

Vilayanur S. Ramachandran

LE CERVEAU FAIT DE L'ESPRIT

ENQUÊTE SUR LES
NEURONES MIROIRS

Traduit de l'anglais (États-Unis) par Carole Delporte

DUNOD

First published in the United States by W. W. Norton & Company.

L'édition originale de cet ouvrage a été publiée en 2011
aux États-Unis par W. W. Norton & Company, sous le titre :
The Tell-Tale Brain.

Couverture : Raphaël Tardif.

Photo : mypokcik / Shutterstock.com

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2011
ISBN 978-2-10-057210-6

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Pour ma mère, V.S. Meenakshi et mon père, V.M. Subramanian

Pour Jaya Krishnan, Mani et Diane

*Et pour le sage ancestral Bharadhwaja,
qui a donné la médecine des dieux aux Hommes.*

AVANT-PROPOS

Il n'y a pas, dans le large champ de la recherche philosophique, de sujet plus fascinant pour tous ceux qui ont soif de connaissance que la nature précise de cette supériorité mentale cruciale qui rend l'homme supérieur à la brute...

EDWARD BLYTH

Au cours du dernier quart de siècle, j'ai eu l'immense privilège de travailler dans le domaine émergent des neurosciences cognitives. Cet ouvrage représente un large pan de l'œuvre de ma vie, qui consiste à découvrir – une à une – les mystérieuses connexions entre cerveau, esprit et corps. Dans les chapitres qui vont suivre, j'expose le fruit de mes recherches sur divers aspects de notre vie intérieure mentale, aspects dont nous sommes naturellement si friands. Comment percevons-nous le monde ? Quel genre de connexion existe entre le corps et l'esprit ? Quelle est la cause physique de l'autisme ? Comment peut-on scientifiquement décrire toutes ces facultés mystérieuses qui sont la quintessence de l'homme – l'art, le langage, la métaphore, la créativité, la connaissance de soi et même la sensibilité religieuse ? En tant que scientifique, une insatiable curiosité me pousse à chercher comment le cerveau d'un grand singe – un singe ! – a réussi à évoluer pour devenir cette incroyable mosaïque de capacités mentales.

Mon approche de ces questions consiste à étudier des patients dont les cerveaux présentent des dommages ou des bizarreries génétiques qui ont d'étranges effets sur leurs esprits ou leur comportement. Durant toutes ces années, j'ai travaillé avec des centaines de patients souffrant (mais certains diraient bénis) d'une grande diversité de désordres neurologiques curieux et inhabituels. Par exemple, des gens qui « voient » les notes de musique ou « goûtent » les textures des objets qu'ils touchent.

Ou encore ce patient qui a l'impression de quitter son corps et de s'observer d'en haut. Dans ce livre, j'expose les conclusions tirées de ces cas particuliers. De tels désordres sont toujours sources de perplexité au début, mais grâce à la magie de la méthode scientifique, nous pouvons les rendre compréhensibles par des expériences adéquates. En vous exposant chaque cas, je vous amènerai à suivre le même cheminement de pensée, étape par étape, à manœuvrer de temps à autre dans des zones obscures, guidé par la seule intuition, comme je l'ai fait moi-même, chaque fois que je me triturai les méninges pour trouver une explication plausible. Souvent, lorsqu'un mystère clinique est résolu, nous apprenons bien des choses sur les cerveaux normaux et en bonne santé et nous en tirons des idées inattendues sur nos précieuses facultés mentales. J'espère que vous apprécierez ce voyage autant que moi.

Les lecteurs qui suivent assidûment mes travaux depuis des années reconnaîtront certains cas, déjà présentés dans mes ouvrages précédents, *Le fantôme intérieur* et *A Brief Tour of Human Consciousness (Un bref aperçu de la conscience)*. Les mêmes seront heureux de constater que j'ai tiré de nouveaux enseignements de mes observations passées. La science du cerveau a progressé à une vitesse époustouflante ces quinze dernières années, ouvrant de nouvelles perspectives sur tous les sujets. Après des décennies de balbutiements dans l'ombre des sciences « dures », l'ère des neurosciences a enfin débuté, et ses percées rapides ont orienté et nourri mes recherches.

Au cours des deux derniers siècles, d'incroyables progrès ont été réalisés dans de nombreux domaines scientifiques. En physique, alors même que l'intelligentsia du XIX^e siècle finissant affirmait que la théorie physique était pratiquement complète, Einstein nous a démontré que le temps et l'espace étaient des phénomènes totalement étrangers à tout ce dont nous rêvions autrefois et, depuis Heisenberg, nous savons qu'à un niveau subatomique, nos principes les plus fondamentaux de causes et d'effets s'effondraient. À peine étions-nous remis de notre consternation que nous étions récompensés par la révélation de l'existence des trous noirs, cet imbroglio quantique, et par une centaine d'autres mystères qui alimenteront encore notre soif d'émerveillement pour les siècles à venir.

Qui aurait pu croire que l'univers était constitué de cordes vibrant au rythme de la « musique céleste » ? On peut établir des listes de découvertes similaires dans d'autres domaines. La cosmologie nous a donné l'univers en expansion, la matière noire, et des visions époustouflantes de milliards de galaxies. La chimie a expliqué le monde à l'aide du tableau périodique des éléments, nous a donné le plastique, ainsi qu'une corne d'abondance de médicaments merveilleux. Les mathématiques nous ont livré les ordinateurs – même si les mathématiciens « purs » rechignent à relier leur sainte discipline à ce genre d'utilisations triviales. En biologie, l'anatomie et la physiologie du corps ont été étudiées à grand renfort de détails, et les mécanismes de l'évolution commencent à s'éclaircir. Les maladies qui ont littéralement meurtri l'humanité depuis l'aube de l'histoire sont enfin prises au sérieux (et non pas, disons, pour des actes de sorcellerie ou des châtiments divins). Des révolutions se sont produites en chirurgie, en pharmacologie, dans le domaine de la santé publique, et l'espérance de vie dans les pays développés a doublé en seulement quatre ou cinq générations. La révolution ultime fut le déchiffrement du code génétique dans les années 1950, marquant la naissance de la biologie moderne.

En comparaison, les sciences de l'esprit – psychiatrie, neurologie, psychologie – languissent depuis des siècles. En effet, jusqu'au dernier quart du ^{xx}e siècle, les théories rigoureuses de la perception, l'émotion, la cognition et l'intelligence n'existaient pas (en dehors d'une exception notable, la vision des couleurs). Car durant la majorité du ^{xx}e siècle, nous n'avions pour expliquer le comportement humain que deux édifices théoriques – le freudisme et le béhaviorisme – tous deux spectaculairement éclipsés dans les années 1980 et 1990, quand les neurosciences ont finalement réussi à dépasser l'Âge de Bronze. D'un point de vue historique, ce ne fut pas si lent. Comparées à la physique et à la chimie, les neurosciences sont une discipline jeune. Mais le progrès est le progrès et quels pas de géant pendant cette période ! Des gènes aux cellules en passant par les circuits électriques jusqu'à la cognition, les neurosciences actuelles, quoique encore très loin d'une éventuelle Théorie de la Grande Unification, ont fait des progrès extraordinaires depuis mes débuts.

Durant la dernière décennie, elles sont devenues suffisamment fiables pour enrichir d'idées neuves des disciplines habituellement associées aux sciences humaines. Nous avons désormais par exemple la neuro-économie, le neuromarketing, la neuroarchitecture, la neuroarchéologie, le neurojuridique, la neuropolitique, la neuroesthétique (voir chapitres 4 et 8) et même la neurothéologie. Certaines de ces disciplines ne sont que le fruit d'une mode, mais dans l'ensemble, elles apportent des contributions réelles et utiles à bien des domaines.

Si nous avons fait de grandes avancées en neurosciences, nous devons nous montrer honnêtes et lucides, et reconnaître que nous n'avons découvert qu'une infime fraction des immenses potentialités du cerveau humain. Cependant, ces modestes découvertes rendent cette histoire encore plus palpitante que n'importe quelle enquête de Sherlock Holmes. Je suis persuadé que de nouvelles avancées se produiront au cours de la décennie à venir, que les développements conceptuels et les tournants technologiques que nous allons expérimenter seront au moins aussi époustouffants, aussi déstabilisants, intimidants et exaltants tout à la fois pour l'esprit humain que les révolutions conceptuelles qui ont bouleversé la physique classique il y a un siècle.

L'adage selon lequel la réalité dépasse souvent la fiction est particulièrement vrai dans le cas des rouages du cerveau. Dans cet ouvrage, j'espère susciter en vous autant d'émerveillement et de stupeur que mes collègues et moi en avons ressenti à mesure que nous révélions une à une les strates mystérieuses de l'esprit. Avec un peu de chance, il éveillera votre intérêt pour ce que le neurochirurgien et pionnier Wilder Penfield appelle « l'organe de la destinée ». Woody Allen, dans un registre plus irrévérencieux, en fait le « second organe préféré » de l'Homme.

Vue d'ensemble

Si ce livre couvre un large éventail de sujets, on y retrouve les mêmes thèmes principaux tout au long de l'ouvrage. Le premier tient au caractère véritablement unique et spécifique de l'humain, qui est loin d'être une « simple » espèce de primates. Je suis étonné de devoir encore

défendre cette position – pas seulement face aux anti-évolutionnistes, mais aussi à un certain nombre de mes comparses qui affirment sans vergogne que nous sommes de « simples singes », sur un ton désinvolte censé témoigner de notre profonde humilité. Je m'interroge parfois : s'agit-il de la version humaniste et séculière du péché originel ?

Autre thème récurrent, la perspective évolutionniste largement répandue. Il est impossible de comprendre le fonctionnement du cerveau sans comprendre son évolution. Comme le grand biologiste Theodosius Dobzhansky le disait : « Rien en biologie ne fait sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution ». Cette affirmation crée un contraste saisissant avec la plupart des problèmes de rétro-ingénierie.

Par exemple, quand le grand mathématicien Alan Turing a cassé le code de la machine Enigma des Nazis – un appareil utilisé pour crypter les messages secrets –, il ne savait rien des recherches et développements de l'engin. Il n'avait pas besoin d'en connaître les prototypes et anciens modèles. Il lui fallait seulement un exemplaire de la machine, un bloc-notes et son brillant cerveau. Mais dans les systèmes biologiques, il y a une profonde unité entre structure, fonction et origine. Vous n'en apprendrez guère sur l'une si vous n'étudiez pas les deux autres de près.

Vous me rétorquerez que nombre de vos caractéristiques mentales uniques semblent découler du déploiement de structures cérébrales qui, à l'origine, ont évolué pour d'autres raisons. Cela se produit fréquemment dans l'évolution. Les plumes, issues des écailles, avaient pour fonction originelle l'isolation et non l'envol. Les ailes des chauves-souris et des ptérodactyles constituent des modifications des pattes antérieures originellement conçues pour marcher. Nos poumons, extensions des vessies de poisson, ont d'abord évolué pour contrôler la flottabilité. La nature opportuniste de l'évolution a été défendue par nombre d'auteurs, en particulier par Stephen Jay Gould dans son célèbre essai sur l'histoire naturelle. Je pense que le même principe s'applique avec plus de force encore à l'évolution du cerveau humain. L'évolution a trouvé le moyen de transformer radicalement le cerveau simiesque afin de de lui ouvrir des fonctions inédites. Certaines d'entre elles – le langage me vient aussitôt à l'esprit – sont si puissantes que, par leur vertu, notre espèce s'est

élevée au-delà du singe au même degré que la vie s'élève au-dessus de la chimie et la physique.

Ce livre est donc une modeste contribution à la grande tentative de déchiffrement du code du cerveau humain et les myriades de connexions et de modules qui le rendent infiniment plus énigmatique que n'importe quelle machine Enigma. L'introduction présente les perspectives et l'histoire de la singularité de l'esprit humain et dresse un bref tableau de l'anatomie de base du cerveau. À l'appui de mes premières expériences sur les membres fantômes de nombreux amputés, le chapitre 1 met en lumière l'incroyable capacité du cerveau à se remodeler et révèle que cette plasticité accrue a pu gouverner le cours de notre développement biologique et culturel. Le chapitre 2 explique le traitement par le cerveau des informations sensorielles reçues, en particulier les données visuelles. Là encore, je me focaliserai sur la singularité humaine, car même si les mêmes mécanismes simples de traitement des données sensorielles sont à l'œuvre chez d'autres mammifères, nous les avons élevés à un niveau supérieur. Le chapitre 3 étudie un phénomène intrigant appelé synesthésie, une étrange confusion des sens expérimentée par certaines personnes, résultant d'un câblage inhabituel du cerveau. La synesthésie ouvre une fenêtre sur des sujets particulièrement créatifs, et peut nous donner des indices sur l'origine de la créativité de l'espèce humaine.

Les trois chapitres suivants traitent d'un type de cellules nerveuses d'après moi cruciales chez l'humain. Le chapitre 4 introduit ces cellules, appelées neurones miroirs, qui sont au cœur de notre capacité à adopter le point de vue d'autrui et à ressentir de l'empathie. Les neurones miroirs humains atteignent un niveau de sophistication qui surpasse largement celui observé chez tout autre primate, et apparaît comme la clé évolutionniste de notre culture tout entière. Le chapitre 5 cherche à savoir si des dérèglements du système des neurones miroirs peuvent sous-tendre l'autisme, un trouble du développement caractérisé par une solitude mentale et un détachement social extrêmes. Le chapitre 6 explore le rôle probable des neurones miroirs dans la plus grande réalisation de l'humanité, le langage. (Techniquement, le protolangage, qui correspond au langage sans la syntaxe).

Les chapitres 7 et 8 s'intéressent à notre étonnante sensibilité à la beauté. J'y suggérerai que certaines lois de l'esthétique sont universelles, et vont même au-delà de la culture et des frontières entre espèces. D'un autre côté, l'Art avec un grand A est spécifique aux humains.

Dans le dernier chapitre, je m'attaquerai à un grand problème, la nature de notre connaissance de soi, indubitablement unique dans le règne animal. Je ne prétends pas avoir trouvé la clé de l'énigme, mais je partagerai avec vous les idées surprenantes glanées au fil des années, à partir de l'étude de syndromes surprenants qui occupent une zone ténébreuse entre psychiatrie et neurologie. Par exemple, des gens qui quittent temporairement leur corps, qui voient Dieu pendant une crise cardiaque, ou encore qui nient leur propre existence. Comment peut-on nier la réalité de son existence ? Le déni en soi n'implique-t-il pas l'existence ? Peuvent-ils s'échapper de ce cauchemar gödelien ? La neuropsychiatrie est remplie de paradoxes de cet acabit, qui m'ont proprement ensorcelé quand j'ai arpenté les couloirs des hôpitaux en tant qu'étudiant en médecine, âgé d'une vingtaine d'années à peine. Je présentais que les troubles de ces patients – aussi tristes fussent-ils – constituaient paradoxalement de précieux enseignements sur l'incroyable capacité des humains à appréhender leur propre existence.

Comme mes précédents ouvrages, *Le cerveau fait de l'esprit* est écrit dans un style informel et s'adresse à un large public. Il ne nécessite chez le lecteur rien d'autre qu'une curiosité pour la science en général et la nature humaine en particulier. Ni bagage scientifique formel, ni connaissance de mes précédents ouvrages ne sont requis. J'espère que ce livre s'avérera instructif et inspirera des étudiants de tous niveaux et tous domaines, des confrères issus d'autres disciplines, ainsi que des lecteurs dilettantes. Ainsi, en écrivant ce livre, je me suis lancé le défi de la vulgarisation, qui consiste à dépeindre les grandes lignes d'un sujet avec simplicité et efficacité. Une simplification excessive pourrait susciter la colère de confrères impitoyables et, pire, donner le sentiment aux lecteurs qu'ils ne sont pas pris au sérieux. D'un autre côté, une avalanche de détails pourrait rebuter les non-spécialistes. Le lecteur normal attend une visite guidée originale sur un sujet inhabituel – pas une leçon ni un pensum. Je me suis efforcé d'atteindre cet équilibre.

Pour ce qui est de la précision, laissez-moi vous dire avec franchise que certaines idées présentées dans ce livre sont, dirons-nous, spéculatives. La plupart des chapitres sont bâtis sur de solides fondations, à l'instar de mon travail sur les membres fantômes, la perception visuelle, la synesthésie et l'illusion de Capgras. Mais je me suis également attelé à des sujets insaisissables, aux contours mal définis, tels que les origines de l'art et la nature de la conscience de soi. Dans ces cas précis, j'ai laissé mon intuition et mon imagination guider ma pensée quand les données empiriques étaient insuffisantes. Il n'y a aucune raison d'en avoir honte : tout territoire vierge de la recherche scientifique doit être exploré de cette manière. C'est un principe fondamental du processus en science : lorsque les données sont parcimonieuses ou sommaires et les théories existantes anémiques, les scientifiques doivent faire preuve de créativité. Nous devons développer nos meilleures hypothèses comme nos intuitions farfelues, puis nous creuser les méninges et trouver un moyen de tester les deux. Ainsi, l'un des premiers modèles de l'atome était celui du *plum pudding*, où les électrons sont plongés dans une pâte épaisse de charges positives, comme les prunes (*plum*) dans un *pudding*. Quelques décennies plus tard, les physiciens pensaient les atomes comme des systèmes solaires miniatures, avec des électrons ordonnés en orbite autour du noyau, à l'instar des planètes autour d'une étoile. Chacun de ces modèles a été utile et nous a rapprochés de la vérité (du moins la vérité du moment). C'est ainsi. Dans ma propre discipline, mes confrères et moi nous efforçons de mieux comprendre certaines de nos mystérieuses facultés, difficilement explicables. Comme le biologiste Peter Medawar le faisait remarquer, « toute bonne science émerge d'une conception imaginaire de ce qui *aurait pu* être vrai ». Je réalise que je vais probablement chiffonner quelques-uns de mes confrères, mais comme Lord Reith, le premier directeur général de la BBC l'a dit un jour : « Il y a des gens dont le devoir est d'agacer les autres ».

Séductions de l'enfance

« Vous connaissez mes méthodes, Watson », dit Sherlock Holmes avant d'expliquer comment il a découvert l'indice crucial. Ainsi, avant de

plonger plus avant dans les mystères du cerveau humain, je me dois de vous exposer la mienne. C'est, avant tout, une approche multidisciplinaire d'envergure, guidée par la curiosité et l'éternelle question : Et si ? Mon histoire d'amour avec les sciences remonte à mon enfance à Chennai (parfois encore appelée Madras), en Inde. J'étais déjà fasciné par les phénomènes naturels, et au premier chef par la chimie. J'étais enchanté à l'idée que l'univers tout entier fût basé sur de simples interactions entre les éléments d'un ensemble fini. Plus tard, je me suis laissé séduire par la biologie et sa complexité, à la fois frustrante et fascinante. À l'âge de douze ans, j'ai lu des articles sur les axolotls, une espèce de salamandre qui a évolué pour vivre en permanence à l'état de larve aquatique. Ses animaux conservent leurs ouïes (au lieu de les troquer contre des poumons, comme les salamandres ou les grenouilles) en bloquant la métamorphose et deviennent sexuellement matures dans l'eau, à l'état larvaire. J'étais proprement ébahi d'apprendre qu'en donnant simplement à ces créatures l'« hormone de métamorphose » (extraite de la thyroïde), on pouvait inverser le processus et recréer cet ancêtre adulte terrestre dépourvu d'ouïes à partir duquel l'axolotl a évolué. On pouvait ainsi voyager dans le passé, ressusciter un animal préhistorique qui n'existait plus nulle part sur Terre. Je savais également que pour une raison mystérieuse, les salamandres adultes ne régénéraient pas leurs pattes amputées, au contraire des têtards. Ma curiosité me poussa à me demander si un axolotl – qui n'était après tout qu'un « têtard adulte » – conservait la capacité de régénérer une patte perdue, comme le têtard grenouille moderne. Combien existait-il sur Terre d'autres créatures du type axolotl, me demandai-je, capable de retrouver leur forme ancestrale grâce à une simple injection d'hormones ? Les humains – qui n'étaient après tout que de grands singes ayant évolué pour conserver des qualités juvéniles – pouvaient-ils reprendre leur forme ancestrale, sans doute proche de l'*Homo erectus*, en ingérant le cocktail approprié d'hormones ? Mon esprit était bousculé par un flot de questions et de spéculations. La biologie m'avait définitivement harponné.

Je voyais des mystères et des possibles partout. À l'âge de dix-huit ans, j'ai lu, dans une note de bas de page tirée d'un obscur ouvrage médical,

que lorsqu'une personne atteinte d'un sarcome – un cancer malin qui affecte les tissus mous – développe une forte fièvre en raison d'une infection ou autre, le cancer régresse, souvent jusqu'à la rémission complète. La disparition du cancer suite à une fièvre ? Pourquoi ? Comment l'expliquer ? Cela pouvait-il conduire à la mise en pratique d'une thérapie cancéreuse¹ ? J'étais enthousiasmé par la possibilité d'une telle étrangeté, de connexions inattendues, et j'appris une leçon essentielle : ne jamais rien considérer comme acquis. Autrefois, il paraissait tellement évident qu'une pierre de quatre kilos chuterait deux fois plus vite qu'une pierre de deux kilos que personne ne s'était soucié de tester cette théorie. Telle était l'idée communément admise, jusqu'à ce qu'un type du nom de Galilée prît dix minutes pour réaliser une expérience simple et élégante qui donna des résultats contre-intuitifs et modifia le cours de l'histoire.

Enfant, j'étais également attiré par la botanique. Je me rappelle avoir voulu posséder ma propre Vénus attrape-mouche, une plante que Darwin considérait comme « la plus incroyable du monde ». Il avait démontré qu'elle se refermait quand on touchait rapidement deux cils de suite à l'intérieur de son piège. Ce double stimulus lui permet de réagir au mouvement d'insectes plutôt qu'aux détritiques inanimés qui tombent sur elle par hasard. Une fois refermée sur sa proie, la plante reste close et secrète des enzymes digestives uniquement si elle a emprisonné une véritable source de nourriture. Cela piqua ma curiosité. Comme reconnaissait-elle sa nourriture ? Restait-elle close pour des acides aminés ? Des acides gras ? Quels acides ? De l'amidon ? Du sucre pur ? Du sucre allégé ? De la saccharine ? Quel était le degré de sophistication des détecteurs de nourriture de son système digestif ? Malheureusement, je ne pus convaincre ma mère de m'en offrir une comme animal domestique.

Celle-ci, pourtant, encouragea toujours mon intérêt précoce pour les sciences, me rapportant des spécimens zoologiques de différentes régions du monde. Je me rappelle tout spécialement le jour où elle m'a fait cadeau d'un minuscule hippocampe séché. Mon père approuvait lui aussi mes lubies. Il m'avait acheté un microscope de recherche Carl Zeiss quand j'étais adolescent. Rien n'est plus excitant que d'observer des para-

mécies et des volvox avec une lentille superpuissante. (Le volvox est la seule créature terrestre connue pourvue d'une roue.) Plus tard, quand je suis allé à l'université, j'ai confié à mon père ma passion pour les sciences fondamentales. Rien ne stimulait plus mon esprit. L'homme sage qu'il était me persuada d'étudier la médecine. « Tu pourras devenir un médecin de seconde zone et gagner décemment ta vie, me dit-il, mais il n'y a pas de scientifique de seconde zone. C'est un oxymore. » Il me fit remarquer que si j'étudiais la médecine, je ne prendrais guère de risques et me garderais les deux portes ouvertes. Après l'obtention de mon diplôme, je déciderais si j'étais fait pour la recherche ou non.

Toutes mes obscures quêtes d'enfance étaient teintées d'un parfum agréablement désuet, victorien. L'ère victorienne s'est terminée il y a environ un siècle (techniquement en 1901) et pourrait sembler loin du XXI^e siècle des neurosciences. Mais je me sentais obligé de mentionner mes premières amours pour les sciences du XIX^e siècle, car elles ont eu une influence formatrice sur mon style de pensée et la méthodologie de mes recherches.

Pour le décrire simplement, ce « style » consiste en expérimentations conceptuellement simples et faciles à réaliser. Étudiant, j'étais un lecteur vorace, non seulement de biologie moderne, mais aussi d'histoire des sciences. Je me rappelle mes lectures sur Michael Faraday, l'homme de condition et d'éducation modestes qui a découvert le principe de l'électromagnétisme. Au début des années 1800, il a placé un aimant sous une feuille de papier et jeté de la limaille de fer dessus. Les grains métalliques se sont instantanément rangés en lignes courbes. Il avait rendu le champ magnétique visible ! Telle était la démonstration concrète de l'existence de ces champs, qui n'étaient pas de simples abstractions mathématiques. Ensuite, Faraday a fait aller et venir l'aimant à l'intérieur d'une bobine de fil de cuivre, et *bingo* ! un courant électrique a parcouru la bobine. Il avait démontré un lien entre deux domaines totalement distincts de la physique : le magnétisme et l'électricité. Cela ouvrait une voie non seulement pour des applications pratiques – telles que la puissance hydroélectrique, les moteurs électriques, les électroaimants – mais aussi pour les avancées théoriques de James

Clerk Maxwell. Avec seulement un aimant, du papier et du fil de cuivre, Faraday avait initié un nouveau domaine de recherche dans les sciences physiques.

Je me rappelle avoir été frappé par la simplicité et l'élégance de ces expérimentations. N'importe quel gamin de collège pouvait les réaliser, un peu comme Galilée avec ses chutes de pierres ou Newton avec ses deux prismes pour étudier la nature de la lumière. Pour le meilleur et pour le pire, ces histoires avaient fait de moi un technophobe précoce. Je trouve toujours difficile de manipuler un iPhone, mais ma technophobie m'a été utile par bien des aspects. Certains confrères m'ont averti que cette phobie pouvait être comprise au XIX^e siècle, quand la biologie et la physique n'en étaient qu'à leurs balbutiements, mais pas à l'ère de la « grande science », où les grands progrès ne sont rendus possibles que grâce à d'importantes équipes disposant de matériel de pointe. Là encore, je ne suis pas d'accord. Même si c'est en partie vrai, la « petite science » est bien plus drôle et peut elle aussi générer de grandes découvertes. Notamment, mes premières expériences avec les membres fantômes (voir chapitre 1) n'ont requis que des cotons-tiges, des verres d'eau chaude et d'eau froide et des miroirs ordinaires. Hippocrate, Sushruta, le sage indien Bharadwaja, ainsi que d'autres médecins à différentes époques reculées auraient pu réussir ces mêmes expériences basiques. Pourtant, aucun ne l'a fait.

Prenons l'exemple des recherches de Barry Marshall, qui montrent que les ulcères sont causés par des bactéries – pas des acides ou du stress, comme tous les médecins « croyaient le savoir ». Au cours d'une expérience héroïque pour convaincre les sceptiques de sa théorie, il avait avalé une culture de la bactérie *Helicobacter pylori* et prouvé que son estomac avait été rapidement noué d'ulcères douloureux, qu'il a rapidement guéris en prenant des antibiotiques. Lui, comme d'autres, a continué à prouver que de nombreux désordres, incluant le cancer de l'estomac et les attaques cardiaques, pouvaient être déclenchés par des micro-organismes. En quelques semaines à peine, grâce à des matériaux et des méthodes accessibles depuis des décennies, le Dr Marshall a découvert une nouvelle

discipline à part entière de la médecine. Dix ans plus tard, il gagnait le prix Nobel.

Ma préférence pour les méthodes ancestrales a ses avantages et ses inconvénients, bien entendu. Je les pratique assidûment – en partie parce que je suis paresseux –, mais ce n'est pas la tasse de thé de tout le monde. Et c'est une bonne chose. La science nécessite une grande variété de styles et d'approches. La majorité des chercheurs individuels doivent se spécialiser, mais l'entreprise scientifique dans son ensemble est plus robuste quand ses scientifiques adoptent des positions différentes. L'homogénéité est mère de toutes faiblesses : angles morts théoriques, paradigmes éculés, mentalité sclérosée et culte de la personnalité. Les *dramatis personae* très riches sont un puissant tonique contre les maladies. La science s'enrichit de la présence de professeurs aux idées abstraites et à l'esprit absent, d'obsessionnels du contrôle, de comptables acariâtres fous de statistiques, d'avocats du diable congénitaux, de littéralistes à la lettre et de romantiques éthérés qui s'embarquent dans des aventures à hauts risques. Si tous les scientifiques étaient comme moi, il n'y aurait personne pour donner un coup de balai ou exiger des contrôles périodiques. Mais si tous les scientifiques étaient des maniaques, incapables d'aller au-delà des faits établis, la science progresserait à la vitesse de l'escargot et aurait le plus grand mal à sortir de l'impasse. Être piégé dans des spécialisations étroites, véritables culs-de-sac, et des « clubs » dont les membres se congratulent et se financent constitue un risque professionnel en sciences modernes.

Cependant, quand j'affirme préférer les cotons-tiges et les miroirs aux scanners du cerveau et aux séquençages génétiques, je ne voudrais pas vous donner l'impression que je rejette toute technologie. (Imaginez pratiquer la biologie sans microscope !) Je suis peut-être un technophobe, mais je ne suis pas luddiste*. Mon point de vue est que la science devrait être motivée par des questionnements, non par une méthodologie. Quand votre département a dépensé des millions de dollars pour la Rolls

* La « révolte des luddistes » opposa au début du XIX^e siècle quelques manufacturiers anglais aux artisans, tondeurs et tricoteurs qui refusaient l'industrialisation et l'emploi de machines tels que les métiers à tisser. [NdE, comme toutes les notes de bas de page signalées par un astérisque. Les notes de l'auteur, appelées par un chiffre, sont rassemblées en fin d'ouvrage.]

des machines d'imagerie du cerveau refroidie à l'hélium liquide dernier cri, vous vous sentez le devoir de l'utiliser à tout bout de champ. Comme le dit le vieux dicton : « Quand le seul outil dont vous disposez est un marteau, tous les problèmes ressemblent à des clous » Mais je n'ai rien contre les scanners haute technologie du cerveau (ni contre les marteaux). En effet, il y a tellement d'imagerie du cerveau de nos jours que certains progrès significatifs seront forcément réalisés, serait-ce par accident. On pourrait arguer à juste titre que la boîte à outils moderne et les gadgets occupent une place fondamentale dans la recherche actuelle. Et en effet, mes confrères adeptes de la non-technologie et moi tirons souvent avantage de l'imagerie du cerveau, mais seulement pour tester des hypothèses spécifiques. Parfois, cela fonctionne, parfois non, mais nous sommes toujours contents de disposer de la technologie de pointe lorsque le besoin s'en fait sentir.

INTRODUCTION

LOIN D'ÊTRE DE SIMPLES SINGES...

À présent, je suis presque certain que si nous avions ces trois créatures fossilisées ou préservées dans le formol pour comparaison, et si nous étions des juges impartiaux, nous devrions immédiatement admettre que la différence entre des animaux tels que le gorille et l'homme n'est guère plus grande que celle entre le gorille et le babouin.

THOMAS HENRY HUXLEY

CONFÉRENCE À LA ROYAL INSTITUTION, LONDRES

« Je sais, mon cher Watson, que vous partagez mon amour du bizarre, au-delà des conventions et de la monotonie de la vie quotidienne. »

SHERLOCK HOLMES

L'homme est-il un homme ou un ange ? demandait Benjamin Disraeli au cours d'un célèbre débat sur la théorie de l'évolution de Darwin. Sommes-nous de simples chimpanzés dotés d'un logiciel plus performant ou bien des êtres spéciaux, une espèce qui transcende les flux aveugles de la chimie et de l'instinct ? De nombreux scientifiques, parmi lesquels Darwin lui-même, ont défendu le premier postulat : les capacités mentales humaines sont des extrapolations de facultés du même genre que celles des autres grands singes. C'était une assertion radicale et controversée au XIX^e siècle – certains la récusent aujourd'hui encore – mais depuis que Darwin a publié son traité révolutionnaire sur la théorie de l'évolution, l'idée des origines primates de l'homme a été mille fois défendue. Aujourd'hui, il est impossible de la réfuter sérieusement :

nous sommes, d'un point de vue anatomique, neurologique, génétique et physiologique, de grands singes. Quiconque a observé la troublante quasi-humanité des grands singes dans un zoo pourra s'en convaincre.

Je trouve bizarre les gens qui s'en tiennent aux strictes dichotomies. « Les grands singes ont-ils conscience d'eux-mêmes *ou bien* sont-ils des automates ? » « La vie a-t-elle un sens *ou* en est-elle dénuée ? » « Les humains sont-ils des animaux *ou* des êtres supérieurs ? » En tant que scientifique, je ne suis pas réfractaire aux conclusions catégoriques lorsqu'elles font sens. Mais en ce qui concerne la plupart des dilemmes métaphysiques prétendument urgents, j'avoue ne pas y voir de conflit irréductible. Par exemple, pourquoi ne pourrions-nous pas être une branche du règne animal *et* un *phénomène* totalement unique et glorieusement nouveau dans l'univers ?

Il me semble tout aussi étrange d'employer des termes tels que « uniquement » ou « rien d'autre » quand il s'agit de nos origines. Les humains sont des singes. Ainsi que des mammifères. Et des vertébrés. Nous sommes des colonies de dizaines de millions de cellules molles et palpitantes. Nous sommes toutes ces choses, mais pas « uniquement » elles. Car au-delà de cela, nous sommes quelque chose d'unique, de jamais vu, de transcendant. De totalement nouveau sous le soleil, au potentiel indéfini et probablement illimité. La première et unique espèce dont le destin tout entier réside entre ses propres mains et n'est pas le fruit de la chimie et de l'instinct. Sur l'immense scène darwinienne que nous appelons la Terre, je veux démontrer qu'il s'agit du plus grand bouleversement depuis les origines de la vie elle-même. Lorsque je réfléchis à ce que nous sommes et à ce que nous pouvons encore devenir, je ne vois aucune place pour les restrictions.

N'importe quel singe peut attraper une banane, seuls les humains peuvent atteindre les étoiles. Les singes vivent, s'affrontent, se reproduisent et meurent dans la forêt – fin de l'histoire. Les hommes écrivent, cherchent, créent et questionnent. Nous imbriquons les gènes, divisons les atomes, envoyons des fusées dans l'espace. Nous levons les yeux vers le cœur du Big Bang et plongeons dans les profondeurs du nombre Pi. Peut-être plus remarquable encore, nous nous observons et tentons d'assem-