

Prologue

Étudiant à l'École polytechnique, je m'intéressais à l'astrophysique. En découvrant les grands mystères de l'Univers, je me suis senti irrésistiblement attiré par celui qui est probablement le plus profond et le plus énigmatique : *l'origine de la vie*. Je n'ai pas tardé à découvrir que nous en savions plus sur la création de la matière lors du Big Bang survenu il y a 13,8 milliards d'années, que sur les débuts de la vie. Il m'a fallu beaucoup de lectures et d'études pour assimiler les bases de la biologie et analyser comment fonctionne le vivant, qu'il s'agisse d'une bactérie, d'une plante ou de nous-mêmes. Je m'efforcerai de vous épargner les descriptions trop complexes. J'en userai seulement quand ce sera indispensable pour comprendre d'où nous venons, avec le souci d'être clair pour celui qui n'est pas spécialiste.

La vie nous semble un phénomène bien singulier. Pourtant, si nous la replaçons dans le contexte du cosmos et, plus particulièrement, d'une jeune planète, il y a 4 milliards d'années, nous comprenons mieux son sens et comment elle a pu émerger. Ainsi, la biologie, l'astrophysique et les sciences de la Terre permettent-elles une approche globale de ses origines. Ce livre s'inscrit dans la lignée de mes deux précédents. Le premier, *Les Clés Secrètes de l'Univers*, donne un aperçu de l'ensemble de notre histoire depuis le Big Bang jusqu'à l'Homme. À ce titre, il inclut un chapitre sur l'origine de la vie dans lequel je n'entre pas trop dans le détail. Il montre comment elle trouve une place naturelle dans cette « grande histoire » du cosmos. Dans le deuxième, *L'Univers Millefeuille*, je passe en revue toutes les méthodes que la nature utilise pour engendrer les choses les plus complexes à partir de la simplicité la plus dénudée : quelques types de particules au départ. Étudier ces mécanismes est une introduction naturelle au thème de l'origine de la vie, car elle repose sur beaucoup d'entre eux. La vie n'est-elle pas ce que nous connaissons de plus complexe dans le cosmos ? Pour autant, il n'est en rien nécessaire d'avoir lu ces deux livres préalablement, car je m'impose toujours d'expliquer les notions que j'utilise. Pour ceux qui les ont lus et qui souhaiteraient s'y référer, des rappels seront mis en bas de page.

Maintenant, la grande question est : existe-t-il un scénario solide expliquant le passage de la matière minérale inerte à celle, organisée, de l'être vivant ? Je réponds par l'affirmative en me donnant pour objectif d'en dépeindre un, peut-être parmi d'autres, de façon exhaustive. Aujourd'hui, nous disposons d'un immense corpus de connaissances provenant de multiples travaux scientifiques. D'abord, des expériences de laboratoire cherchant à reproduire *in vitro* les formes les plus primitives de la vie. Elles traitent de la chimie du vivant ainsi que de phénomènes physiques comme la formation des membranes et des vésicules. S'y ajoutent désormais les expériences *in silico*, c'est-à-dire les simulations numériques (« dans le silicium »), particulièrement utiles pour éclairer les phénomènes les plus complexes. Par ailleurs, nous apprenons beaucoup, tout simplement en observant *in-vivo* les organismes contemporains. Par exemple, nous découvrons qu'à peu de chose près, ils utilisent tous le même métabolisme de base : une boîte à outils universelle de réactions chimiques. On en déduit naturellement qu'il doit dater des tout débuts de la vie : une sous-partie « fossile » en quelque sorte. Enfin, les sciences de la Terre connaissent un grand essor. Elles s'enrichissent maintenant de l'observation des exoplanètes. Cela nous permet de mieux imaginer les conditions ayant pu prévaloir chez nous il y a 4 milliards d'années.

Malgré cette somme considérable de connaissances, il faut bien dire qu'aujourd'hui, aucun scénario ne fait consensus dans la communauté scientifique. D'après controverses opposent différents chercheurs défendant des thèses concurrentes. Pourquoi ai-je décidé de m'immiscer dans ce débat en recherchant une histoire plausible ? En consultant les nombreux travaux en cours, j'ai éprouvé le sentiment qu'une forme, certes encore floue, commence à se préciser dans le brouillard. Nous nous trouvons probablement à un moment historique, celui où le voile se lève sur les origines de la vie.

Pour expliquer cela, voici une métaphore dépeignant bien mon ressenti. Imaginez que je sois un amateur de puzzle. Un jour, je m'attaque à un jeu de 3 000 pièces dont l'image ne m'est pas donnée. À moi de la trouver ! J'entreprends de poser des pièces une par une sur une grande table. De temps en temps, je découvre que certaines s'assemblent et je les joins. En continuant patiemment, j'arrive à agréger progressivement de petits îlots sans rapport les uns avec les autres. Ils se multiplient et grandissent petit à petit. Je ne vois toujours pas l'image finale que je m'évertue pourtant à reconstituer. Un jour, en ajoutant une pièce à un îlot déjà de bonne taille, un indice me suggère de le retourner de 180 degrés, ce que je fais aussitôt. Et là... en une fraction de seconde l'image recherchée apparaît dans mon esprit. Je m'écrie : « la Joconde ! » Mon intuition a fait le lien entre tous les îlots et j'ai entrevu le tableau final. Voilà ce que j'ai éprouvé en m'intéressant à toutes sortes de thèses, d'expériences, d'observations et de simulations sur le sujet de la vie, avec toujours le souci de discerner ce qui est le plus réaliste et le plus probable dans le contexte de notre jeune planète, il y a 4 milliards d'années.

L'analogie que je viens de décrire peut vous paraître parfaitement anecdotique. Pourtant, elle est loin de l'être. En effet, ce processus consistant à placer les pièces sur une table et à établir des liens de plus en plus nombreux entre elles, ressemble beaucoup à un mécanisme physique appelé *percolation*. Or c'est précisément un phénomène de ce type que je présenterai au chapitre 7 comme celui qui a fait apparaître la vie au sein d'un milieu chimiquement riche, en instaurant une organisation entre les molécules. L'idée sous-jacente est que les parties (les pièces du puzzle) s'organisent en formant quelque chose de plus grand (une image cohérente), quand les liens entre elles se multiplient et dès que leur nombre franchit un seuil critique. Les relations entre le *tout* et ses *parties*, seront un thème central dans cet ouvrage.

Ce chemin que j'ai arpenté pendant des années, puis l'écriture de ce livre, m'ont souvent fait penser à l'ascension de l'Everest. Étant né dans les Alpes, je connais la montagne et je sais à quel point il est ambitieux d'envisager un tel périple. Je connais aussi l'importance de le préparer longtemps à l'avance. Cela a été un souci au cours de mes réflexions sur la vie, pour vous apporter aujourd'hui le récit d'une ascension de la plus grande montagne du globe, celle de l'origine de la vie. Néanmoins, je tiens à rester modeste en vous proposant un scénario sans en garantir la véracité. S'il est impossible de trouver les traces fossiles des débuts chimiques de la vie, il se peut que nous ne disposions jamais d'un scénario prouvé historiquement. Cependant, au cours du temps, nous pourrions tester de plus en plus d'hypothèses jusqu'à parvenir à un modèle probable. Il se peut aussi que nous découvriions la vie sur un autre astre, ce qui, soudainement, nous offrirait un nouvel éclairage sur le sujet.

Je termine ce prologue sur une question que vous vous poserez peut-être : et Dieu dans tout cela ? Comme je l'ai fait dans mes autres ouvrages, je précise ma pensée sur ce thème : je ne suis pas croyant, mais je respecte beaucoup ceux qui le sont, étant moi-même issu d'une famille aux racines chrétiennes. Le monde que je présente se structure tout seul par auto-organisation depuis le Big Bang. Il en va de même pour ce qui concerne la vie. Dans mes livres, d'inspiration purement scientifique, je n'évoque jamais l'idée d'une puissance divine susceptible de diriger l'évolution ou d'intervenir ici et là par des coups de pouce. Cependant, mon récit n'en exclut pas l'existence. Je sais trop bien que la science ne peut répondre aux questions les plus fondamentales qu'un homme se pose nécessairement. En particulier, mes thèses mènent inévitablement à *l'énigme des conditions initiales* : comment se fait-il que dès le Big Bang, l'Univers ait possédé les qualités nécessaires à l'auto-organisation, celle-ci aboutissant sur Terre et singulièrement chez l'Homme, à un degré extrêmement élevé de complexité ? Cette question se formule souvent comme le *problème de l'ajustement fin*. On sait qu'un changement mineur sur l'une quelconque des constantes physiques nées du Big Bang suffirait à tout dérégler et à rendre l'Univers chaotique ou stérile. La science étant incapable de répondre à cette énigme fondamentale, chacun est libre de se demander si le scénario que je propose aurait pu ou non s'exécuter sans l'existence d'un « grand organisateur », au moins au début de la grande histoire cosmique. Je n'aborderai pas cette question, convaincu que l'humanité n'y trouvera jamais une réponse définitive.

Il est temps maintenant de nous lancer dans l'ascension de l'Everest. Nous commencerons par des considérations physiques sur le cosmos et la formation de la Terre. Cela nous mènera naturellement vers la chimie *minérale*, celle qui a pu exister sur la jeune Terre. Nous verrons comment, de celle-ci, a pu émerger la chimie hautement sophistiquée du carbone (dite *chimie organique*) sous des conditions très restrictives. Enfin, arrivés là, nous aborderons la façon dont la matière vivante a pu s'organiser. Certains passages de cette randonnée seront un peu difficiles pour les alpinistes amateurs. Je les indiquerai par le signal « piste noire » :



Vous aurez tout loisir de les sauter ou de les lire en diagonale. Malgré cela, vous pourrez poursuivre votre lecture sans problème.