

PENSER LA TERRE

TIM FLANNERY



PENSER LA TERRE

PLAIDOYER OPTIMISTE
POUR NOTRE FUTUR

*Traduit de l'anglais (Australie)
par Françoise Jaouën*

BUCHET • CHASTEL

Titre original : *Here on Earth: An Argument for Hope*
Première édition : Text Publishing Company, 2010
© Tim Flannery, 2010

© Libella, Paris, 2013.
ISBN : 978-2-283-02643-4

SOMMAIRE

Avant-propos	9
I. MÈRE NATURE OU TERRE MONSTRUEUSE?	13
La force motrice de l'évolution.....	13
Gènes, mnèmes et destruction.....	28
L'héritage de l'évolution	39
Nouveau regard sur la Terre	54
Le commonwealth vertueux	70
II. UNE JEUNESSE AGITÉE	87
L'homme : le grand perturbateur	87
De nouveaux mondes	97
Biophilie.....	117
III. DEPUIS L'INVENTION DE L'AGRICULTURE	129
Les superorganismes	129
Le ciment des superorganismes	140
Naissance du superorganisme parfait	158
IV. APOGÉE TOXIQUE?	175
La guerre contre la nature	175
Les tueurs de Gaïa.....	184
La onzième heure?.....	199
Mettre en péril l'œuvre accomplie durant des millénaires.....	210

PENSER LA TERRE

V. ÉTAT DES LIEUX	231
Les étoiles du paradis.....	231
Dévaloriser l'avenir	240
Avidité et marché.....	247
De la guerre et de l'inégalité.....	261
Une nouvelle boîte à outils.....	270
Gouvernance	278
Restaurer la force de vie	294
VI. UNE TERRE INTELLIGENTE?.....	309
Qu'y a-t-il au-delà?.....	309
Remerciements	321
Références citées	323

AVANT-PROPOS

Ce livre est une biographie jumelle, de notre espèce et de notre planète, qui s'interroge sur la notion de durabilité : non pas sur le moyen d'y parvenir, mais sur sa définition. Il a été écrit à une époque où il semble vain d'espérer que l'homme prenne les mesures nécessaires pour éviter un désastre climatique. Pourtant, je reste optimiste, car je suis convaincu que si nous comprenons ce que nous sommes, et ce qu'est notre planète, nous agirons. C'est d'ailleurs l'objectif de cet ouvrage : provoquer le déclic.

Qu'est-ce que la Terre? Est-elle comparable à une cellule, à un organisme ou à un écosystème? De quelle quantité d'énergie a-t-elle besoin pour fonctionner? À quoi sert cette énergie et comment se répartit-elle? Quelle est la souplesse des systèmes terrestres? Sont-ils capables de relever d'énormes défis, et peut-on améliorer leur productivité et leur capacité de résistance?

Et qu'en est-il des hommes? La sélection naturelle a-t-elle fait de nous des êtres égoïstes et rapaces, incapables d'échapper à la catastrophe? Ou peut-on encore espérer que nous réussirons à surmonter les problèmes auxquels nous sommes confrontés, permettant ainsi à notre civilisation de survivre? Et qu'en est-il de la civilisation elle-même? En quoi, précisément, consiste-t-elle?

Telles sont quelques-unes des questions auxquelles je tente de répondre. Deux grands courants de la théorie de l'évolution ont guidé mes réflexions : la science réductionniste incarnée par Charles Darwin et Richard Dawkins, et les grandes

analyses holistiques développées notamment par Alfred Russel Wallace et James Lovelock. Ces deux écoles sont à la recherche de vérités qui semblent contradictoires au premier abord ; mais, dans l'immense complexité de notre planète vivante, ces opposés sont complémentaires et nécessaires. C'est uniquement quand elles sont réunies que l'approche de Darwin et celle de Wallace fournissent une vision convaincante de la vie dans sa globalité, éclairent la notion de durabilité.

Il y a plus de cinquante mille ans, nos ancêtres quittaient l'Afrique. Actuellement, notre espèce entre dans une nouvelle ère. L'homme a construit une civilisation planétaire d'une puissance sans précédent, une civilisation qui est en train de transformer la Terre. Nous sommes devenus les maîtres de la technologie, tirant à volonté l'énergie de la matière, tout en réalisant le rêve des alchimistes : la transmutation des éléments. Nous avons foulé la surface de la Lune, atteint les abysses des océans, et nous sommes capables de communiquer instantanément sur d'immenses distances. Malgré tout cela, ce n'est pas tant notre technologie, mais nos convictions qui détermineront notre destinée.

Aujourd'hui, nombreux sont ceux qui pensent que notre civilisation est vouée à disparaître. On verra que ce fatalisme n'a pas lieu d'être. Il se fonde en grande partie sur une mauvaise interprétation de la théorie darwinienne et sur un malentendu concernant notre identité d'êtres évolués. Deux erreurs qui, si elles se perpétuent, signeront la fin de notre espèce.

D'autres sont convaincus que la croissance à l'infini est possible. Selon leur vision, seul le plus fort survit, et l'intelligence humaine peut triompher de tout. Cet optimisme, assis lui aussi sur une mauvaise interprétation de Darwin, s'alimente également de l'ignorance de deux découvertes fondamentales dues à Wallace et Lovelock. En dépit de ses

AVANT-PROPOS

lacunes manifestes, cet optimisme naïf règne quasi sans partage dans les sociétés occidentales depuis un siècle et demi, et nous a d'ores et déjà fait dériver vers un sort peu enviable. Si l'on n'y met pas bon ordre, ces failles deviendront tragiques.

Les horizons étroits et le court terme sont toujours trompeurs. C'est pourquoi il est impossible de savoir, même devant les dramatiques changements auxquels on assiste dans une vie d'homme, si l'on a affaire à une plongée vers le chaos, ou à une révolution profonde qui nous conduira vers un avenir meilleur. Il faut élargir la vision, embrasser l'histoire de l'humanité sur des millénaires, et celle de la Terre en remontant à la nuit des temps, si l'on veut discerner le véritable tracé de notre évolution. C'est cette approche que j'ai choisie et, malgré les redoutables défis auxquels nous sommes confrontés, je reste optimiste pour notre avenir, celui de nos enfants et de notre planète.

Si nous voulons prospérer, nous avons besoin d'espoir, de bonne volonté, *et* d'une vision claire des choses.

CHAPITRE I

MÈRE NATURE OU TERRE MONSTRUEUSE?

LA FORCE MOTRICE DE L'ÉVOLUTION

« L'action délétère de la vie n'a rien de conscient. »

Peter Ward, 2009

Tous les jours, Charles Darwin s'efforce de trouver un moment pour se promener sur un sentier de sable à proximité de sa maison de Down House, dans le Kent. La tradition dit que c'est là qu'il réfléchit, qu'il affine sa théorie de l'évolution et qu'il échafaude les arguments qui doivent lui permettre de publier l'ouvrage de sa vie. Nombre de scientifiques ont donc une révérence particulière pour cette promenade, ce *Sandwalk*, et, en octobre 2009, lorsque j'ai effectué mon premier pèlerinage à Down House, c'est ce que je voulais voir avant tout.

Ce sentier est situé un peu à l'écart de la maison et de ses jardins clos et, en arrivant sur place, on a aussitôt l'impression de quitter le monde bien ordonné des humains, et de plonger dans le vaste univers de la nature. Il décrit une boucle à travers une forêt de noisetiers, de troènes et de cornouillers plantés par Darwin lui-même. J'ai découvert avec surprise qu'en dépit de son nom il n'y a pas le moindre grain de sable sur ce sentier, et qu'il n'y en a jamais eu. Le sol est recouvert d'éclats de silex que, comme le raconte son

filis Francis dans ses souvenirs, Darwin balaie d'un coup de pied pour marquer le nombre de circuits effectués. Les arbres sont à présent devenus une forêt vénérable où j'ai marché, imaginant les pensées d'un homme arpentant sans cesse, de manière quasi compulsive, un parcours aussi régulier qu'une piste d'hippodrome, tracé au milieu de ce qui devait alors être une plantation d'arbrisseaux. On ignore bien entendu à quoi pense Darwin pendant ses flâneries, mais ses enfants ont laissé quelques indices dans leurs carnets. En grandissant, ils ont commencé à envahir le sentier, troublant les réflexions de leur père, qui prend pourtant plaisir à les voir jouer. Pour un scientifique plongé dans ses réflexions, ce type d'interruption est le plus souvent source d'agacement, alors peut-être Darwin a-t-il l'esprit occupé par autre chose que de complexes théories et de belles phrases ?

J'imagine volontiers que, durant cet exercice physique répétitif, il réfléchit intensément, et que l'une de ses préoccupations principales concerne l'impact de la théorie qui l'a rendu célèbre. L'évolution par sélection naturelle, comme on l'appelle maintenant, explique comment se créent les espèces, y compris la nôtre. Mais Darwin a aussi pris conscience à quel point ce processus est cruel et dépourvu de morale. Il a cependant sans doute fini par se rendre à l'évidence : il doit annoncer à ses semblables que l'homme n'est pas issu de l'amour divin, mais de la « sauvagerie » de l'évolution. Quelles en seront les conséquences sociales ? La foi, l'espoir et la charité vont-ils disparaître à mesure que la théorie se répandra à travers le monde ? La jeune société industrielle anglaise, déjà impitoyable, va-t-elle devenir l'univers de la loi du plus fort, où ceux qui s'en sortent considèrent cet ordre comme naturel ? Cette théorie en apparence si innocente va-t-elle transformer les individus en machines à survivre dénuées de scrupules ?

Science ou théologie, le destin de Darwin

Charles Robert Darwin est né en 1809 dans le Shropshire. Son père est un riche médecin de la bonne société. Baptisé selon les rites de l'Église anglicane, Darwin est destiné à suivre les traces paternelles. Mais la cruauté de la pratique chirurgicale à une époque où l'anesthésie n'existe pas encore lui fait horreur. Il décide donc d'abandonner cette voie pour devenir pasteur, et s'inscrit en licence de lettres, diplôme indispensable pour entrer au séminaire. Il fait merveille en théologie, obtenant des notes tout juste passables en mathématiques, physique et latin-grec. Il rêve d'une cure bucolique mais abandonne ce projet lorsqu'il apprend, en août 1831, qu'on cherche un naturaliste pour accompagner une expédition scientifique de deux ans en Terre de Feu et aux Antilles à bord du *Beagle*.

Son père s'oppose tout d'abord à cette aventure, mais Charles finit par le convaincre et il est recruté en tant que gentleman naturaliste non rémunéré. Ses fonctions, du point de vue des services de la marine, consistent à tenir compagnie au capitaine Robert Fitzroy, un homme de tempérament mélancolique. Le voyage dure cinq ans et conduit Darwin tout autour du globe. Il découvre ainsi l'extraordinaire diversité de la vie ainsi que la géologie de l'Amérique du Sud, de l'Australie et d'innombrables îles. C'est dans l'archipel des Galápagos qu'il recueille les données qui vont se révéler fondamentales pour sa théorie : il découvre et décrit des espèces d'oiseaux et de reptiles ayant évolué sur certaines de ces îles et pas ailleurs. Pareil périple ne pouvait manquer d'être formateur pour quiconque l'eût entrepris ; dans le cas de Darwin, il va changer le monde. « Le voyage du *Beagle* fut de loin l'événement le plus important de ma vie, et il a déterminé toute ma carrière », raconte-t-il plus tard.

L'une des conséquences de cet épisode est son renoncement à la religion. Il expliquera comment sa foi a été mise à l'épreuve au fur et à mesure de sa découverte du monde et de sa rencontre avec des cultures différentes :

« Je n'étais cependant pas disposé à abandonner la foi. J'en suis certain, car je me rappelle avoir souvent fait des rêves éveillés dans lesquels de vieilles lettres échangées entre Romains distingués, ou des manuscrits découverts à Pompéi ou ailleurs, venaient confirmer de la manière la plus frappante tout ce qui était écrit dans les Évangiles. Mais je trouvais de plus en plus difficile, même en donnant toute latitude à mon imagination, d'inventer des preuves qui suffiraient à me convaincre. Ainsi l'incrédulité m'envahit-elle très lentement, mais aussi très sûrement¹. »

Revenu en Angleterre, en 1836, Darwin est accueilli à bras ouverts par le milieu scientifique victorien, et commence à travailler sur les découvertes effectuées lors de son voyage. En 1842, à l'âge de trente-deux ans, il fait l'acquisition de Down House et se lance dans une longue carrière de scientifique financièrement indépendant. Le domaine pourvoit à tous ses besoins, servant à la fois de foyer et de laboratoire. De taille relativement modeste, Down House résonne sans doute des cris des sept enfants survivants de Charles et d'Emma Darwin. La maison et le domaine respirent aussi un certain ordre, signe de leur fonction de laboratoire, où Darwin explore la moindre ramification de la théorie de l'évolution par sélection naturelle, depuis la pollinisation des orchidées jusqu'aux origines des expressions faciales.

Pour un scientifique, pareille existence semble idyllique, mais la vie de Darwin n'est pas sans nuages. Peu après son

1. Darwin, [1858] 2009, p. 83.

retour, il tombe malade, et souffre le reste de son existence de diverses affections : palpitations, spasmes musculaires et nausées, qui s'aggravent chaque fois qu'il doit sortir dans le monde. Down House devient son refuge, la solitude nourrissant de longues années de labeur acharné, ponctuées par la maladie et le stress jusqu'à sa mort, survenue en 1882. Ses problèmes de santé, très probablement en partie d'ordre psychologique, sont exacerbés par les implications morales de sa théorie, qu'il garde plus ou moins secrète pendant vingt ans. Darwin a compris dès 1838 que les nouvelles espèces se créent par sélection naturelle, mais il ne publie sa découverte qu'en 1858. « J'ai l'impression d'avouer un meurtre », confie-t-il à un confrère à qui il expliquait ses idées sur l'évolution.

Le naturaliste, les vers de terre et la patience

Down House joue un rôle essentiel dans la vie de Darwin et dans la mise au point de sa théorie. Pour comprendre cet endroit extraordinaire, rien ne vaut la lecture de son étude sur les vers de terre¹. Tout le monde a des vers de terre dans son jardin et dans son bac à compost, mais rares sont ceux qui prennent le temps de les observer. Pour Darwin, ils furent un objet de fascination tout au long de son existence. À bien des égards, sa monographie sur le sujet – son dernier livre – est son ouvrage le plus remarquable, car il relate des expériences menées sans interruption pendant près de trente ans. Certains vers vivent dans des pots de fleurs, conservés le plus souvent à l'intérieur de la maison, et semblent être devenus des animaux de compagnie. Ils ont chacun leur personnalité; certains sont timides, d'autres courageux, certains aiment la propreté et le rangement, d'autres sont peu soigneux.

1. Darwin, [1881] 1882.

Toute la famille finit par participer à l'étude. J'imagine Charles Darwin, entouré de ses enfants, jouant du basson ou du piano à ses vers de terre pour étudier leur sens de l'ouïe (il s'est avéré qu'ils sont complètement sourds), et testant leur odorat (très rudimentaire, hélas) en leur soufflant son haleine chargée de tabac, ou en parfumant leur pot. Lorsque Darwin s'aperçoit qu'ils n'aiment pas le contact avec la terre humide et froide, il leur apporte des feuilles afin qu'ils puissent en tapisser leurs galeries, et découvre ainsi qu'ils sont experts en géométrie (et en origami) ; en effet, afin de pouvoir tirer et plier la feuille efficacement, ils doivent d'abord en déterminer la forme pour s'en saisir de manière adéquate. Darwin leur fournit également de petites perles de verre, dont les vers tapissent leurs galeries, les décorant de jolis motifs. Mais surtout, il découvre que ces créatures savent tirer parti de leur expérience, et qu'elles ont tendance à se laisser distraire par divers stimuli, signe selon lui, d'une remarquable intelligence.

La sagacité et la moralité des vers de terre sont un sujet inépuisable d'intérêt pour Darwin. Il en arrive à la conclusion que les guêpes, et même certains poissons tels que le brochet, sont loin de pouvoir rivaliser avec les vers en termes d'intelligence et de capacité d'assimilation. Ces conclusions, dit-il, paraîtront « très peu probables ». Cependant, il ajoute :

« Il est bon de se rappeler quelle perfection le sens du toucher atteint chez un homme né sourd-muet, ainsi que le sont les vers. Si les vers ont la faculté d'acquérir quelque notion, si grossière qu'elle soit, de la forme d'un objet et de leurs galeries, et cela semble être le cas, ils méritent d'être appelés intelligents ; car ils agissent à peu près de la même manière que le ferait un homme dans des circonstances semblables¹. »

1. Darwin, [1881] 1882, p. 79.

La monographie sur les vers est importante pour une autre raison. C'est dans cet ouvrage que Darwin s'approche au plus près d'une théorie globale sur le fonctionnement du système terrestre. Il évoque brièvement le sujet dans l'un de ses premiers articles scientifiques portant sur la poussière atmosphérique recueillie pendant son voyage à bord du *Beagle*. Il pense qu'elle provient du Sahara et qu'elle se dirige vers l'Amérique du Sud, où les nombreux spores et organismes vivants qu'elle contient s'implanteront peut-être. Il n'a pas poussé plus avant, n'élaborant aucune théorie sur le rôle que pouvait jouer cette poussière à l'échelle planétaire, contrairement aux penseurs holistiques que nous croiserons bientôt, pour lesquels elle recèle de précieux indices sur l'influence exercée par le vivant sur l'atmosphère et le climat. Darwin attend plus de la moitié de son existence avant d'aborder ce que l'on appelle aujourd'hui la science des systèmes – l'étude holistique du fonctionnement de la planète. Lorsqu'il le fait, c'est à travers le prisme fourni par les vers de terre.

Darwin explique que le sol anglais contient quantité de vers de terre, qui émergent par milliers pendant la nuit, la queue fermement accrochée dans leur galerie, afin de chercher des feuilles, des animaux morts et autres détritiques, qu'ils rapportent ensuite sous terre. Leur travail de creusement et de recyclage enrichit les prés et les champs, ce qui accroît le rendement des sols, et pose les toutes premières fondations de la société anglaise. Ce faisant, ils enfouissent lentement et préservent les vestiges d'une Angleterre depuis longtemps disparue. Darwin a étudié l'enfouissement de villas romaines entières, par les vers, ainsi que d'antiques abbayes, monuments et pierres, qui auraient tous été détruits s'ils étaient restés en surface. Il parvient également à préciser la vitesse à laquelle ce processus se déroule : environ un demi-centimètre par an.

La monographie de Darwin sur les vers est très révélatrice du tempérament de l'homme, et de son sens très particulier de l'humour. Elle souligne aussi les points forts du scientifique : un esprit ordonné et une patience infinie. Mais la patience peut se révéler une faiblesse, et elle faillit en définitive priver Darwin de sa célébrité future, car en tergiversant si longtemps avant de publier sa théorie, il manque d'être devancé par un homme de vingt ans son cadet, un naturaliste inconnu travaillant dans la lointaine Indonésie, appelé Alfred Russel Wallace.

Le 18 juin 1858, Darwin reçoit un courrier de Wallace qui lui expose une théorie sur la façon dont naissent les nouvelles espèces, et lui demande de transmettre le manuscrit pour publication à Charles Lyell, l'un des plus éminents scientifiques anglais de l'époque. Darwin est effondré. « Je n'ai jamais vu de coïncidence plus frappante, se lamente-t-il auprès de son ami Lyell. Si Wallace avait disposé de l'ébauche manuscrite que j'ai rédigé en 1842, il n'aurait pas pu mieux la résumer ¹. » C'est seulement grâce à l'empressement et à la diligence de Lyell et du botaniste Joseph Hooker, un autre ami de Darwin, que sont publiés simultanément par la Société linnéenne de Londres « l'esquisse » de Darwin (datant de 1842) et l'article de Wallace, le 1^{er} juillet 1858.

Une théorie révolutionnaire

Mais ni l'article de Darwin ni celui de Wallace ne suscitent d'intérêt immédiat. Dans le résumé des comptes rendus de recherche publiés dans la revue de la société en 1858, le président, Thomas Bell, se félicite de la quantité de travaux botaniques menés à bien, tout en déplorant que l'année écoulée « n'ait pas été marquée par l'une de ces découvertes

1. Darwin, [1858] 2009.

frappantes qui révolutionnent immédiatement, pour ainsi dire, le domaine scientifique les concernant¹ ». Pour attirer l'attention du public, il faut manifestement autre chose, que Darwin fournit l'année suivante. Le 24 novembre 1859 paraîtra *De l'origine des espèces par la sélection naturelle : ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*². Le succès est immédiat, assurant à Darwin le titre de père de l'évolution.

Malgré le peu d'écho rencontré, Darwin touche au cœur du sujet dès le premier exposé de sa théorie :

« Peut-on douter [...], considérant la lutte que chaque individu [...] doit soutenir pour se procurer sa subsistance, que toute légère variation dans la structure, le comportement ou les instincts, qui adapterait mieux cet individu aux conditions nouvelles aurait un effet sur sa vigueur et sa santé? Dans la lutte, il aurait plus de *chances* de survivre, et ceux de ses descendants qui hériteraient de la variation, si petite soit-elle, auraient plus de *chances* de survivre. Chaque année, il y a plus de naissances que de survies ; le plus petit grain dans la balance doit, à la longue, déterminer qui mourra et qui survivra. Que cette œuvre, de sélection d'une part, d'élimination d'autre part, continue à agir pendant des milliers de générations, qui pourrait alors prétendre qu'aucun effet ne s'ensuivrait³ ? »

La découverte de Darwin est donc d'une grande simplicité. Il naît plus d'organismes qu'il n'en peut survivre, et les mieux adaptés à leur environnement ont le plus de chances de prospérer et de se reproduire. Cette sélection, génération

1. Bell, 1859.

2. Traduction littérale du titre original anglais. Aucune édition française de l'ouvrage ne reprend la formule « races favorisées » (*N.d.T.*).

3. Darwin, extrait de l'article non publié « On the variation of Organic Beings in a State of Nature; on the Natural Means of Selection; on the Comparison of Domestic Races and True Species », lu le 1^{er} juillet 1958 devant la Société linnéenne à Londres.

après génération, sur l'immensité du temps géologique, finit par produire des descendants différents de leurs ancêtres. Cet argument est dépourvu de toute dimension morale : il n'implique aucune supériorité de principe d'un individu, d'une classe ou d'une nation sur telle ou telle autre, car toute modification de l'environnement modifie la liste des « plus aptes ». Mais il révèle une terrible vérité : les faibles (mal adaptés) doivent disparaître afin d'assurer le progrès de l'évolution.

Ce jour de 1858, lorsque cette idée révolutionnaire est rendue publique, Darwin n'est pas dans l'assemblée car il vient de perdre son fils, emporté par la scarlatine à l'âge de dix-huit mois.

Il est aujourd'hui difficile d'imaginer l'impact produit par le livre et la théorie de Darwin, mais quelques indices nous sont fournis par un débat organisé dans le prestigieux musée de Zoologie d'Oxford en 1860. Le zoologiste Thomas Huxley, farouche partisan de la théorie de l'évolution (ce qui lui vaudra d'être baptisé le « bouledogue de Darwin »), s'oppose à l'évêque d'Oxford, Samuel Wilberforce, baptisé « Soapy Sam ¹ » en raison de ses exceptionnels talents d'orateur. *De l'origine des espèces*, publié à peine sept mois auparavant, déclenche les passions dans la société civile comme dans les milieux religieux. Un millier de personnes se pressent entre les squelettes, les animaux empaillés et les spécimens minéraux pour assister au pugilat entre le pontife et le scientifique. Des centaines d'autres n'ont pu entrer, faute de place, mais Darwin, en passe de devenir un valétudinaire perpétuel, est absent.

L'apothéose se produit lorsque Wilberforce, cédant à la facilité, demande à Huxley s'il descend d'un singe du côté

1. En référence à la *soap box* (caisse à savons), estrade sur laquelle montent les harangueurs du Speaker's Corner de Hyde Park (*N.d.T.*).

maternel ou paternel. Son adversaire lui lance alors cette réplique extraordinaire, rapportée par un témoin, Alfred Newton :

« Saisissant la balle au bond, Huxley déclara qu’il préférerait être apparenté à un singe qu’à un homme tel que l’évêque, qui abusait de ses formidables talents de rhéteur pour tenter de détourner, en exhibant des citations faisant “autorité”, un libre débat portant sur ce qui relevait ou non de la vérité, et il lui rappela que, concernant les questions de sciences physiques, ces “autorités” avaient toujours été mises en déroute par la recherche, comme le démontraient l’astronomie et la géologie. Il reprit ensuite les affirmations de l’évêque, démontrant qu’elles étaient contredites par les faits, et que son opposant ignorait tout du sujet¹. »

Le prélat restant coi, l’amiral Robert Fitzroy, l’ancien commandant du *Beagle* que Darwin a accompagné vingt-cinq ans auparavant, se lève pour dénoncer le livre et, « brandissant à deux mains une énorme bible, puis la dressant au-dessus de sa tête, implore solennellement le public de croire à la parole de Dieu plutôt qu’à celle de l’homme² ». C’est, en effet, ce que cette théorie a de plus choquant : Darwin, ancien étudiant en théologie, suggère que l’homme vivrait dans un monde sans Dieu, où la sauvagerie sous toutes ses formes serait permise par la nature.

Aujourd’hui encore, la théorie de Darwin est l’objet de malentendus et de préjugés, et cette vision déformée est employée à tort pour légitimer des perversions de la société. Le sous-titre de son ouvrage est indubitablement mal choisi, car il faut le lire jusqu’à la fin pour comprendre que les « races favorisées » du titre n’incluent pas explicitement

1. Wollaston, 1921, p. 118-120.

2. Green, 1996, p. 231.

les classes supérieures de la société anglaise. Dès sa parution, ou presque, *De l'origine des espèces* est invoqué pour justifier les déplorables conditions économiques et sociales de l'ère victorienne. Le concept de survie des plus aptes sert à promouvoir l'idée selon laquelle la misère des plus pauvres reflète l'ordre naturel. Certes Darwin porte une part de responsabilité, mais rappelons que l'expression « survie des plus aptes » n'est pas de lui, mais du philosophe libertaire Herbert Spencer, qui l'invente en 1864 et applique les notions darwiniennes à ses propres théories sociales¹. Darwin reprend cependant la formule dans la cinquième édition de son livre, publiée en 1869.

D'autres raisons, notamment d'ordre religieux et linguistique, nuisent à une vision claire de la théorie darwinienne. Le créationnisme affirmé par le dogme chrétien n'a pas disparu avec le XIX^e siècle; si la plupart des grandes religions ont depuis longtemps accepté la théorie de l'évolution (rappelons que Darwin est enterré à l'abbaye de Westminster), l'opposition reste forte dans certains milieux. Autre facteur important, la langue anglaise ne possède toujours pas de terme simple et facile à comprendre à même de traduire élégamment la découverte de Darwin. Le sens du mot « évolution » n'est pas évident. Son étymologie latine renvoie au déroulement d'un manuscrit et, pour la plupart des gens, il évoque une sorte de boîte magique ou une caricature dessinée, et ne constitue pas une véritable explication. On note par ailleurs que Darwin lui-même l'utilisait rarement, préférant parler de « descendance avec modifications ».

Cependant, toutes les cultures ne souffrent pas du même handicap. En 1898, le savant chinois Yan Fu traduit dans sa langue le livre de Thomas Huxley, *Evolution and Ethics*

1. Spencer, [1864] 1893, p. 537-561.

publié en 1893. Les théories darwiniennes de l'évolution de l'espèce humaine qui y sont développées s'implantent aussitôt en Chine, en partie sans doute parce qu'elles font écho à certaines croyances populaires concernant les étapes du développement humain : chasseurs-cueilleurs vivant dans des grottes, puis maîtrisant le feu et se bâtissant des abris, avant d'inventer l'agriculture. Yan Fu traduit « évolution » par *tian yan*. Les caractères chinois peuvent avoir plusieurs significations, et *tian yan* signifie, entre autres, « mise en scène des cieux », les cieux renvoyant ici à l'ensemble de la création¹.

L'expression utilisée par Yan Fu, devenue obscure, est tombée dans l'oubli; mais « mise en scène des cieux » est une belle formule qui traduit de façon lumineuse la pensée de Darwin. L'évolution est bel et bien une sorte de représentation sur le thème du processus électrochimique appelé « vie » qui se déroule sur la Terre entière. Financée par le Soleil, cette pièce de théâtre se déroule depuis trois milliards et demi d'années au moins et, sauf désastre cosmique, se poursuivra sans doute un autre milliard d'années. Mais il s'agit d'une étrange représentation, car tous les fauteils sont placés sur la scène, et les spectateurs sont aussi les acteurs. Le génie de Darwin est d'en élucider les règles avec une élégante simplicité.

L'une des raisons du succès retentissant rencontré par les idées de Darwin aux XIX^e et XX^e siècles se trouve dans les premières lignes de ce fameux article de 1858, dans lequel il cite le botaniste suisse Augustin Pyrame de Candolle :

« Candolle, dans un passage éloquent, a déclaré que toute la nature est en guerre, un organisme avec un autre ou avec la nature extérieure. En voyant la face apaisée de la nature, on pourrait bien à première vue en douter,

1. Flannery, 2009, p. 984.

mais la réflexion prouvera inévitablement que cela n'est que trop vrai¹. »

La guerre est naturellement l'une des grandes passions et préoccupations de l'Angleterre victorienne, et les Britanniques y excellent, bâtissant le plus grand empire que le monde ait jamais vu. Si la nature favorise les conquérants, alors l'Anglais est assurément d'une supériorité inégalée. Dans cette période impériale, l'explication de l'évolution proposée par Darwin, associée aux travaux de Spencer, va donner naissance à une pléthore de théories sociales, pour la plupart très éloignées de l'idée d'origine. Ces thèses, baptisées « darwinisme social », imprègnent le tissu culturel et intellectuel de l'époque, et donnent naissance à l'eugénisme et aux formules de l'ère coloniale (« endosser le fardeau de l'homme blanc », « adoucir la fin d'une race moribonde »).

Dans la première moitié du XX^e siècle, ces idées rencontrent un succès croissant. Dès les années 1930 et 1940, le darwinisme social sert de prétexte aux programmes d'extermination et d'eugénisme de l'Allemagne nazie, tandis qu'aux États-Unis la revue *Eugenics* publie des articles prônant la stérilisation en masse des individus jugés inférieurs, ainsi que de grotesques pedigrees familiaux des chefs du mouvement visant à démontrer qu'ils sont les pères d'une future grande race américaine. La victoire des Alliés en 1945 ruine en bonne partie la crédibilité de ces extrémistes et de leurs programmes, mais certaines versions du darwinisme social ont encore leurs adeptes. La notion de « survie des plus aptes » se devine dans un commentaire de Margaret Thatcher en 1987 : « la société est une vue de l'esprit² » (elle voulait sans doute dire par là que c'était à chacun, et non à la société, de prendre soin de ses proches). Elle se manifeste

1. Darwin, [1844] 1992, p. 49.

2. Thatcher, 1987.

également dans le domaine de l'économie néoclassique, qui soutient l'absence de régulation du marché pour servir les intérêts du genre humain.

Lorsqu'il arpente son sentier de sable, peut-être Charles Darwin envisage-t-il ces possibilités. Peut-être pas. Quoiqu'il en soit, vers la fin de sa vie, il déclare : « Je n'ai pas le remords d'avoir commis un péché grave, mais j'ai bien souvent regretté de n'avoir pas fait directement du bien à mes semblables¹. »

1. Darwin, [1887] 2008, p. 90.

GÈNES, MNÈMES ET DESTRUCTION

« Il aurait été étrange que les philosophes et les naturalistes ne soient pas frappés par la similitude qui existe entre la reproduction par progéniture [...] et cette autre sorte de reproduction qu'on appelle la mémoire. »

Richard Semon, 1904

La théorie de l'évolution a fait d'énormes progrès depuis Darwin, et la plus importante avancée est sans aucun doute la compréhension du mécanisme de l'hérédité, et plus précisément le fonctionnement des gènes, la structure de l'ADN et la nature du génome. La science née du croisement de la théorie darwinienne avec la génétique a été baptisée néodarwinisme, et son principal représentant est Richard Dawkins. Dans *Le Gène égoïste* (1976), Dawkins explique que le gène est l'unité de base de la sélection naturelle. Cette thèse est l'un des plus riches prolongements de la théorie de l'évolution, dont elle clarifie de nombreux aspects. L'argument essentiel de Dawkins est que la sélection naturelle s'exerce avant tout, non pas sur l'organisme dans son ensemble, mais sur chacun des gènes (environ vingt-trois mille identifiés à ce moment-là) qui constituent le schéma de base de notre corps. Ses travaux, bien plus que ceux de Darwin, soulèvent le dilemme moral au cœur du darwinisme, car l'un des principaux piliers de son raisonnement est que l'homme et les autres organismes (végétaux et bactéries compris) ne sont que des « machines à survivre » dont l'unique objectif est de transmettre leurs gènes¹.

1. Dawkins, [1976] 1990, p. 9.

Le gène et l'égoïsme

Le gène prospère, selon Dawkins, se caractérise par un « égoïsme impitoyable ». À cet égard, Dawkins est le descendant intellectuel direct de Candolle, à ceci près qu'il est convaincu que la « guerre » se déroule non seulement autour de nous, mais également en nous. Selon sa théorie, les gènes sont en concurrence avec les corps qu'ils ont créés. Elle explique ainsi pourquoi certaines araignées mâles se laissent dévorer par les femelles après l'accouplement (parce que c'est bon pour les gènes de l'araignée) et pourquoi certaines espèces sont porteuses de « gènes de mort » (susceptibles de tuer l'organisme). Citant la fameuse formule de Tennyson, Dawkins déclare : « Je pense que l'expression "univers impitoyable"¹ résume admirablement notre compréhension moderne de la sélection naturelle². »

Dawkins expose brillamment les mécanismes évolutionnistes qui se cachent en nous ; ce faisant, il souligne aussi les limites de la science réductionniste lorsqu'il s'agit de comprendre la complexité de l'homme. Voici par exemple ce qu'il dit de l'amour maternel :

« Quand une mère voit son enfant sourire, ou une chatte son chaton ronronner, elle se sent récompensée de la même manière que la nourriture dans l'estomac est la récompense d'un rat dans un labyrinthe. Mais une fois qu'il est admis qu'un sourire béat ou un ronronnement sonore sont des récompenses, le petit est en mesure d'utiliser le sourire ou le ronronnement pour manipuler ses parents, et avoir plus que sa part normale d'investissement parental³. »

1. Tennyson A., 1850 : « *Nature, red in tooth and claw* » (la nature aux griffes et crocs sanglants) (*N.d.T.*).

2. Dawkins, [1976] 1990, p. 18.

3. *Ibid.*, p. 191.

Il y a certainement du vrai dans cette réflexion, mais une description mécaniste de l'amour maternel ne permet pas de comprendre le lien profond qui unit mère et enfant. Un petit, pour bien grandir, doit sentir un amour inconditionnel, et une mère doit avoir le sentiment de chercher autre chose qu'une simple satisfaction. Ce passage montre parfaitement pourquoi la théorie du gène égoïste ne peut à elle seule tout expliquer. L'homme est une créature bien trop complexe pour qu'une dissection réductrice de ses parties suffise à le décrire.

Nous sommes enclins à invoquer ce type de théories pour justifier nos pratiques égoïstes et socialement destructrices. Ce n'est sans doute pas un hasard si le livre de Dawkins a rencontré un large écho à l'orée des années 1980, période où la recherche du profit était valorisée, où on vénérât le libre marché. Comme l'a démontré le darwinisme social, il faut être constamment sur ses gardes, et ne pas céder au chant des sirènes de l'intérêt individuel si l'on veut vivre dans une société juste et équitable.

Le gène et les idées

Les gènes et les idées ont au moins une chose en commun : ils se reproduisent, et l'erreur occasionnelle est source de variation. Ils sont ainsi potentiellement soumis à la loi de l'évolution par sélection naturelle. L'hypothèse d'une similitude entre les gènes (ou du moins les traits physiques qui en découlent) et les idées est vieille d'un siècle au moins. Le biologiste allemand Richard Semon y a consacré deux livres : *Die Mneme* (1904, traduit en anglais en 1921), et *Die Menemischen Empfindungen*, également traduit en anglais en 1923 sous le titre *Mnemonic Psychology*¹. Il invente le terme

1. Semon, [1904] 1921 et 1909.

« mnème », dérivé du mot grec désignant la mémoire, pour décrire une théorie globale de la reproduction, à la fois physique et mentale. Il est convaincu de la réalité matérielle de la mémoire, qui devrait donc laisser une empreinte physique dans le cerveau :

« Au lieu de parler d'un facteur de mémoire, d'un facteur d'habitude, ou d'un facteur d'hérédité [...], j'ai préféré considérer ceux-ci comme des manifestations d'un principe commun, que j'appellerai *principe mnémique*¹. »

Les travaux de Semon renvoient à un épisode fascinant et quasi oublié du xx^e siècle, où certains biologistes cherchaient à démontrer que l'expérience pouvait être héréditaire. Semon s'appuie largement sur les recherches de Paul Kammerer, un jeune et brillant biologiste viennois, qui a fait sensation avec des expériences menées sur la salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*). En empêchant les femelles gravides de s'approcher de l'eau, il les oblige à poursuivre leur gestation et à donner naissance à des jeunes moins nombreux et plus évolués. Cette caractéristique physiologique aurait été transmise à la génération suivante, qui avait pourtant libre accès à l'eau. Marie von Chauvin mène d'autres expériences conduisant des axolotls à développer des poumons. Elle observe que leur progéniture vient fréquemment respirer à la surface, un comportement normal « seulement chez les sujets âgés, et dans une eau pauvre en oxygène² ». Ce qui n'écarte cependant pas la possibilité que la génétique, et non le « principe mnémique » de Semon, soit à l'origine de ces transformations.

La preuve irréfutable, selon Semon, est enfin obtenue par l'infatigable Kammerer. Sa triomphale expérience avec le

1. Semon, [1904] 1921, p. 11.

2. *Ibid.*, p. 131.

crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*) consiste à pousser ces créatures à renoncer à s'accoupler sur la terre ferme en les enfermant dans « une pièce surchauffée [...] jusqu'à ce qu'ils soient contraints d'aller se rafraîchir dans un abreuvoir [...]. C'est là qu'a lieu la rencontre entre mâles et femelles ». Forcés de s'accoupler dans l'eau, ces crapauds se reproduisent donc d'une façon tout à fait inhabituelle¹. Pour Semon, cela signifie que les créatures « se rappelaient » la méthode ancestrale de copulation dont le souvenir aurait été ainsi transmis aux générations suivantes.

Certaines expériences prétendant démontrer le principe mnémique sont des plus étranges. Walter Finkler a imaginé de greffer des têtes d'insectes mâles sur des individus femelles. Les victimes ont survécu pendant plusieurs jours en manifestant, ce qui était assez prévisible, un comportement sexuel aberrant. Hans Spemann est, quant à lui, parvenu à faire pousser des cristallins à l'arrière de la tête d'un crapaud de la famille des bombinatoridés, exploit surpassé par Gunnar Ekman, dont les grenouilles vertes arboricoles (*Hyla arborea*) ont développé des cristallins sur tout le corps, « à l'exception possible de l'oreille et des cavités nasales primaires² ».

Dès les années 1920, les travaux dont s'inspirait Semon sont critiqués. Les généticiens, notamment William Bateson (l'inventeur du terme « génétique »), lancent une virulente offensive, quelque peu obsessionnelle, semble-t-il. En 1926, lorsqu'on découvre que les résultats concernant l'un des crapauds de Kammerer ont été falsifiés, on en conclut que toutes ses recherches sont suspectes. Sa réputation ruinée, Kammerer se suicide³.

1. Semon, [1904] 1921, p. 237.

2. *Ibid.*, p. 79.

3. Koestler, 1971.

La théorie globalisante de Semon a bel et bien une faille irrémédiable : elle introduit un élément lamarckien dans l'évolution physique. L'une des règles cardinales de l'évolution, c'est qu'un individu ne peut transmettre à sa progéniture les traits favorables acquis durant son existence. Lamarck était convaincu que les girafes avaient allongé leur cou à force de l'étirer pour atteindre les feuilles des arbres, et que leur descendance héritait de ce nouveau cou. On sait aujourd'hui que la longueur du cou des girafes est codée dans leurs gènes, et que, à quelques rares exceptions près (portions d'ADN insérées dans le génome par un virus, par exemple), les caractéristiques physiques acquises au cours de l'existence d'un individu ne peuvent être transmises. L'évolution culturelle, en revanche, est purement lamarckienne. Elle est alimentée par la diffusion des idées et des technologies qui en découlent, et ce qui est acquis par une génération est transmis à la suivante. L'évolution culturelle est beaucoup plus rapide que l'évolution physique : il a fallu des millions d'années au tigre à dents de sabre pour acquérir ses énormes canines poignards, mais il n'a fallu que quelques milliers d'années à l'homme pour façonner des dagues métalliques, bien plus efficaces.

Les mèmes et leur propagation

Malgré tous ses défauts, le travail de pionnier accompli par Semon contient une parcelle de génie, que Dawkins développe dans *Le Gène égoïste*. Dawkins propose le terme « mème » pour désigner les idées ou croyances transmises. « Si les mèmes du cerveau sont similaires aux gènes, ils doivent se composer de structures cérébrales qui s'auto-reproduisent, véritables câblages de réseaux neuronaux se reconstituant dans chaque cerveau », dit-il. Il ajoute, citant Nicholas K. Humphrey : « [...] les mèmes devraient être

considérés, techniquement, comme des structures vivantes, et non pas simplement comme des métaphores ». En bref, les mèmes de Dawkins sont des idées qui ont une réalité physique dans notre cerveau. Ils sont transférables, tout comme les gènes. Il suggère également qu'ils sont peut-être tout aussi égoïstes. Le débat reste ouvert pour savoir jusqu'à quel point les mnèmes (je préfère l'orthographe de Semon) sont analogues aux gènes, mais je ne crois pas qu'ils soient nécessairement aussi égoïstes que les gènes. Certains mnèmes, par exemple, peuvent pousser un individu à agir contre son propre intérêt. Les philanthropes peuvent offrir une part de leurs richesses à des causes caritatives ou environnementales, et parfois de manière anonyme, ce qui garantit qu'ils n'en tireront aucun bénéfice d'ordre social. S'ils le font, c'est peut-être parce qu'ils sont convaincus que c'est un geste nécessaire. Quoi qu'il en soit, cette générosité ne sert aucunement l'intérêt de leurs gènes égoïstes, dont le bénéfice serait meilleur si tout revenait à leurs enfants ou à leurs proches.

Certains mnèmes conduisent l'individu à agir de manière égoïste, mais ils sont condamnés par toutes les sociétés. Nos plus solides préceptes moraux et religieux visent même à les éradiquer. Une époque particulière peut permettre à certains mnèmes de s'épanouir, par exemple lorsque le darwinisme social ou la théorie néodarwinienne leur apporte crédibilité. Vu sous cet angle, le conflit entre religion et théorie de l'évolution prend un autre sens. Le défi posé par le darwinisme à la foi religieuse pendant l'ère victorienne fut en quelque sorte une « arme secrète » de la cause des mnèmes égoïstes. En érodant l'autorité de la religion, il diminuait, du moins pour quelques-uns, la nécessité des « bonnes actions ». On remarquera que notre principal néodarwinien, Richard Dawkins, s'est aujourd'hui lancé dans une croisade contre la religion. Et on peut se demander si cette croisade ne conduit

pas vers une société plus encline à se laisser guider par la notion de gène égoïste.

La théorie du gène égoïste prédit qu'en cas de conflit entre les gènes et les corps qu'ils ont créés les premiers l'emporteront presque toujours. Mais l'évolution du mnème change la donne. L'homme a créé l'idée de la manipulation génétique, un autre mnème. La technologie lui permet en théorie d'éliminer à volonté les gènes jugés indésirables. Les mnèmes sont réellement ce qu'il y a de plus puissant au monde. Il y a environ deux cents ans, un certain James Watt a inventé un mnème reposant sur le charbon, la vapeur et le mouvement. Cette invention a entraîné une modification radicale de la composition de l'atmosphère terrestre.

On dit souvent qu'une élection est le produit de deux sentiments : l'espoir concernant l'avenir, et la crainte que celui-ci suscite. Si l'espoir l'emporte, l'élection d'un gouvernement généreux et attentif au reste de la planète est plus probable ; si c'est la peur, on élit alors des dirigeants prônant le repli nationaliste. Les facteurs qui déterminent la dissémination des mnèmes sont certes complexes ; toutefois, nous semblons généralement graviter, à la fois collectivement et individuellement, vers l'une ou l'autre de ces tendances. Si l'on est convaincu de vivre dans un monde sans pitié où seuls les mieux adaptés survivent, on a probablement tendance à diffuser des mnèmes très différents de ceux nés de la conviction que tous les êtres sont foncièrement liés.

La funeste détresse de Médée

La vision réductionniste de l'évolution reste un courant fort des sciences du vivant, et on assiste maintenant à un regain d'intérêt pour la notion darwinienne de concurrence acharnée entre espèces pour expliquer l'histoire de la Terre. L'« hypothèse Médée » du paléontologue Peter Ward s'inspire de

l'histoire de la terrible magicienne de la mythologie grecque. Petite-fille d'Hélios, le dieu du Soleil, Médée avait aidé Jason à s'emparer de la Toison d'or et l'avait épousé. Lorsque Jason la quitta pour Créüse, Médée se vengea en tuant leurs deux enfants, après avoir assassiné Créüse et le père de cette dernière. Selon Ward, la vie est tout aussi sanglante et auto-destructrice ; si l'on n'y met pas bon ordre, dit-il, les espèces se détruiraient elles-mêmes en exploitant leurs ressources jusqu'à provoquer un effondrement des écosystèmes¹.

Parmi les exemples de scénarios Médée, on peut citer l'introduction de renards en Australie au XIX^e siècle, où ils se multiplièrent au point de causer l'extinction d'une vingtaine d'espèces locales de mammifères qui leur servaient de proies. Si les colons n'avaient pas introduit le lapin, que mangeaient également les renards, la population de ces derniers se serait effondrée de manière catastrophique. L'île de Pâques est une autre illustration. En l'espèce, ce sont les hommes eux-mêmes qui ont détruit tout ce qui était nécessaire à leur survie, à savoir les arbres et les oiseaux, entraînant un effondrement de la population humaine, qui faillit disparaître définitivement de l'île.

Selon Ward, l'hypothèse Médée explique les grands épisodes d'extinction de la préhistoire, et, pour lui, la voie destructrice dans laquelle l'espèce humaine s'est aujourd'hui engagée se situe dans le prolongement de ce processus. L'un des mécanismes clés conduisant à ces extinctions, dit-il, c'est le bouleversement du cycle du carbone par les organismes vivants. Des « extinctions de masse par effet de serre » peuvent par exemple se déclencher lorsque le taux de dioxyde de carbone (CO₂) excède 1 000 parties par million (ppm). Ward explique que le réchauffement causé par la teneur en CO₂ ralentit la circulation des courants marins, privant

1. Ward, 2009.

d'oxygène les fonds océaniques. Ce qui provoque une prolifération des bactéries anaérobies. À terme, le niveau d'oxygène baisse suffisamment pour que ces bactéries remontent vers la surface et la lumière du soleil. Elles émettent alors du sulfure d'hydrogène (H_2S) dans l'atmosphère, qui détruit la couche d'ozone et empoisonne la vie sur les terres émergées. Cette dévastation des milieux marin et terrestre peut entraîner la disparition de jusqu'à 95 % des espèces, comme cela s'est produit il y a deux cent cinquante millions d'années, à la fin du permien.

Ce postulat suscite toutefois quelques réserves, car les grandes extinctions qui ont marqué l'histoire de la Terre n'ont pas toutes été causées par les organismes vivants. Ward reconnaît d'ailleurs qu'elle ne s'applique pas à la disparition des dinosaures, provoquée par un astéroïde. De longues recherches seront nécessaires avant que cette hypothèse soit pleinement vérifiée. Rappelons aussi que, en général, la plupart des espèces se perpétuent le plus souvent sans se détruire ni détruire leurs écosystèmes. Mais même si certaines extinctions, d'ordre planétaire ou local, sont provoquées par le vivant, cela prouve-t-il que les hommes sont voués à suivre l'exemple de Médée et à anéantir la plupart des autres espèces, condamnant ainsi leurs propres descendants à un nouvel obscurantisme ou à l'extinction pure et simple?

De l'hypothèse Médée, il faut retenir que la notion spencérienne de survie des plus aptes doit être inversée. Si Ward a raison, alors les mieux adaptés ne sont que des moteurs d'autodestruction, dont le succès finira par entraîner leur propre oblitération et celle de la plupart des espèces qui coexistent avec eux. L'hypothèse Médée est également terrifiante parce qu'elle implique que le vivant n'a pas le choix : il doit prospérer en détruisant, ou être détruit à son tour. Envisagée sous cet angle, elle représente une synthèse entre

le néodarwinisme et la conscience de la fragilité et des limites de notre environnement.

Étant donné les contradictions profondes qui existent entre la conception populaire de la notion de survie des plus aptes et le catastrophisme de l'hypothèse Médée, nos systèmes de croyance pourraient être voués à osciller de manière erratique entre les théories dans lesquelles le gagnant l'emporte et celles annonçant le désastre. Si ces contradictions ne sont pas résolues, les liens qui nous unissent à la planète ne seront jamais compris. Mais, depuis toujours, il existe aussi une autre approche, qui décrit le processus de l'évolution comme une série de résultats gagnant-gagnant ayant donné naissance à une Terre productive, stable, fondée sur la coopération. On en trouve l'origine chez le cofondateur de la théorie de l'évolution, Alfred Russel Wallace.

MÈRE NATURE OU TERRE MONSTRUEUSE?

L'HÉRITAGE DE L'ÉVOLUTION

« Celui qui accepte de voir les possibilités
de l'évolution dans leur infinie variété
repoussera avec horreur l'imposture et la violence,
et méprisera la prospérité acquise aux dépens
de ses semblables. »

Svante Arrhenius, 1909

Charles Darwin et Alfred Russel Wallace ont découvert chacun de leur côté la théorie de l'évolution par sélection naturelle, mais ils n'auraient pu être plus différents l'un de l'autre. Darwin était un homme patient, un travailleur méthodique, un scientifique dans la plus belle tradition réductionniste. Wallace, en revanche, avait le don de synthétiser tout ce qu'il voyait et sentait intuitivement, les idées lui venaient donc comme des éclairs de génie. Il a rédigé en quelques heures une description du processus évolutionniste, alors qu'il souffrait d'une crise de malaria sur l'île de Ternate (dans l'Indonésie actuelle) et, pourtant, le résultat est intellectuellement comparable à celui laborieusement obtenu par Darwin. Il résumait ainsi sa théorie :

« Par une loi générale de la nature, certaines variétés tendent à s'écarter toujours davantage du type primitif [...]. Cette progression, à pas lents, dans des directions diverses, toujours contenue et équilibrée par les conditions nécessaires à l'existence, peut, croyons-nous, être suivie assez loin pour expliquer tous les phénomènes présentés par les êtres organisés, leur succession et leur extinction dans le passé, et toutes les modifications extraordinaires de forme, d'instinct et d'habitudes qu'ils présentent¹. »

1. Wallace, [1858] 1872, p. 44.

Darwin n'aurait pu trouver meilleure formulation, mais ce qui distingue avant tout Wallace, c'est ce qu'il fit après 1858 : alors que Darwin cherchait la lumière en étudiant des éléments de plus en plus petits du puzzle de la vie, Wallace opta pour une vision d'ensemble, afin de tenter de comprendre la vie au niveau planétaire et universel. En vieillissant, il aurait sans doute apprécié la traduction de Yan Fu : l'évolution est une mise en scène des dieux.

Alfred Wallace, autodidacte controversé

À l'opposé de Darwin, membre à part entière de la communauté scientifique, Wallace est perpétuellement resté en marge. Autodidacte, sans doute trop crédule dans certains domaines, il s'est notoirement laissé duper par des spiritualistes, apportant sa caution à leurs tours de passe-passe promettant d'entrer en contact avec l'au-delà. Il s'oppose farouchement à la vaccination, estimant, non sans raison, que la transmission de cellules entre espèces et d'un individu à l'autre présentait des risques. Il ne sut comprendre que, même en ces temps d'hygiène rudimentaire, les bénéfices de l'inoculation compensaient largement ces risques, et il fut vilipendé par le milieu médical pour avoir retardé l'agrément de la vaccination. Quelques années plus tard, Wallace finit par se convaincre que la raison d'être de l'univers était le développement de l'esprit humain, une opinion jugée naïve et anthropocentrique, et largement décriée.

Tout cela fournit à l'élite victorienne un prétexte suffisant pour exclure ce scientifique sans formation universitaire. Mais Wallace a un autre défaut, qui menace la source même de la prospérité de cette élite. L'une de ses grandes préoccupations est la pollution qui étouffe alors les villes britanniques. Il est convaincu que « les grandes villes manufacturières exhalant la fumée et les gaz délétères » entravent la croissance

des enfants d'ouvriers, ce qui est parfaitement exact. Des milliers d'entre eux meurent prématurément¹. Ardent défenseur de la justice sociale tout au long de son existence, Wallace impute cette pollution persistante à une « apathie criminelle ».

Il vit jusqu'à quatre-vingt-dix ans et, en vieillissant, s'intéresse de plus en plus au fonctionnement de la Terre dans sa globalité. *La Place de l'homme dans l'univers*, l'un de ses derniers livres, qu'il publie en 1903 à l'âge de quatre-vingts ans, cherche principalement à démontrer que la vie n'existe que sur Terre, et que les autres astres, tels Mars et Vénus, sont des planètes mortes². Il s'agit sans doute du texte fondateur de l'astrobiologie. Wallace y démontre le rôle de l'atmosphère dans le développement de la vie (« Les nuages, leur importance et leur cause »; « Les nuages et la pluie dépendent de la poussière atmosphérique »). Et c'est cette question apparemment insignifiante qui démarque Wallace de Darwin. Pour ce dernier, la poussière atmosphérique est un simple phénomène zoogéographique qui contribue à expliquer la distribution des micro-organismes; pour Wallace, c'est un élément clé du système terrestre, à l'origine des bienfaits apportés par les pluies et les nuages et, à ce titre, exerçant une influence majeure sur le climat planétaire. Voici ce qu'il dit à propos de l'atmosphère :

[C'est un] « mécanisme admirable, à structure complexe qui, par ses gaz de compositions diverses, ses actions et réactions sur l'eau et sur la terre, sa production de décharges électriques, ainsi que par les éléments qui composent la vie organique sans cesse renouvelée, peut être considéré comme étant lui-même la véritable source de la vie³ ».

1. Wallace, 1903, p. 226-243.

2. *Ibid.*

3. *Ibid.*, p. 240-241.

Contrairement à Darwin, Wallace semble n'avoir jamais envisagé que la notion d'évolution puisse avoir un effet négatif sur les mentalités. Selon lui, le processus évolutionniste, une fois compris par l'humanité, contenait la promesse d'un avenir radieux. En effet, tout en sachant que l'évolution par sélection naturelle est un mécanisme redoutable, il constatait néanmoins qu'elle avait engendré une planète vivante et efficace, ainsi que l'homme, la société et l'amour du prochain. Lorsque je regarde par ma fenêtre, près de Sydney, je découvre le monde selon la vision de Wallace. Je le vois dans l'élégant angophora à écorce rosâtre qui étale son ombre généreuse, un arbre composé de milliards de cellules individuelles. Les ancêtres des chloroplastes, qui donnent aux feuilles leur couleur verte, étaient autrefois une multitude de bactéries existant individuellement. Puis, il y a des millions d'années, elles s'unirent pour former une plante primitive, unicellulaire. Aujourd'hui, l'union de ces organismes qui vivaient auparavant chacun de leur côté et n'avaient que des liens distants, est si parfaite que la plupart d'entre nous n'en voient plus qu'un seul, en l'espèce, un arbre.

Non loin de là se trouve un arbre plus modeste, le *scribbly gum* (*Eucalyptus haemastoma*), une chose blanchâtre et tordue qui porte sur son écorce une écriture indéchiffrable gravée par un scarabée. Le scarabée ne vit que grâce à cet arbre, et ce dernier dépend d'un partenaire invisible, un champignon, si humble qu'il est indiscernable à l'œil nu, qui enveloppe les radicelles de l'eucalyptus et favorise l'accès aux nutriments. Le champignon, le scarabée, l'arbre, l'oiseau qui s'y pose et l'homme qui s'assoit sous son ombre, ravi par le chant de l'oiseau et émerveillé qu'un scarabée ait appris à écrire sur l'écorce : nous faisons partie d'une communauté interdépendante.

Et puis, il y a l'être humain, dont je suis un exemple. Des milliards de cellules coopérant sans accroc, en permanence,

et un cerveau composé d'un tronc reptilien, d'une zone mammalienne intermédiaire, et de deux hémisphères hautement évolués mais encore relativement mal connectés, s'unissent pour former cette chose que j'appelle « moi ». Et au-delà de ce miracle de coopération, il y a mon monde, composé d'un réseau affectif sans lequel je ne pourrais vivre : épouse, enfants, parents, amis. Qui peut affirmer qu'un mariage ne peut être une union aussi complète que celle formée entre un chloroplaste et la cellule qui l'abrite? Au-delà du cercle familial, il y a ma ville, avec ses millions d'habitants; mon pays, dont les actions sont coordonnées par le biais des urnes, et encore plus loin, ma planète, avec ses innombrables parties dépendantes les unes des autres. Notre monde est une toile tissée de liens d'interdépendance si étroits qu'elle ressemble parfois à de l'amour.

Certains pensent que c'est impossible, affirmant que le monde est régi par une concurrence acharnée dans tous les domaines de l'existence, et que toute semblance d'amour pour notre prochain ne peut venir que de la grâce divine. Certes, la concurrence existe, mais c'est « la face apaisée de la nature », celle qui suscitait tant de scepticisme chez Darwin, qui règne la plupart du temps. Et, de l'amour qui nourrit ma famille jusqu'au scarabée qui écrit sur l'arbre, tout est issu de l'évolution par sélection naturelle.

Si la concurrence est le moteur de l'évolution, alors le monde coopératif est son héritage. Et les héritages sont importants, parce qu'ils peuvent perdurer bien au-delà de la disparition de la force qui les a créés.

Le processus à l'origine de la vie peut être symbolisé par un match de football. Tous ceux qui lisent les pages sportives se diront sans doute que le football repose sur l'esprit de compétition; mais il suffit de regarder une rencontre pour constater le contraire. Le football est un miracle de coopération, et il ne s'agit pas seulement du formidable esprit

d'équipe qui règne entre le coup d'envoi et le sifflet final. Le débordement d'enthousiasme lorsqu'un but est marqué, le silence qui précède un tir de penalty à la dernière minute, sont les signes d'une émotion partagée par tous les spectateurs, et qui est au cœur même du sport. Après tout, c'est bien le sentiment d'appartenir à une communauté qui ramène les supporters au stade semaine après semaine, des supporters sans lesquels il n'y aurait pas de jeu. Dans le sport, les vainqueurs n'existent que parce qu'il y a des vaincus. Notre planète n'est guère différente. S'il venait à exister une espèce supérieure, suffisamment arrogante pour décréter que le gagnant rafle la mise, le jeu prendrait fin pour tout le monde. Alfred Russel Wallace fut sans doute le premier scientifique moderne à comprendre le rôle clé joué par la coopération dans la survie de notre espèce.

Je me demande parfois à quoi ressemblerait notre planète si Wallace, et non Darwin, était devenu le grand héros de la science de notre ère. La théorie de l'évolution aurait-elle servi à justifier une société injuste? Ou bien aurait-elle été mise au service de la réforme sociale? Les sciences de l'écologie et de l'astrobiologie seraient-elles nées un siècle plus tôt? La pollution de l'air et le changement climatique auraient-ils été résolus au XIX^e siècle? On ne le saura jamais. À l'exception de quelques-uns, tel Svante Arrhenius, prix Nobel de chimie, la communauté scientifique a rejeté la plupart des idées de Wallace. L'ironie est que l'on se souvient de lui grâce à la zoogéographie : la frontière séparant les espèces animales d'Australie et de Nouvelle-Guinée de celles du continent asiatique a été baptisée « ligne de Wallace ».

Wallace était un grand penseur dont les brillantes idées ne pouvaient guère trouver d'écho à son époque, marquée par l'impérialisme et la brutalité. Mais les temps évoluent et, dans les années 1970, lorsque naquit une théorie armée

d'arguments plus puissants, celle que Wallace avait entrevue, le monde était enfin prêt à écouter.

James Lovelock, Gaïa et Daisyworld

C'est James Lovelock qui la mit au point, apparemment sans connaître le travail de Wallace. Il est par ailleurs remarquable que la plupart des chercheurs qui travaillent dans ce qu'on pourrait appeler la tradition « wallacéenne » de la science holistique, à l'échelle planétaire, semblent avoir gravité vers ce domaine de leur propre chef, sans connaître les travaux de leurs prédécesseurs. C'est peut-être parce que les wallacéens n'appartiennent généralement pas au courant dominant de la recherche universitaire. Quoi qu'il en soit, Wallace et Lovelock étaient tous deux de talentueux marginaux d'origine ouvrière, et tous deux considéraient que l'atmosphère était un élément clé pour comprendre le phénomène de la vie.

James Lovelock est né à Letchworth, dans la banlieue de Londres, en juillet 1919. Il étudie la chimie à l'université de Manchester puis, en 1941, trouve un poste au National Institute for Medical Research, où il a notamment pour tâche de surveiller la qualité de l'air dans les abris antiaériens. Il invente divers instruments scientifiques et met au point plusieurs appareils permettant de mesurer les composants atmosphériques. C'est ainsi qu'il entame sa longue histoire d'amour avec l'atmosphère, l'histoire de toute une vie¹.

Lovelock raconte que le concept de Gaïa a jailli dans son esprit un après-midi de septembre 1965, alors qu'il se trouvait en Californie, en visite au Jet Propulsion Laboratory. Un astronome venait de lui apporter les données recueillies par les détecteurs d'infrarouges dans les atmosphères de Mars et de Vénus, données qui révélaient pour la première

1. Gribbin & Gribbin, 2009.

fois qu'elles étaient principalement composées de CO₂. Lovelock comprit immédiatement que c'était la preuve que Mars et Vénus étaient des planètes mortes, et que, si la Terre était différente, c'est parce que les organismes vivants avaient réduit le taux de CO₂ de l'atmosphère en le remplaçant par de l'oxygène. Lorsqu'il fit part de sa réflexion à l'astrophysicien américain Carl Sagan, ce dernier lui parla du « paradoxe du jeune Soleil » : il y a trois milliards d'années, la chaleur dégagée par le Soleil était inférieure d'un quart à ce qu'elle est à présent, et pourtant, notre planète ne gela jamais complètement, contrairement à ce qu'on aurait pu attendre. C'est alors, nous dit Lovelock, que « l'image de la Terre en tant qu'organisme vivant, capable d'ajuster sa température et sa composition chimique à des niveaux stables et confortables » surgit dans son esprit ¹.

L'hypothèse Gaïa est devenue pour beaucoup synonyme de théorie « new age », de science grand public superficielle. Elle est tout, sauf cela ; elle s'appuie sur de solides fondements, et elle est cruciale pour nous aider à comprendre l'évolution de la vie sur terre. À l'université, elle est souvent baptisée « science des systèmes terrestres », sans doute pour lui donner davantage de respectabilité. Aujourd'hui, Lovelock décrit ainsi la théorie Gaïa :

« Conception faisant de la Terre un système autorégulé et évolutif, associant étroitement l'ensemble des êtres vivants, les roches de surface, l'océan et l'atmosphère. Selon cette théorie – fondée sur des observations – le système a un but : maintenir les conditions de surface favorables à la vie ². »

Lorsque l'hypothèse Gaïa fut exposée pour la première fois en 1972 dans la revue *Atmospheric Environment*, elle

1. Lovelock, 2000, p. 253.

2. Lovelock, 2007.

laissa dubitatifs la plupart des scientifiques¹. La situation ne s'améliora guère lorsque Lovelock publia en 1979 son livre *Gaia*. « Les biologistes étaient les plus acharnés, raconte-t-il. Ils se prononçaient contre Gaïa avec une assurance dogmatique que je n'avais pas rencontrée depuis le catéchisme. Les géologues, eux au moins, présentaient des critiques fondées sur leur interprétation des faits. » Parmi ces critiques, l'une des plus importantes fut celle de Richard Dawkins, pour qui le livre de Lovelock appartenait à la « littérature pop-écolo² ». Pour Dawkins, l'hypothèse ne prenait pas suffisamment en compte l'évolution par sélection naturelle, fondée selon lui sur la rivalité entre organismes :

« Il y aurait fallu qu'il y ait deux Gaïas rivales, sans doute sur des planètes différentes. Les biosphères qui n'ont pas réussi à développer une régulation homéostatique efficace de leur atmosphère planétaire tendaient à disparaître. L'univers devrait être rempli de planètes mortes, dont les systèmes de régulation homéostatiques échouèrent, entourées, ici et là, d'une poignée de planètes correctement régulées, dont la Terre [...]. Il faudrait en outre postuler une forme de reproduction permettant aux planètes prospères d'engendrer des copies de leurs organismes vivants sur de nouvelles planètes³. »

Ces critiques poussèrent Lovelock à se pencher sur la manière dont un processus fondé sur la concurrence pourrait créer une nature « apaisée » ; pour ce faire, il mit au point en 1982 un modèle informatique baptisé « Daisyworld » (le monde des marguerites).

Daisyworld cherche à savoir ce qui se passerait sur une planète imaginaire dotée d'une écologie très simple, suivant

1. Lovelock, 1972.

2. Gribbin & Gribbin, 2009, p. 160.

3. Dawkins, 1982.

l'orbite tracée par la Terre autour du Soleil. Il n'y pousse que des marguerites, dont la couleur va du clair au foncé. Elles ne peuvent croître qu'entre -5 °C et $+40\text{ °C}$. La seule chose qui affecte la température de ce monde modélisé est la réflectivité de sa surface : si celle-ci est claire, davantage de lumière solaire est renvoyée vers l'espace avant de se transformer en énergie calorifique ; si elle est sombre, la quantité de lumière transformée en chaleur augmente, et Daisyworld se réchauffe. Une marguerite de teinte claire abaissera ainsi la température de son environnement, tandis qu'une autre de teinte foncée la fera remonter.

Afin d'étudier le « paradoxe du jeune Soleil », Lovelock simule les conditions qui ont régné tout au long de l'histoire de la Terre. Il note que de vastes zones de marguerites claires disparaissent parce que leur environnement s'est trop refroidi, et que la même chose se produit avec les marguerites foncées lorsqu'il se réchauffe trop. Sur de nombreuses générations, la proportion des types clair et foncé s'équilibre afin de maintenir relativement constantes les conditions de surface dans l'éventail des températures favorables à la pousse des marguerites. Des modèles plus complexes ont été mis au point depuis lors, reproduisant plus fidèlement le monde naturel ; mais les résultats n'ont pas varié : la vie (même si elle reste ici virtuelle) régule les conditions selon ses besoins. Du moins jusqu'à ce qu'elle soit confrontée à une force suffisamment puissante (astéroïde ou émissions de gaz à effet de serre, par exemple) pour dérégler ce mécanisme de contrôle.

Lovelock considère Daisyworld comme sa « plus grande fierté de scientifique » ; il est convaincu que le modèle répond intégralement aux critiques qui estimaient que Gaïa ne pouvait évoluer selon le processus darwinien de la sélection naturelle. Cette opinion est partagée par Mark Staley, l'un des principaux défenseurs de ce type de modélisation : « on

pourrait croire que le résultat final est le produit d'une coopération, mais il est dû en réalité à l'action de la sélection naturelle darwinienne sur les organismes "égoïstes"¹ », dit-il. On a découvert aujourd'hui plusieurs exemples concrets du type de régulation modélisé par Daisyworld. L'un des plus fascinants est la manière dont les récifs coralliens se protègent du dangereux rayonnement ultraviolet en émettant des éléments chimiques favorisant la formation de nuages. Un autre exemple est fourni par les forêts humides, comme la forêt amazonienne, qui produisent de la vapeur d'eau, et créent ainsi leurs propres précipitations.

En bref, l'hypothèse Gaïa formulée par Lovelock décrit une coopération se déroulant au plus haut niveau : la somme des coopérations inconscientes entre les formes de vie qui ont façonné notre Terre. Les organismes vivants n'ont pas choisi de coopérer ; c'est l'évolution qui les a programmés ainsi. L'hypothèse démontre également que le vivant et le non-vivant sont inextricablement liés. Lovelock affirme que la vie elle-même est à l'origine de 99 % de l'atmosphère terrestre (le dernier pour cent étant composé de gaz nobles tels que l'argon), et que, de plus, le vivant maintient les océans dans leur état actuel. Mais, par-dessus tout, l'hypothèse Gaïa part du principe que la Terre, considérée dans sa globalité, ressemble à bien des égards à un être vivant.

C'est le romancier William Golding qui suggéra de baptiser Gaïa l'hypothèse de Lovelock. Les deux hommes vivaient dans le même village, et Golding, qui connaissait ses classiques, s'était sans doute souvenu du nom de la déesse grecque de la Terre. Il fallait peut-être que ce soit l'auteur de *Sa Majesté des Mouches* (1954), sans doute le plus terrifiant des romans s'inspirant de la notion de « survie des plus aptes » qui fournisse au monde moderne un nom pour une

1. Staley, 2002.

théorie unifiée du vivant. Deux décennies plus tard, Golding se pencha de nouveau sur Gaïa. En 1976, dans le compte rendu d'un livre de photographies aériennes publié dans le *Guardian*, il déclarait :

« L'accroissement de nos connaissances sur la nature à la fois microscopique et macroscopique de la Terre ne satisfait pas seulement une poignée de scientifiques. Il a pour conséquence, dans ces deux directions, un changement de notre sensibilité [...]. Ceux qui pensent que la Terre est un bloc sans vie feraient bien d'ouvrir l'œil¹. »

Francis Bacon, un précurseur

L'idée que la Terre est une entité vivante n'est pas nouvelle. En 1639, expliquant la vision du monde des anciens Grecs, Francis Bacon écrivait :

« La philosophie de Pythagoras [...] a été la première à planter un imaginaire monstrueux, qui fut ensuite arrosé et nourri entre autres par l'école de Platon. Elle disait que le monde était une créature vivante, entièrement parfaite [...]. Cette fondation posée, ils pouvaient alors y bâtir ce que bon leur semblait; car dans une créature vivante, même si l'on n'en a jamais vu d'aussi immense, comme par exemple une baleine, le sentiment et les effets d'une partie quelconque du corps se propagent aussitôt à l'ensemble². »

Salué comme l'un des fondateurs de la science moderne, Bacon était également profondément croyant, et sa révolusion pour le concept grec de la Terre en tant qu'organisme vivant s'enracine en partie dans la lutte de l'Église contre la sorcellerie, grand sujet de préoccupation au XVII^e siècle. Si

1. Golding, [1982] 1985, p. 96.

2. Bacon, 1639.

la Terre était une « créature vivante, entièrement parfaite », alors, se disait Bacon, sorcières et envoûteurs pouvaient agir à distance sur l'une quelconque de ses parties, tout comme un coup donné à un orteil peut faire bondir le corps entier. Leurs œuvres sataniques, craignait-il, seraient peut-être ce coup subtil donné à l'organisme terrestre, capable de faire lever des tempêtes pour provoquer le naufrage des navires, ou déclencher des tremblements de terre pour détruire les cités des justes.

Mais les chrétiens étaient hostiles à ce concept de Terre vivante pour une raison plus profonde. Gaïa est après tout une divinité païenne, et l'Église paléochrétienne lutta farouchement contre ces rivaux. Elle parvint largement à imposer le monothéisme dans l'Europe occidentale et, au XVIII^e siècle, l'idée confuse d'une Terre vivante ne subsistait plus que dans l'esprit des paysans les plus arriérés. Dans les églises et les universités, en revanche, la Terre était devenue la scène où se déroulait la grande saga morale du bien et du mal, à l'issue de laquelle chacun se verrait assigner une place au paradis ou en enfer. Et on nous avait accordé la pleine souveraineté sur cette scène, pour en user à notre guise; un point de vue que les magnats de la révolution industrielle allaient exploiter à leurs fins.

La résistance du christianisme

Aujourd'hui, l'hypothèse de Lovelock est au moins aussi controversée que la théorie darwinienne l'était il y a cent cinquante ans. Cela s'explique en partie par l'histoire du conflit avec le christianisme. Certains dirigeants religieux continuent à dénoncer l'écologie comme si elle était en concurrence avec le dogme. Le primat d'Australie, le cardinal George Pell, est convaincu que les écologistes souffrent d'un nouveau « sentiment païen de vide ». Pis encore, de son

point de vue, ils rivalisent avec la religion. En janvier 2008, il déclarait, à propos de la science du climat :

« De manière générale, le grand public semble avoir pris pour argent comptant les affirmations les plus farfelues concernant le changement climatique dû à l'homme, comme s'il s'agissait d'une nouvelle religion. Aujourd'hui, un personnage public qui remet en question le fondement de ce que l'on peut appeler une foi intégriste verte est quasiment taxé d'hérésie¹. »

La notion que tout est lié, au cœur de l'hypothèse Gaïa, remet bien entendu en cause le modèle économique qui est le nôtre, car elle explique à la fois que la croissance a ses limites, et que rien ne peut simplement disparaître.

Dans les milieux scientifiques, l'hypothèse Gaïa est longtemps restée marginale. Ni Wallace ni Lovelock n'ont jamais occupé de poste universitaire, et le courant wallacéen n'est entré que récemment à l'université. Mais les choses évoluent peu à peu. En géologie, la science des systèmes terrestres commence à gagner en respectabilité, et même les chercheurs en biosciences se penchent à présent sur ce type de questions, et cherchent à savoir par exemple comment le processus évolutionniste a pu favoriser le phénomène de coopération. On a baptisé « sociobiologistes » les scientifiques qui s'intéressent à ce genre de questions. Bill Hamilton, de l'université d'Oxford, est généralement reconnu comme le fondateur de la discipline, dont le principal champion est un professeur de Harvard, Edward O. Wilson. La sociobiologie est une science synthétique qui s'efforce d'expliquer le comportement social des animaux à l'aide de la théorie de l'évolution. Certains scientifiques (parmi lesquels Stephen Jay Gould) ont rapproché la sociobiologie du darwinisme

1. Pell, 2008.

MÈRE NATURE OU TERRE MONSTRUEUSE?

social; elle doit en réalité être mise au rang des autres sciences synthétiques telles que l'astrobiologie et la science des systèmes terrestres. On aura l'occasion d'y revenir en explorant les différents thèmes de ce livre, et d'évoquer notamment son fondateur, le grand Bill Hamilton, qui a, plus que nul autre, contribué à combler le fossé séparant le néodarwinisme de l'hypothèse Gaïa.

PENSER LA TERRE

NOUVEAU REGARD SUR LA TERRE

« Une grosse boule de fer enveloppée d'une couche rocheuse, recouverte d'une pellicule d'humidité et d'oxygène, et de dangereuses créatures. »

Une description de la Terre, *Wikipédia*

Qu'est-ce que la vie? Peut-on la séparer de la Terre? Au niveau le plus élémentaire, les créatures vivantes telles que l'homme ne sont pas vraiment des choses, mais plutôt des processus. Une créature morte est en tout point identique à une créature vivante, hormis le fait que les processus électrochimiques qui l'animaient ont cessé. La vie est une mise en scène – la mise en scène des dieux – alimentée et maintenue en place, et qui, à terme, prend fin par l'action des lois fondamentales de la chimie et de la physique. Une autre manière d'envisager les choses serait de dire que nous sommes tous des festivals de réactions électrochimiques autochorégraphiées, et que c'est dans l'impact combiné de ces réactions, sur toute la chaîne du vivant, que Gaïa elle-même est forgée.

La Terre et la vie

On aurait tort de croire que la vie est quelque chose de distinct de la Terre. Un exemple frappant est celui de l'origine des diamants. On sait que nombre de ces derniers sont fabriqués à partir d'éléments vivants. De minuscules organismes flottant dans une mer primordiale ont absorbé du carbone puisé dans l'atmosphère, puis ont sombré dans les abîmes après leur mort. Les processus géologiques ont alors enfoui le carbone dans le manteau terrestre, et l'ont transformé en diamants en le soumettant à des températures et une pression inouïes. Les pierres ont fini par remonter à la

surface le long de gigantesques tuyères de roche en fusion, et certains orment à présent nos mains ¹.

Notre planète s'est façonnée, il y a quelque quatre milliards et demi d'années, à la suite d'un « déséquilibre gravitationnel dans un dense nuage galactique de poussière et de gaz ² ». Formée très rapidement – probablement en dix milliards d'années à peine –, elle a acquis certaines caractéristiques essentielles lorsqu'un astéroïde de la taille de Mars a heurté cette proto-Terre, la liquéfiant et détachant une masse qui allait devenir la lune. Le reste liquéfié a alors commencé à se différencier : un cœur métallique (30 %), un manteau de silicate (près de 70 %), et une fine croûte (0,5 %). Un milliard d'années plus tard, ou peut-être quelques centaines de millions d'années à peine, des éléments présents dans la croûte terrestre se sont assemblés pour donner naissance à la vie.

C'était il y a bien longtemps, et la Lune, beaucoup plus proche de nous qu'elle ne l'est aujourd'hui, était couverte de volcans en activité. Elle formait une présence imposante dans le ciel, et sa force gravitationnelle était telle que la croûte terrestre se soulevait en plis de plusieurs mètres à chaque révolution. On peine à imaginer comment de microscopiques éléments de cette croûte primordiale sont peu à peu devenus des choses vivantes, et l'apparition de la première étincelle de vie reste l'un des grands mystères de la science. Mais il ne fait aucun doute que les processus électrochimiques qui définissent le vivant trouvent leur origine dans la croûte terrestre : la composition chimique de notre organisme nous dit que c'est de là que nous venons.

Mais les briques du vivant sont plus anciennes encore que notre planète. Les éléments dont nous sommes composés

1. Cartigny, Harris & Javoy, 1998.

2. Bennett, 2006, p. 29.

– carbone, phosphore, calcium et fer, pour n’en citer que quelques-uns – se sont formés au cœur des étoiles. Et il n’a pas suffi d’une seule génération d’étoiles. Il faut en effet combiner l’énergie de trois générations stellaires pour créer certains des éléments les plus lourds, comme le carbone, qui semble être l’élément clé de la vie. Puisque les étoiles vieillissent très lentement, trois générations représentent donc la quasi-totalité du temps – depuis le Big Bang jusqu’à la formation de la Terre. Nous ne sommes que de la poussière d’étoiles, disait le physicien Carl Sagan. Mais quelle merveille que cette poussière !

La croûte terrestre peut sembler n’être qu’un simple substrat passif; elle a pourtant subi la profonde influence du vivant, grâce au gigantesque budget énergétique global de la vie (la quantité totale d’énergie solaire absorbée par les organismes vivants). Les plantes capturent l’énergie solaire grâce à la photosynthèse. Au cœur des feuilles vertes se trouvent de minuscules organites appelés chloroplastes, qui utilisent l’énergie solaire pour décomposer les molécules de CO_2 qui, si on les laissait faire, finiraient par devenir le seul élément ou presque de l’atmosphère terrestre. Les plantes utilisent le CO_2 pour former des composés organiques, qui servent à leur tour à fabriquer de l’écorce, du bois et des feuilles, et tout le tissu des végétaux. Si l’on regarde un arbre, on voit essentiellement du carbone figé; une tonne de bois sec représente la destruction par photosynthèse d’environ deux tonnes de CO_2 atmosphérique.

Les plantes vertes utilisent l’énergie de manière bien plus efficace que nous ne savons le faire avec nos centrales à combustible fossile. Chaque année, elles convertissent environ cent milliards de tonnes de carbone atmosphérique en tissu végétal vivant, ôtant ainsi environ 8 % du CO_2 de l’atmosphère. Ce chiffre est proprement stupéfiant. Imaginons qu’on cesse d’émettre du dioxyde de carbone : il suffirait

de douze ans aux plantes pour absorber et convertir l'intégralité absolue du CO₂ présent dans l'atmosphère.

Les plantes capturent environ 4 % de la lumière solaire qui touche la surface terrestre, ce qui, en termes de budget énergétique pour le vivant (si l'on exclut les bactéries sulfureuses et autres conduits non photosynthétiques) représente annuellement environ cent térawatts-heure (cent trillions de watts-heure). C'est l'ampleur du budget énergétique primaire du vivant et la capacité de résistance de ses écosystèmes (en partie fonction de la biodiversité) qui caractérisent une planète en bonne santé. Les scientifiques commencent tout juste à envisager la Terre sous cet angle, et les mesures de la productivité et de la diversité sont encore approximatives. Mais les grandes extinctions que nous connaissons par le témoignage fossile montrent clairement que, si le budget énergétique et la capacité de résistance des écosystèmes tombent au-dessous de certains seuils, la Terre ne peut plus fonctionner normalement.

On peut tracer d'instructifs parallèles en comparant la manière dont l'énergie circule dans l'économie et dans les écosystèmes terrestres. La taille des économies se mesure en dollars, tandis que le budget énergétique de la Terre se mesure en térawatts-heure. Les dollars et les térawatts-heure sont clairement deux choses distinctes, mais qui représentent toutes deux des ressources dont on peut tirer parti. Le sujet est controversé et fait l'objet de nombreuses études, mais il semblerait que la stabilité des économies et des écosystèmes soit liée à leur diversité, qui est elle-même partiellement fonction de leur taille : plus l'économie et l'écosystème sont importants, plus ils sont diversifiés. La présence de certains éléments dans les deux peut aussi contribuer à favoriser la productivité. Le système bancaire en est un bon exemple. Dans les économies bien gérées et bien régulées, les banques facilitent la circulation du capital,

stimulant ainsi la productivité. Dans les écosystèmes, certaines espèces jouent un peu le rôle de banquiers en facilitant la circulation de l'énergie et des nutriments. Parmi ces banquiers écologiques se trouvent les grands herbivores d'une tonne ou plus. Comme on va le voir, dans les écosystèmes marginaux comme les déserts ou la toundra, ces banquiers accélèrent la circulation des ressources à travers l'écosystème, ce qui permet de bâtir une substantielle « économie biologique » à partir de ressources limitées. Si les hommes détruisent cette mégafaune, ils peuvent déclencher l'équivalent d'une récession infinie affectant la productivité et la stabilité des écosystèmes. L'impact sur le fonctionnement de la Terre est global, tout comme une récession aux États-Unis peut affecter l'économie planétaire.

Comment la vie dépense-t-elle son généreux budget énergétique ? Pour l'essentiel, celui-ci sert à modifier notre planète afin de la rendre plus habitable. Pour comprendre ce mécanisme, on peut comparer la Terre aux planètes mortes telles que Vénus et Mars. Les planètes peuvent avoir jusqu'à trois « organes » principaux, qui correspondent aux trois phases de la matière : une croûte solide, un océan liquide (ou gelé), et une atmosphère gazeuse. Une planète vivante utilise son budget énergétique pour créer un déséquilibre entre les éléments composant ses organes. Le plus bel exemple en est l'oxygène. Cet élément hautement réactif est présent en abondance dans l'atmosphère ; toutefois, si la vie venait à s'éteindre, l'oxygène disparaîtrait rapidement en se combinant à d'autres éléments présents dans la roche ou les océans pour former des molécules dont le CO_2 . Sur les planètes mortes, en revanche, les éléments chimiques sont en état d'équilibre. Comme Lovelock l'avait compris dans les années 1970, sur une planète dont l'atmosphère consiste presque entièrement en CO_2 , la force de vie, s'il y en eut

jamais une, s'est depuis longtemps éteinte : c'est une planète en état de repos éternel.

Le carbone et les briques du vivant

Le carbone est la brique indispensable à la vie. Nous sommes composés à 18 % de carbone (matière sèche), et le pourcentage est beaucoup plus élevé pour les plantes. Tout ce carbone, ou presque, flottait autrefois dans l'atmosphère, se combinant avec l'oxygène pour former le CO₂. Il y a des milliards d'années, alors que la vie en était encore à ses balbutiements, l'atmosphère était plus concentrée en CO₂ que de nos jours, car la vie n'avait pas encore trouvé le moyen de l'utiliser. À cette époque, elle n'existait sans doute que sous forme de bactéries microscopiques au fond des océans, ou se cachait dans les sédiments déposés autour de sources thermales. Partout où elle avait trouvé refuge, elle ne disposait que d'un budget énergétique très limité, car seuls quelques rares endroits de la Terre avaient éprouvé sa puissance. Aujourd'hui, la concentration de CO₂ n'est que de 0,4 % dans l'atmosphère gazeuse, tandis que l'oxygène, sous-produit de la photosynthèse, compte pour 21 %. C'est la mesure ultime du triomphe de la vie.

La croûte continentale terrestre, composée de roches plus légères, riches en silice, est bien plus épaisse que la croûte océanique. Les continents sont nés de l'érosion de cette croûte océanique (composée de basalte) et, chose remarquable, sont sans doute le résultat de la vie elle-même. L'affirmation peut paraître étonnante, mais il faut se souvenir que le vivant fournit 75 % de l'énergie utilisée pour transformer les roches terrestres, tandis que la chaleur dégagée par la Terre n'en fournit que 25 %¹. On pense souvent que la transformation des roches de la croûte terrestre

1. Rosing *et al.*, 2006.

est due aux volcans, aux tremblements de terre ou autres phénomènes de ce type. Il est facile d'oublier le travail silencieux accompli par les lichens, les bactéries et les plantes, qui créent des grains de poussière à partir du basalte et d'autres roches dures en s'infiltrant au cœur des strates, désagrégeant la pierre grâce aux acides qu'ils secrètent. Ce travail, qui s'effectue à l'échelle microscopique, est incessant, et représente trois fois celui accompli par tous les volcans terrestres.

D'après ce que l'on sait, la vie n'est apparue sur Terre qu'au bout de cinq cent mille ans environ. Notre planète était alors une sphère recouverte d'eau, avec peu ou pas de terres émergées. On pense que, lorsque la vie est apparue, les premiers organismes se sont mis à sécréter des acides qui ont accéléré l'usure de la croûte basaltique, séparant éléments lourds et éléments légers. Lorsque ces derniers sont comprimés et chauffés par les mouvements de la croûte terrestre, ils se transforment en granit, pierre fondatrice des continents, principale composante du sol que nous foulons. L'énergie dégagée par la Terre elle-même aurait peut-être fini par provoquer la même transformation; mais il a fallu une telle quantité de basalte pour créer les premiers continents que des découvertes récentes semblent indiquer que le processus n'a pu avoir lieu que parce que le vivant puisait de l'énergie, et qu'il l'a utilisée pour produire des composés capables de désagréger la roche¹.

On peut se figurer la croûte rocheuse de la Terre comme un gigantesque site d'amarrage, comme la coquille inférieure d'une huître, que la vie a formé pour s'y accrocher. Et si l'on imagine que la roche est le site d'amarrage de la vie, l'atmosphère est alors un cocon de soie tissé par le vivant pour se protéger et se nourrir. À quoi nous sert l'atmosphère? Les gaz à effet de serre maintiennent la température de surface à

1. Rosing *et al.*, 2006.

MÈRE NATURE OU TERRE MONSTRUEUSE?

environ 15 °C au lieu de – 18 °C. Les principaux gaz à effet de serre sont tous produits par le vivant (certains, dont le CO₂, peuvent aussi avoir d'autres sources) et, sans eux la Terre ne serait qu'une immense boule gelée. L'ozone, un dérivé de l'oxygène composé de trois atomes liés, est un produit du vivant, car l'intégralité de l'oxygène libre provient des plantes. Il ne constitue que dix ppm de notre atmosphère, mais capture entre 97 % et 99 % du rayonnement ultraviolet. Sans cette protection, notre ADN et les autres structures cellulaires seraient rapidement détruits, et la vie disparaîtrait de la surface de la Terre. Puis il y a la forme plus commune d'oxygène (deux atomes liés), qui constitue le combustible de notre métabolisme, et représente le souffle même de la vie.

Comme Wallace l'avait bien compris, notre atmosphère est une véritable merveille. Elle peut nous paraître immense, mais elle est, de loin, le plus petit organe de la Terre. Si on veut la comparer aux océans, il faut concevoir qu'on la comprime huit cent fois, jusqu'à ce que ses gaz se liquéfient. On verrait alors qu'elle est cinq cents fois plus petite que les océans. C'est une enveloppe délicate, dynamique et indispensable de la planète, un cocon qui s'enroule étroitement autour de chaque chose vivante, relié chimiquement à l'immense coquille rocheuse que la vie a fabriquée pour s'y accrocher. Et pris en sandwich entre coquille et cocon se trouve le système circulatoire liquide de l'animal : les océans et les cours d'eau.

L'omniprésence de l'eau

La Terre est véritablement la planète de l'eau : c'est l'eau sous ses trois formes – gaz, liquide et solide – qui la définit et l'alimente. L'eau sous forme liquide occupe 71 % de sa surface, et l'eau sous forme solide (essentiellement les glaciers)