

# TRAITÉ DE L'EXISTENCE

## ET DES ATTRIBUTS DE DIEU.

### PREMIÈRE PARTIE.

#### DÉMONSTRATION

#### DE L'EXISTENCE DE DIEU,

TIRÉE DU SPECTACLE DE LA NATURE ET DE LA CONNAISSANCE  
DE L'HOMME.

#### CHAPITRE PREMIER.

Preuves de l'existence de Dieu, tirées de l'aspect général  
de l'univers.

Je ne puis ouvrir les yeux sans admirer l'art qui éclate dans toute la nature : le moindre coup d'œil suffit pour apercevoir la main qui fait tout. Que les hommes accoutumés à méditer les vérités abstraites, et à remonter aux premiers principes, connaissent la Divinité par son idée; c'est un chemin sûr pour arriver à la source de toute vérité. Mais plus ce chemin est droit et court, plus il est rude et inaccessible au commun des hommes qui dépendent de leur imagination. C'est une démonstration si simple qu'elle échappe, par sa simplicité, aux esprits incapables des opérations purement intellectuelles. Plus cette voie de trouver le premier Être est parfaite, moins il y a d'esprits capables de la suivre.

Mais il y a une autre voie moins parfaite, et qui est proportionnée aux hommes les plus médiocres. Les hommes les moins exercés au raisonnement, et les plus attachés aux préjugés sensibles, peuvent, d'un seul regard, découvrir celui qui se peint dans tous ses ouvrages. La sagesse et la puissance qu'il a marquées dans tout ce qu'il a fait le font voir, comme dans un miroir, à ceux qui ne peuvent le contempler dans sa propre idée. C'est une philoso-

phie sensible et populaire, dont tout homme sans passions et sans préjugés est capable <sup>1</sup>.

Si un grand nombre d'hommes d'un esprit subtil et pénétrant n'ont pas trouvé Dieu par ce coup d'œil jeté sur toute la nature, il ne faut pas s'en étonner : les passions qui les ont agités leur ont donné des distractions continuelles, ou bien les faux préjugés qui naissent des passions ont fermé leurs yeux à ce grand spectacle. Un homme passionné pour une grande affaire, qui emporterait toute l'application de son esprit, passerait plusieurs jours dans une chambre, en négociation pour ses intérêts, sans regarder ni les proportions de la chambre, ni les ornements de la cheminée, ni les tableaux qui seraient autour de lui : tous ces objets seraient sans cesse devant ses yeux, et aucun d'eux ne ferait impression sur lui.

Ainsi vivent les hommes. Tout leur présente Dieu, et ils ne le voient nulle part. Il était dans le monde, et le monde a été fait par lui; et cependant le monde ne l'a point connu <sup>2</sup>. Ils passent leur vie sans avoir aperçu cette représentation si sensible de la Divinité, tant la fascination du monde obscurcit leurs yeux <sup>3</sup>. Souvent même ils ne veulent pas les ouvrir, et ils affectent de les tenir fermés, de peur de trouver celui qu'ils ne cherchent pas. Enfin, ce qui devrait le plus servir à leur ouvrir les yeux ne sert qu'à les leur fermer davantage, je veux dire la constance et la régularité des mouvements que la suprême Sagesse a mis dans l'univers.

Saint Augustin dit que ces merveilles se sont avilies par leur répétition continuelle <sup>4</sup>. Cicéron parle précisément de même. A force de voir tous les jours les mêmes choses, l'esprit s'y accoutume aussi bien que les yeux : il n'admire ni n'ose se mettre en au-

<sup>1</sup> Humana autem anima rationalis est, quæ mortalibus vinculis peccati poena tenebatur, ad hoc deminutionis redacta, ut per conjecturas rerum visibilium ad intelligenda invisibilia niteretur. *Auc. de lib. Arb.* lib. III, cap. x, n° 30.

<sup>2</sup> In mundo erat, et mundus per ipsum factus est, et mundus eum non cognovit. *JOAN.* I, 10.

<sup>3</sup> Fascinatio nugacitatis obscurat bona. *Sap.* IV, 12.

<sup>4</sup> Assiduitate viluerunt. *Tract.* XXIV, in *Joan.* n° 1.

cune manière en peine de chercher la cause des effets qu'il voit toujours arriver de la même sorte ; comme si c'était la nouveauté, et non pas la grandeur de la chose même, qui dût nous porter à faire cette recherche<sup>1</sup>.

Mais enfin toute la nature montre l'art infini de son auteur. Quand je parle d'un art, je veux dire un assemblage de moyens choisis tout exprès pour parvenir à une fin précise : c'est un ordre, un arrangement, une industrie, un dessein suivi. Le hasard est, tout au contraire, une cause aveugle et nécessaire, qui ne prépare, qui n'arrange, qui ne choisit rien, et qui n'a ni volonté ni intelligence. Or je soutiens que l'univers porte le caractère d'une cause infiniment puissante et industrielle. Je soutiens que le hasard, c'est-à-dire le concours aveugle et fortuit des causes nécessaires et privées de raison, ne peut avoir formé ce tout. C'est ici qu'il est bon de rappeler les célèbres comparaisons des anciens.

Qui croira que l'*Ithade* d'Homère, ce poème si parfait, n'ait jamais été composé par un effort du génie d'un grand poète, et que les caractères de l'alphabet ayant été jetés en confusion, un coup de pur hasard, comme un coup de dés, ait rassemblé toutes les lettres précisément dans l'arrangement nécessaire pour décrire, dans des vers pleins d'harmonie et de variété, tant de grands événements, pour les placer et pour les lier si bien tous ensemble, pour peindre chaque objet avec tout ce qu'il a de plus gracieux, de plus noble et de plus touchant ; enfin pour faire parler chaque personne selon son caractère, d'une manière si naïve et si passionnée ? Qu'on raisonne et qu'on subtilise tant qu'on voudra, jamais on ne persuadera à un homme sensé que l'*Iliade* n'ait point d'autre auteur que le hasard. Cicéron en disait autant des *Annales* d'Ennius ; et il ajoutait que le hasard ne ferait jamais un seul vers, bien loin de faire tout un poème<sup>2</sup>. Pourquoi donc cet homme sensé croirait-il de l'univers, sans doute encore plus merveilleux que l'*Iliade*, ce que son bon sens ne lui permettra jamais de croire de ce poème ? mais passons à une autre comparaison, qui est de saint Grégoire de Nazianze<sup>3</sup>.

Si nous entendions dans une chambre, derrière un rideau, un instrument doux et harmonieux, croirions-nous que le hasard, sans aucune main d'homme, pourrait avoir formé cet instrument ? dirions-

nous que les cordes d'un violon seraient venues d'elles-mêmes se ranger et se tendre sur un bois dont les pièces se seraient collées ensemble, pour former une cavité avec des ouvertures régulières ? Soutiendrions-nous que l'archet, formé sans art, serait poussé par le vent pour toucher chaque corde si diversement et avec tant de justesse ? Quel esprit raisonnable pourrait douter sérieusement si une main d'homme toucherait cet instrument avec tant d'harmonie ? Ne s'écrierait-il pas d'abord, sans examen, qu'une main savante le toucherait ? Ne nous laissons point de faire sentir la même vérité.

Qui trouverait, dans une île déserte et inconnue à tous les hommes, une belle statue de marbre, dirait aussitôt : Sans doute il y a eu ici autrefois des hommes : je reconnais la main d'un habile sculpteur ; j'admire avec quelle délicatesse il a su proportionner tous les membres de ce corps, pour leur donner tant de beauté, de grâce, de majesté, de vie, de tendresse, de mouvement et d'action.

Que répondrait cet homme si quelqu'un s'avisait de lui dire : Non, un sculpteur ne fit jamais cette statue. Elle est faite, il est vrai, selon le goût le plus exquis, et dans les règles de la perfection ; mais c'est le hasard tout seul qui l'a faite. Parmi tant de morceaux de marbre, il y en a eu un qui s'est formé ainsi de lui-même ; les pluies et les vents l'ont détaché de la montagne ; un orage très-violent l'a jeté tout droit sur ce piédestal, qui s'était préparé de lui-même dans cette place. C'est un Apollon parfait comme celui du Belvédère ; c'est une Vénus qui égale celle de Médicis ; c'est un Hercule qui ressemble à celui de Farnèse. Vous croiriez, il est vrai, que cette figure marche, qu'elle pense, et qu'elle va parler : mais elle ne doit rien à l'art, et c'est un coup aveugle du hasard qui l'a si bien finie et placée.

Si on avait devant les yeux un beau tableau qui représentât, par exemple, le passage de la mer Rouge, avec Moïse, à la voix duquel les eaux se fendent et s'élèvent comme deux murs, pour faire passer les Israélites à pied sec au travers des abîmes ; on verrait d'un côté cette multitude innombrable de peuples pleins de confiance et de joie, levant les mains au ciel : de l'autre côté, on apercevrait Pharaon avec les Égyptiens, pleins de trouble et d'effroi à la vue des vagues qui se rassembleraient pour les engloutir. En vérité, où serait l'homme qui osât dire qu'une servante barbouillant au hasard cette toile avec un balai, les couleurs se seraient rangées d'elles-mêmes pour former ce vif coloris, ces attitudes si variées, ces airs de tête si passionnés, cette belle ordonnance de figures en si grand nombre sans

<sup>1</sup> Sed assiduitate quotidiana, et consuetudine oculorum, assuescunt animi; neque admirantur, neque requirunt rationes earum rerum quas semper vident: perinde quasi novitas nos magis, quam magnitudo rerum debeat ad exquirendas causas excitare. Cic. de Nat. Deor. lib. II, n° 38.

<sup>2</sup> De Nat. Deor. lib. II, n° 37.

<sup>3</sup> Orat. xxviii, or. xxxiv, n° 6; edit. Ben.

confusion, ces accommodements de draperies, ces distributions de lumière, ces dégradations de couleurs, cette exacte perspective, enfin tout ce que le plus beau génie d'un peintre peut rassembler ?

Encore s'il n'était question que d'un peu d'écume à la bouche d'un cheval, j'avoue, suivant l'histoire qu'on en raconte, et que je suppose sans l'examiner, qu'un coup de pinceau jeté de dépit par le peintre pourrait, une seule fois dans la suite des siècles, la bien représenter. Mais au moins le peintre avait-il déjà choisi, avec dessein, les couleurs les plus propres à représenter cette écume, pour les préparer au bout du pinceau. Ainsi ce n'est qu'un peu de hasard qui a achevé ce que l'art avait déjà commencé. De plus, cet ouvrage de l'art et du hasard tout ensemble, n'était qu'un peu d'écume, objet confus, et propre à faire honneur à un coup de hasard; objet informe, qui ne demande qu'un peu de couleur blanchâtre échappée au pinceau, sans aucune figure précise, ni aucune correction de dessin. Quelle comparaison de cette écume avec tout un dessin d'histoire suivie, où l'imagination la plus féconde et le génie le plus hardi, étant soutenus par la science des règles, suffisent à peine pour exécuter ce qui compose un tableau excellent ?

Je ne puis me résoudre à quitter ces exemples, sans prier le lecteur de remarquer que les hommes les plus sensés ont naturellement une peine extrême à croire que les bêtes n'aient aucune connaissance, et qu'elles soient de pures machines. D'où vient cette répugnance invincible en tant de bons esprits ? C'est qu'ils supposent avec raison que des mouvements si justes, et d'une si parfaite mécanique, ne peuvent se faire sans quelque industrie, et que la matière seule, sans art, ne peut faire ce qui marque tant de connaissance. On voit par là que la raison la plus droite conclut naturellement que la matière seule ne peut, ni par les lois simples du mouvement, ni par les coups capricieux du hasard, faire des animaux qui ne soient que de pures machines. Les philosophes mêmes qui n'attribuent aucune connaissance aux animaux ne peuvent éviter de reconnaître que ce qu'ils supposent aveugle et sans art, dans ces machines, est plein de sagesse et d'art dans le premier moteur qui en a fait les ressorts et qui en a réglé les mouvements. Ainsi les philosophes les plus opposés reconnaissent également que la matière et le hasard ne peuvent produire, sans art, tout ce qu'on voit dans les animaux.

## CHAPITRE II.

Preuves de l'existence de Dieu, tirées de la considération des principales merveilles de la nature.

Après ces comparaisons, sur lesquelles je prie le lecteur de se consulter simplement soi-même, sans raisonner, je crois qu'il est temps d'entrer dans le détail de la nature. Je ne prétends pas la pénétrer tout entière : qui le pourrait ? Je ne prétends même entrer dans aucune discussion de physique : ces discussions supposeraient certaines connaissances approfondies que beaucoup de gens d'esprit n'ont jamais acquises ; et je ne veux leur proposer que le simple coup d'œil de la face de la nature ; je ne veux leur parler que de ce que tout le monde sait, et qui ne demande qu'un peu d'attention tranquille et sérieuse.

Arrêtons-nous d'abord au grand objet qui attire nos premiers regards, je veux dire la structure générale de l'univers. Jetons les yeux sur cette terre qui nous porte ; regardons cette voûte immense des cieux qui nous couvre, ces abîmes d'air et d'eau qui nous environnent, et ces astres qui nous éclairent. Un homme qui vit sans réflexion ne pense qu'aux espaces qui sont auprès de lui, ou qui ont quelque rapport à ses besoins : il ne regarde la terre entière que comme le plancher de sa chambre, et le soleil qui l'éclaire pendant le jour que comme la bougie qui l'éclaire pendant la nuit : ses pensées se renferment dans le lieu étroit qu'il habite. Au contraire, l'homme accoutumé à faire des réflexions étend ses regards plus loin, et considère avec curiosité les abîmes presque infinis dont il est environné de toutes parts. Un vaste royaume ne lui parait alors qu'un petit coin de la terre ; la terre elle-même n'est à ses yeux qu'un point dans la masse de l'univers ; et il admire de s'y voir placé, sans savoir comment il y a été mis.

Qui est-ce qui a suspendu ce globe de la terre, qui est immobile ? qui est-ce qui en a posé les fondements ? Rien n'est, ce semble, plus vil qu'elle ; les plus malheureux la foulent aux pieds. Mais c'est pourtant pour la posséder qu'on donne tous les plus grands trésors. Si elle était plus dure, l'homme ne pourrait en ouvrir le sein pour la cultiver ; si elle était moins dure, elle ne pourrait le porter ; il enfoncerait partout, comme il enfonce dans le sable ou dans un borbier. C'est du sein inépuisable de la terre que sort tout ce qu'il y a de plus précieux. Cette masse informe, vile et grossière, prend toutes les formes les plus diverses, et elle seule devient tour à tour tous les biens que nous leur demandons : cette boue si sale se transforme en mille beaux objets qui nous char-

William Paley

**THÉOLOGIE NATURELLE ,**  
**OU**  
**P R E U V E S**  
**DE L'EXISTENCE ET DES ATTRIBUTS**  
**DE LA DIVINITÉ.**

---

**.CHAPITRE PREMIER.**

*Une invention suppose un inventeur.*

**S**I en traversant un désert, je marchois sur une pierre, et que je me demandasse comment cette pierre se trouve là, je pourrois m'en rendre compte d'une manière passablement satisfaisante, en me disant que de tout temps cette pierre a été dans ce lieu. Il ne seroit pas facile, je crois, de démontrer l'absurdité de cette réponse. Supposons qu'au lieu d'une pierre, j'eusse trouvé une montre, la réponse qu'elle a été de tout temps dans le même endroit ne seroit pas admissible. Cependant, pourquoi cette différence? pourquoi la même réponse n'est-elle pas applicable? Parce qu'à l'examen de cette

machine je découvre , ce que je n'avois pas pu découvrir dans la pierre , savoir : que ses diverses parties sont faites les unes pour les autres , et dans un certain but ; que ce but est le mouvement , et que ce mouvement tend à nous indiquer les heures. Je découvre encore , en examinant la montre , que si ses parties avoient toute autre forme que celle qu'elles ont , ou qu'elles fussent arrangées de toute autre manière que celle qu'on leur a donnée , la montre ne rempliroit pas l'objet auquel elle est destinée. Je vois un ressort qui est le principe du mouvement. Je vois un nombre de roues , et une suite d'engrenages qui communiquent le mouvement de la fusée au balancier et du balancier aux aiguilles. Je vois que les calibres de ces roues sont mesurés de manière à ce que les aiguilles se meuvent avec une parfaite régularité sur le cadran , dans un temps donné. Je vois que les roues sont d'un métal qui ne prend pas la rouille , que les ressorts sont faits avec la substance la plus élastique. Je vois que le cadran est recouvert d'une matière transparente , afin qu'on puisse observer la position des aiguilles , sans ouvrir la montre.

Une fois le mécanisme saisi , la conséquence des faits me paroît évidente. Il faut que cette

machine ait été faite par un ouvrier : il faut qu'il ait existé un ouvrier, ou plusieurs, qui aient eu en vue le résultat que j'observe, lorsqu'ils ont fabriqué cette montre.

La conséquence dont je parle ne seroit pas moins inévitable, lorsque nous n'aurions jamais vu fabriquer de montre, et que nous n'aurions jamais connu d'artiste capable d'en faire une, lors même que nous ne pourrions pas nous représenter de quelle manière il est possible qu'une telle machine ait été faite : car cette difficulté est la même que celle que nous trouvons à expliquer certains produits des arts de l'antiquité, ou encore que celle qu'éprouve la plus grande partie des hommes pour se rendre compte de la manière dont se travaillent les objets les plus curieux des manufactures modernes. Sur un million d'hommes, y en a-t-il un, par exemple, qui sache comment on s'y prend pour tourner ovale ? L'ignorance, dans ce genre, n'a d'autre effet que de nous donner plus d'admiration pour l'ouvrier, mais elle ne sauroit nous conduire à douter que cet ouvrier ait existé. Or le raisonnement demeure exactement le même, soit qu'il s'agisse d'un agent humain, ou que cet agent ait une nature, et des attributs différens.

Si la montre ne va pas toujours bien, ou si, même, elle va rarement très-bien, le raisonnement n'en sera pas moins bon. Le but de la machine et le dessein de l'ouvrier demeureroient évidens, quelle que fût la manière dont nous essaierions d'expliquer l'irrégularité du mouvement de la machine. Il n'est point nécessaire qu'une machine soit sans défauts pour qu'on puisse découvrir dans quel but elle a été faite ; mais surtout cette perfection n'est point du tout nécessaire pour que l'on découvre que l'ouvrier a eu un but quelconque en la faisant.

Le raisonnement ne se trouveroit nullement affoibli s'il y avoit quelques parties de la montre sur l'usage desquelles, dans les fonctions de la machine, nous nous trouvassions embarrassés, ou si même nous ne pouvions pas être sûrs que certaines parties fussent nécessaires au mouvement de l'ensemble. Si la perte ou le dérangement de certaines pièces amenoit la cessation du mouvement, ou son altération, l'utilité de ces pièces nous seroit pleinement démontrée, quoique nous fussions incapables de saisir l'enchaînement de causes et d'effets qui rend ces pièces nécessaires. Or, plus la machine est compliquée, plus aisément il y a lieu à cette ignorance de notre part. S'il y avoit dans la

montre certaines pièces qui nous parussent superflues, et indépendamment desquelles il nous fût démontré qu'elle peut cheminer, l'existence de ces parties superflues ne détruirait point le raisonnement que nous aurions fait sur l'utilité des autres : l'évidence d'un dessein chez l'ouvrier subsisterait dans toute sa force.

Un homme dans son bon sens pourroit-il se contenter, pour expliquer l'existence de la montre, de l'assertion que cette montre est un produit du hasard ? que le corps trouvé dans ce lieu doit être distingué par une configuration intérieure quelconque, et que cette configuration a pu être celle d'une montre, comme toute autre ?

Quelqu'un pourroit-il être satisfait, pour expliquer l'existence de la machine, de l'assertion qu'il y a naturellement dans les choses un principe d'ordre, et que ce principe d'ordre a donné à toutes les parties de la montre leur forme et leur situation relative ? Peut-on se faire une idée nette de ce que c'est qu'un principe d'ordre qui crée une machine telle qu'une montre, indépendamment d'un ouvrier intelligent.

Quel est l'homme raisonnable qui ne seroit pas surpris d'entendre dire que le mécanisme de la montre n'est point une preuve d'invention,

mais que ce mécanisme est le résultat nécessaire des lois de la *nature métallique*. C'est un abus des mots que d'assigner une loi quelconque comme la cause efficiente d'un résultat. Une loi suppose nécessairement un agent, puisqu'elle n'est que le mode selon lequel l'agent procède. Elle suppose une puissance, puisqu'elle n'est que l'ordre selon lequel cette puissance agit. Sans cet agent, sans cette puissance (qui l'un est l'autre sont distincts de la loi), la loi ne peut rien, et même elle n'est rien. L'expression que je viens d'employer, de *nature métallique* peut paroître bizarre; mais le philosophe qui la condamne en emploie lui-même qui ne sont pas plus claires : *les lois de la nature animale*, *les lois de la nature végétale*, ou même *les lois de la nature* (en supposant l'exclusion d'un agent et d'une puissance) sont des expressions tout aussi vagues et inintelligibles.

Enfin, l'observateur qui a trouvé la montre, et qui raisonne d'après les faits, ne sera point ébranlé dans sa croyance qu'il a existé un ouvrier fabricant de cette machine, lorsqu'on lui objectera qu'il ne peut pas le savoir. Il en sait assez pour raisonner comme il le fait. Il sait que cette machine a été faite dans un certain

but. Il sait que les moyens sont adaptés à l'effet. Cela lui suffit pour fonder son raisonnement. Son ignorance et ses doutes sur certains détails n'empêchent point qu'il ne soit parfaitement sûr que cette montre est l'ouvrage d'un ouvrier intelligent. Il sent bien qu'il ne comprend pas tout, mais il n'a aucun doute sur le point essentiel.

Supposons maintenant que celui qui a trouvé la montre découvre, qu'en outre de toutes les propriétés qu'il a observées dans cette machine, elle possède la faculté singulière de reproduire une autre montre toute semblable. Supposons qu'il découvre que la montre renferme tout un appareil dans lequel se travaillent les instrumens destinés à créer d'autres montres, par le seul effet spontané du mouvement existant : quelle influence cette découverte aura-t-elle sur son jugement ?

Il admirera probablement de plus en plus la beauté de l'invention et l'art de l'inventeur. Soit qu'il considère le but, soit qu'il arrête son attention sur les moyens, qu'il examine l'action et la réaction des diverses parties dont il est capable de saisir le mécanisme, il trouve de nouvelles raisons de rapporter cet ouvrage à un art merveilleux, et à une singulière intelligence.

L'observateur distinguera aisément que si la

montre qu'il a sous les yeux a la faculté de faire des montres semblables à elle, cette faculté est très-différente de l'art d'un ouvrier qui invente et exécute. La montre qui en crée une autre n'a aucune part à l'ordonnance et à l'arrangement des diverses parties qui constituent celle-ci. On pourroit dire dans un certain sens que l'eau d'un ruisseau moule le grain; mais il seroit absurde de dire que l'eau du ruisseau a construit le moulin : nous ne pourrions jamais former cette conjecture lors même que nous ne saurions comment nous rendre compte de l'origine de cette construction. Quelle est la part qu'a le courant d'eau à la mouture du grain? Une impulsion sans intelligence, dirigée sur un mécanisme ordonné et exécuté avec intelligence, produit un certain effet qui est la mouture du grain. Mais l'effet résulte de l'arrangement des parties. On ne peut pas dire que le ruisseau soit l'auteur de l'effet produit, encore moins de l'arrangement des parties de cet ensemble. Il est clair qu'il a fallu une intelligence, un plan pour inventer, ordonner et exécuter le moulin, quoique l'impulsion aveugle du courant d'eau soit nécessaire pour lui faire remplir l'objet auquel il a été destiné, tout comme le mouvement machinal de la montre est nécessaire pour la création d'une montre nouvelle.

Si donc il est peu probable que la montre trouvée par notre observateur soit sortie elle-même des mains de l'ouvrier, il n'en est pas moins évident que la première montre qui a donné naissance aux autres, a été l'ouvrage d'un ouvrier intelligent : quant au dessein, le raisonnement subsiste dans toute sa force. Nous avons mille questions à faire sur les causes des rapports qui existent entre les diverses parties de la montre ; et on ne répond à aucune de ces questions en disant que cette machine procède d'une autre machine semblable. Il n'y a point de plan sans intelligence, point d'invention sans inventeur, point d'ordre qui ne demande un choix, point de dépendance de diverses parties vers un certain ensemble de résultats, qui ne suppose une intention éclairée. Personne donc ne peut raisonnablement admettre que la véritable cause de ce mécanisme admirable de la montre, soit un mouvement aveugle. Chacun voit avec évidence qu'un simple mouvement machinal ne peut pas disposer les différentes parties, leur assigner leurs fonctions, faire concourir celles-ci vers un but, et rendre le résultat utile à d'autres êtres. Il n'y a rien d'expliqué encore, quant à l'origine première, lorsqu'on a découvert qu'une montre produit une montre.

On ne fait que reculer la difficulté en disant que le mécanisme de la montre trouvée procède d'un mécanisme semblable ; celui-ci d'un précédent, et ainsi en remontant indéfiniment. On est toujours également embarrassé à expliquer l'invention, et l'inventeur. Si la difficulté s'affoiblissoit un peu en remontant de montres en montres, on finiroit par la surmonter, à force de multiplier les suppositions de remplacement : il n'y a aucune différence quelconque, quant à la solution du problème, soit qu'on suppose une succession finie, ou une succession infinie. Une chaîne composée d'un nombre infini de chaînons ne peut pas mieux se soutenir par elle-même qu'une chaîne composée d'un nombre fini de chaînons. Quoique nous n'ayons jamais fait cette expérience, nous en avons la parfaite certitude, parce que nous sentons très-bien qu'en décuplant ou en centuplant le nombre des chaînons, nous ne faisons point un seul pas vers la solution de la difficulté. Tel est le cas dont il s'agit. La machine que nous avons sous les yeux, démontre par sa construction un invention et un dessein. L'invention suppose un inventeur, et le dessein un être intelligent, soit que le mécanisme procède immédiatement, ou non, d'un autre mécanisme semblable.

La question n'est pas seulement de savoir pourquoi et comment la montre existe; le point à éclaircir, la difficulté à laquelle nous ne pouvons pas échapper, c'est l'invention et le dessein de cette machine : de quelque manière qu'on s'y prenne, il faut toujours remonter à un agent doué d'intelligence.

Notre observateur réfléchira que l'agent créateur de la première montre a réellement fait toutes celles qui sont procédées de cette première; car fabriquer une seconde et une troisième montre par les instrumens nécessaires à cet ouvrage, ou bien faire en sorte que le mécanisme produise une nouvelle montre, c'est une seule et même chose, quant à l'intelligence, à cela près qu'il y a un art bien plus admirable dans cette faculté de reproduction indéfinie communiquée par l'inventeur. Il semble donc que l'admiration de l'observateur ne peut que s'accroître par cette découverte. Que diroit-on si, au lieu de s'étonner et d'admirer davantage, cet observateur concluait de sa découverte nouvelle, qu'il n'y a ni art ni invention dans la montre? C'est pourtant là précisément le raisonnement des athées.

## CHAPITRE II.

*Il y a évidemment un dessein dans les ouvrages de la Nature.*

**J'**AI dit que le raisonnement de celui qui nie l'art et l'invention dans la montre étoit précisément le raisonnement des athées ; car l'évidence d'un dessein se retrouve dans les ouvrages de la nature , comme dans l'ouvrage d'une montre , avec cette différence que les œuvres de la nature sont plus variées et plus admirables , dans une proportion qui excède tout calcul.

Sans doute l'invention et l'exécution dans les ouvrages de la nature , surpassent infiniment tous les produits de l'art ; mais dans un très-grand nombre de cas , le dessein et l'application des moyens au but n'y sont pas moins évidens que dans les machines qui sortent de la main des hommes.

Je ne connois pas de meilleur moyen de préparer l'esprit à la contemplation d'un aussi vaste sujet , que de comparer d'abord un objet individuel avec un autre. Je vais donc comparer l'œil humain , avec une lunette d'approche.

**Hume**  
*Dialogues sur la religion naturelle*

**IIe partie**

– Il faut que j’avoue, dit Déméa à Cléanthe, que rien ne m’a causé une plus grande surprise que la manière dont vous avez exposé cet argument. D’après toute la suite de votre discours, on imaginerait que vous vouliez défendre l’existence d’un Dieu contre les sophismes des athées et des mécréants, et que vos raisonnements vous conduiraient à devenir le champion de ce principe fondamental de toute religion. Mais ce point, je l’espère, n’est aucunement un de ceux qu’on puisse mettre en question parmi nous. Je suis persuadé qu’il n’est pas d’homme, ou du moins d’homme doué du sens commun, qui ait jamais conservé sérieusement quelque doute sur une vérité si certaine et si évidente. Il ne s’agit pas de l’existence mais de la nature de Dieu. Quant à cette nature de Dieu, je puis assurer qu’à raison de la faiblesse de l’entendement humain, elle est absolument incompréhensible et inconnue pour nous. L’essence de cet esprit suprême, ses attributs, sa manière d’exister, la nature même de sa durée, toutes ces choses et toutes les particularités relatives à cet Être divin sont des mystères pour l’esprit humain. Créatures bornées, aveugles et faibles, notre lot est de nous humilier devant son auguste présence, de lui faire l’aveu de nos faiblesses, d’adorer en silence ses perfections infinies, que l’œil n’a jamais vues, l’oreille n’a jamais entendues, et que l’esprit de l’homme n’a jamais pu concevoir. Un nuage épais les dérobe à la curiosité humaine ; c’est un crime que d’oser percer ce voile sacré, et c’est être presque aussi impie que ceux qui nient son existence que de porter un œil téméraire sur sa nature, son essence, ses décrets et ses attributs.

Mais de peur que vous n’imaginiez que ma piété égare ma philosophie, je soutiendrai mon opinion, si toutefois elle a besoin d’être soutenue, d’une très grande autorité. Je pourrais en appeler à presque tous les théologiens qui, depuis la fondation du Christianisme, ont traité quelque sujet de théologie. Mais je me bornerai maintenant à un auteur également célèbre, et comme chrétien et comme philosophe. C’est le Père Malebranche, qui, si je m’en rappelle bien, l’écrit dans la Recherche de la Vérité : « On ne doit pas tant appeler Dieu un esprit pour montrer positivement ce qu’il est que pour signifier qu’il n’est pas matériel. C’est un être infiniment parfait, on n’en peut pas douter. Mais de même qu’il ne faut pas s’imaginer qu’il doive avoir la figure humaine, comme faisaient les anthropomorphites à cause qu’elle nous paraît la plus parfaite, quand même nous le supposerions corporel, il ne faut pas aussi penser que l’esprit de Dieu ait des pensées humaines et que son esprit soit semblable au nôtre, à cause que nous ne connaissons rien de plus parfait que notre esprit. Il faut plutôt croire que, comme Il renferme dans Lui-même les perfections de la matière sans être matériel, puisqu’il est certain que la matière a rapport à quelque perfection qui est en Dieu, Il comprend aussi les perfections des esprits créés sans être esprit de la manière que nous concevons les esprits, que son nom véritable est : Celui qui est, c’est-à-dire l’Être sans restriction, tout être infini et universel. »

– Après nous avoir produit une si grande autorité, répondit Philon à Déméa, sans compter un millier d’autres qu’il vous se rait également facile de produire, je me rendrais ridicule, si je vous exposais mes sentiments ou si j’accordais formellement mon suffrage à votre doctrine. Mais certainement, quand des hommes raisonnables discutent de pareils sujets, il ne peut jamais être question de l’existence, mais seulement de la nature de Dieu. La première de ces vérités, comme vous l’observez très bien, est incontestable et porte l’évidence avec soi. Rien n’existe sans cause, et la cause primitive de l’univers, quelle qu’elle soit, nous l’appelons Dieu, et nous lui attribuons pieusement toutes sortes de perfections. Quiconque nie cette vérité fondamentale, mérite tous les châtements que l’on peut infliger parmi des philosophes, savoir le ridicule, le mépris et la condamnation. Mais comme toutes ces perfections sont entièrement relatives, nous ne devons jamais imaginer que nous comprenons les attributs de cet Être divin, ni supposer que ces perfections ont quelque analogie ou ressemblance avec les qualités des créatures humaines. Nous lui attribuons avec raison la sagesse, la pensée, le dessein, l’intelligence, parce que ces mots sont honorables par mi les hommes, et parce que nous n’avons pas d’autre langage ou d’autres manières de concevoir, pour lui exprimer notre culte et nos hommages. Mais ayons soin de ne pas penser que nos idées répondent en aucune manière à ses perfections ou que ses attributs aient quelque ressemblance avec les qualités qui caractérisent l’homme. Il est infiniment supérieur à nos vues et à notre intelligence bornées ; il doit être plutôt un objet d’adoration dans les temples qu’un objet de dispute dans les écoles.

En vérité, Cléanthe, continua-t-il, il n'est pas besoin, pour en venir à cette décision, d'avoir recours à ce scepticisme affecté qui vous déplaît si fort. Nos idées ne vont pas plus loin que notre expérience ; notre expérience ne s'étend nullement sur les opérations et les attributs de Dieu ; je n'ai pas besoin de terminer mon syllogisme ; je vous laisse le soin de tirer vous-même la conséquence. Et c'est un plaisir pour moi, j'espère aussi que c'en est un pour vous, que des raisonnements justes et une saine piété se réunissent pour la même conséquence, et qu'ils concourent à établir de concert l'ineffable et adorable nature de l'Être suprême.

– Et pour ne point perdre de temps en circonlocutions, reprit Cléanthe en s'adressant à Déméa, encore moins pour répondre aux pieuses déclamations de Philon, j'expliquerai en peu de mots comment je conçois cette matière. Jetez les yeux autour du monde, regardez-le dans son ensemble et dans ses parties : vous trouverez qu'il n'est qu'une grande machine divisée en un nombre infini de moindres machines, qui se subdivisent encore à un degré que les sens et l'intelligence de l'homme ne peuvent ni tracer ni expliquer. Toutes les machines diverses, et même leurs parties les plus déliées sont adaptées les unes aux autres avec une exactitude qui ravit en admiration tous les hommes qui les ont contemplées. La manière curieuse dont les moyens s'adaptent aux fins, dans toute l'étendue de la nature, ressemble exactement, quoiqu'elle les surpasse de beaucoup, aux ouvrages sortis de la main des hommes, aux résultats de leurs desseins, de leur pensée, de leur sagesse et de leur intelligence. Puisque les effets se ressemblent l'un à l'autre, nous avons droit d'inférer, par les lois de l'analogie, que les causes se ressemblent aussi, et que l'auteur de la nature est en quelque façon semblable à l'homme, quoiqu'il soit doué d'attributs bien plus relevés à proportion de la grandeur de l'ouvrage dont Il est l'auteur. Par cet argument a posteriori et par cet argument seul, nous prouvons en même temps l'existence de Dieu et sa ressemblance avec l'esprit et l'intelligence de l'homme. – Je prendrai, dit Déméa à Cléanthe, la liberté de vous dire que, dès vos premières paroles, je ne pouvais approuver la conséquence que vous tirez pour déduire la ressemblance de l'Être suprême avec l'homme ; encore moins puis-je approuver les moyens que vous employez pour l'établir. Eh quoi ! Point de démonstration de l'existence de Dieu ! Point d'arguments abstraits ! Point de preuves a priori ! Celles sur lesquelles les philosophes ont si fort insisté ne sont-elles que des fourberies et des sophismes ? Pouvons-nous aller plus loin dans ce sujet que l'expérience et la probabilité ? Je ne dirai pas que c'est là trahir la cause de la divinité, mais il est certain que par cette candeur affectée vous donnez aux athées des avantages qu'ils ne pourraient jamais obtenir par la seule force des arguments et des raisonnements.

– Ce qui m'arrête principalement dans ce sujet, dit Philon, ce n'est pas tant le fait que Cléanthe ramène à l'expérience tous les arguments en faveur de la religion, mais que dans une espèce inférieure, ils ne paraissent pas même les plus certains et les plus incontestables. Nous avons observé mille et mille fois qu'une pierre tombe, que le feu brûle, que la terre a de la solidité ; et quand on nous offre un nouvel exemple de ces choses, nous en tirons sans hésiter les conséquences accoutumées. La ressemblance exacte des mêmes circonstances nous donne une assurance parfaite d'un événement semblable. On ne désire, on ne cherche jamais des preuves plus fortes. Mais partout où vous vous écartez, tant soit peu, de la comparaison des circonstances, vous diminuez la force des preuves à proportion, ce qui peut vous conduire à la fin à la faible ressource de l'analogie qui est, de l'aveu général, sujette à l'erreur et à l'incertitude. Après avoir découvert la circulation du sang dans le corps de l'homme, nous ne doutons plus qu'elle ne se rencontre également dans Titius et Maevius ; mais de ce que cette circulation existe dans les grenouilles et les poissons, c'est seulement une présomption, quoique forte à la vérité, que, par l'analogie, elle doit se rencontrer dans les hommes et dans les autres animaux. Les raisonnements par l'analogie sont encore plus faibles, quand nous inférons la circulation de la sève dans les végétaux, parce que nous avons découvert que le sang circule dans les animaux, et ceux qui ont adopté trop vite cette analogie imparfaite, ont eu, après des expériences plus exactes, la douleur de voir qu'ils s'étaient trompés.

En voyant une maison, nous en inférons avec la plus grande certitude qu'elle a eu un architecte ou un maçon, parce que c'est là précisément l'espèce d'effet que nous avons vu procéder de la même espèce de cause. Mais vous ne pouvez pas affirmer que l'univers ait tant de ressemblance avec une maison que nous puissions en attribuer la structure à une cause semblable, ou que l'analogie se trouve ici entière et complète. La différence est si frappante que toutes les conséquences que vous pouvez en tirer, se bornent à des conjectures, à des présomptions sur une cause semblable : je vous laisse à juger comment cette idée sera reçue dans le monde.

– Elle serait très mal reçue, répliqua Cléanthe, et je mériterais d’être blâmé et détesté, si je vous accordais que les preuves de la divinité se réduisent à des conjectures ou à des présomptions. Mais l’adaptation complète des moyens aux fins dans l’univers ainsi que dans une maison formerait-elle une si faible analogie ? L’économie des causes finales l’est-elle ? L’ordre, la proportion, l’arrangement de chaque partie, sont-ce là des analogies si faibles ? Les marches d’un escalier sont visiblement imaginées pour les jambes de l’homme qui doit les monter. Et cette induction est certaine et même infaillible. Les jambes de l’homme sont également faites pour aller et monter, et j’avoue que cette induction n’est pas tout à fait aussi certaine, à raison de la différence que vous y remarquez ; mais serait-ce être juste que de ne voir dans cela qu’une présomption ou une conjecture ?

– Juste ciel ! s’écria Déméa, en interrompant Cléanthe, où en sommes-nous ? Les défenseurs zélés de la religion avouent que les preuves relatives à l’Être suprême sont bien éloignées d’une évidence parfaite ! Et quant à vous, Philon, sur qui je me confiais, pour prouver le mystère adorable de la nature divine, adoptez-vous toutes les opinions extravagantes que Cléanthe vient de nous débiter ? Je ne saurais leur donner d’autres noms. Pourrais-je m’abstenir de proscrire, quand de pareils principes sont exposés, quand ils sont soutenus par une autorité si imposante devant un jeune homme tel que Pamphile ?

– Vous ne paraissez pas faire attention, répondit Philon à Déméa, que je combats Cléanthe sur son propre terrain, et qu’en lui montrant les conséquences dangereuses de ses opinions, j’espère le ramener à la nôtre. Mais je pense que ce qui vous tient le plus à cœur est l’exposition que Cléanthe a faite de cet argument a posteriori. Et voyant que cet argument est près d’échapper à votre prise et de se perdre dans les airs, vous le croyez si compliqué que vous devez avoir de la peine à croire qu’il est exposé dans son vrai jour. A quel point que je puisse actuellement m’écarter, à d’autres égards, des principes dange reux de Cléanthe, je dois cependant avouer qu’il a exposé cet argument de la manière la plus favorable, et je tâcherai de vous éclaircir la matière de façon qu’il ne vous restera plus le moindre nuage sur ce sujet.

Si un homme faisait abstraction de toutes les choses qu’il connaît ou qu’il a vues, il serait absolument incapable, unique ment d’après les idées qu’il aurait à lui, de déterminer quelle espèce de scène l’univers représente ou de donner à un état ou à une position de choses la préférence sur d’autres. Car, comme aucune des choses qu’il conçoit clairement ne pourrait passer pour impossible ou contradictoire, toutes les chimères de son imagination seraient au même niveau. Il ne pourrait même jamais donner de bonne raison, pourquoi il adopterait préférablement une idée ou un système, et pourquoi il en rejeterait d’autres qui sont également possibles.

D’ailleurs, quand il jette les yeux et considère le monde tel qu’il est, il ne lui est pas possible d’assigner d’abord la cause d’aucun événement, encore moins de l’ensemble des choses ou de l’univers. Il pourrait laisser errer son imagination ; peut-être le conduirait-elle à une variété infinie d’exposés et de représentations. Toutes ces choses seraient possibles, mais étant toutes également possibles, jamais il ne pourrait de lui-même rendre une raison satisfaisante de la préférence qu’il accorde à l’une sur les autres. L’expérience seule peut lui indiquer la vraie cause d’un phénomène quelconque.

Il suit, à présent, d’après cette méthode de raisonner, dit Philon à Déméa, et c’est même une chose avouée facilement par Cléanthe lui-même, que l’ordre, l’arrangement ou la disposition des causes finales ne prouvent pas par eux-mêmes un dessein, mais seulement autant que l’expérience aurait montré qu’ils résultent de ce principe. D’après ce qu’il nous est donné de connaître a priori, la matière peut contenir originairement la cause ou la source de l’ordre, comme l’esprit la contient. Il n’est pas plus difficile de concevoir que les différents éléments mis en action par une cause intérieure et inconnue peuvent se combiner de manière à former l’ordre le plus admirable, que de concevoir que leurs idées écloses dans le sein de l’esprit universel et déterminées également par une cause intérieure et inconnue se sont combinées pour cet ordre. Il est certain que ces deux suppositions sont également possibles. Mais s’il faut en croire Cléanthe, l’expérience nous montre qu’on y trouve quelque différence. Jetez ensemble quelques morceaux d’acier sans figure et sans forme, vous ne les verrez jamais se combiner ensemble de manière à former une montre ; des pierres, du mortier et du bois ne formeront jamais une maison sans un architecte. Mais nous voyons que, dans l’esprit humain, les idées se combinent suivant une économie inconnue, inexplicable, de manière à former le plan d’une montre ou d’une maison. L’expérience prouve donc qu’il y a dans l’esprit et non pas dans la matière un principe primitif d’ordre. De pareils effets donnent lieu d’inférer des causes semblables. Les rapports

des moyens aux fins sont égaux dans l'univers ainsi que dans une machine qui sort de la main de l'homme. Les causes doivent donc se ressembler.

Je dois avouer que cette ressemblance que l'on assure se rencontrer entre Dieu et les créatures humaines m'a d'abord révolté, et je dois la regarder comme une hypothèse qui dégrade si fort l'Être suprême qu'un bon théiste ne saurait la soutenir. Je vais donc m'efforcer, mais avec votre secours, Déméa, de défendre ce que vous avez raison d'appeler l'adorable obscurité de la nature divine ; et je vais réfuter ce raisonnement de Cléanthe, pourvu qu'il avoue que je l'ai exposé dans son vrai jour.

Cléanthe convint que l'exposition était fidèle. Philon, après avoir repris haleine, suivit le fil de son discours.

– Je ne m'obstinerai pas maintenant à disputer, dit-il à Cléanthe, que toutes les inductions relatives à des faits sont fondées sur l'expérience, et que tous les raisonnements faits d'après l'expérience sont fondés sur cette supposition, que des causes semblables supposent des effets semblables, ainsi que des effets semblables supposent des causes semblables. Je vous conjure seulement d'observer avec quel excès de précaution tous les bons logiciens procèdent, quand il est question de transporter des expériences à des cas semblables. A moins que ces cas ne soient parfaitement semblables, ils n'osent transporter avec une confiance entière l'application de leurs premières observations à des phénomènes particuliers. Le moindre changement dans les circonstances excite quelque doute touchant l'événement. Ils font aussitôt de nouvelles expériences pour s'assurer si les nouvelles circonstances ne sont pas importantes et ne peuvent pas tirer à conséquence. Une différence dans la masse, la situation, l'arrangement, l'âge, la température de l'air ou la disposition des corps ambiants, peut occasionner les conséquences les plus imprévues. A moins que les objets ne nous soient bien familiers, c'est le comble de la témérité d'attendre avec certitude, d'après une de ces différences, un événement semblable à ceux qui étaient auparavant les objets de nos observations. Et c'est dans cette occasion plus que dans toute autre que les pas lents et réfléchis du philosophe se distinguent de la marche précipitée du vulgaire, qui, se laissant entraîner par la plus légère ressemblance, est incapable d'attention et de jugement.

Oseriez-vous penser, Cléanthe, que vous avez conservé cette tournure philosophique d'esprit et ce flegme qui vous caractérise, lorsque, par une résolution extrême, vous avez pu comparer des maisons, des navires, des ameublements et des machines à l'univers, et lorsque, d'après une ressemblance dans quelques circonstances, vous en avez inféré une ressemblance dans leurs causes ? **La pensée, le dessein, l'intelligence que nous découvrons dans les hommes et dans les animaux, ne sont qu'un seul des principes ou sources de l'univers, ainsi que le chaud, le froid, l'attraction, la répulsion et cent autres accidents qui sont tous les jours les objets de nos observations. C'est une cause active, par laquelle certaines portions particulières de la nature produisent, comme nous le voyons, des différences dans d'autres parties. Mais est-il raisonnable de transporter au tout une conséquence qui n'est tirée que des parties ? Est-ce qu'une si grande disproportion n'arrête pas toute induction et toute comparaison ? Des observations faites sur l'accroissement d'un cheveu peuvent-elles nous donner des lumières sur la génération de l'homme ?** Quand nous connaîtrions parfaitement la manière dont les feuilles se reproduisent et se développent, en serions-nous plus éclairés sur la végétation d'un arbre ?

En accordant même que nous devrions prendre les opérations d'une partie de la nature sur une autre pour le fondement de nos jugements sur l'origine du monde (ce qu'il est impossible d'admettre), pourquoi choisir un principe aussi léger, aussi faible, aussi borné que l'est la raison et l'intelligence d'un animal de la planète sur laquelle nous vivons ? Quelle prérogative particulière ce petit mouvement du cerveau, que nous appelons pensée, a-t-il acquise, pour devenir exclusivement le modèle de tout l'univers ? Les préjugés dont nous sommes imbus en notre faveur nous l'offrent, il est vrai, dans toutes les occasions, mais la saine philosophie devrait nous mettre soigneusement en garde contre une illusion si naturelle.

Bien loin d'admettre, continua Philon, que les opérations d'une partie puissent nous fournir de justes conséquences sur l'origine du tout, je ne vous accorderai pas même qu'une partie puisse former une règle pour une autre partie, si cette dernière est bien éloignée de la première. Quel motif raisonnable avons-nous de conclure que les habitants des autres planètes possèdent la pensée, l'intelligence, la raison ou quelque chose de semblable à ces facultés de l'homme ? Tandis que la nature a si excessivement varié sa manière d'opérer dans ce petit globe, pouvons-nous imaginer qu'elle ne fait que se copier elle-même dans l'immensité de l'univers ? Et si la pensée, comme nous

pouvons le supposer, est affectée exclusivement à ce petit coin et ne s'y déploie que dans une sphère si limitée, quelle raison particulière avons-nous de la peindre comme la cause primitive de toutes choses ? Les vues étroites d'un paysan, qui proposerait la manière dont il conduit sa famille pour règle de l'administration des royaumes, seraient en comparaison moins absurdes et plus pardonnables.

Mais encore, quand nous aurions une certitude aussi grande que l'on peut trouver dans l'univers entier la pensée et la raison, telles qu'elles se rencontrent dans l'homme, et qu'elles se déploient ailleurs avec une activité beaucoup plus grande et plus impérieuse qu'elles ne paraissent le faire sur ce globe, je ne puis cependant voir comment les opérations d'un monde arrangé, disposé, organisé, peuvent être rapportées à un monde qui est encore dans l'état d'embryon et s'avance vers cet état d'organisation et d'ordre. Nos observations nous ont donné quelques lumières sur l'économie, l'action et la nutrition d'un animal parvenu à son accroissement ; mais ce n'est qu'avec une grande précaution que nous pouvons transporter cette observation à l'accroissement d'un fœtus qui n'est pas né, et encore moins à la formation des animalcules dans la semence du mâle. Avec notre expérience, toute bornée qu'elle est, nous voyons que la nature possède un nombre infini d'éléments, de ressorts et de principes qui se découvrent à chaque changement de position et de situation. Et ce serait le comble de la témérité que de prétendre déterminer quels principes nouveaux et inconnus pourraient la mettre dans une situation aussi nouvelle et inconnue que le serait celle de la formation d'un univers.

Il n'y a qu'une très petite partie de ce grand système qui nous ait été découverte depuis peu, et très imparfaitement. Et nous pourrions nous flatter d'en tirer des décisions concernant l'origine du tout ?

Le beau raisonnement ! La pierre, le bois, les briques, le fer, le cuivre n'ont pas encore acquis, sur le petit globe terrestre, un ordre ou un arrangement sans l'art et le travail de l'homme. Et l'on en conclut que l'univers ne pouvait acquérir une organisation et de l'ordre, sans quelque chose de semblable au travail humain ! Une partie de la nature serait-elle donc une règle pour une autre partie bien éloignée de la première ? Serait-elle une règle pour le tout ? Une petite partie serait-elle une règle pour l'univers ? La nature dans une situation peut-elle servir de règle sûre pour la nature dans une situation bien différente de la première ?

Et pouvez-vous me blâmer, Cléanthe, si j'imite ici la sage réserve de Simonide. L'histoire dont je veux parler est bien connue. Hiéron, tyran de Syracuse, pria le philosophe de lui dire ce que c'est que Dieu. Il demanda pour y penser un jour, ensuite deux jours ; et de cette façon il différa toujours de répondre, sans vouloir jamais donner une description ou une définition de Dieu. Pourriez-vous me blâmer si, étant à sa place, j'avais répondu, dès la première fois, que je n'en savais rien, et que je reconnaissais qu'un sujet pareil était infiniment au-dessus de mon intelligence ? Vous auriez eu beau crier que j'étais un sceptique et un moqueur, mais, après avoir découvert dans tant d'autres sujets, beaucoup plus familiers, les imperfections et même les contradictions de la raison humaine, je n'attendrais jamais le moindre succès de ses faibles conjectures sur un sujet si sublime et si éloigné de l'étroite sphère de notre intelligence. **Quand deux espèces d'objets ont toujours paru liés l'un à l'autre, dès que je vois l'un exister, je puis, par habitude, inférer l'existence de l'autre ; c'est là ce que j'appelle un argument tiré de l'expérience. Mais qu'un raisonnement pareil puisse avoir lieu quand les objets sont, comme dans le cas présent, simples, individuels, sans parallèle ni ressemblance spécifique, c'est ce qui me paraît difficile à expliquer. Est-il un homme qui puisse me dire d'un air sérieux que l'harmonie de l'univers doit être le résultat d'un esprit et d'un art semblable à celui de l'homme, parce que nous en avons fait l'expérience ? Pour rendre ce raisonnement définitif, il faudrait que nous connussions par expérience la manière dont les mondes se forment, et certainement il ne suffit pas que nous ayons vu des navires et des cités s'élever par l'art et le génie de l'homme...**

Philon allait continuer sur ce ton animé, moitié sérieux, moitié badin, comme je crus le démêler, lorsqu'il aperçut quelques signes d'impatience sur le visage de Cléanthe. Il s'arrêta. – Ce que j'avais à vous faire apercevoir, lui dit alors Cléanthe, c'est qu'il vous plaise seulement de ne pas faire un abus des termes, ni d'employer des expressions populaires pour renverser des raisonnements philosophiques. Vous savez que le vulgaire distingue souvent la raison de l'expérience, même quand la question n'a rapport qu'à des matières de fait et de réalité, quoique, si l'on soumet la raison à une exacte analyse, il soit facile de découvrir qu'elle n'est qu'une espèce d'expérience. Il n'est pas plus contraire au discours commun de prouver par l'esprit l'origine du monde d'après l'expérience, que de prouver le mouvement de la terre par le même principe. Un sophiste pourrait former contre le système

de Copernic toutes les mêmes objections que vous avez avancées avec chaleur contre mes raisonnements. Avez-vous, dirait-il, vu d'autres terres qui aient un mouvement ? Avez-vous...

– Oui, s'écria Philon, en l'interrompant, nous avons d'autres terres. La lune n'est-elle pas une autre terre que nous voyons tourner autour de son centre ? Vénus n'est-elle pas une autre terre où nous voyons le même phénomène ? Les révolutions du soleil ne sont-elles pas, suivant l'analogie, une confirmation de la même théorie ? Toutes les planètes ne sont-elles pas des terres qui décrivent leurs orbites autour du soleil ? Les satellites ne sont-ils pas des lunes qui tournent autour de Jupiter et de Saturne et autour du soleil en suivant le mouvement de ces planètes principales ? Les analogies et les ressemblances sont, avec plusieurs autres que je ne produis pas, les seules preuves du système de Copernic, et c'est à vous qu'il appartient d'examiner si vous pouvez produire quelques analogies de la même espèce, pour étayer votre théorie.

En vérité, Cléanthe, continua-t-il, ce système moderne d'astronomie a pris tellement faveur chez tous les savants ; il est même entré comme une partie si essentielle dans nos premières études, qu'ordinairement nous ne regardons pas de bien près aux raisons sur lesquelles il est bâti. Ce n'est plus à présent que l'effet d'une pure curiosité de lire les premiers auteurs de ces systèmes, qui avaient à combattre le préjugé dans toute sa force et devaient tourner leurs arguments de tous les côtés pour les rendre convaincants et les mettre à la portée du peuple. Mais, si nous lisons les fameux dialogues de Galilée sur le système du monde, nous verrons que ce grand homme, un des plus profonds génies qui aient existé, commença par employer tous ses efforts à prouver que la distinction faite communément entre les substances élémentaires et célestes n'était appuyée sur aucun fondement solide. L'école ancienne, n'ayant pour guides que les illusions des sens, avait poussé fort loin cette distinction : elle regardait comme un principe établi que les substances célestes étaient incréées, incorruptibles, inaltérables, imperméables, et que les substances terrestres avaient toutes les qualités opposées. Mais Galilée, commençant par la lune, montra qu'elle ressemblait dans toute ses parties à la terre ; qu'elle avait sa convexité, son obscurité naturelle, quand elle n'est pas éclairée par des rayons étrangers, sa densité, ses différentes substances, solides et liquides, les variations de ses phases, les feux qu'elle lance à la terre et ceux qu'elle en reçoit, leurs éclipses mutuelles, les inégalités de la surface de la lune, etc. Après divers exemples de cette sorte, pour toutes les planètes, on vit clairement que ces corps étaient des objets propres à l'expérience et que la ressemblance de leurs natures nous autorisait à transporter de l'un à l'autre les mêmes arguments et les mêmes phénomènes.

Vous pouvez, Cléanthe, lire dans ce sage procédé des astronomes l'arrêt qui vous condamne ; ou plutôt y voir que le sujet dans lequel vous vous êtes engagé est au-dessus de la raison et des recherches de l'homme. Prétendriez-vous pouvoir me montrer une ressemblance aussi frappante entre la construction d'une maison et la formation de l'univers ? Avez-vous jamais vu la nature dans une situation qui ressemble à la première disposition des éléments ? Votre œil a-t-il vu des mondes se former ? Avez-vous eu le loisir d'observer toute la suite de ce phénomène, depuis le premier développement de l'ordre jusqu'à son entière perfection ? Si vous avez observé tout cela, produisez ce que vous avez vu, exposez votre théorie.

#### **IVe partie (extrait)**

je vais m'efforcer de vous montrer, d'une manière un peu plus claire, les inconvénients de cet anthropomorphisme, que vous avez embrassé. Et je vous prouverai qu'il n'y a pas moyen de supposer que le plan d'un monde se soit formé dans un Esprit divin, dont les idées seraient distinctes et diversement combinées, de la même manière dont un architecte forme dans sa tête le plan d'une maison qu'il a le dessein de bâtir.

Il n'est pas aisé, je l'avoue, de voir ce qu'il y a à gagner par votre supposition, soit que nous jugions de la matière par la raison, soit que nous en jugions par l'expérience. Nous sommes encore obligés de remonter plus haut, afin de trouver la cause de cette cause, que vous aviez assignée comme satisfaisante et décisive.

Si la raison (je veux parler de celle qui est l'effet de recherches a priori), si cette raison abstraite n'est pas muette sur toutes les questions relatives aux causes et aux effets, elle osera du moins prononcer cette sentence qu'un monde intellectuel ou un univers d'idées exige une cause ainsi qu'un monde matériel ou un univers d'objets. Et si ces mondes sont semblables dans leur arrangement, ils veulent aussi une cause semblable. Y a-t-il en effet dans ce sujet rien qui puisse donner lieu qu'on en infère ou

conclue quelque chose de différent ? Considérés d'une manière abstraite, ces deux mondes sont entièrement semblables ; il n'est pas de difficulté dans une de ces suppositions qui ne se rencontre également dans l'autre. Encore, quand nous voudrions absolument forcer l'expérience à prononcer sur les objets mêmes qui sont au-delà de sa sphère, ne saurait-elle, dans cette circonstance, découvrir aucune différence essentielle entre ces deux espèces de monde : elle les voit gouvernés par des principes entièrement semblables, et dépendre dans leurs opérations d'une égale variété de causes. Nous avons en petit des modèles de l'un et de l'autre monde. Notre esprit est semblable à l'un ; un corps animal ou végétal est une copie de l'autre. Que l'expérience juge donc d'après ces exemples. Rien ne paraît plus délicat que la pensée relativement aux causes dont elle est émanée ; et comme ces causes n'opèrent jamais de la même manière dans deux personnes, aussi ne trouvons-nous jamais deux personnes qui pensent exactement de même. Il y a plus : la même personne ne pense pas exactement de même dans deux périodes de temps différentes. Une différence dans l'âge, dans la disposition du corps, dans l'air, dans la nourriture, dans la compagnie, dans les études, dans les passions ; enfin toutes ces particularités, et d'autres incidents encore plus légers, suffisent pour altérer le mécanisme ingénieux de la pensée et lui donner des opérations et des mouvements différents. Autant que nous pouvons juger, les mouvements des corps animaux et végétaux n'exigent pas plus de délicatesse et ne dépendent pas d'une plus grande variété ou d'un arrangement plus ingénieux de ressorts et de principes.

Quel moyen de nous satisfaire nous-mêmes sur la cause de cet Être que vous supposez l'auteur de la nature, ou bien, d'après votre système d'anthropomorphisme, sur le monde idéal d'après lequel vous tracez le monde matériel ? N'avons-nous pas autant de raison de tracer ce monde idéal d'après un autre monde idéal, ou d'après un nouveau principe intelligent ? Mais si nous nous arrêtons, sans avancer plus loin, qu'avions nous besoin d'aller jusque-là ? Pourquoi ne pas nous arrêter au monde matériel ? Quel moyen de nous satisfaire nous-mêmes, sans suivre le progrès des choses à l'infini ? Encore, après tout, quelle satisfaction trouvons-nous dans ce progrès à l'infini ? Rappelons-nous l'histoire de ce philosophe indien et de son éléphant. On ne saurait jamais en faire une application plus juste que sur le sujet présent. Si le monde matériel est fondé sur un semblable monde idéal, il faut que ce monde idéal soit fondé sur un autre, et de là jusqu'à l'infini. Il vaudrait donc mieux ne jamais porter les yeux au-delà de notre monde matériel. En supposant qu'il contient en lui même son principe d'ordre, nous en faisons réellement un Dieu. Et quand il s'agit d'arriver à cet Être divin, le chemin le plus court est le meilleur. Quand vous avancez un pas au-delà du système actuel du monde, vous ne faites que réveiller une curiosité qu'il est impossible de jamais satisfaire.

Dire que les diverses idées, qui composent la raison de l'Être suprême, s'arrangent d'elles-mêmes de manière à former un ordre, et cela d'après leur propre nature, c'est dire effectivement des choses qui n'ont aucun sens précis. Si elles signifient quelque chose, je voudrais bien savoir pourquoi il ne serait pas aussi judicieux de dire que les parties du monde matériel s'arrangent d'elles-mêmes et par une suite de leur nature. Peut-on concevoir l'une de ces opinions sans concevoir l'autre ?

Nous savons, à la vérité, qu'il y a des idées qui forment un ordre d'elles-mêmes, et sans aucune cause connue. Mais je suis sûr que cela se rencontre bien plus souvent dans la matière, ainsi que dans tous les exemples que fournit la génération et la végétation, où l'analyse exacte de la cause surpasse tout ce que l'homme peut concevoir. L'expérience nous fait aussi connaître des systèmes particuliers de pensée et de matière qui n'ont aucun ordre : cela est occasionné dans la première par la folie, dans la seconde, par la corruption. Pourquoi penserions-nous donc que l'ordre est plus essentiel à l'une qu'à l'autre ? Et si l'une et l'autre doit avoir une cause, que gagnons-nous par votre système en traçant le modèle d'un univers réel d'après un semblable univers idéal ? Le premier pas que nous faisons nous sert de règle pour toujours. Nous ferions donc sagement de borner toutes nos recherches au monde actuel, sans aller plus avant. On ne peut jamais obtenir la moindre satisfaction de pareilles spéculations si fort au-dessus des bornes étroites de l'entendement humain.

Vous savez, Cléanthe, quelle était la coutume des péripatéticiens, quand on demandait la cause de quelque phénomène : ils avaient alors recours aux facultés ou qualités occultes et disaient, par exemple, que le pain nourrissait parce qu'il avait une qualité nutritive et que le séné purgeait parce qu'il avait une qualité purgative. Mais on sait que ce subterfuge n'était que le voile de l'ignorance, et que ces philosophes disaient au fond, avec moins de sincérité, la même chose que les sceptiques ou le vulgaire qui avouaient franchement savoir qu'ils ignoraient absolument la cause de ces phénomènes. Ainsi, quand l'on demande quelle cause produit l'ordre dans les idées de l'Être suprême, vous autres,

anthropomorphites, pouvez-vous en assigner une autre raison, sinon que c'est une faculté raisonnable et que telle est la nature de la divinité ? Mais il serait difficile de déterminer pourquoi une réponse semblable ne serait pas également satisfaisante, quand il s'agit de l'ordre de l'univers, sans avoir recours à un Créateur intelligent comme celui sur lequel vous insistez. On n'a rien d'autre à dire, sinon que telle est la nature des objets matériels et qu'ils ont tous originairement une faculté d'ordre et de proportion. Ce ne sont là que des manières plus savantes et plus recherchées d'avouer notre ignorance. Et l'une de ces hypothèses n'a point d'avantage réel sur l'autre, excepté qu'elle se rapproche plus des préjugés vulgaires.

– Vous avez exposé cet argument avec beaucoup d'emphase, répliqua Cléanthe. Vous ne paraissez pas vous apercevoir combien il est aisé d'y répondre. En assignant, même dans les choses de la vie commune, une cause à chaque événement, dois-je donc, Philon, m'arrêter, parce que je ne puis assigner la cause de cette cause, ni répondre à toutes les nouvelles questions que l'on me propose à chaque instant ? Quels philosophes pourraient se soumettre à une règle aussi sévère ? [...] Que ceux qui sont plus éclairés ou plus entreprenants aillent plus loin.

– Je ne prétends être ni l'un ni l'autre, répliqua Philon, et pour cette raison je n'aurais jamais osé aller si loin, sachant surtout que je dois à la fin me tenir content de la même réponse, qui, en m'épargnant toute cette peine, m'aurait satisfait dès le commencement. Si je dois encore rester dans une profonde ignorance des causes et si je ne puis absolument donner l'explication de rien, je ne regarderai jamais comme un avantage d'éluder, pour un moment, une difficulté qui, selon vous, doit immédiatement tourner contre moi. Il est vrai que les naturalistes expliquent très bien des effets particuliers par des causes plus générales, quoique ces causes générales doivent à la fin rester absolument inexplicables. Mais il est certain qu'ils n'ont jamais regardé comme une réponse satisfaisante l'explication d'un effet particulier par une cause générale, dont on ne devait pas plus rendre raison que de l'effet même. Un système idéal, arrangé de lui-même, sans un dessein prémédité, n'est à aucun égard plus aisé à expliquer qu'un système matériel, qui se forme un ordre de la même manière ; il n'y a pas plus de difficulté dans la dernière supposition que dans la première.

## **Ve partie**

Mais pour vous montrer de nouveaux inconvénients dans votre anthropomorphisme, continua Philon, ayez la bonté d'examiner encore vos principes : les mêmes effets supposent des causes pareilles. C'est là, dites-vous, un argument fondé sur l'expérience. Et vous ajoutez que la théologie n'a pas d'autre argument. Il est certain, à présent, que plus il y a de ressemblance dans les effets que l'on voit et dans les causes que l'on déduit, plus l'argument devient fort. A proportion que l'on cède de part et d'autre, la probabilité diminue, et l'expérience devient moins décisive. Vous ne sauriez douter du principe, vous ne devez donc pas rejeter la conséquence.

Toutes les nouvelles découvertes en astronomie, tendant à prouver l'immense grandeur et la vaste magnificence des ouvrages de la nature, sont autant de nouveaux arguments de la Divinité, d'après le système du théisme ; mais suivant votre hypothèse de théisme expérimental, elles se changent en objections, en transportant l'effet à un plus grand éloignement de ressemblance avec les effets de l'art et de l'industrie de l'homme. Car si Lucrèce pouvait s'écrier, en suivant l'ancien système du monde :

« Quis regere immensi summam, quis habere profundi Indie manu validas potis est moderanter habenas ? Quis pariter coelos omnes convertere ? Et omnes Ignibus Aetheriis suffire feraces ? Omnibus inque locis esse omni tempore praesto » ?

Si le fameux Cicéron regardait ce raisonnement comme assez plausible pour le mettre dans la bouche d'un Épicurien : « Quibus enim oculis animi intueri potuit vester Plato fabricam illam tanti operis, qua construi a Deo atque aedificari mundum facit ? Quae molitio ? Quae ferramenta ? Qui vectes ? Quae machinae ? Qui ministri tanti muneris fuerunt ? Quemadmodum autem obedire et parere voluntati architecti aer, ignis, aqua, terra potuerunt ? » Si cet argument, dis-je, avait quelque force dans les premiers siècles, combien doit-il en avoir davantage à présent que la sphère de la nature est si fort agrandie et qu'une scène si magnifique s'ouvre à nos yeux ? Il est encore moins raisonnable de former nos idées sur une cause si peu limitée, d'après l'expérience que nous avons du cercle étroit dans lequel sont renfermés les ouvrages du génie et du dessein de l'homme.

Les découvertes faites par le microscope, en nous découvrant un nouvel univers en petit, seraient encore des objections selon vous, et des preuves selon moi. Plus nous poussons nos recherches sur

cette matière, plus nous avons raison d'inférer que la cause universelle de tout a peu de ressemblance avec l'espèce humaine, ni avec aucun autre objet à la portée de l'expérience et des observations de l'homme. Et que dites-vous des découvertes faites dans l'anatomie, la chimie, la botanique ? – Ce ne sont sûrement pas des objections, répliqua Cléanthe : elles nous découvrent seulement de nouveaux effets de l'art et de l'industrie. C'est une nouvelle image de l'esprit que d'innombrables objets réfléchissent sur nous.

- Ajoutez, d'un esprit semblable à l'esprit humain, dit Philon.
- Je n'en connais point d'autre, répliqua Cléanthe.
- Et plus la ressemblance est grande, meilleure elle est, insista Philon,
- Sans doute, dit Cléanthe.

– A présent, Cléanthe, dit alors Philon, d'un air joyeux et triomphant, remarquez les conséquences. D'abord, avec cette méthode de raisonner vous ne devez plus prétendre qu'il y ait rien d'infini dans aucun des attributs de la Divinité. Car la cause devant être proportionnée à l'effet, et l'effet, autant qu'il nous est connu, n'étant pas infini, quel droit avons-nous, d'après vos suppositions, d'attribuer cette perfection à l'Être suprême ? Vous persisterez à dire qu'en le plaçant si loin de toute ressemblance avec les créatures humaines, nous donnons dans l'hypothèse la plus arbitraire et affaiblissons en même temps toutes les preuves de son existence.

En second lieu, vous n'avez, d'après votre théorie, aucune raison d'attribuer la perfection à la Divinité, même dans ce qu'Elle peut faire de fini, ni de supposer qu'il y a dans ses projets ni erreur, ni méprise, ni incohérence. Il est dans la nature beaucoup de difficultés inexplicables. Il serait aisé de les résoudre en prouvant que leur Auteur est parfait, par le progrès des êtres à l'infini. Ce ne sont alors que des difficultés apparentes, à raison de la sphère étroite des facultés de l'homme, qui ne saurait tracer des rapports à l'infini. Mais, d'après vos raisonnements, ces difficultés deviennent réelles, et seront peut-être proposées comme de nouveaux traits de ressemblance avec l'art et l'industrie de l'homme. Au moins devez-vous reconnaître qu'il nous est impossible de dire, d'après nos vues bornées, s'il y a de grands défauts dans ce système et s'il mérite de grands éloges, comparé à tous les autres systèmes possibles ou réels. Un paysan pourrait-il, à la lecture de l'Enéide, prononcer que ce poème est absolument sans défauts, ou, s'il n'avait jamais vu d'autre poème, lui assigner le rang qu'il mérite d'avoir parmi les chefs-d'oeuvre de l'esprit humain. Mais quand le monde serait une production aussi parfaite, il serait encore incertain, si l'on a droit d'attribuer les beautés de cet ouvrage à l'ouvrier. En examinant un navire, quelle idée sublime ne devons-nous pas avoir des talents du charpentier qui a su construire une machine si compliquée, si utile et si belle ? Mais quel ne doit pas être notre étonnement, quand nous ne voyons dans cet homme qu'un manouvrier qui n'a fait qu'imiter et copier un art qui, après une longue suite de siècles, après beaucoup d'épreuves, de méprises, de corrections, de délibérations et de contestations, s'est perfectionné par degrés ? Bien des mondes ont dû être mal combinés, réparés pendant une éternité, avant que le système présent pût se développer ; il y a eu bien des épreuves qui ont manqué, et des progrès lents, mais continus, ont, après une infinité de siècles, perfectionné l'art de faire des mondes. Dans de pareils sujets, qui peut décider où gît la vérité ? Il y a plus : qui peut conjecturer où se trouve la probabilité, à travers un grand nombre d'hypothèses que l'on peut proposer et un plus grand nombre encore que l'on peut imaginer ? Eh, quel argument spécieux, continua Philon, pouvez-vous alléguer pour prouver, d'après votre hypothèse, l'unité de Dieu ? Un grand nombre d'hommes se réunissent pour construire une maison ou un navire, pour élever une cité, pour former une République. Pourquoi plusieurs Dieux ne se joindraient-ils pas ensemble pour imaginer et former un monde ? La ressemblance ne s'en rapprocherait que davantage des choses humaines. En partageant l'ouvrage entre plusieurs, nous pouvons plus facilement fixer les attributs de chacun, et n'être plus embarrassés de cette puissance et de ces lumières si vastes qu'il faut supposer en un seul Dieu, et qui ne serviraient, selon vous, qu'à affaiblir la preuve de son existence. Et si des êtres aussi imbéciles, aussi vicieux que l'homme, ne laissent pas de pouvoir se réunir pour former un plan et l'exécuter, à combien plus forte raison se réuniront ces Dieux ou ces Démons que nous pouvons supposer plus parfaits de plusieurs degrés ? Il est sans doute contraire à la saine philosophie de multiplier les causes sans nécessité, mais ce principe n'est pas applicable au cas actuel. Si votre théorie prouvait nécessairement une Divinité douée de tous les attributs qu'exige la construction de l'univers, il serait non pas absurde mais inutile, je l'avoue, de supposer l'existence d'une autre Divinité. Mais, lorsqu'il est seulement question de savoir si tous ces attributs sont réunis dans un sujet ou partagés entre plusieurs êtres indépendants, quel phénomène dans la nature nous

donnerait droit de décider sur ce sujet ? Quand nous voyons un corps s'élever dans une balance, nous sommes sûrs qu'il y a dans l'autre bassin, quand même nous ne le verrions pas, un autre poids qui occasionne l'équilibre ; mais il est encore permis de douter si ce poids est un assemblage de plusieurs corps distincts ou une seule et même masse. Et si le poids qui est requis surpasse de beaucoup tout ce que nous avons vu rassemblé dans un corps simple, la première supposition en devient plus probable et plus naturelle. Un corps intelligent qui aurait la puissance et les qualités nécessaires pour construire un univers, ou pour parler le langage de l'ancienne philosophie, un animal aussi prodigieux est au-dessus de toute analogie et même de toute intelligence.

D'ailleurs, Cléanthe, les hommes sont sujets à la mort et perpétuent leur espèce par la génération : tel est le sort de tous les êtres vivants. Le monde, dit Milton, est animé par deux grands sexes, le mâle et la femelle. Pourquoi ne trouverait-on pas une particularité si universelle dans ces divinités nombreuses et limitées ? Vous voyez donc la théogonie des anciens se renouveler parmi nous.

Pourquoi ne pas assurer que la Divinité ou les Divinités sont corporelles, et qu'elles ont des yeux, un nez, une bouche, des oreilles, etc. ? Épicure soutenait que la raison, cette admirable faculté, n'avait jamais été trouvée que sous les traits de l'homme. Les Dieux doivent donc avoir la figure humaine ; et cet argument, que Cicéron a si bien et si justement tourné en ridicule, devient d'après votre système, également solide et philosophique.

En un mot, Cléanthe, un homme qui suit votre hypothèse, est, peut-être, en état d'assurer ou de conjecturer que l'univers est le résultat de quelque chose de semblable à un dessein ; mais il ne pourrait pas, au-delà de cette supposition, établir une seule circonstance, et n'a plus ensuite d'autre règle sûre pour chaque dogme de sa croyance théologique, que la faculté la plus étendue d'imaginer et de supposer. Le monde, autant qu'il peut le connaître, est rempli de défauts et d'imperfections, comparé à un modèle supérieur. Il n'est que l'essai grossier de quelque Dieu, encore enfant, qui l'a ensuite abandonné, honteux de n'avoir produit qu'un ouvrage ébauché ; il n'est que la production de quelque divinité inférieure et dépendante. Les Dieux supérieurs en font un objet de risée. C'est l'ouvrage de la vieillesse, c'est le fruit du délire d'un Dieu qui radote, et depuis qu'il est mort, cette production a couru de grands périls, après la première impulsion qu'elle a reçue de lui. Je vous vois, Déméa, reculer d'effroi à ce tableau : vous avez raison d'être pénétré d'horreur de ces étranges suppositions. Ces suppositions et mille autres de la même espèce sont cependant les résultats les plus naturels du système de Cléanthe, et non pas du mien. Dès que l'on suppose un moment que les attributs de Dieu sont limités, toutes ces suppositions peuvent se faire ; et quant à moi, je pense qu'il vaudrait mieux, à tous égards, n'avoir aucun système de théologie que d'en avoir un qui est si étrange et si incohérent.

– Je désavoue absolument ces suppositions, dit Cléanthe. Elles ne sauraient cependant me pénétrer d'horreur, surtout quand elles sont proposées de la manière vague avec laquelle elles sortent de votre tête. Au contraire, elles me font plaisir, en voyant qu'en donnant une libre carrière à votre fertile imagination, loin de pouvoir vous débarrasser de l'hypothèse de l'univers formé d'après un dessein, vous êtes obligé d'y revenir à tout moment. Je reste certainement attaché à cette hypothèse que vous accordez, et je la garde comme un fondement suffisant pour élever l'édifice de la religion.

**Emmanuel Kant**  
**Critique de la Raison Pure**

508

L'IDÉAL DE LA RAISON PURE

soi cet Être suprême qui, par rapport au monde, était absolument (inconditionnellement) nécessaire, cette nécessité n'est susceptible d'aucun concept et que, par conséquent, elle ne doit s'être trouvée dans ma raison qu'en qualité de condition formelle de la pensée et non comme condition matérielle et hypostatique de l'existence.

SIXIÈME SECTION

**De l'impossibilité de la preuve physico-théologique.**

Si donc ni le concept de choses en général, ni l'expérience de quelque *existence en général* ne peuvent donner ce qui est requis, il ne reste plus qu'un moyen : c'est de chercher si une *expérience déterminée*, par conséquent celle des choses de ce monde, sa nature et son ordonnance ne fournissent pas une preuve qui puisse nous conduire sûrement à la conviction de l'existence d'un Être suprême. Nous appellerions une preuve de ce genre la preuve *physico-théologique*. Si cette preuve était elle-même impossible, il n'y aurait plus absolument aucune preuve suffisante tirée de la raison simplement spéculative en faveur de l'existence d'un être correspondant à notre idée transcendantale.

D'après toutes les remarques précédentes, on apercevra tout de suite que la solution de cette question doit être tout à fait aisée et solide. Comment, en effet, une expérience pourrait-elle jamais être donnée qui soit adéquate à une idée? C'est précisément le propre d'une idée qu'une expérience ne puisse jamais lui être adéquate. L'idée transcendantale d'un être premier nécessaire absolument suffisant est si immensément grande et si élevée au-dessus de tout ce qui est empirique et toujours conditionné que, d'une part, on ne saurait jamais trouver dans l'expérience assez de matière pour remplir un tel concept, et que, d'autre part, on tâtonne toujours parmi le conditionné et que l'on recherche toujours en vain l'inconditionné dont aucune loi d'une synthèse empirique ne nous donne un exemple ni le moindre indice.

Si l'Être suprême se trouvait dans cette chaîne des conditions, il serait lui-même un chaînon de cette série et, de même que les membres inférieurs, à la tête desquels il est placé, il exigerait encore une recherche ultérieure d'un principe

plus élevé d'où il dépende. Veut-on le détacher, au contraire, de cette chaîne et ne pas le comprendre, à titre d'être simplement intelligible, dans la série des causes naturelles, quel pont la raison peut-elle bien alors jeter pour arriver jusqu'à lui? puisque toutes les lois du passage des effets aux causes et même toute la synthèse et toute l'extension de notre connaissance en général ne portent que sur l'expérience possible, c'est-à-dire sur les objets du monde possible, et qu'elles ne peuvent avoir de sens que par rapport à eux.

Le monde actuel nous offre un si vaste théâtre de variété, d'ordre, de finalité et de beauté, qu'on le considère soit dans l'immensité de l'espace, soit dans son infinie division, que, même avec les connaissances que notre faible entendement a pu en acquérir, toute langue est impuissante à traduire son impression devant tant et de si grandes merveilles, tout nombre perd sa force de mesure et nos pensées mêmes regrettent de ne plus avoir de limite, de telle sorte que notre jugement sur le tout finit par se résoudre en un étonnement muet, mais d'autant plus éloquent. Nous voyons partout une chaîne d'effets et de causes, de fins et de moyens, une régularité dans l'apparition et la disparition des choses, et, comme rien, de soi-même, n'est arrivé à l'état où il se trouve, cet état indique toujours plus loin une autre chose, comme sa cause, laquelle, à son tour, rend la même question nécessaire, de telle sorte que le tout finirait par tomber dans l'abîme du néant, si l'on n'admettait quelque chose qui, existant par soi originairement et d'une manière indépendante, en dehors de cet infini contingent, servit de soutien à ce *tout* et qui, en étant l'origine, en garantit à la fois la durée. Cette cause suprême (par rapport à toutes les choses du monde), de quelle grandeur doit-on la concevoir? Nous ne connaissons pas le monde quant à son contenu total, encore moins pouvons-nous en apprécier la grandeur, en le comparant à tout ce qui est possible. Mais, puisque, au point de vue de la causalité, nous avons besoin d'un être dernier et suprême, qui nous empêche, en même temps, de le placer, quant au degré de perfection, au-dessus de tout autre possible? Nous pouvons aisément le faire, bien que nous devions évidemment nous contenter d'en esquisser un concept abstrait, en nous représentant réunie en lui, comme dans une substance unique, toute la perfection possible. Ce concept, favorable aux exigences de notre raison

dans l'économie des principes, n'est soumis en lui-même à aucune contradiction, et il est même avantageux, au point de vue de l'extension de l'usage de la raison au milieu de l'expérience, parce qu'une pareille idée nous dirige vers l'ordre et la finalité, sans jamais être ouvertement contraire à une expérience.

Cet argument mérite toujours d'être rappelé avec respect. Il est le plus ancien, le plus clair et le plus conforme à la raison commune. Il vivifie l'étude de la nature en même temps qu'il en tire son existence et en reçoit toujours de nouvelles forces. Il conduit à des fins et à des desseins que notre réflexion n'aurait pas pu découvrir d'elle-même et il étend nos connaissances de la nature par le fil conducteur d'une unité particulière dont le principe est en dehors de la nature. Mais ces connaissances influent à leur tour sur leur cause, c'est-à-dire sur l'idée qui leur a donné lieu, et fortifient notre croyance en un auteur suprême jusqu'à en faire une conviction irrésistible.

Ce serait donc non seulement nous priver d'une consolation, mais encore tenter l'impossible que de vouloir enlever quelque chose à l'autorité de cette preuve. La raison, sans cesse élevée par des arguments si puissants et qui vont toujours se multipliant sous sa main, bien qu'ils ne soient qu'empiriques, ne peut être tellement abaissée par le doute d'une spéculation subtile et abstraite qu'elle ne doive être arrachée, comme à un songe, à toute indécision sophistique, par un regard jeté sur les merveilles de la nature et sur la structure majestueuse du monde, pour s'élancer, de grandeur en grandeur, jusqu'à la grandeur la plus haute de toutes, et de conditions en conditions, jusqu'à l'auteur suprême et inconditionné.

Bien que nous n'ayons rien à objecter contre ce qu'il y a de raisonnable et d'utile dans ce procédé, mais que nous ayons au contraire plutôt à cœur de le recommander et de l'encourager, nous ne pouvons cependant approuver, pour ce motif, les prétentions qu'élèverait cet argument à une certitude apodictique et à une adhésion qui n'aurait plus besoin ni d'aucune faveur, ni d'aucun appui étranger : on ne saurait nuire à la bonne cause en rappelant le langage dogmatique d'un disputeur tranchant au ton de modération et de modestie convenables à une foi qui est suffisante pour le repos, mais qui

ne commande pas, néanmoins, une soumission absolue (*unbedingte*). J'affirme donc que cette preuve physico-théologique ne peut jamais à elle seule démontrer l'existence d'un Être suprême et qu'elle doit toujours laisser à l'argument ontologique (auquel elle sert seulement d'introduction) la tâche de combler cette lacune et que, par conséquent, ce dernier demeure toujours la *seule preuve possible* (si toutefois il peut y avoir une preuve spéculative) qu'aucune raison humaine ne saurait dépasser.

Les principaux moments de cette preuve physico-théologique sont les suivants : 1) Il y a partout dans le monde des signes évidents d'un ordre exécuté sur un dessein déterminé, avec une grande sagesse, et dans un tout d'une variété indescriptible tant par son contenu que par la grandeur illimitée de son étendue. 2) Cet ordre conforme à des fins n'est pas inhérent aux choses du monde et ne leur appartient que d'une façon contingente, c'est-à-dire que la nature des choses diverses n'aurait pas pu, par tant de moyens concordants, s'adapter d'elle-même à des fins déterminées, si ces moyens n'avaient pas été proprement choisis et appropriés à ce but par un principe raisonnable qui ordonnât les choses en prenant certaines idées pour fondement. 3) Il existe donc une (ou plusieurs) cause sublime et sage qui doit être la cause du monde, non pas simplement comme une nature toute-puissante agissant aveuglément par sa *fécondité*, mais comme une *intelligence* agissant par sa *liberté*. 4) L'unité de cette cause se conclut de l'unité du rapport réciproque des parties du monde considérées comme les diverses pièces d'une œuvre d'art, et on la conclut, avec certitude, dans les choses qu'atteint notre observation, et au delà, avec vraisemblance, suivant tous les principes de l'analogie.

Sans chicaner, ici, la raison naturelle sur le raisonnement par lequel, de l'analogie qui existe entre quelques productions naturelles et ce que l'art humain produit quand il fait violence à la nature et qu'il la force à se plier à nos fins au lieu d'agir suivant les siennes (de l'analogie de ces productions avec nos maisons, nos vaisseaux, nos horloges), elle conclut que la nature doit précisément avoir pour principe une causalité du même genre, à savoir une intelligence et une volonté, en faisant dériver encore d'un autre art, mais d'un art surhumain, la possibilité de la nature (laquelle est

cependant ce qui rend d'abord tous les arts, et peut-être aussi la raison, possibles), — raisonnement qui ne supporterait peut-être pas une rigoureuse critique transcendantale, — il faut bien avouer, pourtant, que si jamais nous devons nommer une cause, nous ne pouvons pas ici procéder plus sûrement qu'en suivant l'analogie avec des œuvres intentionnelles de ce genre, les seules dont les causes et le mode de production nous soient connus. La raison ne saurait se justifier à ses propres yeux, si elle voulait passer de la causalité, qu'elle connaît, à des principes d'explication obscurs et indémonstrables, qu'elle ne connaît pas.

D'après ce raisonnement, la finalité et l'harmonie d'un si grand nombre de dispositions de la nature devraient simplement prouver la contingence de la forme, mais non celle de la matière, c'est-à-dire de la substance du monde; car il serait requis, pour établir ce dernier point, qu'il pût être prouvé que les choses du monde seraient par elles-mêmes, suivant des lois générales, impropres à un tel ordre et à une telle harmonie, si elles n'étaient pas, même dans leur substance, le produit d'une sagesse suprême : ce qui exigerait encore une tout autre preuve que celle qui se fonde sur l'analogie avec l'art humain. Cette preuve pourrait donc, tout au plus, démontrer un *architecte du monde*, qui serait toujours très limité par la capacité de la matière qu'il mettrait en œuvre, mais non un *créateur du monde*, à l'idée duquel tout serait soumis; ce qui est loin de suffire au grand but qu'on a en vue et qui est de prouver un Être suprême suffisant à tout. Si nous voulions prouver la contingence de la matière même, il nous faudrait recourir à un argument transcendantal, ce que pourtant nous avons dû précisément éviter ici.

Le raisonnement conclut donc de l'ordre et de la finalité qui s'observent partout dans le monde, comme d'une organisation tout à fait contingente, à l'existence d'une cause qui *leur est proportionnée*. Mais le concept de cette cause doit nous en faire connaître quelque chose d'entièrement *déterminé*, et il ne peut donc être que celui d'un être qui possède toute puissance, toute sagesse, etc., en un mot, toute perfection, à titre d'être suffisant à tout. Car les prédicats de puissance et d'excellence très grandes, admirables, immenses ne donnent nullement un concept déterminé et ne disent pas proprement ce qu'est la chose en elle-même; ils ne sont, au

contraire, que des représentations relatives de la grandeur de l'objet que l'observateur (du monde) compare avec lui-même et avec sa faculté de comprendre et qui gardent la même valeur, soit que l'on grossisse l'objet, soit que l'on rapetisse, par rapport à lui, le sujet qui observe. Dès qu'il est question de la grandeur (de la perfection) d'une chose en général, il n'y a de concept déterminé que celui qui comprend toute la perfection possible et il n'y a que le tout (*omnîtudo*) de la réalité qui soit déterminé universellement dans le concept.

Or, je ne veux pas espérer que quelqu'un puisse avoir la prétention d'apercevoir le rapport de la grandeur du monde observée par lui (quant à l'étendue et quant au contenu) à la toute-puissance, de l'ordre du monde à la sagesse suprême, de l'unité du monde à l'unité absolue de son auteur, etc. La théologie physique ne peut donc pas donner de concept déterminé de la cause suprême du monde, ni, par conséquent, être suffisante pour constituer un principe de la théologie qui, à son tour, puisse constituer le fondement de la religion.

Le pas qui nous élève jusqu'à la totalité absolue est entièrement impossible par la voie empirique. Or, on le fait, pourtant, dans l'argument physico-théologique. Quel est donc le moyen qu'on peut bien employer pour franchir un si large abîme?

Après que l'on est arrivé à admirer la grandeur de la sagesse, de la puissance, etc. de l'auteur du monde et que l'on ne peut pas aller plus loin, on quitte tout à coup cet argument, qui se fondait sur des preuves empiriques, et l'on passe à la contingence du monde également conclue, dès l'abord, de son ordre et de sa finalité. De cette contingence seule maintenant on s'élève, uniquement au moyen de concepts transcendants, à l'existence d'un être absolument nécessaire et l'on va du concept de la nécessité absolue de la cause première au concept de cet être qui est universellement déterminé ou déterminant, je veux dire au concept d'une réalité qui embrasse tout. La preuve physico-théologique se trouve donc arrêtée dans son entreprise et, pour se tirer de ce mauvais pas, elle saute tout à coup sur la preuve cosmologique; mais cette dernière n'étant qu'une preuve ontologique, l'autre n'atteint ainsi réellement son but qu'au moyen de la raison pure, bien qu'au début elle ait renié toute parenté

avec elle et qu'elle ait voulu tout fonder sur des preuves éclatantes tirées de l'expérience.

Les partisans de la théologie physique n'ont donc pas de motif de tant mépriser la preuve transcendantale et de la regarder de haut, avec la présomption des naturalistes clairvoyants, comme une toile d'araignée tissée par des esprits aussi subtils qu'obscurs. En effet, s'ils voulaient seulement s'examiner eux-mêmes, ils trouveraient qu'après avoir parcouru un grand espace sur le sol de la nature et de l'expérience et se voyant encore, tout de même, toujours aussi éloignés de l'objet qui apparaît en face de leur raison, ils quittent tout à coup ce terrain et passent dans les régions des simples possibilités, où ils espèrent, sur les ailes des idées, s'approcher de ce qui s'était soustrait à toutes leurs recherches empiriques. Et quand enfin ils se sont imaginés, grâce à un si grand saut, avoir posé le pied sur un sol ferme, ils étendent sur tout le champ de la création le concept maintenant déterminé (en possession duquel ils sont arrivés sans savoir comment), et ils expliquent, par l'expérience, l'idéal qui n'était qu'un produit de la raison pure, d'une manière, il est vrai, assez pénible et bien indigne de son objet, sans vouloir, pourtant, avouer qu'ils sont arrivés à cette connaissance ou à cette hypothèse par un autre chemin que celui de l'expérience.

Ainsi, la preuve physico-théologique a pour fondement la preuve cosmologique, qui a elle-même pour fondement la preuve ontologique de l'existence d'un seul être premier comme Être suprême; et, comme en dehors de ces trois voies il n'y en a plus une seule qui soit ouverte à la raison spéculative, la preuve ontologique tirée de simples concepts purs de la raison est la seule preuve possible, si tant est qu'il y ait jamais une preuve possible d'une proposition si extraordinairement élevée au-dessus de tout usage empirique de l'entendement.

## SEPTIÈME SECTION

### Critique de toute théologie fondée sur des principes spéculatifs de la raison.

Si j'entends par théologie la connaissance de l'Être suprême, cette connaissance procède soit de la simple raison (*theologia rationalis*); soit de la révélation (*revelata*). Or, la première

Comme mainte adaptation biologique, celle du coucou n'est pas simple mais multiple. Plusieurs particularités des coucous les adaptent à leur mode de vie parasitaire. Par exemple, la mère a l'habitude de pondre dans les nids des autres oiseaux, et le bébé-coucou a l'habitude de jeter les petits de son hôte par-dessus le bord du nid. Ces deux habitudes aident le coucou à réussir dans son existence de parasite. Raven poursuit :

On verra que chacune de ces séquences de conditions est essentielle au succès de l'ensemble. Et pourtant chacune prise isolément est inutile. La totalité de l'*opus perfectum* doit avoir été accomplie simultanément. Les probabilités contre l'apparition aléatoire de pareille série de coïncidences sont, comme nous l'avons déjà dit, astronomiques.

Des arguments comme celui-ci sont en principe plus respectables que l'argument basé sur l'incrédulité pure et simple. Mesurer l'improbabilité statistique d'une hypothèse est la méthode correcte pour évaluer sa plausibilité. Et, de fait, c'est une méthode que nous utiliserons plusieurs fois dans cet ouvrage. Mais il faut le faire correctement ! Il y a deux erreurs dans l'argumentation de Raven. Il y a d'abord la confusion familière et, je dois le dire, assez irritante, entre la sélection naturelle et le hasard. La mutation est aléatoire; la sélection naturelle est tout le contraire du hasard. Deuxièmement, il est tout simplement faux que « chacune prise isolément » soit « inutile ». Il n'est pas vrai que le travail achevé tout entier ait été obligatoirement accompli simultanément. Il n'est pas vrai que chaque partie soit indispensable au succès de l'ensemble. Un œil, une oreille, un dispositif d'écholocation, un système parasitaire, etc., simples, rudimentaires, imparfaits sont mieux que rien du tout. Sans œil vous êtes complètement aveugle. Avec un demi-œil vous avez des chances de pouvoir au moins repérer la direction générale du mouvement d'un prédateur, même si vous ne pouvez obtenir une image nette. Et ceci peut faire toute la différence entre la vie et la mort. Ces sujets seront repris et développés dans les deux chapitres suivants.

3

## L'ACCUMULATION DES PETITS CHANGEMENTS

Nous avons vu que les objets vivants sont trop improbables et d'une « conception » trop belle pour avoir pu accéder à l'existence par hasard. Comment donc ont-ils accédé à l'existence ? La réponse, celle de Darwin, sera : par des transformations progressives et par étapes à partir de débuts modestes, d'entités primordiales suffisamment simples pour avoir accédé à l'existence par hasard. Chaque changement successif dans le processus d'évolution progressif était assez simple – relativement, bien sûr, à son prédécesseur – pour s'être produit par hasard. Mais toute cette séquence d'étapes cumulatives n'a rien à voir avec un processus aléatoire pour peu qu'on considère la complexité du produit final par rapport au point de départ originel. Le processus cumulatif est gouverné par la survie non aléatoire. Le but de ce chapitre est de démontrer la puissance de cette *sélection cumulative* en tant que processus fondamentalement non aléatoire.

Si vous vous promenez sur une plage de galets, vous remarquerez que les galets ne sont pas disposés au hasard. En général, les petits galets ont tendance à se rassembler dans des zones bien délimitées qui s'étirent tout au long de la plage, et les gros dans des zones ou bandes différentes. Les galets ont été triés, disposés, sélectionnés. Une tribu vivant près du rivage pourrait s'émerveiller de cette sélection, de cette disposition ainsi manifestées dans le monde, et pourrait éventuellement élaborer un mythe pour en rendre compte, en l'attribuant peut-être à un Grand Esprit céleste doué d'un intellect ordonné et d'un sens du rangement. Nous pourrions traiter cette notion superstitieuse avec un sourire condescendant, et expliquer que cette disposition résultait en réalité des forces aveugles de la physique, l'action des vagues en l'occurrence. Les vagues

n'ont pas de but, pas d'intentions, pas d'esprit ordonné, et pas d'esprit du tout. Elles se contentent de brasser énergiquement les galets, et les galets gros et petits réagissent différemment à ce traitement et finissent par se retrouver à des niveaux différents de la plage. Une petite quantité d'ordre est sortie du désordre, et ce sans l'intervention d'aucun esprit.

La combinaison des vagues et des galets est un exemple simple de système qui engendre automatiquement du non-aléatoire. Le monde est plein de systèmes semblables. L'exemple le plus simple qui puisse me venir à l'esprit est celui du trou. Seuls des objets plus petits que le trou peuvent passer au travers. Cela veut dire que lorsque vous présentez un ensemble d'objets ramassés au hasard au-dessus du trou, et qu'une force quelconque les agite et les bouscule au hasard, les objets au-dessus et au-dessous du trou finiront au bout d'un certain temps par être triés d'une manière non aléatoire. L'espace en dessous du trou aura tendance à contenir des objets plus petits que le trou, et l'espace au-dessus du trou aura tendance à contenir des objets plus grands que le trou. L'humanité a bien sûr exploité ce principe élémentaire de génération non aléatoire dans le dispositif bien pratique qu'est le tamis.

Le système solaire est un arrangement stable de planètes, de comètes et de débris en orbite autour du Soleil, et on peut présumer qu'il est l'un des nombreux systèmes orbitaux semblables qui existent dans l'univers. Plus une planète est proche de son soleil, plus il lui faut tourner vite si elle doit repousser l'attraction gravitationnelle de l'étoile et rester sur une orbite stable. Pour une orbite donnée, il n'existe qu'une seule vitesse à laquelle une planète peut tourner en restant sur cette orbite. Si elle circulait à une autre vitesse, quelle qu'elle soit, ou bien elle s'échapperait dans les profondeurs de l'espace, ou bien elle s'écraserait sur le Soleil à moins qu'elle ne passe sur une autre orbite. Or si nous regardons les planètes de notre système solaire, que voyons-nous? Toutes sans exception se déplacent aux vitesses exactes qui les maintiennent chacune sur une orbite stable autour du Soleil. Un miracle de la providence ordonnatrice? Non, rien qu'un autre « tamis » naturel. Manifestement toutes les planètes que nous voyons tourner autour du Soleil sont obligées de se déplacer à la vitesse adéquate qui les maintient sur leurs orbites, sinon nous ne les verrions pas là où elles sont car elles n'y seraient pas! Mais il est tout aussi manifeste que cela ne témoigne pas d'une conception consciente. C'est encore un genre de tamis, rien de plus.

Un tamisage d'une simplicité pareille n'est pas, à lui seul, suffisant pour rendre compte des quantités massives d'ordre non aléatoire

que nous observons dans les objets vivants. Il s'en faut de beaucoup. Rappelez-vous l'analogie de la serrure à secret. Le type d'ordre non aléatoire qu'on peut créer par tamisage simple équivaut à peu près à ouvrir une serrure à secret pourvue d'un seul cadran : il est facile de l'ouvrir à l'aveuglette. Le type d'ordre non aléatoire que nous observons dans les objets vivants, en revanche, équivaut à une gigantesque serrure à secret avec un nombre quasi infini de cadrans. Engendrer une molécule biologique comme l'hémoglobine, le pigment rouge du sang, par simple tamisage, équivaudrait à prendre tous les acides aminés qui composent l'hémoglobine, et les mélanger au hasard, en espérant que la molécule d'hémoglobine se reconstitue par pure chance. La quantité de chance que requerrait pareil exploit est inconcevable, et a été érigée en curiosité mathématique par Isaac Asimov et d'autres auteurs.

Une molécule d'hémoglobine consiste en quatre chaînes d'acides aminés entremêlées. Considérons rien qu'une seule de ces quatre chaînes. Elle est composée de 146 acides aminés. On trouve communément 20 sortes différentes d'acides aminés dans les objets vivants. Le nombre de manières possibles de disposer 20 sortes d'objets en des chaînes de 146 maillons est un nombre qui défie l'imagination, et qu'Asimov appelle le « chiffre de l'hémoglobine ». La réponse est facile à calculer, mais il est impossible de se la représenter. Le premier maillon des 146 de la chaîne pourrait être un quelconque des 20 acides aminés possibles. Le deuxième maillon pourrait aussi être l'un des 20, donc le nombre de chaînes à deux maillons possibles est de  $20 \times 20$  soit 400. Le nombre de chaînes à trois maillons possibles est de  $20 \times 20 \times 20$ , soit 8 000. Le nombre des chaînes à 146 maillons possibles est de 20 multiplié par lui-même 146 fois. C'est un nombre effarant. Un million s'écrit 1 suivi de 6 zéros ( $10^6$ ). Un milliard (1 000 millions) s'écrit 1 suivi de 9 zéros ( $10^9$ ). Le nombre que nous cherchons, le « chiffre de l'hémoglobine » est (approximativement) 1 suivi de 190 zéros ( $10^{190}$ )! C'est l'improbabilité qu'il y a à tomber par hasard sur l'hémoglobine. Et une molécule d'hémoglobine n'est qu'une infime fraction de la complexité d'un corps vivant. Le simple tamisage, à lui tout seul, est manifestement totalement incapable d'engendrer cette quantité d'ordre dans un objet vivant. Le tamisage est un ingrédient essentiel dans la génération de l'ordre vivant, mais il est bien loin de pouvoir tout faire. Il faut autre chose. Pour expliquer cela, il me faudra faire une distinction entre la sélection « en une seule étape » et la sélection « cumulative ». Les tamis simples que nous avons considérés jusqu'ici dans ce chapitre sont tous des exemples de sélection en une seule étape. L'organisation vivante est le produit de la sélection cumulative.

La différence essentielle entre la sélection en une seule étape et la sélection cumulative est celle-ci : dans la sélection en une seule étape les entités choisies ou triées, qu'elles soient des galets ou autre chose, sont triées une fois pour toutes; dans la sélection cumulative, en revanche, elles « se reproduisent »; par un autre moyen quelconque les résultats d'un processus de tamisage sont répercutés sur le tamisage suivant, qui est répercuté sur... et ainsi de suite. Les entités sont soumises à la sélection par triage tout au long de nombreuses « générations » successives. Il est naturel d'emprunter des termes comme « se reproduire » et « génération », qui sont associés aux objets vivants, car les objets vivants sont les principaux exemples que nous connaissons d'objets qui participent à la sélection cumulative. Il se peut en pratique qu'ils soient les seuls à le faire. Mais pour l'instant je ne veux pas en faire une pétition de principe en l'affirmant ouvertement.

Il arrive parfois que les nuages, à force d'avoir été pétris et sculptés par l'action aléatoire des vents, se mettent à ressembler à des objets familiers. Une photographie souvent reproduite, prise par le pilote d'un petit avion, montre ce qui ressemble un peu au visage de Jésus dont le regard vague traverse le ciel. Nous avons tous vu des nuages qui nous rappelaient quelque chose — un hippocampe, par exemple, ou un visage souriant. Ces ressemblances se produisent par sélection en une seule étape, c'est-à-dire par simple coïncidence. Par conséquent, elles ne sont pas très frappantes. La ressemblance entre les constellations du zodiaque et les animaux qui leur donnent leur nom, le scorpion, le lion, etc., est aussi peu convaincante que les prédictions des astrologues. Cette ressemblance ne nous impressionne pas, au contraire des adaptations biologiques, qui sont les produits de la sélection cumulative. Nous qualifions d'étrange, de mystérieuse ou de spectaculaire la ressemblance entre, disons, un phasme et un brin d'herbe, ou entre une mante religieuse tropicale et un groupe de fleurs roses. La ressemblance entre un nuage et une belette n'est que moyennement amusante et ne vaut presque pas la peine d'être signalée à notre interlocuteur. En outre, nous avons toutes les chances de changer d'avis sur la nature exacte de ce à quoi le nuage ressemble le plus.

*Hamlet* : Voyez-vous ce nuage là-bas qui a presque la forme d'un chammeau ?

*Polonius* : Il en a la masse, et c'est un chammeau, ma foi.

*Hamlet* : M'est avis qu'il ressemble à une belette.

*Polonius* : Il a le dos comme une belette.

*Hamlet* : Ou comme une baleine ?  
*Polonius* : Tout à fait comme une baleine.

J'ignore qui a le premier fait remarquer que, si on lui donnait assez de temps, un singe qui taperait au hasard sur une machine à écrire pourrait produire toutes les œuvres de Shakespeare. La clause opératoire est évidemment « si on lui donnait assez de temps ». Limitons quelque peu la tâche qui attend notre singe. Supposons qu'il lui faille produire non pas les œuvres complètes de Shakespeare, mais seulement la courte phrase « M'est avis qu'il ressemble à une belette » — *METHINKS IT IS LIKE A WEASEL* dans l'original — et nous allons lui rendre la tâche relativement facile en lui donnant une machine à écrire dont le clavier serait limité à 26 touches (les majuscules) plus la barre d'espacement. Combien de temps lui faudra-t-il pour écrire cette simple petite phrase ?

La phrase comporte 28 caractères. Supposons donc que le singe fasse une série d'« essais » discrets, dont chacun consiste en 28 frappes sur le clavier. S'il dactylographie la phrase correctement, l'expérience est terminée. Sinon, nous lui accordons un nouvel « essai » de 28 caractères. Je n'ai pas de singes dans mes relations, mais j'ai la chance d'avoir un dispositif aléatoire expérimenté en la personne de ma petite fille de 11 mois, et elle n'était que trop heureuse de remplacer au poing levé le singe dactylographe. Voici ce qu'elle a tapé sur le clavier de l'ordinateur :

UMMK JK CDZZ F ZD DSDSKSM  
S SS FMCY PUDDRGLKDXRRDO  
RDTE QDWFVDVIOY UBSKZWDCCVYT  
H CHVY NMGNBAYTDFCCVD D  
RCDFFYYRM N DFKSD LD K WDWK  
JKAUIZMZI UXDKIDISFUMDKUDXI

Elle avait d'autres obligations tout aussi importantes, et j'ai donc été obligé de programmer l'ordinateur pour simuler un bébé ou un singe qui tape au hasard :

WDLDMNLT DTJBKWIRZREZLMQCCO P  
Y YVMQKZPGIXWVHGLAWFVCHQYOPY  
MWR SWTNUXMLCDLEUBXTQHNZVJQF  
FU OAVODVYKDGXDEKYYMOGGS VT  
HZQZDSFZIHIVPHZPETPWVOVPMZGF  
GEWRGZRPBCTPGQMCKHFDBGW ZCCF

Et ainsi de suite. Il n'est pas difficile de calculer combien de temps il faudrait raisonnablement attendre avant que l'ordinateur (ou le singe ou le bébé) fonctionnant au hasard produise METHINKS IT IS LIKE A WEASEL. Considérons le total de phrases possibles de la bonne longueur que pourrait effectivement taper au hasard le singe, le bébé ou l'ordinateur. C'est un calcul similaire à celui que nous avons fait pour l'hémoglobine et qui donne un résultat tout aussi démesuré. Il y a 27 lettres possibles (en comptant l'espace comme une lettre) en première position. La probabilité que le singe aurait de tomber sur la bonne lettre - M - est donc de 1 sur 27. La probabilité qu'il aurait de tomber sur les deux premières lettres - ME - est la probabilité qu'il aurait de tomber sur la deuxième lettre - E - (1 sur 27) soumise à la condition d'avoir déjà trouvé la première lettre - M -, ce qui fait  $1/27$  par  $1/27 = 1/729$ . La probabilité de produire le premier mot - METHINKS - est de  $1/27$  pour chacune de ses 8 lettres, donc  $1/27$  par  $1/27$  par  $1/27$ , etc., 8 fois, soit  $1/27$  porté à la puissance 8. La probabilité de produire correctement la phrase tout entière avec ses 28 caractères est donc de  $1/27$  à la puissance 28, c'est-à-dire  $1/27$  multiplié 28 fois par lui-même. C'est une probabilité très faible, d'environ 1 sur 10 000 millions de millions de millions de millions de millions de millions (10<sup>49</sup>). Le moins qu'on puisse dire est que la phrase recherchée se ferait attendre longtemps, sans parler des œuvres complètes de Shakespeare.

Et voilà pour la sélection en une seule étape de la variation aléatoire. Et la sélection cumulative alors? Serait-elle beaucoup plus efficace? Beaucoup, beaucoup plus efficace, plus peut-être que nous ne pouvons le voir de prime abord, bien que ce soit presque évident lorsqu'on y réfléchit un peu. Nous nous servons encore de notre singe informatisé, mais avec une différence cruciale dans son programme. Il commence une fois de plus par choisir une suite aléatoire de 28 lettres, tout comme précédemment :

WDLMLNLT DTJBKWRZREZLMQCCO P

Il va maintenant faire « se reproduire » cette phrase aléatoire. Il la reproduit à de nombreuses reprises, mais avec un certain degré d'erreur aléatoire - de « mutation » - dans la copie. L'ordinateur examine les phrases mutantes dépourvues de sens, la « descendance » de la phrase originale, et choisit celle qui, même de très loin, ressemble le plus à la phrase-cible METHINKS IT IS LIKE A WEASEL. En l'occurrence la phrase gagnante de la « génération » suivante se trouvait être :

WDLTMLNT DTJBKWRZREZLMQCCO P

Le progrès n'est pas évident! Mais la procédure est répétée, une nouvelle « descendance » mutante est donnée par « reproduction » de la phrase, et une nouvelle « gagnante » est choisie. Ceci se poursuit de génération en génération. Après 10 générations, la phrase sélectionnée pour la « reproduction » était :

MDLDMNLT ITJISWHRZREZ MECS P

Après 20 générations, c'était :

MELDINLS IT ISWRPKE Z WECSL

L'œil de la foi s'imagine déjà qu'il peut déceler une ressemblance avec la phrase-cible. A la génération 30 le doute n'est plus permis :

METHINGS IT ISWLIKE B WECSL

La génération 40 nous amène à une lettre de la cible :

METHINKS IT IS LIKE I WEASEL

Et le but a été finalement atteint à la génération 43. Un nouvel essai de l'ordinateur commençait avec la phrase :

Y YVMQKZPFJXWVHGLAWFVCHQXYOPY,

passait par les états suivants (relevés encore une fois de 10 en 10 générations) :

Y YVMQKSPTFXWSHLIKEFV HQYSPY  
 YETHINKSPITXISHLIKEFA WQYSEY  
 METHINKS IT ISSLIKE A WEFSEY  
 METHINKS IT ISBLIKE A WEASES  
 METHINKS IT ISLIKE A WEASEO  
 METHINKS IT IS LIKE A WEASEP

et atteignait la phrase-cible à la génération 64. Lors d'un troisième essai l'ordinateur commençait par

GEWRGZRPVCTPGQMCKHFDBGW ZCCF

et atteignait METHINKS IT IS LIKE A WEASEL en 41 générations d'« élevage » sélectif.

Le temps exact mis par l'ordinateur pour atteindre le but n'a pas d'importance. Si vous voulez le savoir, la première fois, la machine avait terminé l'exercice le temps que j'aie déjeuné et que je revienne. Ce qui faisait environ une demi-heure. (Les informaticiens chevronnés trouveront peut-être que c'est excessivement lent. La raison en est que le programme avait été écrit en BASIC, un genre de langage enfantin pour ordinateurs. Lorsque je l'ai réécrit en Pascal, il a fallu 11 secondes.) Les ordinateurs sont un peu plus rapides que les singes dans ce genre d'exercice, mais la différence n'est vraiment pas significative. Ce qui importe est la différence entre le temps mis par la sélection cumulative, et le temps que le même ordinateur, travaillant sans répit à la même cadence, mettrait pour atteindre la phrase-cible s'il était forcé d'utiliser l'autre procédure — la sélection en une seule étape : environ un million de millions de millions de millions de millions (10<sup>30</sup>) d'années. Ce qui est plus d'un million de millions de millions (10<sup>18</sup>) de fois plus que la durée actuelle de l'univers. En réalité il serait plus juste de dire que, par comparaison avec le temps qu'il faudrait soit à un singe, soit à un programme informatique aléatoire pour produire la phrase-cible, l'âge total de l'univers actuel n'est que quantité négligeable, tellement négligeable qu'elle serait bien en dessous de la marge d'erreur de ce genre de calcul fait au dos d'une enveloppe, alors que le temps mis par un ordinateur travaillant en mode aléatoire mais avec la contrainte de la sélection cumulative pour accomplir la même tâche est d'un ordre compréhensible par les humains, entre 11 secondes et le temps qu'il faut pour déjeuner.

Il y a donc une grosse différence entre la sélection cumulative (dans laquelle chaque amélioration, même infime, est utilisée pour construire l'édifice futur), et la sélection en une seule étape (dans laquelle chaque nouvel « essai » est un nouveau départ de zéro). Si le progrès évolutif devait compter sur la sélection en une seule étape, il n'aurait jamais abouti à rien. Si toutefois il y avait un moyen quelconque par lequel les conditions nécessaires à la sélection cumulative auraient pu être déterminées par les forces aveugles de la nature, les conséquences auraient pu être étranges et prodigieuses. En fait c'est exactement ce qui s'est passé sur cette planète, et nous faisons nous-mêmes partie des plus récentes, sinon des plus étranges et des plus prodigieuses de ces conséquences.

Il est étonnant de trouver encore des articles où des calculs comme celui du chiffre de l'hémoglobine sont utilisés comme s'ils constituaient des arguments contre la théorie de Darwin. Les

auteurs de ces articles, souvent experts dans leur propre domaine, l'astronomie, etc., semblent croire sincèrement que le darwinisme explique l'organisation du vivant par le seul fait du hasard — la sélection en une seule étape. Cette croyance, à savoir que l'évolution darwinienne est de nature « aléatoire », n'est pas seulement fautive. C'est l'antithèse exacte de la vérité. Le hasard est un ingrédient mineur dans la recette darwinienne, mais l'ingrédient le plus important est la sélection cumulative, qui est essentiellement de nature non aléatoire.

Les nuages sont incapables de subir une sélection cumulative. Il n'y a pas de mécanisme par lequel des nuages d'une forme particulière pourraient engendrer des nuages fils qui leur ressembleraient. Si pareil mécanisme existait, si un nuage ressemblant à une belle ou un chameau pouvait donner naissance à une lignée d'autres nuages d'une forme approximativement semblable, la sélection cumulative aurait l'occasion de se déclencher. Certes, il arrive que des nuages se disloquent en formant des « nuages fils », mais ce n'est pas suffisant pour qu'il y ait sélection cumulative. Il faut également que la « descendance » de n'importe quel nuage donné ressemble à son « géniteur » plus qu'à aucun autre « géniteur » de la « population ». Ce détail d'une importance vitale est apparemment compris de travers par certains des philosophes qui se sont, ces dernières années, intéressés à la théorie de la sélection naturelle. Il est de plus indispensable que les chances qu'un nuage donné aurait de survivre et d'engendrer des copies dépendent de sa forme. Ces conditions se sont peut-être développées dans quelque lointaine galaxie, et le résultat, si les millions d'années nécessaires se sont écoulées, en est une forme de vie éthérée, tout en volutes. Ce qui ferait peut-être un bon roman de science-fiction — qu'on pourrait intituler *De merveilleux nuages* — mais pour la commodité de notre exposé un modèle informatisé comme celui des singes dactylographes est plus facile à appréhender.

Bien que le modèle des singes dactylographes soit utile pour expliquer la distinction entre sélection en une seule étape et sélection cumulative, il conduit à des malentendus graves. Par exemple, à chaque génération de la « reproduction » sélective, les phrases mutantes de la « descendance » étaient jugées selon un critère de ressemblance par rapport à un idéal éloigné, la phrase-cible METHINKS IT IS LIKE A WEASEL. La vie n'est pas comme cela. L'évolution n'a pas de but à long terme. Il n'y a pas de cible éloignée, pas de perfection finale qui puisse servir de critère à la sélection, bien que la vanité humaine chérisse l'idée absurde que notre espèce est le but final de l'évolution. Dans la réalité, le critère

de la sélection est toujours à court terme, que ce soit la simple survie ou, plus généralement, le succès reproductif. Si, au bout des temps géologiques, quelque chose semble, après coup, avoir été accompli qui a l'apparence d'un progrès vers quelque but éloigné, c'est toujours une conséquence fortuite de nombreuses générations de sélection à court terme. L'« horloger » qui est la sélection naturelle cumulative ne voit pas l'avenir et n'a pas de projet à long terme.

Nous pouvons modifier notre modèle informatique pour tenir compte de cette objection. Nous pouvons également le rendre plus réaliste sous d'autres aspects. Lettres et mots sont des manifestations particulières aux humains, donc faisons plutôt dessiner des images à l'ordinateur. Nous verrons peut-être des approximations d'animaux évoluer dans l'ordinateur par sélection cumulative de formes mutantes. Nous ne préjugerons pas du résultat en intégrant au programme des images animales précises dès le départ. Nous voulons les voir émerger par la seule action de la sélection cumulative de mutations aléatoires.

Dans la réalité, la forme de chaque animal individuel est produite par le développement embryonnaire. Les différences se produisent en raison de modifications (par mutation — le petit facteur aléatoire envisagé plus haut) chez les gènes qui contrôlent le développement. Par conséquent, dans notre modèle informatique, nous devons avoir quelque chose d'équivalent au développement embryonnaire, et quelque chose d'équivalent à des gènes susceptibles de muter. Il y a bien des façons de transcrire ces exigences dans un modèle informatique. J'en ai choisi une et j'ai écrit un programme qui la met en pratique. Je vais maintenant décrire ce modèle informatique, parce que je crois qu'il est assez parlant. Si vous ne connaissez rien aux ordinateurs, svenez-vous simplement que ce sont des machines qui font exactement ce qu'on leur dit de faire mais qui donnent souvent des résultats surprenants. Une liste d'instructions pour un ordinateur s'appelle un programme.

Le développement embryonnaire est un processus bien trop complexe pour qu'on puisse le simuler d'une manière réaliste sur un micro-ordinateur. Il faut le représenter par un modèle analogique simplifié. Il faut trouver une règle de tracé d'image que l'ordinateur peut facilement suivre et qu'on peut ensuite faire varier sous l'influence des « gènes ». Quelle règle allons-nous choisir ? Les manuels d'informatique illustrent souvent la puissance de ce qu'ils appellent la programmation « récursive » avec une simple procédure arborescente. L'ordinateur commence par tracer une ligne verticale. Puis la ligne se sépare en deux branches. Puis chacune des deux

branches se sépare en deux sous-branches. Puis chacune des sous-branches se divise en deux sous-sous-branches, et ainsi de suite. On parle de « récursion » parce que la même règle (ici une règle de divergence) est appliquée localement dans tout l'arbre en croissance. Quelle que soit la taille que l'arbre peut atteindre, la même règle de divergence continue de s'appliquer au bout de tous ses rameaux.

La « profondeur » de récursion signifie le nombre d'embranchements permis avant de mettre fin au processus. La figure 2 montre ce qui se passe lorsqu'on dit à l'ordinateur d'obéir exactement à la même règle de tracé mais en allant à différents niveaux de récursion. A des niveaux élevés de récursion la figure devient très complexe, mais on voit aisément dans la figure 2 qu'elle est toujours produite par la même règle, très simple, de divergence. C'est évidemment exactement ce qui se passe dans un arbre réel. La configuration des branches d'un chêne ou d'un pommier a l'air complexe, mais en réalité elle ne l'est pas. La règle de divergence de base est très simple. C'est parce qu'elle est appliquée récursivement à toutes les extrémités des rameaux en croissance dans tout l'arbre — les branches donnent des sous-branches, puis chaque sous-branche donne des sous-sous-branches, et ainsi de suite — que l'arbre tout entier finit par être gros et touffu.

La divergence récursive est aussi une bonne métaphore pour le développement embryonnaire des plantes et des animaux en général. Je ne veux pas dire que les embryons animaux ressemblent à des arborescences. C'est faux. Mais tous les embryons croissent par division cellulaire. Les cellules se divisent toujours en deux cellules filles. Et les gènes exercent toujours leurs effets définitifs sur les corps au moyen d'influences locales sur les cellules, et sur les configurations divergentes à fourche simple de la division cellulaire. Les gènes d'un animal ne sont jamais un grand projet, un plan détaillé de tout le corps. Les gènes, comme nous le verrons, fonctionnent plus comme une recette que comme un plan détaillé; et une recette, en plus, à laquelle se conforme non pas l'embryon en développement dans sa globalité, mais chaque cellule ou chaque amas local de cellules en division. Je ne nie pas que l'embryon, et plus tard l'adulte, possède effectivement une forme à grande échelle. Mais cette forme à grande échelle émerge à la suite de nombreux petits effets cellulaires locaux dans tout le corps en développement, et ces effets locaux consistent essentiellement en divergences simples, sous forme de divisions cellulaires binaires. C'est en influençant ces événements locaux que les gènes finissent par exercer des influences sur le corps adulte.

La règle de divergence simple qui sert à tracer les arborescences

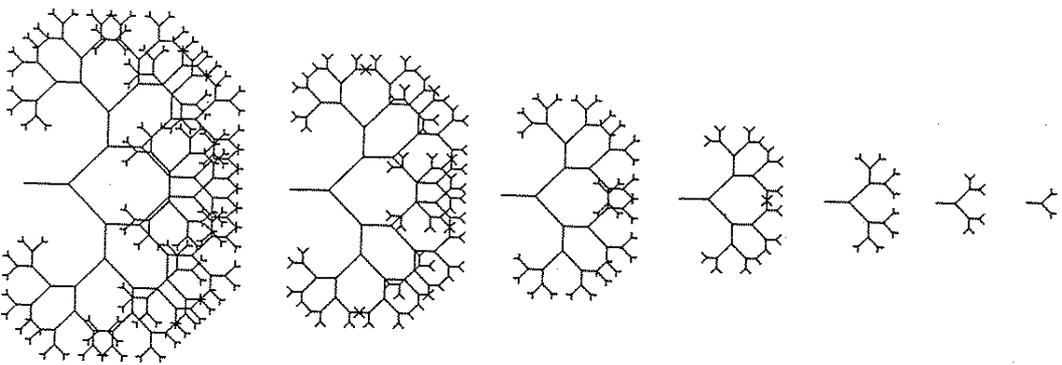


Figure 2

fait donc figure d'analogie prometteur du développement embryonnaire. En conséquence, nous l'intégrons dans une petite procédure informatique, nous l'appelons DÉVELOPPEMENT, et nous préparons à l'inclure dans un programme plus important appelé ÉVOLUTION. Avant de commencer à écrire ce programme principal, tournons maintenant notre attention vers les gènes. Comment allons-nous représenter des « gènes » dans notre modèle informatique? Dans

la réalité, les gènes font deux choses. Ils influencent le développement et ils se transmettent aux générations ultérieures. Chez les animaux et les plantes réels il y a des dizaines de milliers de gènes, mais nous allons modestement limiter notre modèle informatique à neuf gènes. Chacun de ces neuf gènes est simplement représenté dans l'ordinateur par un nombre, que nous appellerons sa valeur. La valeur d'un gène particulier pourrait être, par exemple, + 4, ou - 7.

Comment allons-nous faire en sorte que ces gènes influencent le développement? Ils pourraient faire des tas de choses. L'idée de base est qu'ils devraient exercer quelque influence quantitative mineure sur la règle de tracé qui est DÉVELOPPEMENT. Par exemple, l'un des gènes pourrait influencer l'angle de divergence, un autre pourrait influencer la longueur d'une branche particulière. Rien n'empêcherait non plus un gène d'influencer la profondeur de récursion, le nombre de divergences successives. J'ai donné cet effet au gène 9. On peut considérer la figure 2, par conséquent, comme l'image de sept organismes apparentés, identiques entre eux sauf en ce qui concerne le gène 9. Je ne vais pas expliciter en détail ce que fait chacun des huit autres gènes. On peut avoir une idée générale du genre de choses qu'ils font en étudiant la figure 3. Au centre de l'image se trouve l'arbre de base, l'un de ceux de la figure 2. Cet arbre central est entouré de 8 autres. Tous sont identiques à l'arbre central, sauf qu'un de leurs gènes, un gène différent pour chacun des huit, a été modifié — a subi une « mutation ». Par exemple, l'image à droite de l'arbre central montre ce qui se passe lorsque le gène 5 mute quand on ajoute + 1 à sa valeur. S'il y avait eu la place, j'aurais aimé faire figurer un cercle de 18 mutants autour de l'arbre central. La raison pour en vouloir 18 est qu'il y a neuf gènes, dont chacun peut muter « vers le haut » (on ajoute 1 à sa valeur) ou « vers le bas » (on retranche 1 à sa valeur). Donc un cercle de 18 arbres suffirait à représenter tous les mutants possibles qu'on pourrait faire dériver par mutation à un seul degré de l'arbre central.

Chacun de ces arbres possède sa propre « formule génétique » unique, la valeur numérique de ses neuf gènes. Je n'ai pas écrit ces formules génétiques, parce qu'elles ne signifieraient rien pour vous, par elles-mêmes. C'est également vrai des gènes réels. Les gènes ne commencent à signifier quelque chose que lorsqu'ils sont traduits, par la synthèse des protéines, en des règles de croissance pour un embryon en développement. De même, dans le modèle informatique, les valeurs numériques des neuf gènes n'ont de sens que lorsqu'elles sont traduites en règles de croissance pour la

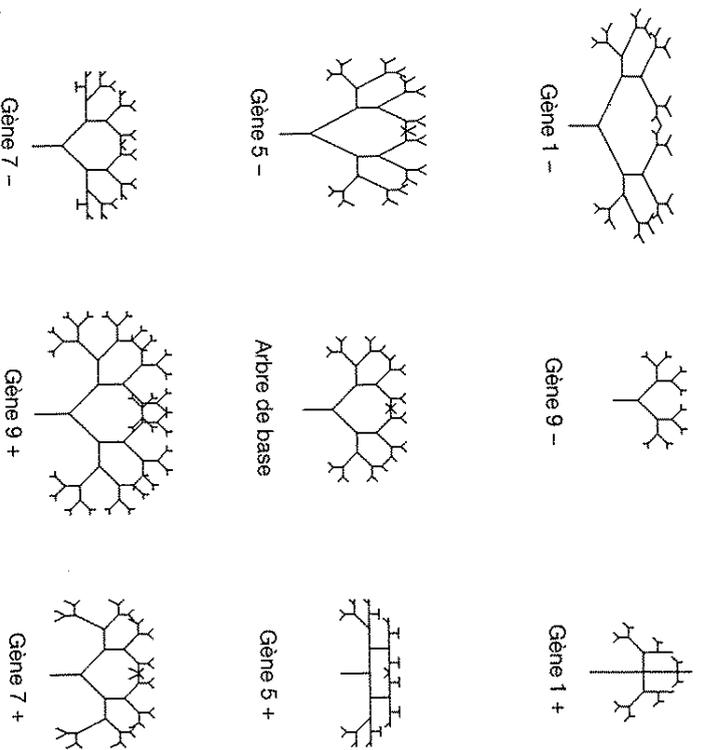


Figure 3

configuration arborescente en divergence. Mais on peut avoir une idée de ce que fait chaque gène en comparant les corps de deux organismes dont on sait qu'ils diffèrent sous le rapport d'un certain gène. Comparez, par exemple, l'arbre de base au centre de l'image avec les deux arbres à sa droite et à sa gauche, et vous aurez une petite idée de ce que fait le gène 5.

C'est aussi la manière exacte dont procèdent les généticiens du monde réel. Normalement les généticiens ne savent pas comment les gènes exercent leur influence sur les embryons. Ils ne connaissent pas non plus la formule génétique complète d'un animal donné. Mais en comparant les corps de deux animaux adultes dont ils savent qu'ils diffèrent par rapport à un gène unique, ils peuvent voir quels effets produit ce gène individuel. Ce n'est pas aussi simple, car les gènes agissent les uns avec les autres selon des procédures plus compliquées qu'une simple addition. Il en est exactement de même pour les arborescences créées par ordinateur. Les illustrations suivantes démontreront à quel point c'est vrai.

On remarquera que toutes ces formes sont symétriques par rapport à un axe vertical. C'est une contrainte que j'ai imposée à

la procédure DÉVELOPPEMENT. Je l'ai fait en partie pour des raisons esthétiques; en partie pour économiser sur le nombre de gènes nécessaires (si les gènes n'exerçaient pas d'effet miroir sur chaque côté de l'arbre nous aurions besoin de gènes séparés pour les côtés gauche et droit); et en partie parce que j'espérais faire évoluer des formes animales, et la plupart des corps animaux sont très symétriques. Pour la même raison, je vais à partir de maintenant cesser d'appeler ces créatures « arbres » et je vais les appeler « corps » ou « biomorphes ». Biomorphe est le terme créé par Desmond Morris pour désigner les formes vaguement animales qui peuplent ses tableaux surréalistes. J'ai une affection particulière pour ces tableaux car l'un d'entre eux a été reproduit sur la couverture de mon premier ouvrage. Desmond Morris prétend que ses biomorphes « se développent » dans son esprit et que leur évolution peut se lire en passant d'un tableau à l'autre.

Revenons donc aux biomorphes de l'ordinateur, et au cercle des dix-huit mutants possibles, dont un groupe représentatif de huit est dessiné dans la figure 3. Puisque tous les membres du cercle ne sont qu'à une seule étape mutationnelle du biomorphe central, il nous est facile de les considérer comme des enfants du génieur central. Nous avons notre analogue de la REPRODUCTION qui, comme DÉVELOPPEMENT, peut faire l'objet d'un autre petit programme, prêt à être inclus dans notre programme principal appelé ÉVOLUTION. On notera deux choses à propos de REPRODUCTION. D'abord, il n'y a pas de sexualité; la reproduction est asexuée. (Bien que je considère les biomorphes comme des femelles, dans la mesure où les animaux asexués comme les pucerons sont presque toujours sous forme femelle.) Ensuite, il ne peut y avoir qu'une seule mutation à la fois. Un enfant ne diffère de son génieur que par un seul des neuf gènes; de plus, toutes les mutations se font en additionnant + 1 ou - 1 à la valeur du gène parental correspondant. Ce ne sont là que conventions arbitraires; elles auraient pu être différentes sans cesser d'être réalistes du point de vue biologique.

Il n'en est pas de même de la caractéristique suivante du modèle, qui met en œuvre un principe fondamental de la biologie. La forme de chaque enfant n'est pas directement dérivée de la forme de son génieur. Chaque enfant reçoit sa forme de par la valeur de ses neuf gènes personnels (qui influencent les angles, les distances, etc.). Et chaque enfant reçoit ses neuf gènes des neuf gènes de son génieur. C'est exactement ce qui se passe en réalité. Les corps ne sont pas transmis de génération en génération; les gènes le sont. Les gènes influencent le développement embryonnaire du corps

dans lequel ils résident. Puis ces mêmes gènes sont transmis ou non à la génération suivante. La nature des gènes n'est pas affectée par leur participation au développement corporel, mais les chances qu'ils ont d'être transmis peuvent être affectées par le succès du corps qu'ils ont contribué à créer. C'est pourquoi, dans le modèle informatique, il est important que les deux procédures appelées DÉVELOPPEMENT et REPRODUCTION soient écrites comme deux compartiments étanches. Ils sont étanches sauf que REPRODUCTION transmet les valeurs des gènes à DÉVELOPPEMENT, où elles influencent les règles de la croissance. Disons très clairement que DÉVELOPPEMENT ne retransmet pas les valeurs des gènes à REPRODUCTION — ce qui équivaudrait à du « lamarckisme » (voir chapitre 11).

Nous avons donc assemblé nos deux modules de programmes, appelés DÉVELOPPEMENT et REPRODUCTION; REPRODUCTION transmet les gènes de génération en génération, avec une possibilité de mutation. DÉVELOPPEMENT prend les gènes fournis par REPRODUCTION dans une génération donnée et traduit ces gènes en une action graphique qui donne l'image d'un corps sur l'écran de l'ordinateur. Le moment est venu d'apparier ces deux modules dans le grand programme dénommé ÉVOLUTION.

ÉVOLUTION consiste essentiellement en une répétition perpétuelle de REPRODUCTION. A chaque génération, REPRODUCTION prend les gènes qui lui ont été fournis par la génération précédente, et les transmet à la génération suivante mais avec quelques petites erreurs aléatoires — des mutations. Une mutation consiste simplement à ajouter + 1 ou - 1 à la valeur d'un gène choisi au hasard. Ce qui veut dire que, au fil des générations, la quantité totale de différence génétique par rapport à l'ancêtre original peut devenir très grande, d'une manière cumulative, par petites étapes séparées. Mais bien que les mutations soient aléatoires, le changement cumulatif au fil des générations n'est pas aléatoire. La descendance d'une génération donnée diffère du géniteur dans des directions aléatoires. Mais le choix du membre de cette descendance qui avancera dans la prochaine génération n'est pas aléatoire. C'est ici qu'intervient la sélection darwinienne. Le critère de la sélection n'est pas constitué par les gènes eux-mêmes, mais par les corps dont les gènes influencent la forme par la procédure DÉVELOPPEMENT.

En plus d'être REPRODUITS, les gènes sont à chaque génération également transmis à DÉVELOPPEMENT, qui fait croître le corps approprié sur l'écran en suivant ses propres règles rigides. A chaque génération, toute une « portée » d'« enfants » (d'individus de la génération suivante) s'affiche sur l'écran. Tous ces enfants sont les

enfants mutants du même géniteur, qui ne diffèrent chacun de lui que par la modification d'un seul gène. Ce taux de mutation très élevé est un trait du modèle informatique qui contredit indéniablement la réalité biologique. Dans le monde réel, la probabilité qu'à un gène de muter est souvent inférieure à 1 sur un million (10<sup>-6</sup>). Si j'ai intégré au modèle un taux de mutation aussi élevé c'est que tout ce qui se déroule sur l'écran est destiné à des yeux humains, et que les humains n'ont pas la patience d'attendre un million de générations pour voir une mutation!

L'œil humain a un rôle actif à jouer dans cette histoire. Il est l'agent de la sélection. Il examine la portée de descendants et en choisit un pour la reproduction. L'œil devient alors le géniteur de la génération suivante, et une portée de ses propres enfants mutants s'affiche alors simultanément sur l'écran. L'œil humain fait ici exactement ce qu'il fait lorsqu'il élève des chiens pure race ou sélectionne des rosiers à concours. Notre modèle, en d'autres termes, est strictement un modèle de sélection artificielle et non naturelle. Le critère du « succès » n'est pas le critère direct de la survie, comme ce serait le cas dans la sélection naturelle. Dans la vraie sélection naturelle, si un corps a ce qu'il faut pour survivre, ses gènes survivent automatiquement parce qu'ils résident en lui. Aussi les gènes survivants ont-ils tendance à être, automatiquement, les gènes qui confèrent précisément aux corps les qualités qui contribuent à leur survie. Par contre, dans le modèle informatique, le critère de sélection n'est pas la survie, mais la capacité de se conformer aux caprices humains. Ces caprices ne sont pas nécessairement vains et arbitraires, car nous pouvons nous fixer comme but de sélectionner conformément à une qualité telle que « la ressemblance avec un saule pleureur ». Dans mon expérience, toutefois, le sélectionneur humain est plus souvent capricieux et opportuniste, ce qui n'est pas loin de rappeler également certains types de sélection naturelle.

L'humain indique à l'ordinateur quel membre de la portée actuellement affichée il faut choisir aux fins de reproduction. Les gènes de l'œlu sont transmis à la procédure REPRODUCTION, et une nouvelle génération commence. Ce processus se poursuit indéfiniment, comme l'évolution dans le monde réel. Chaque génération de biomorphes n'est qu'à une étape mutationnelle de la précédente et de la suivante. Mais après 100 générations selon ÉVOLUTION, les biomorphes peuvent être jusqu'à 100 étapes mutationnelles de leur ancêtre originel. Et en 100 étapes mutationnelles il peut se passer beaucoup de choses.

Je n'avais aucune idée de l'ampleur de ces changements lorsque

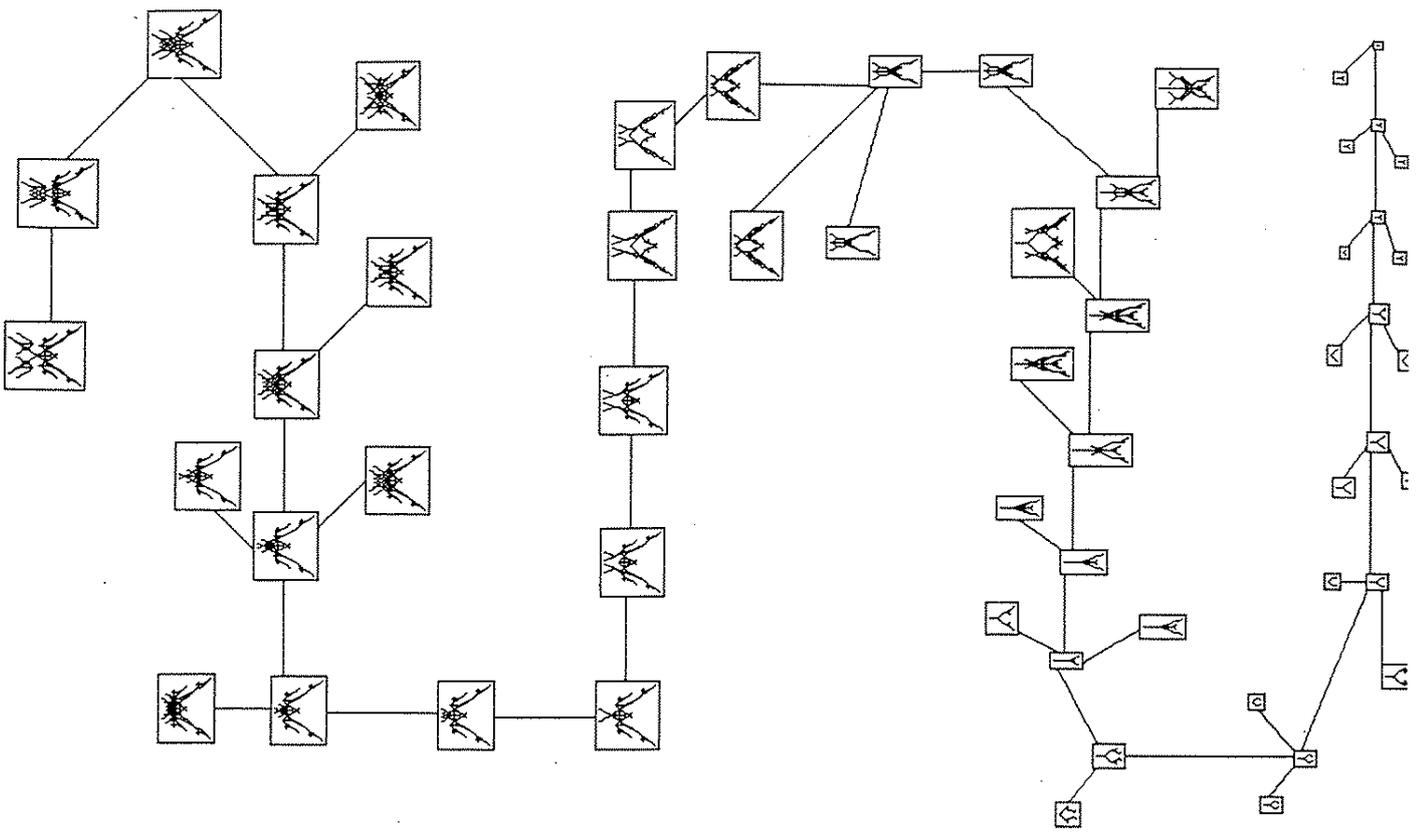


Figure 4

j'ai commencé à jouer avec mon programme tout neuf ÉVOLUTION. La première chose qui m'a surpris est que les biomorphes peuvent très rapidement cesser de ressembler à des arbres. La structure arborescente de base à fourche simple est toujours présente, mais elle est vite étouffée par l'entrecroisement accumulé des lignes qui donnent des masses colorées compactes (reproduites ici en noir et blanc). La figure 4 montre une histoire évolutive particulière faite de 29 générations seulement. L'ancêtre est une créature minuscule, un simple point. Bien que le corps de l'ancêtre soit un point, comme une bactérie dans le limon des premiers âges, il recèle un potentiel caché pour diverger selon la configuration exacte de l'arbre central de la figure 3 : simplement son gène 9 lui dit de diverger zéro fois! Toutes les créatures représentées sur cette page descendent de ce point mais, pour éviter d'encombrer la page, je n'ai pas fait figurer tous les descendants que j'ai effectivement vus. Je n'ai fait figurer que l'enfant qui a réussi, c'est-à-dire le géniteur de la génération suivante, plus un ou deux de ses frères malheureux. Cette image n'est en somme que la représentation de la lignée évolutive principale guidée par mes choix esthétiques. Toutes les étapes de la lignée principale sont représentées.

Examinons brièvement les toutes premières générations de la lignée évolutive principale. Le point devient un Y à la génération 2. Le Y grossit dans les deux générations suivantes. Puis les branches s'incurvent légèrement, comme un lance-pierres de bonne facture. A la génération 7, la courbe s'accroît, si bien que les deux branches se rejoignent presque. Les branches incurvées grandissent, et chacune acquiert deux petits appendices à la génération 8. Ces appendices sont perdus à la génération 9, et la tige du lance-pierres s'allonge. La génération 10 ressemble à une fleur en coupe; les branches latérales incurvées ressemblent à des pétales qui se referment sur un appendice central ou « stigmatte ». A la génération 11, la même forme « florale » a grossi et est devenue un peu plus compliquée.

J'arrêterai là ce récit. Les images des 29 générations sont suffisamment explicites. On notera que chaque génération n'est que légèrement différente de son géniteur et de ses sœurs. Puisque chacune est légèrement différente de son géniteur, il était prévisible que chacune soit légèrement plus différente de ses grands-parents (et de ses petits-enfants) et encore plus différente de ses arrière-grands-parents (et arrière-petits-enfants). C'est précisément en quoi consiste l'évolution cumulative, bien que, vu notre taux de mutation élevé, nous l'ayons accélérée sans commune mesure avec la réalité. Aussi la figure 4 ressemble-t-elle plus à la généalogie d'une

espèce qu'à celle d'une lignée d'individus, mais le principe reste le même.

Lorsque j'ai écrit ce programme, je n'avais jamais pensé qu'il aurait développé autre chose qu'une gamme de formes arborescentes. Je comptais obtenir des saules pleureurs, des cèdres du Liban, des peupliers de Lombardie, des algues, voire des ramures de cerf. Rien dans mon intuition de biologiste, rien dans mes 20 ans d'expérience dans la programmation des ordinateurs, et rien dans mes rêves les plus fous ne m'avait préparé à ce qui émergera en réalité sur l'écran. Je ne me souviens pas du stade exact de la séquence où pour la première fois l'idée m'est venue qu'il était possible de développer une ressemblance avec un genre d'insecte. Poussé par une intuition fantasque, je me mis à sélectionner pour la reproduction, de génération en génération, l'enfant qui ressemblerait le plus à un insecte. Mon incrédulité ne fit que croître à la mesure de la ressemblance évolutive. Vous voyez les formes terminales au bas de la figure 4. Concédonz qu'elles ont huit pattes comme les araignées, au lieu de six comme les insectes, mais tout de même! Je ne puis vous dissimuler l'exultation qui m'a saisi lorsque j'ai vu pour la première fois ces esquises créatures émerger sous mes yeux. J'ai entendu très clairement les accords triomphants de l'ouverture de *Ainsi parla Zarathoustra* (la musique du film 2001, *l'Odyssée de l'espace*) résonner dans ma tête. Je ne pouvais pas manger, et cette nuit-là « mes » insectes grouillaient sous mes paupières tandis que je cherchais le sommeil.

Il y a sur le marché des jeux informatiques dans lesquels le joueur a l'illusion d'errer dans un labyrinthe souterrain dont la topographie est déterminée et en tout cas complexe et dans lequel il rencontre des dragons, des minotaures et autres adversaires mythiques. Dans ces jeux les monstres sont assez peu nombreux. Ils sont tous conçus par un programmeur humain, de même que la topographie du labyrinthe. Dans le jeu de l'évolution, que ce soit la version informatique ou la réalité, le joueur (ou l'observateur) a la même impression d'errer métaphoriquement dans un labyrinthe aux nombreux embranchements, mais le nombre de voies possibles est tout simplement infini, et les monstres que l'on rencontre sont inconcevables et imprévisibles. Au fil de mes vagabondages dans les eaux stagnantes de la Biomorphie, j'ai rencontré des crevettes, des temples aztèques, des vitraux gothiques, des kangourous dessinés par des aborigènes, et, lors d'une occasion mémorable mais impossible à retrouver, une caricature passablement ressemblante du titulaire actuel de la chaire Wykeham de logique. La figure 5 est un autre petit tableau de chasse de ma salle des trophées, tous

créés de la même façon. Je souligne que ces formes ne sont pas des dessins. Elles n'ont pas été retouchées ou manipulées d'aucune manière. Elles sont exactement telles que l'ordinateur les a tracées lorsqu'il les a développées. Le rôle de l'œil humain se limitait à faire un choix parmi les descendants affectés de mutations aléatoires, tout au long de nombreuses générations d'évolution cumulative.

Nous disposons à présent d'un modèle de l'évolution beaucoup plus réaliste que celui fourni par les singes dactylographes. Mais le modèle du biomorphe est encore imparfait. Il nous montre le pouvoir qu'a la sélection cumulative d'engendrer une variété presque infinie de formes quasi biologiques, mais il utilise la sélection artificielle et non la sélection naturelle. C'est l'œil humain qui sélectionne. Serait-il possible de se passer de l'œil humain et de confier la sélection à l'ordinateur lui-même sur la base de quelque critère biologiquement réaliste? Ceci est plus difficile qu'il ne paraît. Il n'est pas inutile de prendre un peu de temps pour expliquer pourquoi.

Il est d'une facilité triviale de sélectionner en vue d'une formule génétique particulière tant qu'on peut lire les gènes de tous les animaux. Mais la sélection naturelle ne choisit pas les gènes directement, elle choisit les effets que les gènes produisent sur les corps — les effets dits phénotypiques. L'œil humain sait choisir les effets phénotypiques, comme on le voit aux nombreuses races de chiens, d'animaux de bétail, de pigeons, et aussi, si je puis l'ajouter, aux formes de la figure 5. Pour que l'ordinateur choisisse directement des effets phénotypiques, il nous faudrait écrire un programme très complexe de reconnaissance de formes. Il existe de tels programmes. On s'en sert pour lire du texte imprimé et même du texte écrit à la main. Mais ce sont des programmes lourds, à la pointe de la technique, qui requièrent des ordinateurs très gros et très rapides. Même si un tel programme de reconnaissance de formes restait dans les limites de mes compétences de programmeur et des 64 kilo-octets de mon micro-ordinateur, je n'en ferais rien. C'est une tâche qui est mieux faite par l'œil humain assisté — et c'est déjà plus intéressant — des 10 giganeurons de l'ordinateur logé dans le crâne.

Il ne serait pas trop difficile de s'arranger pour que l'ordinateur sélectionne des traits généraux grossiers comme « grand et mince », « petit et gros », peut-être « galbé », « hérissé de pointes », voire même une ornementation de style rococo. On pourrait programmer l'ordinateur à se souvenir des types de qualités que les humains ont choisis dans le passé et à exercer ultérieurement une sélection

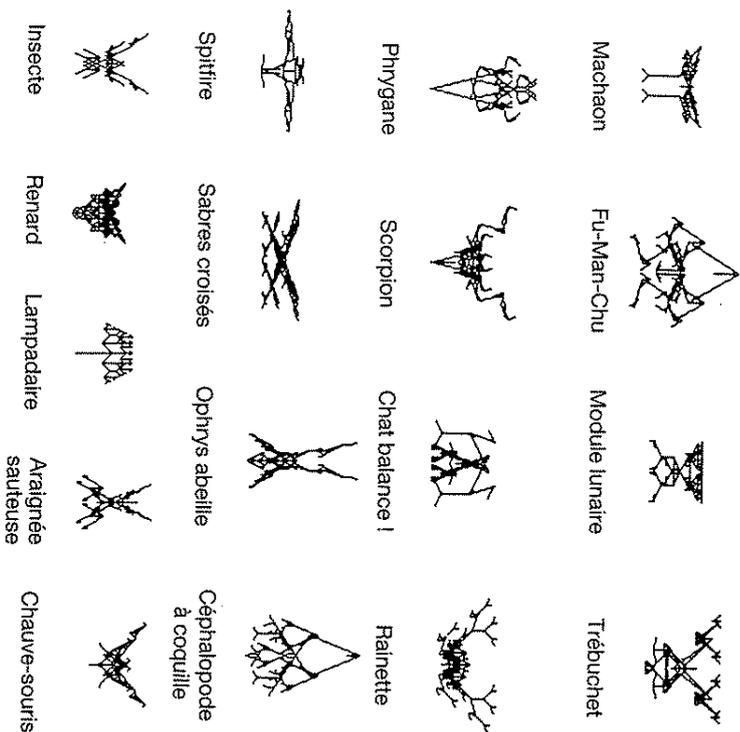


Figure 5

constante du même type. Mais nous n'en serions pas plus avancés dans la voie de la sélection naturelle. Le point important est que la nature n'a pas besoin de puissance de calcul pour sélectionner, sauf dans des cas particuliers comme lorsque les paonnes choisissent les paons. Dans la nature, l'agent sélectionneur habituel est direct, simple et brutal. C'est la Faucheuse. Bien sûr, les raisons mêmes de la survie sont loin d'être simples — c'est pourquoi la sélection naturelle peut construire des plantes et des animaux d'une complexité aussi redoutable. Mais la mort elle-même a quelque chose de très simple et de très rudimentaire. Et dans la nature il n'est besoin que de la mort non aléatoire pour sélectionner les phénotypes, et avec eux les gènes qu'ils contiennent.

Pour simuler la sélection naturelle d'une manière intéressante avec l'ordinateur, nous devrions oublier l'ornementation rococo et toutes ces autres qualités visuellement définies. A la place, nous devrions nous concentrer sur la simulation de la mort non aléatoire. Les biomorphes devraient interagir, dans l'ordinateur, avec la simu-

lation d'un environnement hostile. L'environnement hostile idéal devrait comprendre d'autres biomorphes en cours d'évolution : des « prédateurs », des « proies », des « parasites », des « concurrents ». La forme particulière d'un biomorphe-proie devrait, par exemple, déterminer sa vulnérabilité par rapport à une forme particulière de biomorphe-prédateur. Pareils critères de vulnérabilité ne devraient pas être introduits par le programmeur. Il faudrait véritablement qu'ils émergent, par le même type de cheminement que les formes elles-mêmes. L'évolution décollerait alors pour de bon dans l'ordinateur, car les conditions d'une « course aux armements » naturellement seraient réunies (voir au chapitre 7), et je n'ose conjecturer comment tout cela pourrait finir. Malheureusement, je crois que la mise sur pied de pareille contrefaçon du monde dépasse mes pouvoirs de programmeur.

S'il y avait des gens assez habiles pour le faire, ce seraient les programmeurs qui mettent au point ces jeux de café bruyants et vulgaires du type « Envahisseurs de l'Espace ». Ces programmes simulent un monde contrefait. Il a une géographie, souvent en trois dimensions, et une dimension temporelle accélérée. Des entités foncent dans l'espace tridimensionnel simulé, entrent en collision, se tirent dessus et s'entre-dévorent avec des bruits révoltants. La simulation peut être si réaliste que le joueur qui est aux manettes a l'illusion puissante qu'il fait lui-même partie du monde contrefait. J'imagine que le summum de ce genre de programmation est atteint dans les chambres de simulation où s'entraînent les pilotes d'avions et de vaisseaux spatiaux. Mais même ces programmes sont du menu fretin comparés au programme qu'il faudrait écrire pour simuler l'émergence d'une course aux armements entre prédateurs et proies, intégrée à un écosystème contrefait complet. Toutefois, la chose serait certainement possible. S'il y a un programmeur qui ait envie de collaborer avec moi pour relever ce défi, j'aimerais qu'il ou elle prenne contact avec moi.

Cependant, il y a autre chose de bien plus facile, et que j'ai l'intention de tester l'été venu. Je mettrai l'ordinateur dans un endroit ombragé du jardin. L'écran dispose de la couleur. Je possède déjà une version du programme qui utilise quelques « gènes » de plus pour contrôler la couleur de la même manière que les neuf autres gènes contrôlent la forme. Je commencerai avec un quelconque biomorphe brillamment coloré, plutôt compact. L'ordinateur va afficher simultanément toute la gamme des descendants mutants du biomorphe, qui diffèrent de lui par leur forme et/ou leur configuration colorée. Je crois que des abeilles, des papillons et d'autres insectes viendront voir l'écran et « choisiront » en heurtant

l'écran en un point particulier. Lorsqu'un certain nombre de choix auront été enregistrés, l'ordinateur effacera l'écran, fera « se reproduire » le biomorphe préféré, et affichera la génération suivante de descendants mutants.

Je compte fermement sur les insectes sauvages pour assurer effectivement, en un grand nombre de générations, le développement de fleurs dans l'ordinateur. S'ils y arrivent, les fleurs de l'ordinateur auront évolué sous exactement la même pression de sélection que celle qui fait évoluer les vraies fleurs sauvages dans la nature. Je suis fortifié dans mon espoir par le fait que les insectes visitent souvent des taches de couleur vive sur les robes des dames (et aussi par des expériences plus systématiques déjà publiées). Une autre possibilité, que je trouverais encore plus passionnante, serait que les insectes sauvages puissent causer l'évolution des biomorphes insectiformes. Il y a un précédent — et donc une raison d'espérer — dans le fait que les abeilles ont par le passé causé l'évolution des orchidées apiformes. Les abeilles mâles, à la suite de bien des générations d'évolution cumulative des orchidées, en ont construit la forme à leur image en essayant de copuler avec les fleurs et donc d'en transporter le pollen. Imaginez l'ophrys abeille de la figure 5 en couleurs. Qu'est-ce que vous en diriez si vous étiez une abeille ?

La raison principale de mon pessimisme est que la vision des insectes fonctionne d'une manière très différente de la nôtre. Les écrans vidéo sont conçus pour des yeux humains, pas des yeux d'abeilles. Ceci pourrait tout simplement signifier que, même si les abeilles et nous-mêmes reconnaissons ces orchidées mimétiques, chacun selon sa vision bien différente, comme étant apiformes, il se pourrait que les abeilles ne puissent absolument pas voir d'images sur un écran vidéo. Les abeilles ne verraient peut-être rien d'autre que 625 lignes de balayage ! Mais ça vaut tout de même la peine d'essayer. Quand ce livre sera publié, j'aurai la réponse.

Il y a un cliché populaire, habituellement assené sans finesse, selon lequel on ne peut pas tirer des ordinateurs plus que ce qu'on y a mis. Selon d'autres versions les ordinateurs font exactement ce qu'on leur dit de faire, et rien de plus, et par conséquent les ordinateurs ne sont jamais créatifs. Ce cliché n'est vrai qu'au sens le plus basement littéral, au sens où Shakespeare n'aurait jamais rien écrit d'autre que ce que lui avait appris à écrire son premier maître d'école — des mots. J'ai fait entrer le programme ÉVOLUTION dans l'ordinateur, mais je n'ai pas programmé « mes » insectes, ni le scorpion, ni le Spittfre, ni le module lunaire. Je n'avais pas le moindre pressentiment qu'ils puissent émerger et c'est bien pour

cela que « émerger » est le mot qui convient. Certes, mes yeux ont opéré la sélection qui a guidé leur évolution, mais à chaque étape j'étais limité à un petit groupe de descendants proposés par la mutation aléatoire, et ma « stratégie » de sélection a été en fait opportuniste, capricieuse et à court terme. Je ne visais pas de but éloigné, ce que ne fait pas non plus la sélection naturelle.

Je peux dramatiser cet argument en discutant de l'unique occasion où j'ai effectivement essayé de viser un but éloigné. Mais je dois d'abord faire un aveu. Vous vous en seriez tout de même douté : l'histoire évolutive de la figure 4 est une reconstruction. Ce n'était pas la première fois que je voyais « mes » insectes. Lorsqu'ils émergèrent originellement aux sons des trompettes, je n'avais aucun moyen d'enregistrer leurs gènes. Ils étaient là, installés sur l'écran de l'ordinateur, et je ne pouvais pas les atteindre, je ne pouvais pas déchiffrer leurs gènes. Je retardai le plus possible le moment d'atteindre l'ordinateur tout en me creusant la cervelle pour trouver un moyen quelconque de les sauvegarder, mais il n'y en avait point. Les gènes étaient enfouis trop profondément, tout comme dans la réalité. Je pouvais sortir sur imprimante les images des corps des insectes, mais j'avais perdu leurs gènes. Je modifiai immédiatement le programme pour qu'à l'avenir je puisse conserver une trace accessible des formules génétiques, mais il était trop tard. J'avais perdu mes insectes.

Vous pensez peut-être qu'il aurait été assez facile de reconstruire le cheminement évolutif, mais ce ne fut pas le cas. La raison, à laquelle je reviendrai, en est le nombre astronomique de biomorphes possibles que peut offrir un cheminement évolutif suffisamment long, même si l'on ne fait varier que neuf gènes. Plusieurs fois, au cours de mon pèlerinage en Biomorphie, il me sembla approcher d'assez près un précurseur de mes insectes mais, en dépit de mes efforts de sélectionneur, l'évolution partait alors sur ce qui se révélait être une fausse piste. Enfin, au terme de mes errances évolutionnistes en Biomorphie — le sentiment de triomphe fut à peine moindre que lors de la première occasion — je parvins tout de même à les retrouver. Je ne savais pas (et je ne sais toujours pas) si ces insectes étaient exactement les mêmes que les originaux, les insectes des « accords perdus de Zathoustra », ou s'ils n'étaient que superficiellement « convergents » (voir au prochain chapitre), mais je m'en tins là. Cette fois-ci il n'y eut pas d'erreur : je notai la formule génétique, et je peux désormais « faire évoluer » des insectes quand il me plaît.

Oui, j'en rajoute peut-être un peu, mais je suis en train de traiter un point important. L'intérêt de cette histoire est que même si

c'était moi qui avais programmé l'ordinateur en lui donnant des instructions détaillées sur la marche à suivre, je n'avais néanmoins pas prévu les animaux qui s'étaient développés, et j'avais été totalement surpris en voyant leurs précurseurs pour la première fois. J'étais impuissant à maîtriser l'évolution, tellement qu'ailleurs même que je voulais absolument remonter un cheminément évolutif particulier la chose se révéla parfaitement impossible. Je ne crois pas que j'aurais jamais retrouvé mes insectes si je n'avais pas disposé d'une image imprimée de l'ensemble complet de leurs prédécesseurs évolutifs, et même ainsi ce fut difficile et fastidieux. L'impuissance du programmeur à maîtriser ou à prédire le cours de l'évolution dans l'ordinateur fait-elle figure de paradoxe? Ceci signifie-t-il que quelque chose de mystérieux, voire de mystique se passait à l'intérieur de l'ordinateur? Bien sûr que non. Il n'y a rien de mystique non plus dans l'évolution des plantes et animaux réels. Nous pouvons nous servir du modèle informatique pour résoudre ce paradoxe et apprendre quelque chose sur l'évolution réelle par-dessus le marché.

Anticipons : la base de la résolution du paradoxe se révélera être comme suit. Il y a un ensemble défini de biomorphes, dont chacun réside à sa place unique dans un espace mathématique. Il y réside en permanence au sens où on pourrait le trouver instantanément rien qu'en connaissant sa formule génétique; de plus, ses voisins dans cet espace un peu spécial sont les biomorphes qui diffèrent de lui par un seul gène. Maintenant que je connais la formule génétique de mes insectes, je peux les reproduire à volonté, et je peux dire à l'ordinateur de « faire avancer » l'évolution dans leur direction à partir de n'importe quel point de départ arbitraire. Quand vous « produisez » une nouvelle créature par sélection artificielle dans le modèle informatique, vous avez l'impression d'un processus de création. C'est bien exact, mais ce que vous faites en réalité c'est de trouver la créature, car elle est, au sens mathématique, déjà installée à sa propre place dans l'espace génétique de la Biomorphie. S'il s'agit d'un processus véritablement créateur c'est qu'il est extrêmement difficile de trouver une créature particulière quelconque, pour la simple et unique raison que la Biomorphie est très, très vaste, et que le nombre des créatures qui y résident est tout simplement infini. On n'arrivera à rien si on se contente de chercher au hasard et sans but précis. Il faut adopter une procédure de recherche plus efficace — plus créative.

Certaines personnes croient naïvement que les ordinateurs joueurs d'échecs fonctionnent en essayant toutes les combinaisons possibles de coups. Ils trouvent cette croyance rassurante quand ils se font

battre par la machine, mais cette croyance est absolument erronée. Il y a beaucoup trop de coups possibles aux échecs : l'espace de recherche est des milliards de fois trop grand pour permettre à une recherche à l'aveuglette de réussir. L'art d'écrire un bon programme d'échecs est d'envisager des raccourcis efficaces dans l'espace de recherche. La sélection cumulative, qu'elle soit la sélection artificielle comme dans le modèle informatique ou la sélection naturelle dans le monde extérieur réel, est une procédure de recherche efficace dont les conséquences ressemblent beaucoup à l'intelligence créatrice. Ceci, après tout, résume l'Argument du dessin de William Paley. Techniquement parlant, lorsqu'on joue sur l'ordinateur au jeu des biomorphes, on ne fait que trouver des animaux qui, au sens mathématique, attendent qu'on les trouve. Mais on a l'impression d'un processus créatif. Faire l'inventaire d'un espace restreint qui contient un nombre réduit d'entités ne donne pas l'impression d'être un processus créatif. Le jeu d'enfant qui consiste à faire chercher un objet caché ne donne pas l'impression d'être créatif. Tourner et retourner des objets à l'aveuglette dans l'espoir de tomber par hasard sur l'objet recherché marche habituellement lorsque l'espace fouillé est restreint. A mesure que l'espace de recherche s'agrandit, des procédures de recherche de plus en plus sophistiquées deviennent nécessaires. Des procédures de recherche efficaces deviennent, lorsque l'espace de recherche est suffisamment grand, impossibles à distinguer de la créativité authentique.

Les modèles constitués par les biomorphes informatiques illustrent bien cet argument, et ils constituent un pont instructif entre des processus créatifs humains comme la mise au point d'une stratégie gagnante aux échecs et la créativité évolutionniste de la sélection naturelle, l'horloger aveugle. Pour comprendre cela, il nous faut développer l'idée de la Biomorphie vue comme un « espace » mathématique, un panorama illimité mais ordonné de la variété morphologique mais dans lequel chaque créature est installée à sa place correcte en attendant d'être découverte. Les 17 créatures de la figure 5 ne sont pas disposées sur la page selon un ordre particulier. Mais dans le territoire lui-même de la Biomorphie chacune occupe sa propre position unique déterminée par sa formule génétique, entourée par ses propres voisins. Toutes les créatures de Biomorphie ont une relation spatiale définie les unes avec les autres. Qu'est-ce que cela veut dire? Quelle signification peut-on attacher à la position spatiale?

L'espace en question est l'espace génétique. Chaque animal a sa propre position dans l'espace génétique. Des proches voisins dans l'espace génétique sont des animaux qui ne diffèrent les uns des

autres que par une seule mutation. Dans la figure 3, l'arbre de base au centre est entouré par 8 de ses 18 voisins immédiats dans l'espace génétique. Les 18 voisins d'un animal sont les 18 types différents d'enfants auxquels il peut donner naissance, et les 18 types différents de géniteur dont il aurait pu être issu étant donné les règles de notre modèle informatique. A un degré d'éloignement, chaque animal a 324 ( $18 \times 18$ ), en ne tenant pas compte des rétromutations pour simplifier) voisins, l'ensemble de ses petits-enfants, grands-parents, oncles ou neveux possibles. A un degré d'éloignement de plus, chaque animal a 5 832 ( $18 \times 18 \times 18$ ) voisins, l'ensemble de ses arrière-petits-enfants, arrière-grands-parents, cousins germains, etc., possibles.

Quel intérêt y a-t-il à penser en termes d'espace génétique? Où cela nous mène-t-il? La réponse est que cela nous fournit un moyen de comprendre l'évolution en tant que processus graduel et cumulatif. En une génération quelconque, d'après les règles du modèle informatique, il n'est possible de se déplacer que d'un seul pas dans l'espace génétique. En 29 générations, il n'est pas possible de s'éloigner de plus de 29 pas de l'ancêtre initial dans l'espace génétique. Toute généalogie évolutive consiste en un cheminement ou trajectoire particulier dans l'espace génétique. Par exemple, la généalogie évolutive rapportée dans la figure 4 est une trajectoire particulière qui traverse l'espace génétique en zigzag et relie un point à un insecte en passant par 28 stades intermédiaires. Voilà ce que je voulais dire lorsque j'évoquais métaphoriquement mes « vagabondages » en Biomorphie.

J'ai voulu essayer de représenter cet espace génétique sous forme d'image. L'ennui, c'est que les images n'ont que deux dimensions. L'espace génétique dans lequel résident les biomorphes n'est pas un espace à deux dimensions. Ce n'est même pas un espace à trois dimensions. C'est un espace à neuf dimensions! (L'important avec les mathématiques est de ne pas en avoir peur. La difficulté n'est pas aussi grande que les pontifes de la mathématique voudraient nous faire accroire. Chaque fois que je me sens intimidé, je me remémore toujours ce dicton de Silvanus Thompson dans son *Calcul intégral facile* : « Ce qu'un imbécile peut faire, un autre imbécile pourra le faire. ») Si seulement nous pouvions dessiner en neuf dimensions nous pourrions faire correspondre chaque dimension à l'un des neuf gènes. La position d'un animal particulier, disons le scorpion, la chauve-souris ou l'insecte, est fixée dans l'espace génétique par la valeur numérique de ses neuf gènes. Le changement évolutif consiste en une promenade pas à pas dans l'espace à neuf dimensions. La quantité de différence génétique entre un animal

et un autre, et donc le temps mis par l'évolution et la difficulté qu'il y a à évoluer de l'un à l'autre, se mesure comme la distance de l'un à l'autre dans l'espace à neuf dimensions.

Nous ne pouvons hélas pas dessiner en neuf dimensions. J'ai cherché un moyen de tourner la difficulté, de dessiner une image à deux dimensions qui donnerait un peu l'idée de ce que cela représenterait d'avancer d'un point à un autre dans l'espace génétique à neuf dimensions de la Biomorphie. Il existe différentes manières de le faire, et j'ai choisi celle que j'appelle le truc du triangle. Regardez la figure 6. Aux trois sommets du triangle il y a trois biomorphes choisis arbitrairement. Celui du haut est l'arbre de base, celui de gauche est l'un de « mes » insectes, et celui de droite n'a pas de nom mais je l'ai trouvé joli. Comme tous les biomorphes, chacun d'eux a sa propre formule génétique qui détermine sa position unique dans l'espace génétique à neuf dimensions.

Le triangle est à plat sur un « plan » à deux dimensions qui traverse l'hypervolume à neuf dimensions (ce qu'un imbécile peut faire...). Ce plan est comme une plaque de verre enfoncée dans une gelée. Sur le verre sont tracés le triangle et aussi quelques-uns des biomorphes dont les formules génétiques leur donnent le droit de résider sur ce plan particulier. Qu'est-ce qui leur en donne le droit? C'est ici qu'interviennent les trois biomorphes aux sommets du triangle. Appelons-les biomorphes d'ancrage.

Souvenons-nous que l'idée de « distance » dans l'« espace » génétique est essentiellement que des biomorphes génétiquement similaires sont des voisins proches, et que des biomorphes génétiquement différents sont des voisins éloignés. Sur ce plan particulier, les distances sont toutes calculées par rapport aux trois biomorphes d'ancrage. Pour chaque point donné quelconque de la plaque de verre, qu'il soit à l'intérieur ou à l'extérieur du triangle, la formule génétique appropriée de ce point est calculée comme une « moyenne pondérée » des formules génétiques des trois biomorphes d'ancrage. Vous avez déjà deviné comment se fait cette pondération. Elle se fait selon la distance sur la page, ou plus précisément la proximité du point en question par rapport aux trois biomorphes d'ancrage. Donc, plus on se rapproche de l'insecte qui est sur le plan, plus les biomorphes locaux lui ressemblent. A mesure que l'on se déplace sur la vitre en direction de l'arbre, les « insectes » deviennent par étapes moins insectiformes et plus arboriformes. Si l'on pénètre au centre du triangle, les animaux qu'on y trouvera, par exemple, l'araignée coiffée d'un candélabre à sept branches, seront une variété de « compromis génétiques » entre les trois biomorphes d'ancrage. Mais cet exposé donne finalement beaucoup trop d'importance

aux trois biomorphes d'ancrage. Certes, l'ordinateur les a utilisés pour calculer la formule génétique appropriée de chaque point de l'image. Mais en réalité n'importe quel trio de points d'ancrage figurant sur le plan aurait fait l'affaire tout aussi bien, et auraient donné des résultats identiques. C'est pour cette raison que je n'ai pas tracé le triangle de la figure 6. La figure 7 est exactement le même genre d'image que la figure 6. Elle montre simplement le plan différent. Le même insecte est l'un des trois points d'ancrage, placé cette fois à droite. Les autres points d'ancrage sont, en l'occurrence, le Spiffire et l'ophrys abeille sous la forme qu'ils ont dans la figure 5. Sur ce plan aussi vous remarquerez que les biomorphes voisins se ressemblent plus qu'ils ne ressemblent aux autres biomorphes. Le Spiffire, par exemple, fait partie d'une escadre d'appareils similaires qui volent en formation. Comme l'insecte figure sur les deux plaques de verre, on peut imaginer que les deux plaques de verre se coupent en faisant un certain angle. Par rapport à la figure 6, on dira que le plan de la figure 7 a effectué une « rotation » autour de l'insecte.

L'élimination du triangle est un progrès dans notre méthode, parce qu'il était une distraction. Il donnait une importance inutile à trois points particuliers du plan. Il nous reste encore un progrès à faire. Dans les figures 6 et 7 la distance spatiale représente la distance génétique, mais l'échelle est complètement déformée. Un centimètre verticalement n'est pas nécessairement équivalent à

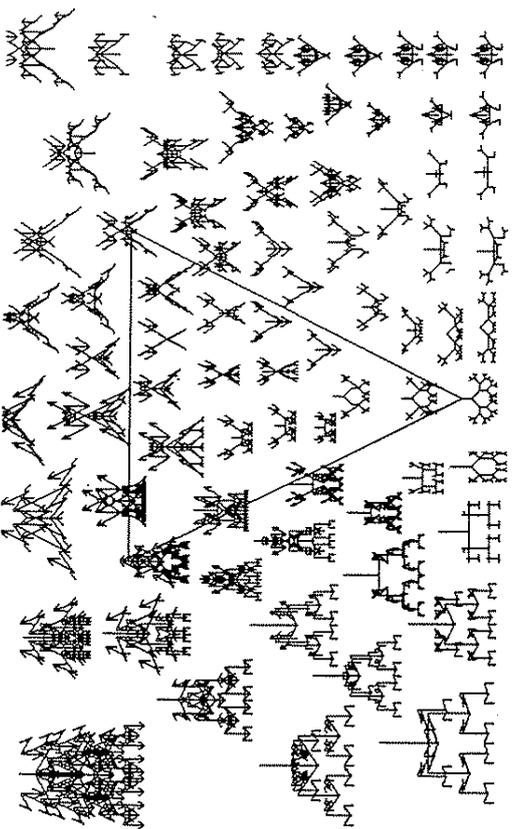


Figure 6

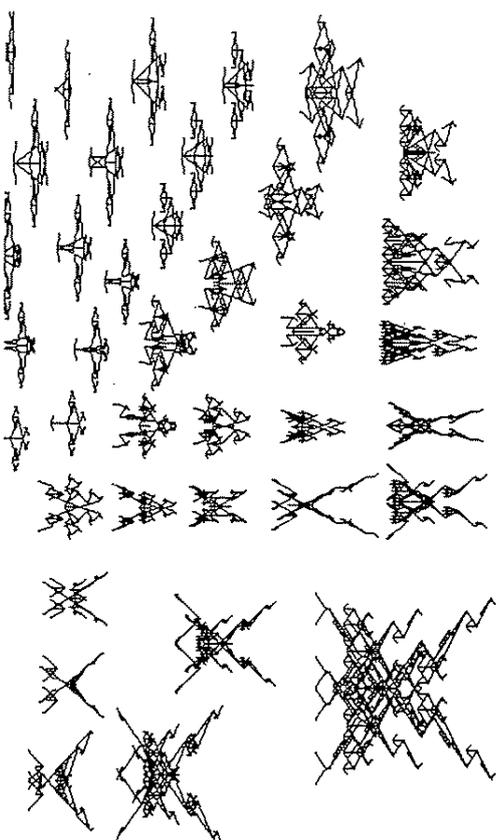


Figure 7

un centimètre horizontalement. Pour y remédier, il nous faut choisir soigneusement nos trois biomorphes d'ancrage pour que leurs distances génétiques les uns des autres soient toutes les mêmes. C'est exactement ce que fait la figure 8. Une fois de plus on n'a pas tracé le triangle. Les trois points d'ancrage sont le scorpion de la figure 5, l'insecte encore (nous avons donc une nouvelle « rotation » autour de l'insecte) et le biomorphe plutôt anonyme du sommet de l'image. Ces trois biomorphes sont tous distants de 30 mutations les uns des autres. Ce qui signifie qu'il est également facile d'arriver par évolution d'un quelconque des trois à un quelconque des trois autres. Dans les trois cas il faut faire un minimum de 30 pas génétiques. Les graduations dans la marge inférieure de la figure 8 représentent des unités de distance mesurée en gènes. On peut en faire un « double décimètre » génétique qui ne fonctionne pas seulement dans le sens horizontal. On peut l'incliner dans toutes les directions et mesurer la distance génétique, et donc la durée d'évolution minimale, entre n'importe quel point du plan et n'importe quel autre (il est dominant que ce ne soit pas tout à fait exact sur la page, car l'imprimante de l'ordinateur déforme les proportions, mais cet effet est trop minime pour être préoccupant, sauf qu'il signifie quand même qu'on obtiendra une réponse légèrement fautive si on se contente de compter les graduations de l'échelle).

Ces plans à deux dimensions qui coupent un espace génétique à neuf dimensions vous donnent une certaine idée d'une promenade

en Biomorphie. Pour préciser cette idée, n'oubliez pas que l'évolution n'est pas limitée à un seul plan. Lors d'une promenade évolutive authentique, vous pourriez « passer au travers » d'un plan pour tomber dans un autre, en passant, par exemple, du plan de la figure 6 à celui de la figure 7 (aux environs de l'insecte, là où les deux plans se rapprochent).

J'ai dit que le « double décimètre » génétique de la figure 8 nous permet de calculer le temps minimal qu'il faudrait pour passer par évolution d'un point à un autre. C'est bien exact, vu les restrictions du modèle originel, mais il faut insister sur le terme de minimal. Puisque l'insecte et le scorpion sont à 30 unités génétiques l'un de l'autre, il ne faut que 30 générations pour passer de l'un à l'autre, à la condition expresse de ne jamais se tromper de chemin une seule fois, c'est-à-dire si on sait exactement vers quelle formule génétique on se dirige, et comment manœuvrer pour y aboutir. Dans l'évolution réelle il n'y a rien qui corresponde à des manœuvres pour aboutir à quelque lointain but génétique.

Utilisons maintenant les biomorphes pour retourner au thème démontré par les singes dactylographes shakespeariens, l'importance d'un changement graduel, étape par étape, par opposition au hasard pur. On commence par renuméroter les graduations du bas de la figure 8 avec des unités différentes. Au lieu de mesurer la distance

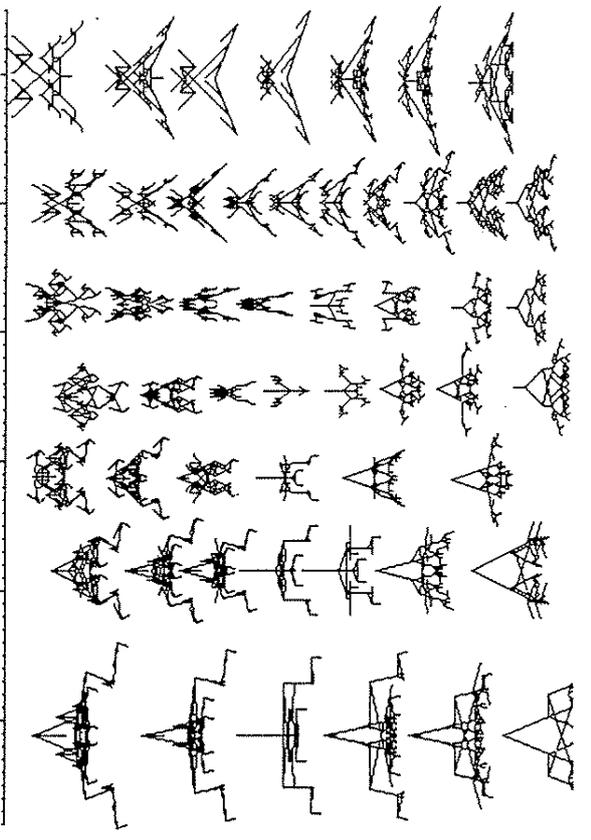


Figure 8

comme « le nombre de gènes qui doivent changer dans l'évolution », nous allons mesurer la distance comme « la probabilité de réussir à parcourir la distance d'un seul bond en comptant uniquement sur la chance ». Pour envisager cela, il va nous falloir maintenant relâcher l'une des restrictions que j'avais incluses dans mon jeu informatique et nous finirons par voir pourquoi j'avais inclus cette restriction en premier lieu. Cette restriction était que les enfants ne « pouvaient » pas être à plus d'une mutation de leurs parents. En d'autres termes, un seul gène à la fois « pouvait » muter, et ce gène ne pouvait modifier sa « valeur » que de + 1 ou - 1. En relâchant cette restriction, nous autorisons un nombre quelconque de gènes à muter simultanément, et ils peuvent ajouter un nombre quelconque, positif ou négatif, à leur dernière valeur. En réalité, cette licence est excessive puisqu'elle permet aux valeurs génétiques de varier de moins l'infini à plus l'infini. La démonstration est faisable si nous limitons les valeurs des gènes aux unités, c'est-à-dire si nous leur permettons de varier entre - 9 et + 9.

Donc, à l'intérieur de ces limites généreuses, nous permettons théoriquement à la mutation, d'un seul coup, en une seule génération, de modifier toute combinaison des neuf gènes. De plus, la valeur de chaque gène peut varier d'une quantité quelconque du moment qu'elle n'atteint pas la dizaine. Qu'est-ce que cela veut dire? Que l'évolution peut théoriquement sauter, en une seule génération, de n'importe quel point de Biomorphie à n'importe quel autre. Et non pas seulement un point quelconque d'un plan donné, mais un point quelconque de tout l'hypervolume à neuf dimensions. Si, par exemple, vous voulez sauter d'un seul bond de l'insecte au renard de la figure 5, voici la recette. Ajoutez les nombres suivants aux valeurs des gènes 1 à 9, respectivement : - 2, 2, 2, - 2, 2, 0, - 4, - 1, 1. Mais puisque nous parlons de sauts aléatoires, tous les points de la Biomorphie sont des destinations également possibles pour l'un de ces sauts. Donc, les chances qu'on aurait de ne pas aboutir d'un seul bond par pur hasard à une quelconque destination précise, le renard, par exemple, sont faciles à calculer. Elles correspondent simplement au nombre total des biomorphes de l'espace. Comme on le voit, nous nous embarquons encore dans un calcul astronomique. Il y a neuf gènes, et chacun d'eux peut prendre une valeur quelconque prise sur 19. Donc le nombre total de biomorphes qu'on pourrait atteindre d'un simple bond est 19 multiplié 9 fois par lui-même : 19 puissance 9 (19<sup>9</sup>). Ce qui fait environ 500 milliards (5 x 10<sup>11</sup>). C'est léger par rapport au « chiffre de l'hémoglobine » d'Asimov, mais c'est encore ce que j'appellerai un grand nombre. Si l'on commençait à partir de l'insecte et qu'on

saute 500 milliards de fois comme une puce enrégée, on pourrait s'attendre à arriver une fois jusqu'au renard.

Qu'est-ce que cela nous enseigne à propos de l'évolution réelle? Une fois de plus, cela insiste sur l'importance d'un changement étape par étape, mais graduel. Il y a eu des évolutionnistes pour nier qu'un gradualisme de ce type soit indispensable à l'évolution. Notre calcul sur les biomorphes nous montre exactement l'une des raisons de l'importance du changement graduel, étape par étape. Lorsque je dis que l'on peut s'attendre à ce que l'évolution saute de l'insecte à l'un de ses voisins immédiats, mais pas directement de l'insecte au renard et au scorpion, le sens exact de ma pensée est le suivant. S'il se produisait des sauts authentiquement aléatoires, alors il serait parfaitement possible de sauter de l'insecte au scorpion. Et, de fait, ce serait tout aussi probable que de pouvoir sauter de l'insecte à l'un de ses voisins immédiats. Mais ce serait tout aussi probable que de pouvoir aboutir d'un seul bond à n'importe quelle créature de Biomorphie. Et c'est là que le bât blesse! Car le nombre des biomorphes est de 500 milliards, et si aucun d'entre eux n'a plus de chances qu'un autre d'être une destination, la probabilité de passer en un seul bond à n'importe quel biomorphe bien précis est tellement faible qu'elle en est négligeable.

Remarquez qu'il ne nous sert à rien de présupposer l'existence d'une puissante « pression sélective » non aléatoire. Il n'y aurait rien de changé si on vous avait promis en récompense la rançon d'un prince si vous aviez la bonne fortune de tomber d'un seul bond sur le scorpion. Vos chances de réussite seraient toujours de un sur 500 milliards ( $2 \times 10^{-12}$ ). Mais si vous marchiez au lieu de sauter, un pas à la fois, et qu'on vous donne une piécette comme récompense toutes les fois qu'il vous arriverait de prendre la bonne direction, vous atteindriez le scorpion très rapidement. Pas obligatoirement dans le temps idéal de 30 générations, mais très vite quand même. Sauter pourrait théoriquement, mais théoriquement seulement, vous permettre de gagner le gros lot plus rapidement — en un seul bond. Mais, vu l'improbabilité astronomique d'une réussite, une série de petits pas dont chacun tient compte du succès accumulé des précédents est la seule méthode valable.

Le ton du paragraphe précédent peut susciter un malentendu qu'il me faut dissiper. Une fois de plus, on a l'impression que l'évolution vise des objectifs lointains et se dirige, par exemple, vers des scorpions. Comme nous l'avons vu, ce n'est jamais le cas. Mais si nous envisageons notre objectif comme « tout ce qui pourrait améliorer les chances de survie », l'argument est encore valable. Si

un animal est un géniteur, il faut qu'il soit assez efficace pour survivre au moins jusqu'à l'âge adulte. Il est possible qu'un enfant mutant de ce géniteur puisse réussir encore mieux à survivre. Mais si un enfant a subi une mutation si importante qu'il se soit éloigné très sensiblement de ses parents dans l'espace génétique, quelles sont les chances qu'il a d'être plus efficace que ses parents? La réponse est que ces chances sont en fait très faibles. Et la raison en est celle que nous venons de voir avec notre modèle à base de biomorphes. Si le saut mutationnel que nous envisageons est très important, le nombre de destinations possibles de ce saut est d'une ampleur astronomique. Et parce que, comme nous l'avons vu au chapitre I, le nombre de manières différentes d'être mort est considérablement plus élevé que le nombre de manières d'être en vie, il y a de très fortes chances qu'un saut aléatoire dans l'espace génétique aboutisse à la mort. Même un petit saut aléatoire dans l'espace génétique aboutit très vraisemblablement à la mort. Mais plus le saut est petit, moins la mort est probable, et plus le saut a des chances de résulter en une amélioration. Nous reviendrons à ce sujet dans un chapitre ultérieur.

J'estime avoir tiré suffisamment de leçons de ce voyage en Biomorphie. J'espère que vous ne l'avez pas trouvé trop abstrait. Il existe un autre espace mathématique rempli non pas de biomorphes à neuf gènes mais d'animaux de chair et de sang faits de milliards de cellules, dont chacune contient des dizaines de milliers de gènes. Ce n'est pas l'espace biomorphique mais le véritable espace génétique. Tous les animaux réels qui ont jamais vécu sur terre ne sont qu'un minuscule sous-ensemble des animaux qui pourraient théoriquement exister. Ces animaux réels sont les produits d'un tout petit nombre de trajectoires évolutives dans l'espace génétique. L'immense majorité des trajectoires théoriques dans l'espace animal donne naissance à des monstres impossibles. Les animaux réels sont dispersés ça et là au milieu des monstres hypothétiques, chacun perché à sa propre place unique dans l'hypermorphospace génétique. Chaque animal réel est entouré d'un petit amas de voisins dont la plupart n'ont jamais existé mais dont quelques-uns sont ses ancêtres, ses descendants et ses cousins.

Perchés quelque part dans cet immense espace mathématique il y a les humains et les hyènes, les amibes et les oryctéropes, les plathelminthes et les poulpes, les dodos et les dinosaures. En théorie, si nous étions assez qualifiés en ingénierie génétique, nous pourrions aller d'un point quelconque de l'espace animal à n'importe quel autre point. A partir d'un point de départ quelconque nous pourrions traverser le labyrinthe de manière à recréer le dodo, le tyrannosaure

et les trilobites. Si seulement nous savions quels gènes manipuler, quels morceaux de chromosome dupliquer, inverser ou supprimer. Je doute que nous en sachions jamais assez pour le faire, mais ces chères créatures mortes sont tapies pour l'éternité dans leurs repaires au sein de cet immense hypervolume génétique, en attendant qu'on les y trouve si seulement nous pouvions naviguer en suivant le bon cap dans ce dédale. Nous pourrions peut-être même obtenir par évolution la reconstruction exacte d'un dodo par l'élevage sélectif des pigeons, même s'il nous faudrait vivre un million d'années pour arriver au terme de l'expérience. Mais lorsque la réalité nous empêche de faire un voyage, l'imagination n'est pas un mauvais substitut. Pour ceux qui, comme moi, ne sont pas mathématiciens, l'ordinateur peut être un allié puissant de l'imagination. Comme les mathématiciens, il ne se contente pas de repousser les frontières de l'imagination. Il la discipline et la contrôle aussi.

## TRAJECTOIRES DANS L'ESPACE ANIMAL

4

Comme nous l'avons vu au chapitre 2, beaucoup de gens ont du mal à croire qu'un organe comme l'œil, l'exemple favori de Paley, aussi complexe et aussi bien conçu, avec autant d'éléments fonctionnels imbriqués, puisse s'être développé, étape par étape, à partir d'humblés débuts, par une série graduelle de modifications. Revenons à ce problème à la lumière des nouvelles intuitions que les biomorphes ont pu nous donner. Répondons aux deux questions suivantes :

1. L'œil humain aurait-il pu naître à partir de rien, d'un seul coup ?
2. L'œil humain aurait-il pu naître à partir de quelque chose de légèrement différent, que nous appellerions X ?

La réponse à la question 1 est un « non » clair et net. L'improbabilité d'une réponse positive à la question 1 est des milliards de fois plus grande que le nombre total d'atomes de l'univers. Il faudrait un saut gigantesque et infiniment hypothétique dans l'hyperespace génétique. La réponse à la question 2 est un « oui » tout aussi net, à la seule condition que la différence entre l'œil moderne et son prédécesseur immédiat X soit suffisamment petite. A condition, en d'autres termes, qu'ils soient suffisamment proches l'un de l'autre dans l'espace de toutes les structures possibles. Si la réponse à la question 2 pour un degré de différence donnée est « non », nous n'avons qu'à répéter la question pour un degré de différence moins élevé. Nous poursuivons cette démarche jusqu'à ce que nous trouvions un degré de différence suffisamment faible pour donner une réponse positive à la question 2.