralisées. On estime qu'au rythme actuel de leur consommation, il reste 40 ans de réserves de pétrole, 65 ans de gaz et une centaine d'années de charbon.

Où trouvions-nous auparavant l'énergie nécessaire à notre développement, notre économie, notre mode de vie ? Le bois chauffait les fours à poteries ou à verre. Les cours d'eau faisaient tourner les moulins pour moudre le blé, entraîner les machines à papier et les coutelleries. Et les moulins à vent qui ponctuaient le paysage écrasaient les grains de blé et les olives, évacuaient l'eau des marais. Nous utilisons aussi l'énergie du soleil, elle asséchait le sel des salines. Et l'énergie animale, pour tirer la charrue. Toutes ces énergies ont un point commun : elles utilisent des flux, celui de la lumière solaire, le courant de l'air ou de l'eau. Les arbres repoussent, les bœufs et les chevaux se reposent.

Le charbon et le pétrole sont prélevés dans un stock, des réserves accumulées par la vie sur terre, depuis son origine. C'est pourquoi l'on parle d'énergies fossiles : pour les obtenir, on exploite des gisements constitués il y a fort longtemps et qui, à notre échelle de temps, ne se renouvellent pas. C'est pourquoi aussi le charbon et le pétrole sont, au moins autant que le diester ou l'alcool de betterave, des biocarburants. Ils sont un produit de la vie.

Mais d'où vient cette vie ? La Terre s'est formée avec le reste du système solaire. Elle a environ 4,5 milliards d'années. La vie a suivi d'assez près, quelques centaines de millions d'années plus tard.

Différentes théories s'affrontent à ce propos. D'où proviennent les molécules chimiques complexes, qui ont permis progressivement que s'élaborent les chaînes d'ARN, capables de se recopier, de se reproduire ? Viennent-elles de l'espace ? On a trouvé dans la queue des comètes des précurseurs chimiques, des acides aminés. Viennent-elles du volcanisme ? Et peut-être du volcanisme sous-marin, de ces cheminées qui fument dans les grandes profondeurs ? C'est qu'il faut des conditions particulières pour que de telles réactions chimiques se produisent : des pressions très fortes, des chocs électriques ou thermiques...

En tout cas, les chercheurs sont en général d'accord sur un point : dans l'eau devenue liquide, dans les premiers océans de la Terre un peu refroidie, s'est formée une « soupe primitive » de matière prévivante. Cette matière s'est progressivement organisée. Les membranes et les autres constituants des premières cellules et des premiers virus se sont formés il y a 3,5 milliards d'années. La vie était là, son évolution était en marche.

Elle a d'abord été très lente. Les bactéries, cellules isolées où flotte un chromosome, resteront la seule forme de vie pendant 2 milliards d'années, avant que, par combinaison entre plusieurs d'entre elles, ne se forment les premières cellules eucaryotes, dont nous parlerons plus loin. Et il faudra attendre encore 1 milliard d'années pour que ces cellules s'organisent en formes de vie plus complexes, les parents des plantes et des animaux que nous connaissons aujourd'hui.

C'est alors, à - 300 millions d'années, que commence à se constituer le stock. Les débris végétaux des grandes forêts marécageuses, noyés, puis recouverts de dépôts minéraux, se transforment lentement en charbon, tandis qu'au fond des océans s'entassent, avec les sédiments, les cadavres des plantes et des animaux minuscules du plancton. Une proportion très faible de ce plancton s'accumule, l'essentiel étant mangé par d'autres organismes. Mais il y en a assez pour donner naissance aux nappes de pétrole et de gaz qui vont lentement s'infiltrer dans des roches poreuses

et se rassembler dans les couches de terrain où nous irons les chercher, même là où la mer qui leur a donné naissance n'est plus qu'un souvenir, comme le désert d'Arabie ou celui du Texas.

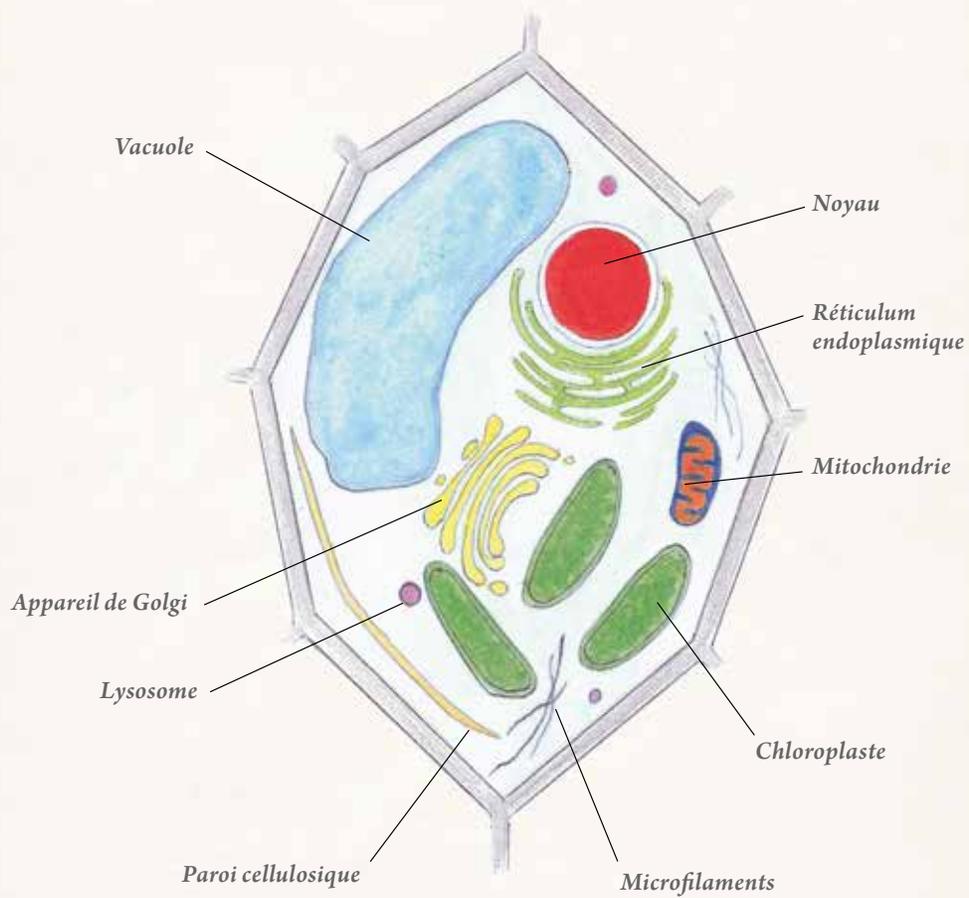
Dans cette très longue histoire, les premiers hommes ont à peine plus de 5 millions d'années, et *Homo sapiens*, notre espèce, moins de 500 000 ans. Nous sommes une espèce jeune, un résultat récent de l'évolution, qui, sans scrupules excessifs, disperse en chaleur et en fumée (et en gaz carbonique) tout le stock d'énergie accumulé par la vie sur notre planète depuis son origine, durant plus de 3 milliards d'années. Il nous aura suffi de 300 ans pour vider les caisses !

Avec les agrocarburants, l'homme a cru qu'il pourrait faire en quelques mois ce que la nature a mis des millions d'années à fabriquer. Mais ce n'est pas sans risques. Les agrocarburants sont produits à partir de cultures alimentaires, comme le maïs, et entrent en compétition avec nos assiettes : manger ou conduire, faudra-t-il choisir ? En dix ans, la production d'agrocarburants a augmenté de 625 %. Cette flambée met aussi le feu aux prix des denrées agricoles.

Les industriels nous promettent des carburants de deuxième génération beaucoup plus verts, à base de déchets de bois ou de résidus agricoles.

L'avenir, la troisième génération, doit utiliser du phytoplancton mais pour le moment son prix de fabrication est prohibitif : cent fois plus cher que le pétrole.

Leçon de nature



La cellule végétale

N° 2

La cellule et ses immigrés bien intégrés

*Où l'on trouve le premier exemple d'étrangers qui,
en s'installant chez nous,
nous ont bigrement facilité la vie.
Et où l'on voit que les colocations peuvent durer longtemps...*

Dans le grand classement du vivant sur terre, les plantes, les champignons et les animaux (dont nous sommes) appartiennent aux eucaryotes. Cela veut dire qu'à la différence d'organismes fort nombreux, mais plus primitifs, comme les bactéries et les archées, toutes les cellules vivantes de notre corps comportent un noyau (ou plutôt presque toutes : nos globules rouges et nos plaquettes sanguines n'en ont pas). Dans ce noyau sont rassemblés les chromosomes qui renferment nos gènes, c'est-à-dire notre identité, ce que nous devons à nos ancêtres, et que nous transmettrons pour moitié à nos descendants.

Parmi ces organismes, certains, les amibes par exemple, ne sont constitués que d'une cellule. D'autres, comme nous, sont dits pluricellulaires. Nous sommes constitués de tout un agencement de cellules de formes diverses, adaptées à des fonctions différentes, dont chacune est une petite usine qui contribue à notre bon état général. Il y en a environ 100 000 milliards dans le corps humain, qui mesurent quelques dizaines de microns.

Dans ces cellules comme dans celles de tous les autres eucaryotes, on trouve aussi des organes plus petits (on parle d'organites), les mitochondries, qui jouent un rôle essentiel dans la vie de la cellule, et par conséquent dans la vie de tout être. Ce sont elles qui lui fournissent l'énergie qu'elles produisent à partir de l'oxygène.

Les cellules des plantes contiennent, en plus des mitochondries, un autre type d'organite, les chloroplastes qui, eux, produisent de la matière à partir de l'énergie lumineuse, par photosynthèse.

On s'est demandé comment était apparue, il y a quelque 2 milliards d'années, cette organisation complexe de la cellule eucaryote. Les mitochondries, en particulier, sont entourées d'une double membrane. Elles renferment de l'ADN, donc des gènes qui leur sont propres, différents de ceux du noyau de la cellule où ils se trouvent.

Paul Portier, dans son livre *Les Symbiotes*, publié en 1918, exprimait une intuition à propos des mitochondries. Pour lui, il s'agissait de bactéries, englobées par la cellule qui les porte, et vivant en relation étroite d'échange de services, en symbiose, avec elle. Il tenta alors de cultiver séparément les mitochondries, pour prouver qu'elles avaient une origine autonome. Il crut y parvenir, mais ses expériences furent contestées, à juste titre, et sa théorie, violemment combattue par les scientifiques de l'époque, fut abandonnée... jusqu'à ce que, cinquante ans plus tard, une microbiologiste américaine, Lynn Margulis, reprenne cette hypothèse. L'utilisation du microscope électronique, puis la découverte de l'ADN ont apporté des arguments plus convaincants que ceux dont disposait Paul Portier.

À ce jour, la théorie est généralement admise : les ancêtres des mitochondries seraient des bactéries, ressemblant à celles qui existent encore aujourd'hui, et qui portent des noms superbes : *Bdellovibrio*, ou *Paracoccus*, ou *Rhodospseudomonas*. Ces bactéries auraient d'abord parasité des cellules plus grosses, ou été avalées par elles, puis leurs relations auraient évolué au fil du temps (un temps très long !) vers plus de complémentarité. Au point qu'elles auraient échangé une partie de leurs gènes, et que la bactérie devenue mitochondrie serait devenue incapable de vivre seule (ce qui explique l'échec de Portier), et aurait assujéti sa reproduction à celle de son hôte.

C'est ainsi que nous sommes porteurs de deux ADN : l'ADN nucléaire, celui contenu dans le noyau de nos cellules, et qui vient pour moitié de notre père et pour moitié de notre mère, et l'ADN mitochondrial, qui ne nous est transmis que par notre mère (seules les mitochondries de l'ovule sont conservées après la fécondation). Parmi les maladies génétiques, certaines sont dues à des anomalies de l'ADN nucléaire, et d'autres à celles de l'ADN mitochondrial.

La même hypothèse peut être faite en ce qui concerne les chloroplastes des plantes. À l'origine, ce serait une cyanobactérie, c'est-à-dire une bactérie contenant de la chlorophylle et capable de fabriquer de la matière à partir de l'énergie lumineuse. Elle aussi, devenue chloroplaste, aurait désormais avec la cellule qui l'héberge une relation de symbiose complète.

Ainsi, depuis deux milliards d'années, si la vie s'est développée en prenant des formes d'une variété et d'une subtilité remarquables, c'est parce que des organismes unicellulaires minuscules, de l'ordre du millième de millimètre, se sont mis à collaborer, à se compléter. Non seulement nous sommes un complexe agencement de cellules, mais chacune d'elles est également un lieu d'échanges, entre des constituants encore plus petits devenus des associés inséparables.

La science est capable de cultiver des organes, au point d'arriver à reproduire un embryon de cerveau humain, comme l'ont fait en août 2013 les chercheurs de l'Institut de biotechnologie moléculaire de Vienne en Autriche. Il mesure 4 mm de diamètre et ressemble à un organe qui aurait atteint neuf semaines de développement. Il est né à partir de cellules souches dérivées de la peau et cultivées dans un incubateur. S'il n'a pas atteint une taille plus grande, c'est parce que plus un organe grossit, plus il a besoin de vaisseaux sanguins pour l'alimenter en oxygène et en nutriments.

Les chercheurs estiment que ce type de mini-organe pourrait être utilisé pour tester la toxicité de médicaments dans les premiers mois de la grossesse. Mais ils ne pensent pas rattraper la science-fiction et créer de sitôt un cerveau adulte.

Leçon de nature