

Juan Luis Arsuaga

PRÉFACE D'YVES COPPENS



LA FABULEUSE  
HISTOIRE  
DE LA  
VIE

UN GRAND VOYAGE  
AU CŒUR DE L'ÉVOLUTION

« Un monument. [...] Juan Luis Arsuaga est un immense paléanthropologue, découvreur d'une incroyable collection d'hominidés. »

YVES COPPENS

ALISIO  
SCIENCES

« POUR COMPRENDRE LA VIE DANS SA TOTALITÉ, IL FAUT REGARDER  
VERS LE HAUT ET VERS LE BAS, OBSERVER LES GROSSES BRANCHES  
ET LES BRINDILLES, LA RAMURE ET LE BOIS MORT,  
LES FEUILLES BRILLANTES COMME LES PLUS TERNES,  
LE PRÉSENT ET LE PASSÉ. »

Il y a plus de quatre milliards d'années, la vie apparaissait sur Terre. Comment a-t-elle évolué ? Dans quel terreau l'arbre de la vie plonge-t-il ses racines ? L'humanité en occupe-t-elle la cime ou simplement l'une des branches ? Après tout, l'ensemble des êtres vivants évoluent. Si la vie avait emprunté d'autres chemins, d'autres branches, une autre espèce intelligente aurait-elle émergé à notre place ? Et si c'était le cas ailleurs ?

Grand spécialiste de l'évolution, Juan Luis Arsuaga déroule une palpitante et fabuleuse histoire de la vie, depuis son origine jusqu'à nos jours – et au-delà. Merveilleux conteur, il nous entraîne dans un vertigineux voyage aux confins de la science et de la philosophie, en quête des réponses à la grande question : pourquoi sommes-nous ici ?

---

JUAN LUIS ARSUAGA est un paléoanthropologue de renom, spécialiste de l'étude de l'évolution. Il a notamment codirigé l'équipe de chercheurs ayant découvert *Homo antecessor* sur le site d'Atapuerca. Il est professeur à l'université de Madrid, ancien membre du musée de l'Homme de Paris et chargé de conférences au Collège universitaire de Londres.

ISBN 978-2-37935-237-9



9 782379 352379

24 €  
PRIX TTC  
FRANCE

ALISIO  
SCIENCES

Rayon : Sciences

**ALISIO**

*L'éditeur des voix qui inspirent*

Suivez notre actualité sur **www.alisio.fr**  
et sur les réseaux sociaux LinkedIn,  
Instagram, Facebook et Twitter !

**Alisio s'engage pour une fabrication éco-responsable !**

Notre mission : vous inspirer. Et comment le faire sans  
participer à la construction du meilleur des futurs possible ?  
C'est pourquoi nos ouvrages sont imprimés sur du papier  
issu de forêts gérées durablement.

Titre de l'édition originale : *Vida. La gran historia*

© 2019 by Juan Luis Arsuaga

Cette édition est publiée en accord avec Juan Luis Arsuaga  
et MB Agencia Literaria S.L., Books and More (BAM)

Traduit de l'espagnol par Judith Vernant

**AC/E**  
ACCION CULTURAL  
ESPAÑOLA

<http://www.accioncultural.es/>

Design de couverture : Caroline Gioux

Illustrations de couverture : © Mayer/AdobeStock

Maquette : Sébastienne Ocampo

Illustrations : Susana Cid

Suivi éditorial : Colombe Camus

Relecture-correction : Chantal Nicolas

© 2021 Alisio,

une marque des éditions Leduc

10, place des Cinq-Martyrs-du-Lycée-Buffon

75015 Paris – France

ISBN : 978-2-37935-237-9

Juan Luis  
Arsuaga

LA FABULEUSE  
HISTOIRE  
DE LA  
VIE

UN GRAND VOYAGE  
AU CŒUR DE L'ÉVOLUTION

ALISIO  
SCIENCES

Ces faits, ainsi qu'on le verra dans les derniers chapitres de cet ouvrage, semblent jeter quelque lumière sur l'origine des espèces, « ce mystère des mystères », ainsi que l'a appelé l'un de nos plus grands philosophes.

*L'Origine des espèces*

CHARLES DARWIN

Cela signifie-t-il que la religion n'est tout simplement pas valide d'un point de vue scientifique, que le conflit est insoluble et qu'il faut choisir entre les deux camps ? Je ne le crois pas. La science peut invalider et invalide certaines idées tenues pour religieuses. Qu'importe ce qu'est Dieu, il est certainement cohérent avec le monde des phénomènes observables où nous vivons. Un Dieu dont le moyen de création ne serait pas l'évolution est un faux Dieu.

*The View of Life*

GEORGE GAYLORD SIMPSON

Il est imprudent aujourd'hui, de la part d'un homme de science, d'employer le mot de « philosophie », fût-elle « naturelle » dans le titre (ou même le sous-titre) d'un ouvrage. C'est l'assurance de le voir accueilli avec méfiance par les hommes de science et, au mieux, avec condescendance par les philosophes. Je n'ai qu'une excuse, mais je la crois légitime : le devoir qui s'impose, aujourd'hui plus que jamais, aux hommes de science de penser leur discipline dans l'ensemble de la culture moderne pour l'enrichir non seulement de connaissances techniquement importantes, mais aussi des idées venues de leur science qu'ils peuvent croire humainement significatives.

*Le Hasard et la nécessité.*

*Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*

JACQUES MONOD

Parmi tous les humains actuellement en vie, quelqu'un atteindra-t-il l'âge de 1 000 ans ? Et que savons-nous de nos origines ? L'évolution étant un processus fait de mutations aléatoires, un autre lancer de dés aurait-il quand même abouti à des créatures dotées d'yeux ? Si nous rembobinions l'évolution puis appuyions sur la touche « play », assisterions-nous à l'avènement d'une vie intelligente, ou notre existence est-elle due au hasard ? Y a-t-il de la vie intelligente ailleurs dans l'univers ? Et que dire de la technologie que nous créons ? Un ordinateur parviendra-t-il un jour à l'état de conscience ? Serai-je un jour en mesure de télécharger ma conscience afin de survivre à la mort de mon corps ?

*Ce que nous ne saurons jamais*

MARCUS DE SAUTOY

# SOMMAIRE

PRÉFACE.....	7
L'ARBRE DE LA VIE.....	13
PROLOGUE.....	15

## PREMIÈRE PARTIE

L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES.....	31
JOURNÉE I TERRE DE PERSONNE, TERRE DE TOUS.....	33
JOURNÉE II LA MÉTHODE.....	57
JOURNÉE III LUCA.....	87
JOURNÉE IV E PLURIBUS UNUM.....	119
JOURNÉE V LA TERRE FERME.....	147
JOURNÉE VI LA MESURE DU PROGRÈS.....	175
JOURNÉE VII LA MÉTAPHORE DES NAVIGATEURS POLYNÉSIENS.....	223

## DEUXIÈME PARTIE

L'ÉVOLUTION HUMAINE.....	251
JOURNÉE VIII ARDI ET LUCY.....	253
JOURNÉE IX LES NÉANDERTALIENS ET NOUS.....	289
JOURNÉE X POUR LE BIEN DE L'ESPÈCE.....	321
JOURNÉE XI LE GRAND DÉBAT.....	345
JOURNÉE XII DES INSECTES ET DES HOMMES.....	367
JOURNÉE XIII L'ERREUR DE WALLACE.....	381
JOURNÉE XIV JE SAIS QUI JE SUIS.....	401
JOURNÉE XV LES HUMANOIDES ET L'AVENIR DE L'ÉVOLUTION.....	435
ÉPILOGUE. QUELQUE CHOSE DE MERVEILLEUX VA SE PRODUIRE.....	457
NOTES DE FIN.....	487

# PRÉFACE

## **Comment préfacer un tel monument ?**

Juan-Luis Arsuaga est heureusement un collègue, paléontologue et paléoanthropologue ; je veux dire que son activité professionnelle – recherches de fossiles sur le terrain, découvertes, préparations et descriptions comparées de ces fossiles – a été la mienne. Et, au-delà du fossile, de sa détermination et de l'interprétation de sa place dans le temps et dans sa filiation, se sont évidemment posées à lui, comme à moi, les inévitables questions de l'origine du phénomène de la Vie et de son déroulement, du mécanisme de ses changements et, à terme, du sens de cette belle histoire. Nous sommes ainsi un peu philosophes aussi, à notre corps défendant.

L'auteur, avec un beau courage, se saisit donc à bras le corps de ces sujets qu'il pratique et prend, de manière éminemment pédagogique, le lecteur par la main, dialoguant de temps en temps avec lui, en ayant l'air même parfois de lui laisser des choix.

Son premier constat est simple : les êtres vivants se suivent et diffèrent mais leur différence est d'autant plus faible que leur âge géologique est plus rapproché. Il en découle l'idée que depuis 4 milliards d'années (Juan-Luis dit 3,5 milliards, mais son préfacer exagère toujours un peu !) tous les êtres vivants descendent les uns des autres. Darwin, convaincu par ce que l'on appelait alors le Transformisme, va se permettre, de manière



géniale – il faut appeler les choses par leur nom – d’en proposer une explication, « explication très simple » dit à juste raison Juan-Luis : la nature seule, en d’autres termes l’environnement, en fonction de ses caractéristiques du moment, va sélectionner automatiquement la direction de cette transformation ! Même si, depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, on a découvert l’hérédité, les gènes et leurs mutations au hasard, la génétique des populations, la biologie du développement, la phylogénie moléculaire, l’épigénétique et que sais-je encore, la sélection naturelle reste un bel outil auquel on fait toujours appel et confiance.

Il découle de ce constat que l’avenir de l’évolution n’est jamais prévisible. Juan-Luis prend, pour démarquer notre Science de beaucoup d’autres, l’exemple de la Physique dont les phénomènes, eux prévisibles par excellence, se répètent en effet à l’envie ; les lois physiques sont d’ailleurs les seules qui restent immuables dans l’Univers, depuis 14 milliards d’années, alors que tout le « reste » ne cesse de changer. Or il se trouve que mon propre père était physicien, et qu’il se moquait en effet de ma discipline, évidemment gentiment, me disant que je ne pouvais tenter aucune expérience en laboratoire, ne disposant pas du Temps. C’est vrai et ce n’est pas vrai ! A posteriori, comme on l’a dit, avec les outils dont on vient de parler – histoire de la Terre et de ses climats, sélection naturelle, transformisme – on constate que les fossiles sont au rendez-vous que nous leur donnons. C’est une prévision dans le passé, certes, mais elle est la démonstration de la qualité de nos hypothèses.

Mais d’où vient-elle cette Vie ? Peut-être est-elle « issue » d’un paquet de molécules qui, au fond de l’eau sur la Terre, se sont associées parce que les conditions du milieu – argileux – où elles se trouvaient les y incitaient, associations d’ailleurs bientôt dotées de la capacité de se reproduire ? Mais c’est peut-être du système solaire ou d’au-delà, que ces entités au potentiel étrange, et que l’on va bientôt appeler cellules, sont arrivées. On ne le sait pas, mais ce que l’on sait, par contre, c’est que, chargées d’un acide particulier, l’ADN, qui signait et signe toujours toutes leurs reproductions et les traductions phénotypiques de celles-ci

– ce qui va offrir aux Paléontologues, grâce à cette étonnante traçabilité, la possibilité de bâtir leur généalogie – elles vont bien aimer notre planète, s’y épanouir et s’y diversifier. Et pourquoi cette drôle de matière, dite vivante, va-t-elle se transformer, majoritairement, dans le sens d’une complexité croissante ? C’est également simple à comprendre : sa transformation, puisant dans le choix que lui offrent ses mutations aléatoires, se fait bien sûr, automatiquement, dans le sens de la meilleure adaptation possible. L’Histoire peut ainsi se permettre de parler de « progrès » ; les graines remplacent dès 400 millions d’années les spores et les mammifères placentaires remplacent vers 100 millions d’années les mammifères ovipares. La sélection naturelle retient ainsi, obsédée par la conservation de l’espèce, la graine plus armée et le placenta plus abrité.

Le paléontologue, dit, avec prudence, Juan-Luis, peut donc tout-à-fait être « progressionniste » (ce que je suis volontiers par simple constat), mais n’en est absolument pas pour autant finaliste.

Et puis Juan-Luis s’émerveille, comment y échapper, devant les inventions de la nature, ses extravagances et ses raffinements, ses adaptations jusqu’aux plus menus détails de la construction d’un mécanisme – je pense à l’œil ou à la chaîne des osselets de notre oreille moyenne – ses exaptations jusqu’aux détournements avec arrogance d’un organe de sa destination – je pense à la plume ou à notre cerveau – ses coévolutions jusqu’aux meilleurs profits possibles de leurs alliances, je pense à l’acacia et à la fourmi. Mais l’auteur a été aussi très frappé, comme je l’ai été moi-même, par ce que l’on pourrait appeler les limites de cette imagination. Les sonars de la chauve-souris et ceux du dauphin sont les mêmes, dit l’auteur, quant à l’invention de la bipédie, elle s’est répétée plusieurs fois, l’invention de l’aile aussi, et celle encore de l’opercule anal des grands Mammifères du froid, etc... Cette créativité biologique, apparaît ainsi comme un bricolage génial mais osé dont on n’a pas fini de décrire les astuces. Et toute cette œuvre, actuelle et passée, est, ne l’oublions pas,

notre précieux patrimoine, spécifique, semble-t-il, de notre planète, un patrimoine sans doute, sauf progrès du clonage artificiel, non renouvelable.

Juan-Luis Arsuaga a divisé son ouvrage en deux grandes parties. La première dont on vient de parler, décrit donc la matière vivante, avec tout ce qui la caractérise, de son origine unique à partir de la matière dite inerte, à sa diversité d'aujourd'hui. Mais l'auteur est un immense Paléanthropologue, découvreur d'une incroyable collection d'Hominidés de plusieurs centaines de milliers d'années, au fond du plus ancien puits funéraire que l'on connaisse. Il travaille par suite, en plus de la poursuite de ses recherches sur le terrain, à la description et à l'interprétation des caractères anatomiques de ces Hommes fossiles, en termes de détermination taxinomique et phylétique mais aussi de déductions de leurs capacités cognitives, intellectuelles, spirituelles, sociales, comportementales, culturelles, esthétiques. Il lui importait donc de mettre son lectorat dans les meilleures conditions de connaissance possible de la matière vivante pour lui faire appréhender, bien armé, la matière pensante. Il nous raconte ainsi l'origine animale de l'Homme, le glissement quantitatif, et non qualitatif, d'un monde à l'autre, pour de simples raisons d'adaptation à un changement climatique ; mais il décrit aussi ce jeu de la sélection qui, en donnant à l'Homme un encéphale plus volumineux, plus compliqué, mieux irrigué que celui de ses prédécesseurs, va faire de lui un animal pas tout à fait comme les autres ; l'Homme va en effet user de ce choix de manière quelque peu pirate et accroître son niveau de réflexion, son niveau de conscience et s'en servir. Si on ajoute à ce détournement de fonction du cerveau, sélectionné, sans doute, au départ « pour » inventer des moyens d'échapper à la dent du prédateur dans un paysage de plus en plus découvert où il était de plus en plus vulnérable, si on y ajoute donc l'émergence du langage articulé et le développement de la qualité de la saisie de la main, on va assister à un dialogue nouveau « cerveau-main-langage » qui ne cessera plus. Il développera ce que l'on appelle

la Culture – pour un Préhistorien est Culture tout ce qui n'est pas Nature – l'outil aménagé, qui est, en même temps, objet fonctionnel, création et symbole.

Je connais bien l'auteur et je lui ai dit que l'éditeur de la version française de son merveilleux livre m'avait sollicité pour en écrire la préface. Il en a été (me semble-t-il !) très heureux, mais aussi amusé et m'a suggéré, au lieu d'y introduire son travail de manière traditionnelle en analysant structure et contenu, d'y injecter mes propres idées. C'est ce que j'ai tenté maladroitement de faire et si j'y ai trouvé quelque difficulté, c'est sans doute parce que, équipés l'un et l'autre de formations voisines ayant abouti à des conceptions comparables, il n'était pas simple de composer une préface au moins un peu démarquée de celle classique qui s'imposait ! Mon texte est donc devenu celui d'une introduction aux idées qui se sont voulues croisées mais qui sont demeurées en fait très consensuelles. Que le lecteur sache, et cela me semble être l'essentiel, que je l'ai écrite avec grand enthousiasme. J'ajouterai ici que, ayant lu cet ouvrage d'un œil de collègue, je tiens à souligner l'importance de sa documentation, la densité de ses données, la clarté de son discours. Je m'y suis régalé. J'y ajouterai, connaissant sa version espagnole, la belle qualité de sa traduction.

Yves Coppens



# L'ARBRE DE LA VIE

Dans leurs temples et leurs tombeaux, les Égyptiens de l'Antiquité avaient coutume de représenter l'arbre de la vie, qui recouvrait une grande importance dans leur mythologie. C'est un arbre vigoureux, aux feuilles cordiformes, où l'on ne distingue pas de tronc principal formant son axe central, et dont la ramure fournie, constituée de branches d'égale grosseur, part de très bas jusqu'à la cime. C'est un arbre sans tuteur. Selon les experts, il s'agirait du figuier sycomore (*nehet* en égyptien), que l'on associe à trois déesses : Nout, Hathor et Isis. L'arbre de la vie est une plante féminine.

Darwin fait lui aussi référence à l'arbre de la vie (*tree of life*) pour symboliser l'évolution dans *L'Origine des espèces*. Jamais il ne l'a représenté sous forme d'illustration, à l'exception d'un petit schéma dessiné pour lui-même, en 1837, dans son carnet de notes. Mais nous savons, par ses mots, que cet arbre de la vie n'a pas non plus de tuteur, de direction privilégiée, mais s'ouvre en une large ramure luxuriante, comme le *nehet* des anciens Égyptiens.

Dans l'image de l'arbre de la vie qu'avait en tête Darwin, la mort est également très présente. De nombreuses feuilles desséchées gisent sur le sol, sous la couronne verdoyante. Elles correspondent aux organismes disparus qui ne nous sont connus que par les fossiles, ces feuilles fanées qui brillaient autrefois au soleil.

Les branches de l'arbre de Darwin ne sont pas d'égale grosseur. En y regardant de plus près, nous distinguons quelques petits rameaux, comme ceux des poissons pulmonés et des ornithorynques, brindilles insignifiantes aujourd'hui, mais historiquement importantes nous dit Darwin, car elles font le lien entre deux branches maîtresses qui se sont largement séparées au fil du temps : les poissons et les amphibiens dans le cas des poissons pulmonés ; les reptiles et les mammifères dans celui des ornithorynques.

Pour comprendre la vie dans sa totalité, il faut regarder vers le haut et vers le bas, observer les grosses branches et les brindilles, la ramure et le bois mort, les feuilles brillantes comme les plus ternes, le présent et le passé.

# PROLOGUE

Ce livre est l'œuvre d'un scientifique qui, depuis quarante ans, étudie l'évolution, ou plus exactement une partie relativement récente de l'évolution : la nôtre, l'évolution humaine. En d'autres termes, il s'agit de l'ouvrage d'un paléoanthropologue.

Mais il s'agit aussi du livre d'un paléoanthropologue convaincu que l'évolution humaine ne peut être comprise de manière isolée, comme si elle suivait ses propres lois, exclusivement applicables aux singes bipèdes, ou que ses recherches n'exigeaient pas de savoir comment s'est déroulée l'évolution chez les autres groupes biologiques.

Au contraire, bien que mes publications scientifiques traitent de fossiles humains – et en reconnaissant qu'à un moment précis de notre histoire évolutive apparaissent en effet ces facteurs nouveaux et déterminants que sont la culture et la technologie –, j'ai la conviction que l'évolution forme un tout et présente des schémas généraux qui s'appliquent à tous les groupes biologiques. Par conséquent, il serait plus exact de dire qu'il s'agit là d'un ouvrage écrit par un paléontologue et qu'il traite de l'évolution dans son ensemble, avec toutefois un intérêt prononcé pour notre cas particulier.

Qui plus est, la grande erreur de la paléontologie humaine en tant que discipline scientifique a été de considérer notre évolution comme un cas à part, régi par ses propres lois ; d'être davantage du côté de la médecine et de l'anthropologie



(qui étudient une seule espèce) que de celui de la biologie et de la paléontologie (qui les étudient toutes, actuelles comme passées). Nous n'avons pas été un cas unique (du moins pas plus que les autres espèces) avant la quasi-fin de l'histoire... quand les règles du jeu ont véritablement changé.

Une part de la paléontologie consiste à décrire l'histoire de la vie, à relater la succession des faits évolutifs. C'est une paléontologie purement narrative ; la forme qu'elle adopte est celle du récit. Ce livre tient également du récit, puisqu'il couvre plus de 3,5 milliards d'années d'évolution, mais il est aussi une quête d'explications.

Face à n'importe quel fait historique se pose la question de savoir si l'événement devait nécessairement se produire, et de cette façon-là, ou si, au contraire, il aurait pu ne jamais avoir lieu ou bien prendre une tout autre forme. Cette question peut évidemment s'appliquer à l'évolution du vivant. En premier lieu, la vie était-elle vouée à apparaître ? Devait-elle nécessairement mener à l'avènement d'une espèce intelligente et technologique ? Était-ce juste une question de temps (la bagatelle de 3,5 milliards d'années au bas mot) ? Quelles sont la part du hasard et la part de la nécessité dans notre histoire évolutive ?

Les implications philosophiques de ces questions sont évidentes pour tout un chacun : si l'on découvrait qu'il y a de la vie partout dans l'univers et que des civilisations similaires à la nôtre ont pu se développer sur de nombreuses planètes, comme l'imaginent les auteurs de science-fiction, que vous diriez-vous ? Qu'en fin de compte, notre cas n'a rien de particulier, que nous ne sommes en aucune manière le centre de l'univers, mais un simple recoin comme tant d'autres ?

À l'inverse, que penseriez-vous si la science arrivait à la conclusion qu'il est pratiquement impossible qu'il y ait de la vie hors de la planète Terre (les conditions d'apparition de la vie étant très exigeantes et la probabilité de les voir réunies extrêmement mince), mais qu'une fois la vie surgie ici (seul

endroit où cela pouvait arriver), il était inévitable qu'apparaisse quelque chose de semblable à l'être humain ? Que nous ne pouvions évoluer que sur cette planète, certes, mais que nous étions voués à le faire ?

Dans cette seconde hypothèse, nous retrouverions notre position centrale dans l'univers, alors même que notre planète tourne autour d'une modeste étoile jaune située à la périphérie d'une galaxie parmi des milliards d'autres dans l'univers visible.

Ainsi, malgré Copernic – qui a dit que nous tournions autour du Soleil comme les autres planètes – et Darwin – qui a proclamé que nous avons évolué comme les autres espèces –, nous serions exceptionnels.

Peut-être pourrons-nous un jour répondre à ces questions. Il est dit que dans quelques années, nous serons en mesure de savoir s'il y a de la vie ailleurs dans notre galaxie, et même d'établir le contact avec des extraterrestres. Mais en attendant, pour tenter de satisfaire notre curiosité, il faut nous contenter d'examiner ce qui s'est passé sur notre planète.

Et c'est précisément, alléluia, le travail du paléontologue.

J'espère avoir rassemblé dans ce livre l'essentiel de ce qui a été dit depuis Darwin sur ces questions et sur d'autres qui leur sont liées, jusqu'aux contributions les plus récentes. J'ai tâché de mentionner tous les ouvrages qui ont fait cette histoire et dont je recommande la lecture, car je pense qu'en définitive, on comprend mieux les débats en lisant les classiques de la science qu'en parcourant les articles des revues spécialisées – ce que nous appelons les *papers*. J'aimerais qu'au-delà de ma contribution personnelle, cet ouvrage contribue à faire connaître l'état actuel de la science sur ces questions.

Au cours de ces quarante années de travail, j'ai eu la chance d'assister à des débats passionnés sur la théorie de l'évolution, que j'aimerais partager avec le lecteur car ils sont inconnus du

grand public. Tout n'a pas été dit avec Darwin, ni même avec les néodarwinistes du milieu du siècle dernier, qui ont cru mettre un point final aux questions fondamentales de l'évolution. On croyait alors tout savoir, et que les chercheurs qui viendraient ensuite (dont moi-même qui suis né un an après la découverte de la double hélice de l'ADN) arriveraient trop tard au pays de la biologie évolutive. Je le croyais moi aussi au terme de mes études universitaires, mais fort heureusement, ce n'était pas le cas. Nous, les chercheurs de ma génération, avons eu le privilège de prendre part à ces débats et même d'y apporter notre contribution. Ces quatre décennies ont été prodigieuses pour la biologie et la géologie, puisqu'elles ont aussi vu se parachever la théorie dite de la tectonique des plaques, qui constitue la grande synthèse des sciences de la Terre, équivalente à la théorie de l'évolution pour les sciences de la vie, mais énoncée un siècle plus tard.

Quelle chance nous avons eue d'assister à ces moments inouïs et de rencontrer les géants de la science qui en furent les acteurs !

Avant de présenter les chapitres de ce livre, j'aimerais préciser qu'il ne sera pas question ici de discuter le fait évolutif, pour la bonne et simple raison qu'il serait scientifiquement absurde de le faire. Il n'y a pas de débat possible sur la réalité de l'évolution, et il ne me paraît pas nécessaire, en l'état des connaissances en biologie et en géologie, de consacrer des pages à en administrer la preuve<sup>1</sup>.

La science, comme nous le verrons lors de la première journée, ne se pose pas de questions du type *pourquoi* (ou à *quelle fin*), contrairement à vous et moi. Récemment, j'ai entendu un cosmologiste déclarer devant un public nombreux que, puisque la science ne peut répondre aux questions du type *pourquoi*, celles-ci sont vides de sens et n'ont guère lieu d'être posées. Pourtant, c'est bien ce que nous faisons tous depuis que l'être humain fait *usage de la raison*, et je crois qu'un individu qui serait capable de s'y soustraire ne serait précisément pas humain. Bien entendu, le cosmologiste en question a poursuivi en livrant sa propre version du pourquoi de notre présence ici.

La nouveauté de cet ouvrage tient au fait que je me contenterai de vous fournir les informations dont vous avez besoin, car j'ai la conviction que l'on est mieux à même de répondre aux questions philosophiques en s'appuyant sur la connaissance scientifique plutôt que sur l'ignorance ou les dogmes. J'exposerai également la pensée des grandes figures de la biologie évolutive et le résultat des recherches menées par les esprits les plus brillants de leur temps. Nous serons donc fort bien accompagnés dans cette quête de réponses.

Je ne me tiendrai pas à l'écart et donnerai également mon opinion, mais rappelez-vous : vous êtes seuls juges.

Considérez-moi comme un ami et voyez ce livre comme une longue conversation au cours de laquelle vous poserez des questions auxquelles je répondrai dans la mesure de nos connaissances. J'évoquerai également les doutes qui subsistent sur différents sujets, ainsi que les débats les plus récents, car le bal est loin d'être fini. En science, à dire vrai, il ne se termine jamais, et sur le terrain de l'évolution, il y a matière à danser pour longtemps. Et cela, pour un scientifique vétérinaire toujours en piste, c'est une grande nouvelle.

Puisque cette quête que nous entreprenons ensemble aura des allures de pèlerinage et demandera un certain effort (je ne vais pas le nier), j'ai choisi de baptiser « journées » les chapitres qui composent ce livre. Je pense que chacune d'elles peut se lire en un jour, d'une traite, comme une étape de ce périple (ou le franchissement d'un col de montagne, pour la plus longue). J'espère que vous ne serez pas déçus du voyage.

L'ouvrage se divise en deux parties, de longueur équivalente. La première s'intitule « L'évolution des espèces » et la seconde, « L'évolution humaine ». Tout est dans les titres.

La première journée fait office d'introduction générale aux principaux thèmes développés dans ce livre, et invite à s'interroger sur la nature de l'Histoire. L'Histoire consiste-t-elle

en une simple succession d'événements (les uns après les autres) ou suit-elle une direction privilégiée ? Les choses auraient-elles pu être radicalement différentes de ce qu'elles ont été ? Ces mêmes questions sont transposables à l'histoire de la vie, c'est-à-dire à l'évolution. Depuis Darwin, nous savons que le moteur principal de l'évolution est ce qu'on appelle la sélection naturelle, mais son mode d'action ne fait pas l'objet d'une doctrine monolithique. Il est au contraire au cœur d'un débat scientifique passionnant au sein même du camp darwiniste, auquel contribuent les différentes disciplines de la biologie – y compris bien entendu la paléontologie, sa branche historique. Tout cela nous entraîne vers un territoire largement inexploré – une terre de personne – où se font entendre de nombreuses voix, de biologistes et de non-biologistes – car c'est aussi une terre de tous.

La deuxième journée est consacrée à l'examen de cette activité intellectuelle que nous appelons « science » depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, jadis connue sous le nom de « philosophie naturelle », et des limites qu'elle s'impose à elle-même – qui sont, soit dit en passant, celles de l'expérience.

La méthode scientifique est aisée à comprendre tant qu'il est question de sciences expérimentales qui, comme leur nom l'indique, donnent lieu à la réalisation d'expériences contrôlées et d'observations de phénomènes naturels. À cet égard, la physique est toujours citée en exemple, avec ses formulations mathématiques d'une simplicité et d'une *élégance* rares, que jalourent un peu les autres sciences expérimentales.

Cependant, ce n'est pas mon cas. Je suis passionné par le passé, ce qui est advenu, voilà pourquoi je suis paléontologue.

Dans les sciences historiques, la méthode est tout autre. Il ne s'agit plus de chercher dans le passé des « lois de l'histoire » comme il y a des lois de la physique (la gravité, par exemple), mais des régularités, des répétitions, des similitudes, des schémas. En somme, des modèles historiques.

Malgré tout, les sciences historiques et les sciences expérimentales ont un point commun essentiel : les trouvailles (les découvertes) des paléontologues et des archéologues équivalent, d'une certaine façon, aux expérimentations et aux observations que réalisent les physiciens, chimistes, géologues et biologistes sur le terrain et en laboratoire.

Durant la deuxième journée, nous verrons aussi en quoi consiste la théorie de l'évolution par la sélection naturelle de Charles Darwin. Elle est si simple que nous n'aurons aucune difficulté à la comprendre. D'autres théories de l'évolution ont été formulées, mais celle de Darwin est la seule dont la validité a été retenue.

De plus, je souhaite préciser dès à présent qu'en tant que scientifique, j'adopte le principe dit d'« objectivité de la nature » qui affirme que la matière n'a ni projet ni fin. Appliqué à notre objet, cela signifie que l'évolution ne suit pas aveuglément un plan, mais répond à des causes qui ont agi et agissent encore, comme c'est le cas en physique, en chimie, en biologie et en géologie. Ces disciplines ne recourent pas non plus à la finalité ou à l'intentionnalité pour comprendre les phénomènes qu'elles étudient. Par exemple, les transformations de l'écorce terrestre telles que les explique la tectonique des plaques ne sont la conséquence d'aucun plan d'action préexistant ; et n'oublions pas que l'évolution biologique est intimement liée à la *danse* des continents et ne peut se comprendre sans la géologie. Si ces mouvements continentaux n'obéissent à aucun plan, il est inconcevable que l'évolution biologique en suive un.

Ce sera là votre première grande décision : adopter ou non la méthode scientifique. À vous de décider si vous acceptez de renoncer à toute idée de projet dans la nature au profit des lois de la matière, ou si vous préférez adhérer à la croyance anti-scientifique que tout ce qui advient suit au pied de la lettre un grand plan cosmique, sans jamais en dévier – auquel cas il faudrait avant tout savoir quel est ce plan, et chercher les réponses ailleurs.

J'espère que vous choisirez la science.

Au cours de la troisième journée, nous aborderons différents thèmes essentiels : en quoi consiste la vie, comment la définir et de quelle façon elle a pu surgir sur Terre. Avons-nous bénéficié d'un formidable coup de chance ou était-ce inévitable ? Cette quête nous entraînera au-delà de notre planète, pour nous demander s'il y a de la vie ailleurs dans l'univers et, le cas échéant, sous quelle forme : s'agit-il de simples bactéries ou de cellules plus complexes ?

Il vous faudra d'ailleurs prendre position sur la question, car tout le monde a un avis sur la possibilité d'une vie extraterrestre, alors qu'on ne cesse de découvrir des planètes hors du Système solaire (dont la plus proche, Proxima b, se trouve à 4,5 années-lumière *seulement*) susceptibles d'abriter de la vie. Nous espérons savoir bientôt ce qu'il en est, sans oublier qu'au sein même de notre Système solaire, la présence de vie n'est pas exclue sur Mars ni surtout sur Europe, la lune gelée de Jupiter.

Nous parlerons enfin de fossiles durant la quatrième journée, et notamment de l'origine des organismes multicellulaires, parmi lesquels les animaux (ainsi que les plantes et les champignons). Cette étape a-t-elle très longtemps tardé à venir ou a-t-elle été franchie relativement simplement et rapidement ?

Les animaux présentent deux caractéristiques essentielles : la reproduction sexuée et la mort. Quels sont donc les avantages de la reproduction sexuée ? Elle est certes plaisante, mais le prix à payer est élevé, infiniment élevé.

La cinquième journée débutera par la conquête de la terre ferme, selon l'expression consacrée, et se poursuivra jusqu'à l'extinction des dinosaures et le triomphe des mammifères. Si les vertébrés n'avaient pas fait leur apparition dans les eaux, il y a plus de 500 millions d'années, les continents seraient-ils peuplés d'insectes, d'araignées, de scorpions, de mille-pattes,

d'escargots, de limaces et autres petits invertébrés ? Si les dinosaures ne s'étaient pas éteints, les mammifères seraient-ils encore aujourd'hui de discrets petits animaux nocturnes ?

Comme vous le voyez, ce livre est aussi riche en expériences de pensée, ces expérimentations que nous pouvons faire en imagination, depuis notre fauteuil. Personnellement, je les trouve passionnantes. Car au bout du compte, toute théorie scientifique ne commence-t-elle pas par une expérience de pensée, par un « que se passerait-il si... » ?

Cette cinquième journée sera aussi l'occasion d'introduire un concept essentiel pour mieux comprendre le cours qu'a pris l'évolution. Il s'agit de la manière dont sont classifiées les créatures qui, selon la méthode adoptée, peut éclairer le panorama ou au contraire brouiller les cartes. Aujourd'hui et depuis quelques décennies, on utilise en biologie un nouveau système de classification qui vous surprendra certainement, car il est très différent de celui sur lequel on s'appuyait traditionnellement et que vous avez sans doute appris à l'école. Pour vous donner une idée, les poissons et les reptiles n'existent plus en tant que catégories biologiques. Ces termes ont disparu des manuels de zoologie.

La sixième journée traitera en profondeur d'un thème crucial qui nous travaille depuis le début : y a-t-il eu du progrès dans l'évolution ? À ce stade du livre, nous serons suffisamment calés en biologie et en paléontologie pour affronter le problème, qui nous occupera un certain temps (ce sera la plus longue journée du voyage, plus de cinquante pages – exaltantes je l'espère).

L'accroissement de la complexité ne fait aucun doute si nous considérons le début de la vie sur Terre, il y a 3,5 milliards d'années au moins, quand il n'y avait que des bactéries. Mais la question du progrès se corse lorsqu'il s'agit de comparer les différents types d'animaux existant depuis plus de 500 millions d'années. En la matière, l'analogie avec l'évolution technologique



s'impose, au sujet de laquelle le progrès semble une réalité incontestable, bien qu'il y ait là aussi, nous le verrons, matière à nuances.

En définitive, la question est de savoir si l'intelligence – et la taille du cerveau – peut constituer la mesure du progrès, et surtout si le neurone a été l'atout principal de l'évolution animale ou, du moins, de l'évolution des mammifères.

Là encore, il vous faudra faire un choix important. À vous de décider si le scénario de l'évolution – c'est-à-dire l'histoire de la vie sur notre planète – possède un fil conducteur, un thème central, qui serait l'accroissement de la complexité, quelle que soit la signification que vous lui donnerez.

Ceux qui pensent que l'évolution est synonyme de progrès peuvent être qualifiés de *progressionnistes* ou de *directionnalistes*, mais non de *finalistes*. Bien sûr, les finalistes pensent aussi que l'évolution suit une courbe de progression unique et constante, mais contrairement à eux, les *progressionnistes* attribuent cette progression aux lois de la nature et non à un grand plan cosmique, à une *cause finale* surnaturelle.

La septième journée, qui clôt la première partie du livre, traitera surtout de ce que l'on appelle les convergences adaptatives. L'évolution est fondamentalement divergente, ce qui explique l'immense variété du vivant et la multiplicité des lignées dont témoigne le registre fossile, et dont la majorité sont éteintes (rappelez-vous l'arbre de Darwin). Le phénomène d'apparition d'un nouveau type d'organisme (avec une conception biologique révolutionnaire, jamais vue) et l'explosion de formes qui s'ensuit sont connus en biologie sous le nom de radiation adaptative. Ces radiations adaptatives sont de pures créations évolutives, de géniales inventions de la vie qui surviennent de temps en temps. Tout groupe biologique important et diversifié, réparti sur une aire géographique étendue, provient d'une de ces radiations adaptatives, d'une de ces explosions de la vie qui se sont produites dans le passé.

Cependant, l'évolution foisonne aussi d'exemples contradictoires : les convergences adaptatives, c'est-à-dire la répétition des mêmes modèles d'organismes, comme si, du moins sur cette planète, les possibilités du vivant étaient en nombre limité et qu'on en revenait encore et toujours aux formes connues. Comme si l'évolution se copiait elle-même.

Citons tout de suite un exemple. Les chauves-souris utilisent les ultrasons pour s'orienter dans l'obscurité de la nuit et chasser des insectes, par un mécanisme appelé écholocalisation (ou sonar). Les dauphins, qui n'ont rien à voir avec les chauves-souris, procèdent de la même façon pour s'orienter dans l'obscurité des mers. Plus étonnant encore, il existe deux types d'oiseaux (non apparentés entre eux) qui recourent eux aussi à l'écholocalisation pour voler dans l'obscurité des cavernes. Nous serions donc tentés de dire qu'il est inéluctable que l'écholocalisation apparaisse en tant qu'adaptation pour se déplacer à vive allure, dans l'air ou dans l'eau, dans les milieux dépourvus de lumière... à condition qu'il existe des oiseaux et des mammifères, ou quelque chose qui y ressemble.

Si les convergences sont prédominantes dans l'histoire de la vie, on peut alors penser que l'évolution est prévisible, y compris concernant l'apparition de l'être humain... ou de quelque chose qui y ressemble.

À vous de choisir s'il était ou non inéluctable que l'évolution se produise, dans les grandes lignes et d'une manière générale, telle qu'elle s'est produite. Pour l'instant, nous ne parlons pas encore du *cas humain*. Était-il prévisible ou au moins relativement probable qu'une créature qui nous ressemble finisse par évoluer ? Cette question fera l'objet de la seconde partie du livre.

Nous arriverons ainsi aux huitième et neuvième journées, au cours desquelles nous aborderons enfin l'évolution humaine. Comment se fait-il que les humains soient si seuls sur la Terre, avec les chimpanzés et les bonobos pour plus proches parents ? N'y a-t-il toujours eu qu'une seule espèce humaine ayant évolué

jusqu'à ce que nous sommes aujourd'hui ? Ou de nombreuses espèces issues de notre souche ont-elles coexisté, dont il n'est finalement resté que la nôtre ? Nous passerons en revue l'histoire des primates, y compris celle de nos plus proches ancêtres.

Ici, une nouvelle question vous sera posée : celle de savoir si l'évolution humaine a été linéaire – si elle s'est produite en ligne droite – ou si sa géométrie s'est ramifiée, comme un arbre, voire enchevêtrée, comme un buisson, même s'il n'en reste aujourd'hui qu'une seule espèce. Il ne vous aura pas échappé qu'en termes philosophiques, un schéma linéaire, en ligne droite, de l'évolution humaine est très différent d'un schéma arborescent, intriqué, sans axe principal.

La fin de la neuvième journée sera également consacrée à la sélection sexuelle qui, selon Darwin, peut expliquer les différences entre les populations humaines.

Durant les trois journées suivantes, nous aborderons la question de l'altruisme et de la coopération dans le règne animal, qui sont le ciment de l'unité des groupes sociaux. L'idée que les animaux se sacrifient spontanément pour le bien des autres membres du groupe, voire de l'espèce ou même de la Vie (avec un grand V, celle de tous) est très répandue, mais elle se heurte à la logique darwinienne de la lutte pour la *vie* (avec un v minuscule, celle de chacun) et de la survie des individus les mieux adaptés. Sans compétition, il n'y a ni sélection naturelle, ni adaptation, ni darwinisme.

N'y a-t-il donc pas de place pour l'altruisme chez les animaux ?

De nombreux biologistes vous diront que non, car ce que recherchent les individus à travers leurs actions, directement ou indirectement, c'est de transmettre un maximum de gènes à la génération suivante. Autrement dit, ils n'aspirent à rien d'autre qu'à leur propre succès génétique (qu'ils tentent d'optimiser par *toutes* leurs actions). À survivre à travers leurs gènes, dirons-nous. La seule forme d'immortalité accessible à nous autres mortels.