

Insérer de l'âme

dans la Science

Michaël Friedjung

iUniverse, inc.
New York Lincoln Changhaï

Traduction bénévole de l'anglais :
Christian P. Briard
briard.christian@orange.fr
Ile de la Réunion
2011

Insérer de l'âme dans la Science

Tous droits réservés © 2003 par Michaël Friedjung

Aucune partie de ce livre ne peut être reproduite ou transmise sous aucune forme ou par aucun moyen, graphique, électronique ou mécanique, y compris par photocopiage, enregistrement graphique ou oral, ou par tout système de recherche d'information stockée, sans permission écrite de l'éditeur.

iUniverse, inc.

Pour demander de l'information:

iUniverse, inc.

2021 PINE Lake Road, Suite 100

Lincoln, NE 68512

www.iuniverse.com

ISBN: 0-595-27960-0

Imprimé aux États-Unis d'Amérique

Table des matières

Préface.....	4
Introduction.....	6
Chapitre 1.....	8
Le rôle de la science actuelle - les objectifs de ce livre.....	8
1. Importance et nature de la science.....	8
2. Résistance aux enseignements scientifiques.....	9
Chapitre 2.....	13
Les hypothèses fondamentales de la science et leurs limites.....	13
1. Qu'étudie fondamentalement la physique ?.....	13
2. Le développement ultérieur de la physique, de la chimie et de la biologie classiques.....	15
Chapitre 3 – partie 1.....	27
Bouleversements dans la science au vingtième siècle Relativité et théorie du chaos.....	27
1. La nature générale des bouleversements.....	27
2. L'espace-temps de la relativité.....	27
3. L'imprévisibilité du chaos.....	31
Chapitre 3 – partie 2.....	37
La physique de l'extrêmement petit et la crise des mathématiques.....	37
4. La découverte des mondes quantique et subatomique.....	37
5. La signification de la théorie quantique.....	40
6. D'autres aspects de la nature de la matière selon la physique actuelle.....	48
7. L'imprévisibilité pénètre les mathématiques.....	50
Chapitre 4.....	55
Où pouvons-nous trouver l'action de l'âme ?.....	55
1. La nature des mondes quantique et subatomique.....	55
2. Où pouvons-nous trouver l'âme dans les phénomènes du chaos ?.....	60
3. Existe-t-il un contenu d'âme dans le domaine des idées pures ?.....	65
4. Commentaires concernant le concept d'« énergie ».....	68
Chapitre 5.....	73
Vers une nouvelle Science.....	73
1. Comment un seuil semble avoir été franchi.....	73
3. Nouvelles possibilités dans les sciences concernant les êtres humains et.....	80
3. Nouvelles possibilités dans les sciences concernant les êtres humains et.....	80
recherche d'une meilleure structure pour la société.....	80
PUBLICATIONS CITÉES DANS CE LIVRE.....	83
Notes.....	87

Préface

Ce livre est le résultat de la réflexion menée pendant de nombreuses années sur les contradictions apparentes entre ce qui est accepté comme connaissance scientifique et diverses formes d'enseignement spirituel. Celles-ci incluent l'« anthroposophie » de Rudolf Steiner, auquel je me référerai assez fréquemment dans ce livre. Ces contradictions m'ont préoccupé depuis mon enfance finissante. Certains collègues scientifiques adhèrent à des mouvements spirituels ; ils me semblent souvent avoir scindé leurs activités et peut-être leurs personnalités en deux parties, sans grand lien entre les deux. Le problème, c'est que la science moderne est fondée sur des hypothèses matérialistes ; elle suppose que l'univers entier est explicable, en dernier ressort, par les lois de la physique. De telles lois n'exigeant pas de participation consciente, sont « aveugles ». Les êtres humains sont alors considérés comme n'étant que des machines très compliquées. D'un autre côté, de nombreuses sortes d'enseignement spirituel existent. La plupart des religions parlent de Dieu ou des dieux qui règnent sur le monde. Les conceptions spirituelles attirent l'attention sur l'existence des composantes immatérielles de l'univers comme les âmes, les esprits et les régions immatérielles où les êtres humains peuvent séjourner après la mort, et elles recommandent parfois un développement spirituel basé sur la méditation.

Habituellement, seuls les résultats de la science matérialiste, basés sur des méthodes apparemment rigoureuses, sont considérés dans le monde actuel comme « vrais », bien qu'ils semblent par bien des côtés inhumains, tandis que des idées spirituelles, souvent enseignées d'une manière dogmatique, sont assimilées à de la simple superstition. En effet on peut arguer du fait que les différences dans la religion et dans les dogmes religieux ont été dans de nombreuses situations de bonnes excuses pour justifier violence et massacres.

Il faut souligner que, parmi les maîtres spirituels, Rudolf Steiner, en particulier, a parlé de voies de développement humain qui conduisaient à la capacité d'acquérir une connaissance scientifique rigoureuse des vérités spirituelles comprenant, par exemple, celles qui concernent l'évolution spirituelle de l'univers et des êtres humains. Cette caractéristique est certainement une bonne raison pour lui accorder une attention particulière. Malgré cet aspect de ses enseignements, il est toujours vraiment difficile de voir le lien entre ce qu'il a enseigné et la science officielle.

La question se pose alors : une autre sorte de science qui n'éliminerait ni l'âme, ni l'esprit, est-elle possible ? Dans ce livre je passe en revue diverses hypothèses fondamentales des méthodes scientifiques telles qu'elles sont pratiquées actuellement et comment elles pourraient être changées de façon à permettre une autre sorte de science. Il m'apparaît à présent clairement qu'en particulier des idées liées à la conscience, à l'existence d'êtres conscients distincts et à l'âme doivent être intégrées à la science ; il n'est pas suffisant, comme ce à quoi on assiste parfois, de faire une certaine sorte de physique non orthodoxe si elle demeure « sans âme ». En fait, la science officielle actuelle étant ce qu'elle est, il est possible de voir que certaines grandes découvertes du vingtième siècle peuvent être comprises d'une façon différente que celle qui est usuelle chez la plupart des scientifiques. Cette manière, impliquant la présence d'êtres conscients dotés de certaines qualités d'âme, est décrite dans ce livre, ainsi que la raison pour laquelle la physique actuelle recèle quelque chose d'« inhumain ». Dans ce travail j'ai été inspiré par certaines idées fondamentales de Rudolf Steiner ; toutefois, je propose au lecteur un chemin qui n'exige pas l'acceptation préalable de ses énoncés, ni ceux d'un autre maître spirituel.

Des problèmes concernant la société humaine y sont également discutés, car ils ne sont pas complètement dépourvus de liens avec la science. Dans mon approche, j'ai été également inspiré jusqu'à un certain point par des activités dans des mouvements politiques d'extrême gauche pendant les années qui ont suivi 1968. Ces activités m'ont finalement amené à voir clairement l'importance des rapports sociaux, non seulement entre les êtres humains, mais également ceux qui impliquent d'autres types d'êtres conscients.

J'ai essayé d'être aussi non technique que possible, en supposant seulement que les lecteurs auraient une certaine culture de base et connaîtraient une peu de science élémentaire. Le livre devrait donc être lisible aussi bien par des scientifiques que par des non scientifiques. Il contient fort peu de formules mathématiques. De même, le lecteur n'a pas besoin au préalable de bien connaître les enseignements des mouvements spirituels. Toutefois, j'attends de lui ou d'elle qu'il ou qu'elle soit capable de bien réfléchir aux divers arguments.

Professionnellement je suis un astrophysicien qui travaille au Centre National français de la Recherche Scientifique (CNRS). Dans ma recherche courante, j'étudie certains types d'étoiles particulières, telles que les novas (qui sont l'objet de violentes explosions), ainsi que les dites étoiles symbiotiques (chacune contient en fait deux étoiles qui interagissent fortement l'une sur l'autre) et d'autres étoiles qui semblent être entourées de disques. Ces objets présentent beaucoup de phénomènes et de propriétés fascinants pas toujours faciles à comprendre. C'est la raison pour laquelle elles ont suscité mon intérêt.

Je veux adresser ici ma reconnaissance à mes parents, par lesquels j'ai entendu parler des enseignements de Rudolf Steiner quand j'étais enfant, et particulièrement à mon père, Walter Friedjung. Bien qu'en grande partie autodidacte, il était capable d'étudier les aspects spirituels sous-jacents aux mathématiques. Une partie du manuscrit d'un livre qu'il a écrit, a été publié en allemand en 1968¹. C'est grâce à mon père que je me suis intéressé à la science et que je me suis questionné sur la manière de relier la science et les enseignements spirituels. Étant adolescent, j'ai effectué une recherche en astronomie sur des phénomènes qui me semblaient difficiles à comprendre dans le cadre des conceptions officielles. De par l'influence de mon père, j'ai reçu une éducation scientifique pour finalement entamer une recherche en astrophysique. En outre, je dois mentionner que mon père a corrélé des nombres et des êtres humains dans la dernière partie de son manuscrit. Ce fait m'a donné l'inspiration et le point de départ de ce que j'ai écrit dans ce livre à propos des qualités de l'âme et de la conscience d'un monde éternel d'idées pures des mathématiques.

Je souhaite remercier Daniel Bariaux, qui a lu le manuscrit et a fait de nombreuses suggestions, Ilunga Mwana Umbela et Irena Semeniuk qui, entre autres choses, ont relu le manuscrit pour déceler les fautes de frappe et d'anglais, et F.T. Smith pour son travail éditorial. Souad Lebbaz a dessiné les illustrations. En outre, je remercie E. von Bezold, S. Nordwall, G. Zoeller et J. Zorec pour leur aide dans l'élucidation de divers points.

Introduction

Ce livre expose une compréhension très radicale du monde. Il parle de formes de conscience ou plus précisément d'êtres conscients partout où il y a des phénomènes imprévisibles, découverts par les sciences à partir des dernières années du dix neuvième siècle. On trouve ces phénomènes dans le monde de la physique quantique, dans les situations de chaos, dans la vie, jusqu'au monde des idées pures comme celles des mathématiques. D'autre part ces êtres conscients paraissent avoir des capacités en rapport avec les trois capacités de l'âme humaine ou de l'expérience intérieure humaine, dont nous avons parlé dans le premier chapitre et qui peuvent être énoncées d'une façon assez précise, avec peut-être une exception (mais l'existence d'une telle exception n'est pas sûre), c'est-à-dire pour les êtres du monde éternel des idées mathématiques. Les conceptions d'êtres conscients dans le monde, qui nous entoure, ne sont pas nouvelles; ici nous les trouvons à la suite d'une démarche ancrée dans la science moderne et à partir de celle-ci.

Le chemin suivi mène quelquefois à des expériences qui peuvent bouleverser le lecteur comme certaines qui m'ont bouleversé moi-même. Ce chemin n'est pas seulement intellectuel; le sentiment peut aussi être touché profondément, un aspect qui ressemble à ce qui se passe pour toute expérience spirituelle valable.

La conscience englobe celle de l'être humain qui est conscient de lui-même et ainsi en mesure de se rencontrer; d'autres formes de conscience peuvent exister aussi. Dans un petit article publié dans le numéro de mars 2008 de La lettre d'information du groupe science de la société Anthroposophique en Grande Bretagne, j'ai essayé d'aller plus loin et de relier certaines formes possibles de conscience aux règnes de la nature connus dans le monde qui existe à l'échelle humaine. Parmi ces êtres, il s'agissait d'êtres à peine conscients de l'imprévisible qui était presque absent, sauf dans les situations de chaos; ces êtres seraient surtout sensibles aux effets des actions d'autres êtres sur eux. Il s'agissait aussi d'êtres différents qui pourraient par contre répondre à ces actions et encore à une autre classe d'êtres conscients, qui seraient sensibles aux événements du monde extérieur, qui ne les touchent pas directement. La première classe pourrait être en rapport avec le monde minéral et la troisième dotée de corps avec des organes des sens et qui possèdent des systèmes nerveux développés, avec les animaux supérieurs. Néanmoins le lien avec tous les organismes très divers connus en biologie est loin d'être clair.

Les sciences ont continué leur évolution depuis la publication du livre en anglais. Essayons de voir quelques aspects, qui ont évolué en rapport avec ce qui a été dit en plusieurs endroits. Commençons par la 7^{ème} section du 3^{ème} chapitre, qui parle des découvertes de Gödel et de ses successeurs. Aucun procédé mécanique, comme ceux d'un ordinateur classique, ne peut être inventé, qui ferait toutes les démonstrations mathématiques. Ces questions ont été étudiées en profondeur par Gregory Chaitin ; Un livre qu'il a écrit, a été traduit en français « Hasard et complexité en mathématiques »². Il cherche à comprendre les mathématiques par l'informatique. Il est impossible de calculer par avance si un programme d'ordinateur, parmi tous ceux qui sont possibles, s'arrête ou pas. Une probabilité Oméga qu'un des programmes s'arrête, est définie; il s'agit d'un nombre qui ne peut pas être défini avec précision. Il lie l'arrêt des programmes à la possibilité de démontrer les théorèmes et le fait qu'on ne peut pas démontrer tous les théorèmes possibles sur les nombres. En fait, il y a infiniment plus de théorèmes qui ne peuvent pas être démontrés.

La 4^{ème} section du 2^{ème} chapitre relate les discussions de la science officielle sur la nature de la

conscience, et les théories qui l'expliquent en supposant que toute machine qui peut calculer comme un ordinateur, peut montrer les phénomènes de la conscience. C'est là qu'une idée de Roger Penrose a été exposée; c'est-à-dire que le système nerveux fonctionne comme un ordinateur quantique, qui aurait des capacités bien au-delà de celles limitées d'un ordinateur classique traditionnel. De cette façon il serait possible de comprendre comment les êtres humains pensent et comment les mathématiciens peuvent faire toutes leurs démonstrations mathématiques à partir d'une conscience produite par le cerveau d'une façon encore matérialiste. Le modèle du fonctionnement du cerveau proposé par Penrose est quand même assez spéculatif. Cette explication des capacités de la conscience humaine ne marcherait pas selon Scott Aaronson³. Certains calculs pourraient être faits beaucoup plus vite par un ordinateur quantique que par un ordinateur classique, mais les deux classes d'ordinateur ont les mêmes limites fondamentales.

La 5^{ème} section du 2^{ème} chapitre parle de l'astronomie, la cosmologie et le principe anthropique. Mentionnons que nous connaissons maintenant quelque chose comme 500 « exoplanètes » confirmées, c'est-à-dire des planètes, qui tournent autour d'étoiles autres que le Soleil. Les méthodes de détection ne sont pas encore assez sensibles pour avoir des indications d'assez petites planètes semblables à la terre. Cela ne veut pas dire forcément qu'on trouvera dans l'avenir des indications de la présence de la vie et encore moins d'organismes ayant les capacités des êtres humains.

En ce qui concerne le principe anthropique, les conceptions selon lesquelles nous pouvons exister dans un petit sous-ensemble de tous les « univers parallèles » possibles est devenu très populaire. Il est d'ailleurs difficile de trouver une explication physique pour les rapports des valeurs des constantes de la physique de notre univers. Chaque univers aurait des rapports différents. Ainsi donc la conscience n'a toujours pas d'importance dans les conceptions scientifiques actuelles.

Il y a du neuf dans la compréhension de la physique quantique, qui est le thème de la 5^{ème} section du 3^{ème} chapitre. Une équipe autrichienne dirigée par A. Zeilinger a démontré par des expériences la présence de corrélations en même temps entre certaines propriétés de plusieurs particules séparées dans l'espace, qui ne peuvent pas être transmises à des vitesses au dessous de celle de la lumière. Zeilinger tire la conclusion que l'univers est constitué de l'information, qui donne une réponse à une expérience particulière, mais qui n'est pas constituée d'objets.

Il faut que j'ajoute que sur le plan personnel, je suis maintenant officiellement à la retraite, mais que je continue de faire des recherches en astrophysique et de publier.

Michaël Friedjung, le 15 juin 2011.

Chapitre 1

Le rôle de la science actuelle - les objectifs de ce livre

1. Importance et nature de la science

En cette fin du vingtième siècle, la science moderne joue un rôle majeur, si ce n'est dominant, dans le monde. Les applications des résultats de la recherche scientifique ont conduit à la technologie qui entoure tout un chacun dans les pays développés. Cette technologie a énormément influencé la vie quotidienne des gens. A titre d'exemple, l'énergie que nous employons est très souvent fournie sous forme d'électricité, celle-ci étant un produit de la physique du dix-neuvième siècle. L'électronique dérivée d'une physique plus récente est nécessaire pour fabriquer les ordinateurs, qui exécutent non seulement des calculs scientifiques extrêmement complexes, mais commandent également les opérations de nombreux types de machines. L'électronique est nécessaire pour produire les nombreux types d'images que les gens regardent, comme celles de la télévision et des vidéos. Des ondes radio, dont la physique au dix-neuvième siècle a préfiguré l'existence, sont largement utilisées dans les communications. La recherche chimique a généré l'invention de nouvelles substances qui nous entourent dans nos vies quotidiennes, comme les plastiques. Certaines nouvelles substances sont beaucoup employées dans la médecine contemporaine. Une connaissance de la mécanique des fluides fut nécessaire à la conception de l'avion. En raison de tels développements technologiques, il fut possible d'envoyer en 1969 des hommes sur la Lune.

L'économie du monde, à l'heure actuelle, résulte grandement de la technologie moderne ; les objets produits par cette dernière et les matières premières utilisées pour les produire jouent un rôle important dans le commerce mondial. Il est du reste possible d'employer la technologie moderne pour introduire des quantités croissantes d'automation dans la production, aboutissant ainsi à un besoin réduit de main d'œuvre, donc au chômage.

Les communications rapides sont essentielles pour les opérations financières spéculatives, qui peuvent complètement déstabiliser l'économie. En effet, la technologie ne produit pas seulement du confort matériel et des moyens de communiquer et d'être informé, mais elle peut également générer de nouvelles formes de souffrance humaine. Nous tirons la même conclusion, plus franchement encore, si nous pensons au rôle de la science et de la technologie dans le développement des armes modernes.

Raisons pour lesquelles les gouvernements de nombreux pays attachent une grande importance à la recherche scientifique. Et cette recherche nécessite très souvent un équipement extrêmement coûteux. De là, nous pouvons dire non seulement que l'économie et les décisions politiques dépendent de la recherche scientifique, mais aussi que la recherche scientifique dépend de l'économie et des décisions politiques.

Ce qu'il faut, toutefois, souligner, c'est que les conceptions et les succès technologiques de la science produisent un effet puissant sur la manière de penser des gens. Des non scientifiques, pour qui la technologie s'apparente souvent à une sorte de magie, peuvent être conduits à croire que la connaissance scientifique est la seule forme fiable de connaissance. Il leur est dit que la méthode scientifique, telle qu'elle est appliquée actuellement, à la différence d'autres approches, est rationnelle et rigoureuse, en ayant recours, comme elle le fait, à la vérification expérimentale systématique des théories et des hypothèses. L'application de telles théories bien vérifiées explique les succès techniques. Même si les théories

scientifiques changent, les résultats fondamentaux de la science moderne sont estimés vrais et donc dignes de foi.

Les suppositions de la science moderne sont matérialistes ; ce qui signifie que si vous examinez suffisamment en profondeur les phénomènes du monde, ils peuvent en fin de compte être tous expliqués par les lois de la physique. Ces lois, telles qu'elles sont comprises de nos jours, ne sont pas les lois mécaniques de la physique du dix-neuvième siècle ; c'est pour cela que le matérialisme n'est plus mécanique. Elles sont très abstraites et mathématiques, mais on les comprend habituellement comme étant « aveugles », elles, qui éliminent l'action de tout être conscient. Tout ne peut être prévu par ces lois qui, comme nous le verrons, contiennent l'imprévisible ; ce qui est imprévisible, cependant, est pensé comme n'étant que le résultat de la chance aveugle. Ceci est extrapolé de la physique à d'autres sciences comme la biologie. En biologie, la sélection naturelle darwinienne est également aveugle : certaines espèces d'organismes vivants évoluant par hasard peuvent mieux survivre dans leur environnement sans l'intervention de quelque plan ou idée. Les espèces en compétition les moins aptes à survivre sont éliminées.

C'est d'une telle manière que les propriétés de la matière et du monde où nous vivons, sont expliquées, comme étant le résultat de processus à très petite échelle aux niveaux atomique et subatomique. La structure et la distribution de la matière dans l'univers sont expliquées par des processus qui ont succédé à ce qui est appelé le « big-bang » ; l'univers aurait été auparavant très petit, très dense et très chaud, tandis que depuis le big-bang il serait en expansion continue. L'homme, comme tous les autres organismes vivants, est considéré comme une sorte de machine et sa conscience et sa pensée seraient dues au fonctionnement de la matière et des cellules nerveuses qui composent son cerveau.

C'est dans un tel contexte qu'on peut se demander si les conceptions spirituelles de toutes sortes – telles que les diverses religions – impliquant des idées étrangères à la physique, sont vraiment appropriées au monde d'aujourd'hui. Ou ne sont-elles que des vestiges à balayer hors du cours du temps ? Y a-t-il une manière de réconcilier le spirituel et le scientifique, en transformant les deux dans le même processus ?

2. Résistance aux enseignements scientifiques

Peut-être est-ce à cause de la domination de la science dans le monde moderne et de la nature de ses enseignements que des mouvements, parfois décrits comme « anti-science », se sont développés. Un colloque à l'université française d'Orsay en juin 1970 a conclu que la science était une religion. Allant plus loin, certaines explications scientifiques comme le big-bang ont parfois été considérées comme des mythes. En outre, des critiques de la science peuvent être utilisées pour justifier la réduction du financement public de la science. De tels mouvements qui critiquent la science, ont été en partie influencés par des discussions philosophiques portant sur la nature du progrès scientifique. Karl R. Popper a affirmé que la science était un processus par lequel des idées fausses pouvaient être réfutées ou « falsifiées ». En opposition à ce point de vue, Thomas Kuhn a affirmé que la science d'une époque particulière dépendait des suppositions ou des « paradigmes » de base, qui nécessitaient une révolution pour être renversés. Des exemples historiques tels que la révolution en physique au début de ce siècle, décrits dans le 3^{ème} chapitre de ce livre, peuvent être employés pour illustrer les idées de Kuhn. Un point de vue plus extrême est celui de Paul Feyerabend dans « Against method »⁴ qui est allé beaucoup plus loin, en proposant une théorie « anarchiste » de la connaissance, selon laquelle des méthodes tout à fait irrationnelles pouvaient être et ont été utilisées pour produire la science admise.

Un autre exemple de mouvements « anti-science » est celui concerné par l'écologie. Dans de tels cercles, les menaces sur l'environnement venant de la technologie moderne, sont pensées imputables à la nature de la science. Le journal français « Survivre et Vivre » a soulevé des questions de cette sorte au début des années 70.

Des féministes ont déclaré que la science résulte de la domination masculine. Une science féminine serait plus intuitive. Associée à une technologie correspondante, elle ne viserait pas à « dominer » la nature comme le font la science et la technologie actuelles. Cependant, je dois dire que la science de mes collègues féminines, qui sont relativement nombreuses dans l'astronomie française, ne semble pas fondamentalement différente de celle de leurs collègues masculins.

La Science a été critiquée dans les années 60 et les années 70, en particulier par des sociologues, d'un point de vue marxiste. Dans de tels cercles, le développement de la science a été considéré comme résultant d'une société structurée en classes ; par exemple il a été déclaré dans le British « Radical Science Journal »⁵ que « la science est relations sociales ». Le marxisme n'est plus de mode, particulièrement suite aux bouleversements politiques qui se sont produits dans le monde à la fin des années 80 et au début des années 90. La critique sociologique de la science s'est, cependant, poursuivie. « Les constructivistes sociaux » clament que la science est autant le résultat des discussions entre les scientifiques que des expérimentations. Toutefois, je dois dire en tant que physicien que les sociologues me semblent avoir souvent une pensée peu claire.

Je soutiens une position intermédiaire dans ce livre. La science est relations sociales, mais relations sociales dans un cadre beaucoup plus large, où elles sont non seulement relations avec d'autres êtres humains (y compris celles entre un scientifique et d'autres scientifiques) et groupes d'êtres humains, mais également avec le monde de la nature, ainsi qu'avec celui des idées pures. Nos relations avec ce dernier dominant, d'ailleurs, les manières auxquelles nous avons recours pour expliquer la nature.

3. Les objectifs de ce livre

Dans le 2^{ème} chapitre, je considérerai les acceptions fondamentales de la physique souvent oubliées et j'essaierai de montrer comment elles manquent à expliquer de nombreux aspects fondamentaux de la réalité. Dans ce chapitre-là j'examine divers aspects de l'histoire de la science ; je discute également les paradoxes et les contradictions auxquels aboutit la confiance dans les hypothèses fondamentales. Je décris dans le 3^{ème} chapitre la découverte des mondes très étranges de la science du vingtième siècle impliquant la physique et les mathématiques.

Nous verrons que certaines des conséquences des hypothèses décrites précisément dans le 2^{ème} chapitre sont l'élimination de la conscience, des êtres conscients et de l'âme. La conscience et l'âme ne peuvent, toutefois, pas être complètement éliminées et, comme nous le verrons dans le 4^{ème} chapitre, il existe des indications fortes que la conscience et l'âme réapparaissent de certaines manières sans que personne en ait conscience, particulièrement dans la physique contemporaine. C'est dans ce chapitre que je propose de nouvelles interprétations de certaines propriétés du monde dans lequel nous vivons, impliquant la présence de différentes sortes d'êtres conscients. Ces interprétations suggèrent alors pour la recherche de nouvelles orientations possibles indiquées dans le 5^{ème} chapitre, lesquelles peuvent aider à se diriger vers un genre de science différent. Dans ce dernier chapitre, je tire des conclusions.

Il est possible d'énoncer les objectifs de ce livre d'une autre manière. Le philosophe bien connu du vingtième siècle, Karl R. Popper, dans son livre « La connaissance objective »⁶ parle de trois mondes. Le premier est le monde physique ou monde des états physiques. Le

second est le monde des états mentaux, alors que le troisième monde est celui des idées dans un sens objectif, ou donc éventuellement des objets possibles de la pensée. Ceci indique que le deuxième monde est celui d'une expérience subjective, tandis que le troisième monde est celui des idées pures, qui apparaissent elles-mêmes dans la culture humaine. Chaque être humain doit alors posséder son propre deuxième monde, qui sera différent de celui de tout autre être humain. Ceci signifie qu'il n'y aura pas un seul second monde dans ce cadre-là, mais plutôt un très grand nombre. Selon Popper, les deux premiers mondes peuvent interagir directement l'un avec l'autre, tandis que les deux derniers peuvent également le faire d'une manière similaire. L'esprit fournit un lien indirect entre les premier et troisième mondes ; les idées du troisième monde peuvent être matérialisées dans la technologie. Popper déclare que le troisième monde est un produit de l'activité humaine. Si nous essayons de comprendre la science actuelle dans le cadre des idées de Popper, nous pouvons dire que c'est une science du premier monde obéissant aux lois mathématiques du troisième monde. Cette science élimine alors le deuxième monde.

Le mathématicien britannique Roger Penrose, dans son livre « Les Ombres de l'esprit – A la recherche d'une science de la conscience »⁷ soutient également la conception de trois mondes. Toutefois, pour lui le troisième monde est le monde éternel des idées « platoniciennes », qui est indépendant des êtres humains et inclut les concepts inaltérables des mathématiques. Selon Penrose, le monde platonicien engendre le monde physique, parce que la nature est descriptible d'une manière mathématique. Ce dernier engendre le monde mental, qui engendre à son tour le monde platonicien. Son organigramme s'apparente au serpent qui se mord la queue. Roger Penrose a un esprit plus ouvert que la plupart des scientifiques contemporains et c'est la raison pour laquelle il n'a pas toujours bonne réputation dans les cercles officiels. En particulier, il croit que la pensée de l'être humain ne peut pas être reproduite par le type d'ordinateurs construits jusqu'ici. Toutefois, il va dans le mur, car il semble encore considérer comme fondamental le raisonnement basé sur le monde de la physique. Apparemment il ne peut pas abandonner complètement les hypothèses qui sous-tendent la science actuelle.

Un autre auteur récent qui parle de l'âme est l'astrophysicien estonien Undo Uus⁸. Il souligne dans son livre qu'une expérience intérieure ne peut pas être expliquée par la physique.

Il saute aux yeux que les trois mondes correspondent à l'idée traditionnelle du corps, de l'âme et de l'esprit. Ce schéma ternaire a été oublié, voire supprimé, dans la culture occidentale, où le dualisme du corps et de l'âme a été enseigné pendant longtemps, jusqu'à ce que l'âme ait été ensuite également éliminée par le matérialisme. Cependant la réalité de la nature triple de l'expérience a forcé sa réapparition dans la pensée contemporaine. Dans ce livre j'essaie de prouver que l'âme, ou le deuxième monde, est fondamentale ; elle est présente de différentes façons également dans les deux autres mondes. Ce n'est que si celle-ci est prise en compte qu'un genre fondamentalement différent de science peut émerger. Il n'est pas suffisant de produire une sorte de physique non orthodoxe, comme le font souvent des personnes qui essaient de montrer qu'il existe quelque chose de « spirituel », si l'âme et l'esprit sont omis. L'univers a, en fait, une nature trinitaire qui se révèle elle-même de différentes manières. De telles manières de penser l'univers seront discutées dans ce livre.

4. Qu'entendons-nous par Âme ?

Afin de progresser dans le genre de travail qui est le sujet de ce livre, nous devons être très précis. Il n'est pas suffisant de parler vaguement de l'âme si, à ce sujet, nous souhaitons être scientifiques et essayons de créer les bases d'une nouvelle science. Nous devons donc clarifier la nature du monde (ou plutôt des mondes) de l'expérience intérieure, ou âme, que je

considère appartenir à de nombreuses sortes d'êtres conscients. (Mon approche de cette question est inspirée en grande partie par Rudolf Steiner, le philosophe autrichien et maître spirituel, déjà mentionné dans la préface de ce livre.) Quand nous examinons les mondes de l'expérience intérieure, nous trouvons que s'ils sont considérés seuls, ils ont également un caractère ternaire, de sorte que ces trois aspects différents peuvent être aisément distingués. Ces aspects sont :

- a) La connaissance, qui, dans le cas de l'expérience intérieure des êtres humains, est le résultat de perceptions associées au moyen du penser à des concepts. Tant les perceptions que les concepts sont expérimentés dans le monde intérieur. (le fait que la connaissance soit acquise de cette façon a été souligné par Rudolf Steiner dans sa « Philosophie de la liberté »⁹; D'autres moyens complètement différents de parvenir à la connaissance sont toutefois concevables.
- b) Le monde des sentiments, des émotions et des désirs.
- c) La capacité d'agir afin de changer le monde.

Ces trois aspects peuvent être liés à la pensée, au sentiment et à la volonté. L'idée que l'âme humaine possède ces trois capacités est relativement nouvelle. Le philosophe allemand, Johann Nicolaus Tetens, de la fin du dix-huitième siècle dans son livre « Philosophische Versuch »¹⁰ semble être le premier à avoir proposé que l'âme possédait les trois capacités fondamentales du sentiment, de la compréhension et du vouloir. Dans cette association, il définit la volonté comme la capacité d'être en activité, à l'exclusion des capacités de se représenter des choses (d'en faire des images mentales) et le penser. Curieusement, un philosophe moderne a mal compris Tetens en écrivant à propos de ses idées que pour lui la volonté n'était pas importante, ce qui n'est certainement pas le cas.

Dans ce livre j'essaierai de prouver que nous pouvons comprendre l'univers comme composé de nombreuses et différentes sortes d'êtres conscients, dont chacun possède ce que nous pouvons penser être de l'ordre d'une nature d'âme ; un grand nombre de ces entités possède ce qu'on peut considérer comme des transformations ou métamorphoses des trois aspects du monde intérieur. En conséquence, les relations entre nombre de ces différentes entités dépendront de ces trois aspects. Qu'il soit souligné en particulier que nous supposons que la capacité d'agir est une réalité et non une illusion, comme le supposent de nombreux penseurs.

Bien qu'on puisse objecter que les diverses écoles de psychologie ont différentes conceptions quant aux expériences intérieures des êtres humains, nous verrons que les trois aspects qui viennent d'être mentionnés et leurs rapports avec les êtres conscients ne sont pas arbitraires, mais apparaissent absolument fondamentaux, surtout si nous souhaitons créer un autre type de science. Dans le 2^{ème} chapitre, nous verrons que les trois aspects ou capacités de l'âme sont même indispensables pour comprendre la nature de quelque chose d'aussi fondamental que le temps, tandis qu'ils nous permettront de comprendre certains résultats de la science du vingtième siècle, possibilité qui sera décrite dans le 4^{ème} chapitre. De cette manière, j'essaie de montrer qu'une faible lueur de ce qui peut devenir une autre science, existe en fait déjà. Espérons que des travaux supplémentaires viendront donner une bien plus grande ampleur à ces aspects.



Chapitre 2

Les hypothèses fondamentales de la science et leurs limites

1. Qu'étudie fondamentalement la physique ?

Voyons à présent de quoi se compose le monde de la physique, qui est généralement considérée comme la plus fondamentale des sciences. Ce monde doit clairement découler de ce qu'ont expérimenté les êtres humains, c'est-à-dire de leur monde intérieur, qui comprend des perceptions et des concepts. En fait la physique, telle qu'elle existe actuellement, n'étudie que certains types de perception, qu'elle associe à une gamme étroite de concepts. Ceci signifie que seule une petite fraction du monde des impressions sensorielles et de l'expérience intérieure a été employée pour établir ce qui est considéré comme le monde de la physique, c'est-à-dire, le seul monde auquel croit le matérialiste.

Les perceptions qui ont été étudiées depuis la révolution des idées au seizième et au dix-septième siècles, qui ont abouti à la naissance de la science moderne, sont habituellement le produit d'expérimentations. Dans les expérimentations sont créées des situations spécifiques, permettant que certains phénomènes puissent être étudiés plus facilement. En fait, lorsque les méthodes expérimentales sont appliquées, la volonté de l'expérimentateur est employée à la recherche de la connaissance.

En outre, seuls certains types de perception sont étudiés. La physique a été de plus en plus monopolisée dans son développement au cours des derniers siècles par l'étude des interactions entre les phénomènes et les instruments de mesure, c'est-à-dire, entre ce qui est produit par la matière selon les conceptions de la physique et ce qu'il est fait de la matière selon les mêmes conceptions. Des perceptions directes de phénomènes par des êtres humains, de sensations dues aux phénomènes qui sont des expériences intérieures, ont fini par être considérées non fiables et sont en conséquence ignorées autant que possible. N'est digne de confiance que ce qui est considéré comme « objectif », c'est-à-dire, les interactions entre les phénomènes et les instruments, ce qui mène aux mesures numériques incluant, par exemple, de très petites quantités, lesquelles durent un temps extrêmement court, et des objets astronomiques à peine perceptibles qui ne peuvent pas être perçus directement par des humains sans avoir recours à des instruments. Ce qui est étudié, ce sont donc – telles que perçues, toutefois, par des êtres humains ! – les interactions numériquement mesurables entre les divers phénomènes et les instruments utilisés pour leur étude. Ce sont ces processus qui sont habituellement considérés dignes de recherche en physique. Ainsi, le rôle de l'observateur humain est réduit à son minimum.

Exemple astronomique : observations d'objets éloignés sans qu'il soit possible de pratiquer de véritables expériences sur eux. Au dix-septième siècle, Galilée a observé au moyen d'une lunette primitif et découvert beaucoup de choses telles que les satellites de Jupiter, les phases de Vénus (Vénus ne se montre habituellement pas du tout comme un cercle et ressemble plutôt à la lune au cours de ses différentes phases) et des taches solaires. Voici environ un siècle, l'œil humain a été remplacé par la plaque photographique. Plus récemment, la plaque photographique a été remplacée par les détecteurs électroniques, dont l'utilisation facilite relativement les mesures numériques. De telles mesures sont proportionnelles aux intensités

de différents genres de lumière tombant sur un détecteur particulier. C'est ainsi que l'œil humain a été contourné ; ce qui signifie que l'effet de la lumière sur des détecteurs remplace une expérience directe utilisant l'œil.

La restriction des concepts employés par la physique est encore plus frappante. La situation est non seulement que la physique étudie ce qui peut être exprimé mathématiquement, mais qu'elle étudie particulièrement ce qui peut être exprimé en termes d'espace et de propriétés spatiales attachées au temps. Cela, nous pouvons le comprendre en nous reportant aux lois du mouvement de Newton, telles qu'il les a énoncées dans son livre célèbre de 1686, « *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* », sur lequel est basée la mécanique. Ces lois, précédées par la recherche de Galilée au début du dix-septième siècle, peuvent être considérées comme les prémices de ce qui est devenu la physique d'aujourd'hui. Rappelons les lois de Newton, qui peuvent être formulées comme suit :

1. Si aucune force ne lui est appliquée, un corps continuera à être au repos ou à se déplacer en ligne droite à une vitesse constante.
2. Le rapport entre la force agissant sur un corps et le taux de changement de la vitesse de ce corps due à la force, est constant.
3. Si un corps agit sur d'autres corps, la force de l'action sur l'un est égale et de direction opposée à la force de la réaction de l'autre.
4. En outre, nous avons de Newton la loi de l'attraction universelle :
Deux corps s'attirent réciproquement avec une force proportionnelle au produit de leurs masses (les masses multipliées l'une par l'autre) divisé par la carré de la distance qui les sépare.

La deuxième loi conduit à une définition de la masse, parce que le changement de la vitesse d'un corps sur lequel agit une force donnée, est inversement proportionnel à sa masse (c'est-à-dire à $1 / \text{masse}$). La vitesse est le taux du changement de la distance avec le temps, alors que l'accélération est le taux de changement de la vitesse avec le temps. Ceci signifie que nous pouvons dire, comme appris à l'école, que la force égale masse multipliée par l'accélération. En outre, soulignons que ce qui est impliqué, ce sont les mesures de la distance et du temps, la masse d'un corps étant une constante définie par ces lois. La force est également définie à l'aide de ces lois, tandis que ce qu'on appelle l'« énergie » peut être pareillement défini. Dans un tel cadre, des distances peuvent être définies en premier lieu par ce qui est mesuré en mesurant des baguettes et le temps par ce qui est mesuré par des horloges, qui sont déjà des versions simples d'instruments de mesure. Notons que le temps mesuré par une horloge est une quantité à l'image de l'espace ; c'est un nombre qui donne le temps après (ou avant) un certain événement. Dans la description de ce qui arrive à un corps, il (ndt. : le temps) doit être ajouté à la distance et à la direction de la partie d'un corps où l'événement se produit, définies par rapport à un point de référence.

Les définitions des lois de Newton sont directement liées au concept de qualités primaire et secondaire. Ces dernières incluent la distance, le temps, la masse, la force, etc., et appartiennent directement au monde de la physique. D'autres qualités comme la couleur, le goût, l'odeur, etc., sont censées n'être dues qu'à la manière dont le corps humain perçoit les phénomènes et se situer en conséquence en dehors de la physique. L'idée de cette séparation est en fait très vieille. Le philosophe grec du cinquième siècle av. J.-C., Démocrite, qui, de même que Leucippe, a proposé que la matière soit faite d'atomes invisibles se déplaçant dans l'espace vide, a distingué d'une part les propriétés géométriques des atomes, comme la forme, l'ordre, la position et la taille et de l'autre les qualités non géométriques. Ces dernières comprennent le goût, la couleur, l'éclat et l'obscurité, le froid et la chaleur, qui étaient toutes

subjectives pour lui et sujettes à appréciation.¹¹ Les livres de Démocrite se sont perdus, mais des idées semblables ont été exprimées, au premier siècle av. J.-C., par le poète épicurien romain Lucrèce dans son poème « De Natura Rerum »¹², qui lui a survécu. L'origine d'une telle forme de matérialisme dans l'ancien temps, où l'on connaissait peu de choses de la physique, est curieuse ; une chose très étonnante s'il n'existait pas un enseignement antérieur d'une école de mystères matérialistes basé sur une certaine sorte d'inspiration directe, où des hypothèses matérialistes auraient été enseignées. En effet, Pierre Feschotte, dans « Les Illusionnistes »¹³ considère que le matérialisme a pu avoir été une idée *a priori*.

Une distinction semblable a été faite au début de la science moderne par Galilée dans son livre « Il Saggiatore », où il a distingué le mesurable du non mesurable, comme l'odeur et le goût. Il a insisté sur le fait que la nature était écrite en langage mathématique et a décrit une méthode scientifique pour vérifier des hypothèses. Le philosophe anglais du dix-septième siècle, John Locke, a séparé les qualités primaires telles que la taille, la forme et la densité des qualités secondes comme la couleur, le goût et l'odeur.

Il me faut souligner un autre aspect des lois de Newton, et donc de la mécanique classique. La deuxième loi décrit des taux du changement. Si l'on connaît les forces présentes, y compris celles découvertes après Newton, et les positions de tous les corps, y compris celles de chacune de leurs composantes à un certain moment, il est possible de déterminer leurs positions futures en faisant la somme des taux du changement successifs, ou au moyen de ce que les mathématiciens appellent une *intégration*. Les mathématiques utilisées dans de tels calculs par Newton et Leibniz, se sont énormément développées depuis Newton. C'est ainsi que l'univers a pu apparaître complètement déterministe – cependant, comme nous le verrons dans le prochain chapitre, même les lois de Newton n'excluent pas l'imprévisible.

Je dois également souligner que les lois comme celles de Newton encouragent des explications des phénomènes physiques en fonction de ce qui arrive aux plus petits constituants des corps. On peut s'attendre à ce que chacun de ces constituants, qui antérieurement ont été considérés comme des atomes et plus tard comme des particules, soit soumis à l'action de forces différentes. Ce qui est observé, devrait alors être le résultat de l'ajout de ce qui arrive à chaque constituant. Selon cette conception absolument fondamentale, notre monde à grande échelle est expliqué par le très petit.

2. Le développement ultérieur de la physique, de la chimie et de la biologie classiques

Le développement ultérieur de la physique et de la chimie classiques a impliqué, entre autres, l'étude de phénomènes inconnus à l'époque de Newton et en particulier la découverte et l'investigation de forces autres que l'attraction universelle, sans pour autant changer les hypothèses de base mentionnées dans le dernier paragraphe. Cette façon de penser en est venu à dominer aussi en biologie. De tels développements sont devenus particulièrement importants au dix-neuvième siècle. Par bien des côtés, la biologie du vingtième siècle fait également partie de la science classique et sera, pour cette raison, étudiée avec la physique dans ce paragraphe. Je vais donner à présent quelques exemples de résultats qui ont été très importants quant à la manière dont la science moderne devait évoluer après l'élaboration des fondements de la mécanique.

L'étude de l'électricité et du magnétisme a accompli de grands progrès au dix-neuvième siècle. Les forces électriques et magnétiques se sont révélées étroitement liées. Le physicien danois, Oersted, a découvert l'effet magnétique d'un courant électrique en 1820. Poursuivant

les recherches de nombreux autres physiciens comme Ampère et Faraday, Maxwell développa une théorie générale de l'électromagnétisme. On expliqua la lumière comme se composant d'ondes électromagnétiques ayant de petites longueurs d'onde, lesquelles sont visibles pour l'œil humain, la longueur d'onde de toute onde étant la distance qui sépare deux crêtes successives de l'onde. D'autres genres d'ondes électromagnétiques, telles que les ondes radio, les rayons x et « gamma », se sont avérés plus tard avoir des longueurs d'onde différentes de celles de la lumière visible. En fait, il y avait eu précédemment un désaccord entre ceux qui considéraient que la lumière se composait de particules, une idée promue par Newton, et ceux qui considéraient que la lumière était due à des ondes. Il semblerait que cette dernière conception ait été prouvée au dix-neuvième siècle grâce aux recherches de Young et de Fresnel. Le différend entre ces manières d'expliquer la lumière ne fut, toutefois, pas résolu par la théorie électromagnétique de Maxwell, ainsi que nous le verrons dans le prochain chapitre.

Au début du dix-neuvième siècle, Dalton a expliqué les processus chimiques par des interactions entre atomes. Les atomes des différentes substances fondamentales, appelés éléments chimiques, chacun ayant des propriétés différentes, se combinent pour produire ce que nous appelons maintenant des « molécules », contenant plusieurs atomes. Chaque substance obtenue en combinant différents éléments s'appelle un composé, et a, selon cette conception, sa molécule caractéristique, tandis que les substances contenant différentes molécules ont des propriétés chimiques différentes.

Un autre exemple du développement de la physique est la thermodynamique ou, en langage plus populaire, la physique de la chaleur. Des changements de propriétés physiques des corps, tels que l'expansion due à un accroissement de la température (une mesure de l'expansion est évidemment celle de changements de longueur ou de distance) conduit à une définition de la température. La pression d'un gaz, qui est la force exercée par le gaz sur un paroi par unité de surface, s'est révélée dépendre de la température. Selon la très féconde théorie cinétique des gaz, ceci s'explique par le fait qu'un gaz est composé de particules (en fait de molécules) qui heurtent la paroi, chaque molécule ayant une vitesse moyenne proportionnelle à la racine carrée de la température au-dessus du zéro absolu. La chaleur est depuis généralement expliquée par les mouvements désordonnés des molécules. On en arriva ainsi à expliquer l'expérience humaine de la chaleur comme étant uniquement le résultat de la vitesse moyenne de petites particules.

C'est en voulant expliquer le phénomène de la chaleur que les notions de probabilité et de statistique ont pénétré dans la physique. C'était beaucoup trop compliqué de calculer le mouvement de chaque molécule. À chaque molécule a donc été assignée une probabilité de posséder certaines propriétés ; c'étaient les propriétés moyennes des molécules d'une substance qui devaient alors être prises en considération. Cela ne contredit absolument pas le déterminisme newtonien ; il était toutefois nécessaire de calculer les propriétés moyennes afin d'expliquer la structure à grande échelle du monde.

Parvenus à ce stade, notons que le concept d'énergie a fini par être considéré comme fondamental en physique et en chimie. Par exemple, on a découvert que de l'énergie était contenue dans l'électricité, le magnétisme et la lumière, qu'elle était nécessaire pour produire des réactions chimiques, ou que ces dernières en libéraient, et qu'elle devait aussi être présente dans la chaleur. Le rôle de l'énergie est en fait celui d'une sorte de « capacité d'agir » d'un système physique. On a découvert que la quantité totale d'énergie dans un système quelconque isolé du reste de l'univers, restait constante ; c'est ce qu'on a appelé le « principe de la conservation de l'énergie ».

La contribution de Darwin au dix-neuvième siècle a été fondamentale dans l'histoire de la biologie. La théorie de la sélection naturelle qu'il a proposée et qui a été développée par ses successeurs, déclare que quand des variations aléatoires (appelées à présent « mutations ») d'aptitudes d'organismes vivants surviennent, ne survivront que les organismes qui sont les plus aptes à survivre. C'est de cette façon que l'évolution peut se faire, parce que de nouveaux types d'organismes apparaîtront, mais les nombreuses sortes qui sont moins aptes à survivre, seront éliminées. Rien en dehors des lois de la physique, dont nous avons déjà considéré la nature fondamentale, n'est nécessaire pour que ce genre d'évolution ait lieu.

De manière analogue, Mendel a fondé la génétique. Il a recherché des caractéristiques facilement identifiables chez les petits pois et mesuré les proportions des différentes sortes de descendants produits quand ont été croisés des petits pois possédant des caractéristiques différentes. Il a découvert certaines lois auxquelles obéissaient ces proportions et a trouvé de cette manière les facteurs normalement constants de l'hérédité (qui ne sont modifiables que par des mutations), appelés plus tard *gènes*. On peut imaginer un gène comme une sorte d'« atome » de l'hérédité. C'est ce qui a induit l'idéologie actuelle : comme quoi les gènes à eux seuls domineraient les organismes vivants. La nature des gènes a été élucidée au vingtième siècle et semble être basée sur les propriétés chimiques de certaines très grandes molécules, à savoir les molécules d'une substance appelée ADN. La modification des molécules d'ADN des organismes vivants est devenue à présent possible, de telles manipulations portant le nom de « génie génétique ». Cependant, comme souligné par Craig Holdrege dans « A question of genes. Understanding Life in Context »¹⁴, tous les phénomènes vitaux sont loin d'être expliqués par les gènes. Ceci signifie que nous ne pouvons pas faire entrer la vie dans un corset aussi étriqué.

Ce fut également au dix-neuvième siècle que Karl Marx a prétendu qu'il pouvait expliquer la nature de la société humaine d'une manière matérialiste, d'une manière qui est quelque peu similaire à l'explication de l'évolution de Darwin. Tout, selon lui, est basé en dernier recours sur la science économique, opinion qui est particulièrement claire dans cette partie du Marxisme appelé « matérialisme historique ». Il est manifestement très unilatéral, bien que les effets de l'économie sur la société humaine et sur la manière de penser des gens ne devraient pas être sous-estimés. En tout cas, toute explication de l'économie par les seules lois de la physique est, pour le dire avec une extrême modération, grandement douteuse. Le marxisme est devenu une force très puissante en politique et au vingtième siècle il a été utilisé comme idéologie d'état. C'est cette idéologie d'état, justifiant des formes extrêmes de dictature, qui plus tard a échoué.

Une chose qui frappe déjà dans cette description de l'histoire de la science, c'est la manière dont la science, et particulièrement la physique, « a réussi » malgré la nature limitative de ses hypothèses de base. Que ce succès apparent se soit poursuivi au vingtième siècle avec l'essor de la physique moderne, y compris la théorie de la relativité et des quanta, c'est ce qui sera discuté dans le prochain chapitre.

Les définitions physiques de l'espace et du temps sont devenues plus subtiles et très éloignées de ce que suggère l'expérience humaine ordinaire ; mais l'espace et le temps demeurent toujours fondamentaux. Un tel succès semblerait montrer la réelle présence d'un monde des sciences physiques, ou du monde matériel, qui n'est pas le même que le monde de l'expérience humaine. La nature et l'interprétation possible de ce monde s'éclaireront au cours de ce livre.

3. Critiques des théories fondamentales de la physique

Les critiques les plus fondamentales de la physique newtonienne ont été faites par le grand poète, auteur, penseur et scientifique allemand, Goethe, qui a vécu à la fin du dix-huitième siècle et au commencement du dix-neuvième. Son travail scientifique sur la nature de la couleur et le développement des plantes est particulièrement remarquable.

En percevant des phénomènes, il a cherché à percevoir directement les idées derrière ceux-ci d'une manière rigoureuse, sans faire d'hypothèse. Il a ainsi perçu non seulement les principes de la manière dont les plantes changent au cours de leur développement, ou ce qu'il a appelé leurs « métamorphoses », mais il a également perçu l'idée « d'une plante archétypale », contenant la nature entière du végétal. Si nous examinons de quelle manière Goethe regarde le monde, nous sommes dans un cadre conceptuel complètement différent de celui de la physique classique (antérieure au vingtième siècle). Pour lui ce sont les mêmes lois qui apparaissent dans la nature et dans l'art ; la création artistique étant la même création que la création naturelle à un niveau plus élevé. En outre les sens des êtres humains seraient, selon Goethe, les plus grands et les plus précis des appareils physiques ; le fait que la physique ait détaché l'expérience de l'homme serait le pire des malheurs.

La théorie des couleurs de Goethe a radicalement défié les croyances des physiciens. Selon Newton, la lumière blanche est faite du mélange des lumières de différentes couleurs. Il a constaté qu'un étroit faisceau de lumière blanche passant par un prisme était scindé en faisceaux de différentes couleurs, chacune de ces lumières étant ordonnée dans ce qui s'appelle un spectre. La lumière colorée rouge dans un spectre est suivie des lumières de couleurs orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet. C'est encore ce qui est enseigné en physique à des élèves, tandis qu'on leur enseigne également que la qualité de la couleur, telle que perçue par les êtres humains, est quelque chose d'extérieur, à la physique en lien seulement avec la perception sensorielle. De plus, selon l'explication du dix-neuvième siècle, dans la lumière se composant d'ondes électromagnétiques visibles à l'œil humain, l'ordre des couleurs dans un spectre correspond à celui des longueurs d'onde de ces ondes électromagnétiques, lesquelles ont des valeurs différentes. Par exemple, la longueur d'onde de la lumière rouge « pure » est supérieure à celle de la lumière « pure » des autres couleurs. Goethe a remarqué, toutefois, que si l'on regarde directement à travers un prisme, les couleurs n'apparaissent qu'aux frontières des surfaces blanches et foncées, qu'en réalité on ne voit qu'une partie d'un spectre à une frontière. Un spectre complet est perçu quand une petite tache blanche sur une surface noire est observée à travers un prisme, tandis qu'une tache foncée sur une surface blanche produit une sorte « de spectre négatif », se composant de l'opposé, ou de ce qu'on appelle les couleurs complémentaires des couleurs du spectre normal. En fait ceci ne contredit pas la théorie newtonienne, car selon cette théorie chacun des points sur la surface blanche produira un spectre qui est décalé par rapport aux spectres des autres points ; la superposition de tous les spectres mélangera chacun d'eux pour produire la lumière blanche, sauf aux frontières de la surface blanche.

Mais les idées de Newton semblent, selon les résultats de cette dernière expérience, être artificielles et non directement déductibles d'une expérience humaine. Pour Goethe, la couleur joue vraiment un rôle dans le monde et est produite par l'interaction à la frontière entre la lumière et l'obscurité, qui a également une existence réelle. Cette interaction se fait par l'entremise des substances de ce type de prisme. Nous pouvons noter que l'idée que la couleur est produite par l'interaction de la lumière et de l'obscurité est beaucoup plus ancienne ; dans son livre « Timée », Platon a déjà suggéré que les différentes couleurs seraient produites par

des mélanges de noir, de blanc, de rouge et de ce qui est lumineux. Aristote est allé plus loin, en déclarant que le blanc vu à travers un écran noir, semble rouge.

Les conceptions de Goethe n'ont pas joué un rôle important dans la science officielle. En effet, la situation est actuellement encore pire qu'elle ne l'était du temps de Goethe. Il y a une tendance, surtout en astrophysique, à vouloir calculer et déduire tout des modèles théoriques supposés rigoureux, à l'aide des ordinateurs très puissants à présent disponibles. Cependant, de tels modèles peuvent encore contenir des hypothèses grandement douteuses, même du point de vue de la physique officielle, tout en pouvant également négliger certaines observations. C'est clairement l'opposé de l'approche goethéenne ! Néanmoins, quelques scientifiques ont essayé de baser leurs idées directement sur des observations. Un exemple est l'astrophysicien suisse bien connu, Fritz Zwicky, qui est mort en 1974. Dans son livre « Morphological Astronomy »¹⁵, il décrit sa manière non orthodoxe de pratiquer l'astrophysique. J'ai essayé d'être au moins « légèrement goethéen » au début du travail relatif à ma thèse doctorale, ainsi que dans une certaine recherche postérieure. Dans ce travail j'ai prêté plus d'attention que ce n'est généralement le cas, à ce que les observations peuvent indiquer à un astronome. C'est ce qui m'a conduit dans mon travail doctoral à proposer des explications et à soutenir des modèles qui n'étaient pas « à la mode » ; la mode a changé environ une décennie plus tard. Ce type de méthode « à moitié goethéenne » ne remet en rien, en question les hypothèses fondamentales de la physique. Des défis gothéens plus radicaux à la science actuelle n'ont pas impressionné soit, peut-être en raison de leur incapacité, à la différence de la science officielle en général et même de la physique du dix-neuvième siècle, à expliquer à partir de simples hypothèses nombre de divers phénomènes ou au moins leurs aspects apparentés à l'espace. Ainsi que je l'ai déjà mentionné, la physique classique a connu un succès étonnant. Il m'apparaît pour cette raison que sont requises des approches bien plus radicales.

Un autre aspect peut être mentionné à propos de la nature de l'espace, sur laquelle la physique est basée. Il a trois dimensions et ainsi peut être mesuré, à partir de tout point, dans chacune des trois directions perpendiculaires. C'est la base de ce qu'on appelle en géométrie « les coordonnées cartésiennes » et leur rôle dans les calculs de la physique peut être très abstrait. Rudolf Steiner a précisé dans son cycle de conférence « The Origins of Natural Science »¹⁶, qu'il existe trois directions perpendiculaires fondamentales pour l'expérience humaine ; ou, pour être plus précis, pour l'expérience du corps humain. Ce sont les directions arrière-avant, gauche-droite et bas-haut. Ce sont ces directions et non trois directions perpendiculaires possibles quelconques qui sont importantes pour l'homme. Dans le monde de la physique, un système physique particulier peut avoir des directions préférées, mais en général on peut faire des calculs en utilisant trois directions perpendiculaires quelconques ; aussi de ce point de vue la physique, en devenant abstraite, s'est déconnectée de ce qui est directement perçu par des êtres humains.

4. Arguments au sujet de la nature de la conscience

Je vais maintenant décrire certains problèmes qui suscitent beaucoup d'intérêt à l'heure actuelle. Ces problèmes montrent les contradictions inhérentes aux bases de la science classique telles que décrites au début de ce chapitre, et suggèrent qu'un autre genre de science est nécessaire. Ils peuvent être considérés de bien des manières sans évoquer la physique du vingtième siècle — qui elle sera considérée ultérieurement dans ce livre.

Ces dernières années ont eu lieu bien des discussions consacrées aux causes de la conscience et en particulier de la pensée, et à la façon de les expliquer en ayant recours aux idées matérialistes dominantes concernant la nature du monde. Des résultats scientifiques à propos du cerveau et du système nerveux servent généralement de base à ces discussions. Il est même souvent affirmé que tous les phénomènes de conscience et de pensée sont reproductibles par les machines à calculer et les ordinateurs. En raison de ce qui a déjà été avancé dans ce chapitre à propos de la physique sur laquelle le matérialisme est basé, de telles discussions semblent extrêmement curieuses. La conscience a été éliminée de la physique et maintenant certains scientifiques veulent la déduire de cette physique sans conscience et de la science informatique en vue d'expliquer l'expérience humaine et aussi celle des animaux supérieurs !

Ce n'est pas mon intention de rapporter en détail ces discussions, qui me semblent plutôt futiles. Nous pouvons trouver davantage dans les livres déjà mentionnés « Blindness of Modern Science »¹⁷ de U. Uus et « Shadows of the Mind »¹⁸ de Roger Penrose. Ajoutons « The Emperor's New Mind »¹⁹ de Roger Penrose ; une discussion portant sur l'intelligence artificielle contenue dans deux articles du numéro de janvier 1990 de « Scientific American », John R. Searle, le philosophe californien de Berkeley et les Churchlands ainsi qu'un article de Searle qui est paru dans l'édition de mai 1996 du journal français de science générale « La Recherche ».

Les discussions sont généralement centrées sur la question de savoir si oui ou non la conscience et la pensée peuvent devenir (ou sont) des propriétés des ordinateurs. La question n'est pas seulement scientifique, puisqu'il y a de grands intérêts économiques impliqués dans le développement d'ordinateurs et de robots plus puissants. Si de telles machines peuvent être rendues davantage capables d'imiter les processus de la pensée humaine, en utilisant ce qui a été découvert à propos du système nerveux, l'industrie informatique pourra faire de grands profits. Roger Penrose dans « Shadows of the Mind » décrit quatre points de vue sur ces questions :

- A. Intelligence artificielle forte ou dure : Toute pensée est calcul ; même des sentiments de conscience en éveil sont évoqués par la mise en œuvre des calculs appropriés. L'intelligence artificielle forte peut également être considérée (comme dans l'article de Searle) comme la proposition que l'esprit ne soit que le « logiciel » (software) du cerveau, ce dernier étant le « matériel » (hardware) de ce qui permet à un être humain de penser ; un humain doit alors être considéré comme une sorte d'ordinateur. En fait le logiciel d'un ordinateur est son système de programmation et son matériel, sa structure physique.
- B. Intelligence artificielle faible ou douce : La conscience est une caractéristique de l'action physique du cerveau et bien qu'une quelconque action physique puisse être simulée informatiquement, la simulation informatique ne peut pas par elle-même produire la conscience.
- C. L'action physique appropriée du cerveau produit la conscience, mais cette action physique ne peut même pas être correctement simulée informatiquement.
- D. La conscience ne peut pas être expliquée physiquement, informatiquement ou par quelque autre terme scientifique.

Roger Penrose plaide fortement pour C, parce qu'il a été prouvé que les ordinateurs de la génération actuelle, ne peuvent pas établir toutes les preuves mathématiques que peuvent établir des mathématiciens, alors que D est pour lui le point de vue de la mystique, étranger à la science. Pour autant qu'il est question des arguments avancés par Penrose contre A et B, je

dois souligner que l'établissement de toutes les preuves mathématiques est impossible pour toute machine basée sur les processus de la physique classique. Roger Penrose essaie de surmonter ce dilemme en supposant que le système nerveux fonctionne selon les principes de la physique quantique. Le modèle proposé par Roger Penrose est, cependant, tout à fait spéculatif. Ses opinions à ce sujet l'ont rendu plutôt impopulaire dans certains cercles officiels, mais il n'échappe, en fait, pas au matérialisme. J'essayerai ici de prouver qu'il y a d'autres possibilités semblables à D, qui ne sont pas « étrangères » à la science.

Dans l'article de 1996, Searle rejette A, comme il l'a fait dans de précédents articles. Les esprits ont des contenus et, à la différence des ordinateurs, ils ne manipulent pas seulement des symboles selon certaines règles. Il décrit alors trois approches selon un mode différent de celui de Penrose. Searle n'accepte pas le raisonnement de Penrose, qu'il critique vigoureusement, tandis qu'il considère utiles les études du système nerveux par deux autres auteurs (Crick et Edelman). Searle admet, cependant, que les qualités de l'expérience mentale ou « qualia » ainsi qu'elles sont appelées, ne peuvent pas être expliquées ainsi. En fait, les qualia appartiennent au deuxième monde de Popper et même si des recherches sur le cerveau et le système nerveux indiquent que certains événements mentaux sont dans une très grande mesure corrélés avec des événements dans ces parties du corps humain et donc avec des phénomènes du monde de la physique, nous ne pouvons pas vraiment espérer expliquer les qualia à partir de la science actuelle !

5. Astronomie moderne, cosmologie et principe anthropique

Les contradictions de la physique actuelle apparaissent aussi clairement dans les discussions concernant ce qui est appelé le « principe anthropique », ce principe a été énoncé la première fois par Brandon Carter à propos de la cosmologie, c'est-à-dire, la science de la structure à grande échelle de l'univers et de son évolution. Pour être étudié scientifiquement, il fallait que l'univers soit capable de produire des créatures intelligentes, c'est-à-dire, des êtres humains ; ce qui signifie qu'il devait posséder certaines propriétés. Ainsi, l'existence de ces propriétés s'explique par la présence d'êtres intelligents !

Ce principe semble à première vue contredire un autre principe de base utilisé dans l'étude de l'univers pendant plus de quatre siècles, le « principe copernicien ». Ce principe, selon Konrad Rudnicki dans « The Cosmological Principles »²⁰, affirme que l'univers observé depuis n'importe quelle planète se montre le même. Par conséquent la planète sur laquelle l'homme vit, n'a aucune signification restreinte comparée à celle d'autres planètes. Le principe copernicien peut, selon Rudnicki, être étendu pour obtenir un principe plus général, qu'il appelle « *le principe copernicien généralisé* ». Selon ce dernier principe, *l'univers observé de n'importe quel point et de n'importe quelle direction se montre grandement le même*. Ce principe, s'il est juste, conduit à la conclusion que la résidence de l'être humain, conscient, n'a non seulement aucune signification restreinte comparée à celle d'autres planètes, mais n'a également aucune signification en ce qui concerne celle de n'importe quel autre point de l'ensemble de l'univers. En effet, l'argument qui peut être mis en avant, sans faire appel au principe copernicien généralisé, c'est qu'il est « peu probable » que notre résidence ait une telle importance. Il est clair qu'un lien peut être noué avec le déni d'un rôle important de la conscience dans la science actuelle, bien que ce ne soit naturellement pas équivalent, vu que la conscience et l'intelligence peuvent être conçues comme existant en de nombreux endroits différents de l'espace aussi bien que sur la terre.

Avant d'en dire plus sur le principe anthropique, il est nécessaire de récapituler ce que les astronomes considèrent être la nature de l'univers. Les planètes tournent autour du soleil, qui

semble être une étoile plutôt normale. Les distances des étoiles mesurées par différentes méthodes sont plutôt importantes et la faiblesse d'autres étoiles comparées au soleil peut s'expliquer par leurs bien plus grandes distances. On considère que les étoiles se composent de gaz opaques et chauds, qui sont plus chauds à l'intérieur qu'en surface, d'où vient directement la lumière vue par les observateurs. On pense que l'énergie de presque toutes les étoiles est produite par des processus, connus des physiciens nucléaires, qui se déroulent à l'intérieur extrêmement chaud, et la manière dont les étoiles changent ou évoluent pendant leur existence est prévisible en utilisant les lois de la physique. Le soleil semble appartenir à un système appelé Galaxie, laquelle contient des centaines de milliers de millions d'étoiles. De nombreuses autres galaxies existent, dans certaines desquelles les étoiles individuelles les plus lumineuses peuvent être détectées en utilisant les instruments modernes. L'astronome américain Edwin Hubble a prouvé d'une manière convaincante en 1925 que certains objets vus dans le ciel n'étaient pas dans notre galaxie. Il y a des indications admises par quasiment tous les astronomes (à quelques exceptions près) que les galaxies s'éloignent les unes des autres. Les galaxies les plus éloignées de notre galaxie ont, selon ces indications, une différence de vitesses par rapport à notre galaxie, plus élevée ; il est impossible d'observer des parties de l'univers au delà d'un certain « horizon », lesquelles s'éloignent de nous à des vitesses plus grandes que celle de la lumière. On considère de la sorte que l'univers est en expansion ; il faut alors qu'il ait été très dense, très chaud et bien plus petit qu'actuellement lors des tout premiers stades de son développement. L'état originel est souvent appelé le « big-bang », car l'idée qu'on s'en fait s'apparente à une explosion. Du fait que la lumière prend longtemps pour venir d'objets lointains, l'univers était forcément beaucoup plus jeune quand a été émise la lumière des objets astronomiques visibles les plus lointains.

Considérons un peu plus en détail, bien qu'encore de manière schématique, ce que l'on peut imaginer avoir été nécessaire pour produire les êtres humains. Selon les conceptions des cosmologues, les constantes de la physique, qui pourraient avoir été différentes à l'origine, se sont fixées à un stade très précoce de l'expansion de l'univers, et les différentes forces fondamentales de la physique sont devenues des forces séparées. Puis, selon ces conceptions, tandis que l'univers se refroidissait, quelques éléments chimiques ont été constitués par certains processus de physique nucléaire, mais la plus grande partie de la matière a subsisté sous forme d'hydrogène. Plus tard, l'univers est devenu transparent, ce qu'il n'avait pas été auparavant. Les gaz diffus, qui remplissaient l'univers à ce moment-là, se sont alors condensés en galaxies et en étoiles dont elles constituent une grande partie. On pense que la plupart des éléments chimiques, y compris l'azote, le carbone et l'oxygène, qui jouent un rôle primordial dans la vie sur terre, ont été élaborés à l'intérieur des étoiles par des processus de physique nucléaire, lesquels sont différents de ceux de la phase très primitive de l'univers. Ces éléments, ainsi que d'autres matières, ont alors été éjectés des étoiles où ils avaient été élaborés, dans l'espace entre les étoiles et ont souvent été incorporés à d'autres étoiles qui se sont condensées plus tard. Ils se sont en particulier incorporés au soleil et aux planètes. La vie, qui est considérée comme une propriété de très grandes molécules, complexes, contenant vraisemblablement un très grand nombre d'atomes de carbone, a alors pu être créée dans les conditions existant sur la Terre comme résultat de processus chimiques. Une très longue période d'évolution, suite aux processus aléatoires de la sélection naturelle de Darwin, aurait alors été nécessaire pour produire des êtres intelligents comme les êtres humains dotés de gros cerveaux.

Pour qu'un tel développement soit possible, l'univers doit être très vieux ; on estime que son âge est de l'ordre de quinze milliards d'années, bien qu'il convienne de noter un certain désaccord quant à la valeur exacte de son âge. Ceci signifie qu'il ne doit pas avoir eu de

propriétés qui l'auraient fait commencer à se contracter peu après le début de son expansion. Un univers en expansion, très vieux, doit manifestement être aussi énorme, puisque son expansion a duré si longtemps. Il fallait aussi que les constantes de la physique nucléaire conviennent également à la formation des éléments chimiques nécessaires à la vie dans des proportions approximativement justes. Selon ce schéma, les similitudes des proportions de certaines constantes physiques qui ont été découvertes, pourraient s'expliquer. Quand de telles conditions sont réunies, il est clair que, même selon les conceptions matérialistes, nous ne pouvons pas vivre dans un univers aléatoire.

Des discussions au sujet du principe anthropique ont été rapportées dans un certain nombre d'études, telles que « The Anthropic Cosmological Principle »²¹ de Barrow et Tipler et déjà mentionné « The Cosmological Principles »²² de Rudnicki. En fait, il existe plusieurs formes de ce principe, qui sont énoncées de différentes manières :

Le principe anthropique faible : Celui-ci affirme que les êtres humains doivent vivre dans un univers qui pourrait les avoir produits ou, comme indiqué par Rudnicki, « les propriétés physiques de la partie observable de l'univers doivent être comprises comme une conclusion logique tirée de la prémisse que l'être humain l'observe ». Barrow et Tipler définissent le principe sans se référer directement aux êtres humains, car « les valeurs observées de toutes les quantités physiques et cosmologiques ne sont pas probables au même degré, mais elles prennent des valeurs restreintes par la nécessité qu'il existe des endroits où la vie basée sur le carbone peut évoluer et par la nécessité que l'univers soit assez vieux pour qu'il en soit déjà ainsi. »

Le principe anthropique fort : Celui-ci affirme, selon Barrow et Tipler, que « L'univers doit avoir des propriétés telles que celles qui permettent à la vie de se développer en lui à un certain moment de son histoire ». La définition différente de Rudnicki de ce principe est que « les propriétés physiques de l'univers doivent être comprises comme une conclusion logique tirée de la prémisse que de vrais observateurs existent dans certaines parties de l'espace-temps de l'univers ».

Le principe anthropique final : Suggéré par Barrow et Tipler, celui-ci énonce que « Le traitement intelligent de l'information doit émerger dans l'univers et une fois qu'il a émergé, il ne mourra plus jamais ». Ce principe est lié à leurs hypothèses très audacieuses et grandement spéculatives sur la façon dont l'univers contenant les êtres intelligents capables de traiter l'information, devrait finir — chaque civilisation produite par de tels êtres peut atteindre un point où, de même qu'elle se défend avec succès de divers périls, elle est capable de créer/construire des êtres plus intelligents et plus résistants (en fait, des robots capables de survivre dans des conditions physiques vraiment extrêmes) que ceux de la civilisation originelle. Les descendants ultimes de civilisations semblables peuvent alors potentiellement rencontrer ceux d'autres civilisations ; en ce cas les civilisations fusionneront. La vie acquerra un savoir illimité et exercera le contrôle sur toutes les matières et forces, dirigera l'univers, qui d'une manière très matérialiste (peut-être devra connaître ?) connaîtra alors une « fin heureuse ».

Il est clair que la première de ces formes du principe anthropique est la moins spéculative et que la troisième l'est le plus.

Les spécialistes sont habituellement mal à l'aise, lorsqu'ils parlent du principe anthropique, parce qu'il viole à un degré plus ou moins grand leurs hypothèses de base, selon lesquelles la conscience devrait être sans importance. Le principe anthropique faible ne peut

pas être nié, bien qu'on puisse toujours dire que les conditions nécessaires à toutes les formes de vie intelligente ne sont pas vraiment connues.

Même selon les hypothèses matérialistes, d'autres sortes de vie intelligente que celles qui existent sur terre, seraient en principe possibles dans cette sorte d'univers, ainsi que dans d'autres sortes d'univers. Si cette possibilité est niée, le matérialiste convaincu dispose d'une autre sorte d'issue. Un très grand nombre d'univers différents pourrait exister, de sorte que les humains vivraient seulement dans l'un du très petit nombre où la vie intelligente est possible. D'autres univers pourraient exister (ou avoir existé) avant ou après notre présente époque, pourraient être très lointains au-delà de l'« horizon » et absolument inobservables ou être permis par une certaine interprétation de ce qui est appelé la « physique quantique ». La physique quantique et ses interprétations seront discutées dans le prochain chapitre de ce livre. C'est ainsi que Barrow et Tippler « sauvent » leur idéologie matérialiste.

Cette discussion explicite qu'il est plutôt difficile de supprimer la conscience dans toute conception qui essaie d'expliquer la totalité de l'univers. Si vous essayez de le faire, vous risquez de vous embêter dans des paradoxes.

6. La nature du temps

Comme nous l'avons vu au début de ce chapitre, la physique actuelle est basée sur l'espace et les aspects du temps apparentés à l'espace. Il est aisé de montrer que ce concept ne tient pas même compte de tous les aspects du temps qui ont embarrassé certains penseurs pendant très long-temps (sans intention de jeu de mots !).

Le problème majeur est que le temps a non seulement des propriétés apparentées à l'espace, mais qu'en outre il se compose du passé, du présent et du futur. Le présent n'est pas stationnaire, mais « glisse » du passé au futur. Par exemple, l'empereur romain Marc Aurèle, philosophe du deuxième siècle après J.-C. a comparé le temps à l'écoulement d'un fleuve. En cela, il peut avoir été inspiré par le philosophe grec Héraclite du cinquième siècle avant J.-C. pour qui le changement était fondamental et qui a dit que l'on n'entrait jamais deux fois dans le même fleuve. Saint Augustin (5^{ème} siècle après J.-C.) était très préoccupé par le temps dans ses « Confessions », où il prie Dieu de l'éclairer. Il se demande si, comme le présent, le passé et le futur peuvent également exister — et quelle est la relation entre le temps et le mouvement. Saint Augustin conclut que le temps ne s'écoule que pour l'âme. Cet intérêt pour le temps a été relayé par le philosophe Bergson au début du vingtième de siècle. Nous devons également mentionner Einstein, qui a déclaré que le problème du temps l'a sérieusement tracassé ; le présent, essentiellement différent du passé et du futur, signifie quelque chose de spécial pour l'homme, mais que cette différence importante ne se présentait pas et ne pouvait pas se présenter en physique. De tels problèmes intéressent maintenant un certain nombre de physiciens contemporains. A ce sujet, nous pouvons mentionner le livre « Now, Time and Quantum Mechanics »²³ et un petit livre populaire en français « Le Temps » d'Étienne Klein²⁴. Considérons à présent ces questions plus en détail.

Dans le monde de la physique déterministe classique des lois de Newton, le passage du temps est une illusion, parce que le futur, comme le passé et le présent, existe déjà d'une certaine manière. C'est facile à voir, car il est en principe possible selon ces lois de calculer complètement le futur, qui ne peut alors apporter rien de nouveau dans l'existence. En effet l'ensemble du temps est dans une situation telle qu'elle est semblable à la perception humaine du passé.

La première propriété qui distingue le temps de l'espace est qu'il a une direction ou « flèche ». Ceci devient clair si un film est passé à l'envers et que se produisent des choses « impossibles ». Les morceaux d'une tasse cassée sont rassemblés sur le plancher, puis remontent spontanément sur une table. Une maison intacte émerge d'un incendie, des cadavres humains émergent de la mort, déambulent et si l'on attend assez longtemps deviennent des bébés, qui rentrent dans l'utérus de leur mère. Dans un exemple moins spectaculaire, si le temps pouvait être remonté, des différences de température émergeraient spontanément dans des régions où la température était uniforme. Toutefois, selon les lois du mouvement de Newton quand elles sont appliquées sans autre loi additionnelle, inverser les mouvements de toutes les particules comme dans le film passé à l'envers ne devrait pas produire des situations qui soient radicalement différentes de celles où les mouvements ne sont pas inversés. En fait, dans tous les phénomènes de ce genre une loi fondamentale de la thermodynamique se manifeste d'elle-même, c'est-à-dire, que dans un système isolé une quantité appelée « entropie » doit s'accroître avec le temps. Cette quantité mesure le désordre d'un système. Les positions et les mouvements de ses molécules devraient, en raison des mathématiques des statistiques, se transformer en des états plus probables, la probabilité étant définie par les considérations statistiques mentionnées dans la 2^{ème} partie de ce chapitre. Néanmoins, cette situation apparaît paradoxale, parce que selon un théorème célèbre du mathématicien français Poincaré basé sur la physique classique, si l'on attend suffisamment longtemps, des événements qui sont presque identiques aux précédents, se produiront dans un système isolé fini. Ainsi, des événements passés devraient finalement se répéter.

Il est bien sûr douteux que tout l'univers soit un système fini et isolé. La flèche du temps indique de toute façon que l'univers a non seulement déjà un passé existant, mais qu'il a également un futur. Dans son évolution il existe une direction. En fait les cosmologues peuvent expliquer l'augmentation de l'entropie et la flèche d'une manière tout à fait matérialiste à partir de ce qui est censé s'être produit après l'origine de l'univers dans le « big-bang ». Un univers en expansion semblable à celui qui est admis par les cosmologues, a un commencement qui est tout à fait différent des dernières étapes de son développement. La « flèche » du temps peut encore être intégrée dans la physique actuelle, sans en changer les idées fondamentales.

Le problème le plus difficile survient si on inclut le présent dans la description du temps, parce qu'il semblerait alors se placer en dehors de la « physique ». C'est ici qu'une science qui ne tient pas compte des qualités de l'âme, rencontre certaines de ses plus grandes difficultés. Ces difficultés peuvent être surmontées si nous examinons l'expérience humaine du temps, qui intègre les trois capacités de l'âme mentionnées dans le 1^{er} chapitre. Un être humain est dans le présent, mais depuis cette position avantageuse, le futur, le présent et le passé sont vécus selon des modes tout à fait différents. Il ou elle est capable d'agir, c'est-à-dire, d'employer sa volonté dans le présent pour influencer les événements futurs, qu'il ou elle ne peut pas prévoir avec certitude. Cette imprévisibilité a été confirmée par la science du vingtième siècle, ainsi que nous le verrons dans le prochain chapitre. Conséquemment, le futur semble « obscur » pour l'être humain. La possibilité d'action meurt quand le futur devient le présent ; il ou elle tendra alors à éprouver les sentiments les plus forts quant au résultat des actions qu'il ou elle a accomplies, soit un sentiment de satisfaction, ou de mécontentement, soit de plaisir ou de remords. Il est même possible qu'avoir de tels sentiments forts concernant le futur ou le passé, soit mentalement malsain. Un être humain peut voir le passé, en avoir connaissance et y réfléchir avec le maximum de clarté en utilisant ses capacités de penser ; le passé toutefois, à la différence du futur, est mort. Ce qui est connu à propos du passé est employé pour penser au futur, dans la mesure du possible. Si nous

pensons à la nature de l'expérience humaine du temps, nous pouvons voir que nous ne pratiquons pas une division arbitraire de l'âme en nous référant aux trois capacités de l'âme. Elles semblent être les fondements de la nature du monde. Le temps est fondamentalement une expérience de l'âme. Cette véritable nature du temps n'a jusqu'ici pas été prise en considération par la physique. Ma façon de considérer le temps est inspirée de Rudolf Steiner, surtout d'une conférence qu'il a donnée le 27 novembre 1920, faisant partie d'un cycle intitulé « Le pont entre le spirituel de l'univers et le physique de l'homme. Isis-Sophia »²⁵ dans laquelle il relie le temps aux trois capacités de l'âme.

Il est également intéressant de noter que la langue anglaise relie la volonté au futur. Dans le temps du futur des verbes, est employé le mot « will ». Par exemple, le lecteur de ce livre, après avoir lu ce paragraphe du 2^{ème} chapitre, prendra peut-être un repas ou tombera de sommeil. (*will eat a meal or will fall asleep*)²⁶.

Cette nature d'âme du temps est également reliée à un autre aspect de l'enseignement de Rudolf Steiner. Dans son livre « Comment acquérir des connaissances des mondes supérieurs »²⁷, il décrit un chemin de développement spirituel qui peut mener à des perceptions de nature spirituelle des mondes supérieurs invisibles et à acquérir la connaissance spirituelle. Il déclare que ce qu'il avance, peut être vérifié si l'on utilise ces méthodes. A un certain stade de ce développement, les capacités de l'âme (pensée, sentiment, volonté) deviennent indépendantes l'une de l'autre, ce qui fait courir de grands dangers si le Moi véritable n'est pas assez fort pour maîtriser une telle situation. On peut comparer ceci au fait que sous l'influence de certaines drogues est perturbée la perception humaine de l'ordre des événements dans le temps et qu'un genre de folie provisoire peut s'installer. Cette folie, au vu de nos considérations touchant au temps, semble reliée à une séparation des trois capacités de l'âme dans ce qui est clairement une manière très dangereuse et douteuse de faire l'expérience des mondes supérieurs.

Il faut à présent souligner un autre aspect. La manière humaine de considérer le temps ne peut être juste et représenter la réalité que si l'univers n'est pas complètement prévisible, c'est-à-dire, si les actes de la volonté peuvent influencer des événements futurs. Comme nous le verrons, la science du vingtième siècle a en fait constaté que le monde n'est pas complètement prévisible. Il existe alors au moins une possibilité pour que la volonté soit en mesure d'agir de manière significative. Cette nécessité n'implique pas seulement la volonté humaine ; il est concevable que les volontés d'autres êtres agissent également et influencent des événements dans un monde qui serait partiellement imprévisible. Nous serons confrontés largement dans le reste de ce livre à ce genre de question, de pair avec cette autre : comment une nouvelle science peut-elle être basée sur les capacités de l'âme ?



Chapitre 3 – partie 1

Bouleversements dans la science au vingtième siècle Relativité et théorie du chaos

1. La nature générale des bouleversements

Dans ce chapitre nous considérerons certaines transformations majeures qui ont violemment secoué les bases de la science dans le premier tiers du vingtième siècle et qui, à la différence d'autres découvertes du vingtième siècle, déjà mentionnées, l'ont rendue tout à fait différente de la science antérieure. Si nous examinons ce qui s'est produit, nous pouvons voir qu'un seuil a été franchi pour entrer dans quelque chose de nouveau. En fait, le chemin suivi par le développement de la science depuis le dix-septième siècle, selon les principes fondamentaux décrits dans le chapitre précédent, devait graduellement conduire à un monde très étrange. Le monde au-delà de ce seuil peut grandement nous enseigner sur des points de vue philosophiques et en particulier sur la possibilité de mettre de l'âme dans la science, comme nous le verrons dans les prochains chapitres. Il est, cependant, d'abord nécessaire de comprendre ce qui s'est passé et pour cela il est utile de se frotter un peu au raisonnement scientifique utilisé, lequel a abouti à la transformation de la science. Dans cette partie du livre je donnerai une description, la moins technique possible, des principaux aspects des découvertes faites et de certains débats consacrés à leur signification.

Un aspect très important de ce qui a été découvert, c'est que parmi les choses qui arrivent, toutes ne sont pas prévisibles. Ceci, contrairement à qu'on pensait précédemment, est maintenant admis, même pour certains phénomènes du monde quotidien où habitent les êtres humains. C'est également vrai d'une manière différente, plutôt étrange, en physique de l'extrêmement petit, pour lequel il faut employer ce qu'on appelle la *physique quantique* et, comme nous le verrons, qui se révèle juste même en mathématiques ! En outre, les conceptions de la nature de l'espace et du temps ont été radicalement transformées, d'abord par la théorie de la relativité et puis plus radicalement par la physique quantique, bien que la physique ait maintenu ses prémisses fondamentales basées sur l'espace et les aspects du temps apparentés à l'espace.

2. L'espace-temps de la relativité

Commençons par un changement majeur des idées scientifiques, qui a révolutionné la pensée concernant l'espace et le temps, mais qui n'a pas intégré l'imprévisible. Pour Newton, l'espace était quelque chose d'absolu, indépendant des corps qui s'y déplaçaient et pour qui ses lois du mouvement étaient justes. De même, en physique classique le temps était universel. Ce sont ces idées qui ont été rejetées par les théories de la relativité restreinte et générale. Il y a ambiguïté dans l'idée classique d'un espace absolu et la physique classique contient en fait une sorte de « relativité ». Si aucune force n'agit sur eux, les corps peuvent, selon les lois de Newton, continuer les uns et les autres leurs propres mouvements uniformes. Aucun mouvement uniforme²⁸ ne doit être préféré à un autre, ainsi que Galilée le savait déjà. Si deux corps se déplacent dans la même direction à des vitesses v_1 et v_2 , la vitesse de l'un par rapport à l'autre est de $v_2 - v_1$. La longueur d'une tige rigide et la vitesse d'une horloge

utilisées pour mesurer des longueurs et des intervalles de temps, sont alors censées être constantes, de même que les vitesses dérivées des longueurs et des intervalles de temps.

Dans un cadre classique, il était difficile de comprendre comment la lumière pouvait voyager à travers l'espace. Au dix-neuvième siècle on pensait l'espace rempli d'une véritable substance appelée « éther » où les ondes lumineuses étaient censées voyager. Dans une situation semblable, on pouvait imaginer que des vitesses absolues pouvaient être définies et mesurées par rapport à l'éther. La terre devait alors se déplacer à travers lui et les effets d'un tel mouvement de la Terre par rapport à l'éther devaient être mesurables. Plusieurs expériences ont été faites pour mesurer le mouvement de la Terre, incluant en particulier celles de Michelson en 1881 et de Michelson et Morley en 1887. En raison de ce mouvement, la lumière aurait dû mettre des durées légèrement différentes pour voyager dans différentes directions. Aucun effet n'a jamais été constaté, excepté dans la recherche de Miller, qui est parfois cité par ceux qui défient l'orthodoxie de la physique actuelle. Ses effets sont toutefois généralement considérés par des physiciens comme étant plus petits que les erreurs expérimentales.

Bien qu'on puisse proposer des effets physiques pour expliquer l'échec à détecter le mouvement de la terre à travers l'éther, Einstein a réalisé que c'était dû à quelque chose de plus fondamental. Sa théorie de la relativité restreinte de 1905 s'appliquait aux corps se déplaçant uniformément les uns par rapport aux autres. Pour tous ces corps la vitesse de la lumière devrait toujours être constante, tandis que dans la théorie newtonienne aucun état de mouvement uniforme ne devait être préféré à un autre. Le résultat d'hypothèses semblables, c'est que les mesures de l'espace et du temps ne sont pas les mêmes pour deux corps éloignés se déplaçant à des vitesses différentes. Si deux corps se déplacent l'un par rapport à l'autre, chacun des corps semblera toujours rétréci dans la direction de son mouvement, s'il est vu par un observateur se déplaçant avec l'autre corps. Quand sa vitesse relativement à l'autre corps égale la vitesse de la lumière, sa longueur observée tend vers zéro. De la même manière, une horloge sur l'un des corps semblera à l'observateur se déplaçant avec le deuxième corps, plus lente que sa propre horloge. Si elle se déplaçait à la vitesse de la lumière par rapport à l'autre corps, la première horloge semblerait stationnaire, son temps s'étant arrêté. La masse d'un corps en mouvement semblera également augmenter, si elle est mesurée par un observateur se déplaçant avec un autre corps, devenant infinie quand les vitesses relatives sont égales à la vitesse de la lumière. En fait, la relativité restreinte conduit à la conclusion qu'aucun corps ne peut être accéléré au delà de la vitesse de la lumière.

La considération du fait que la masse apparente d'un corps varie en fonction de sa vitesse aboutit à la conclusion que la masse et l'énergie sont équivalentes. La relation est exprimée par la célèbre équation d'Einstein :

$$E = mc^2$$

où E est l'énergie, m la masse et c la vitesse de la lumière. Ce qui est particulièrement frappant, c'est que cette équation vaut également pour la « masse au repos » du corps, c'est-à-dire, la masse qu'il semble avoir quand il ne se déplace pas par rapport à un observateur. Cette relation est confirmée par les expériences et est devenue célèbre en raison de son application dans l'énergie énorme libérée par les armes nucléaires, qui convertissent une proportion significative de leur masse en énergie.

La relativité restreinte peut également être comprise géométriquement dans le cadre de l'« espace-temps » quadridimensionnel de Minkowski. Celle-ci peut être définie par un observateur par rapport auquel d'autres observateurs effectuent un déplacement contenu dans

les trois dimensions de l'espace et une autre dimension qui est dérivée du temps de l'observateur (le temps est multiplié par la vitesse de la lumière et par la racine carrée de -1 qui est un nombre imaginaire). Le chemin d'une particule dans cet espace s'appelle une « *ligne d'univers* ». Les « distances » dans cet espace divisées par la vitesse de la lumière sont alors égales au temps mesuré par une horloge près d'une particule particulière se déplaçant avec elle. Il ne serait pas facile pour un tel observateur se déplaçant avec une particule de décider à quel moment un événement distant se produit. Une solution pour lui serait d'envoyer un signal lumineux qui serait immédiatement reflété si un événement se produisait très loin, l'événement étant de cette façon détecté. L'époque de l'événement pourrait être définie comme étant la moitié du temps nécessaire à l'envoi et au retour du signal. Cependant, un autre observateur ne mesurerait pas le même temps pour l'événement — même l'ordre des moments de deux événements lointains différents pourrait être inversé pour les deux observateurs. Leurs expériences du temps pourraient être complètement différentes. Minkowski a récapitulé la situation telle qu'elle lui apparaissait, en déclarant que l'espace et le temps, pris séparément, étaient condamnés à s'évanouir en de simples ombres, et que ce n'est qu'un genre d'union des deux qui préserverait une réalité indépendante. Une description non technique, très claire, des paradoxes apparents de la relativité restreinte est donnée dans le livre de Roger Penrose déjà mentionné: « *The Emperor's New Mind* »²⁹

En 1915, Einstein a publié un développement de sa théorie du mouvement accéléré et de la gravitation, qui est appelé « la relativité générale ». Cette théorie avance que l'espace-temps a une courbure. C'est facile à comprendre si nous considérons des analogies en deux dimensions. La géométrie sur la surface d'une sphère, par exemple, ne sera pas identique à celle appliquée sur une surface plane. Des lignes droites sur la surface plane sont remplacées par des arcs de grands cercles sur la surface de la sphère, qui, de même que des lignes droites sur une surface plane, donnent la distance la plus courte entre deux points. Ceci signifie qu'un élastique, étiré sur la surface d'une sphère, se trouvera sur un grand cercle. S'il s'agit d'une surface plus générale, des courbes semblables sont qualifiées de « *géodésiques* ». Einstein a découvert qu'un champ gravitationnel déformait l'espace-temps et qu'une particule soumise à un champ gravitationnel suivait une géodésique. Cette théorie a mené à une explication simple du fait que la masse dans la seconde loi du mouvement de Newton peut être définie comme étant identique à la masse de sa loi de la gravitation (après avoir corrigé les effets additionnels de la relativité).

Un certain nombre d'essais expérimentaux et d'observations astronomiques ont confirmé la relativité générale. Par exemple, le mouvement de la planète Mercure ne peut vraiment s'expliquer qu'en prenant en compte la relativité générale. La planète ne décrit pas seulement une orbite, mais l'orbite elliptique elle-même effectue aussi une révolution à une vitesse qui n'est pas prévisible selon la théorie de Newton. La courbure des rayons lumineux passant près d'objets massifs comme le soleil, est également une prévision célèbre. Il est difficile de nos jours de remettre en question la relativité générale, qui est très utilisée, en particulier par ceux qui étudient les structures à l'échelle de l'univers.

Cependant, il me faut souligner que malgré les succès de la relativité, le mouvement absolu et le temps absolu sont d'une certaine manière revenus ! Le temps absolu, un temps « cosmologique » depuis le big-bang, quand l'univers est censé avoir commencé son expansion, peut être défini théoriquement. On suppose (ce qui n'est pas contredit par l'observation), que la distribution de la matière dans l'univers quand « on en fait la moyenne » sur de très grandes distances, est uniforme, ayant une densité constante à un moment donné — le temps étant défini comme ce qui est mesuré par des horloges se

déplaçant avec la distribution moyenne de la matière — et s'écoulera « en moyenne » à la même vitesse partout. Tandis que l'univers se dilate, la densité moyenne diminuera tandis que le temps absolu augmentera.

Ce que par la plupart des spécialistes considère comme mouvement absolu, peut être mesuré à partir d'observations. On croit que c'est le mouvement relatif au faible rayonnement électromagnétique diffus dont on constate qu'il vient de toutes les directions du ciel. Il est invisible à l'œil, ses longueurs d'onde étant beaucoup plus grandes que celles de la lumière visible. On pense que ce rayonnement est un reste du rayonnement émis partout, quand l'univers, qui était alors beaucoup plus chaud que maintenant, devint transparent un certain temps après le big-bang (voir 2^{ème} partie du dernier chapitre).

L'expansion continue subséquente de l'univers aurait alors considérablement augmenté la longueur d'onde du rayonnement. Des quantités presque égales de ce rayonnement viennent de toutes les directions, cette propriété étant appelée « isotropie ». La première déviation de l'isotropie est habituellement expliquée par les spécialistes comme due au mouvement de l'observateur par rapport au rayonnement, bien que cette interprétation ne soit pas sûre à 100%. En raison d'un effet appelé effet Doppler en physique, le mouvement vers une source de rayonnement diminue sa longueur d'onde ; le mouvement, en s'éloignant de la source, augmente sa longueur d'onde. Un mouvement absolu du système solaire très proche de 370 km/sec. a été mesuré à partir d'observations de ce rayonnement via le satellite COBE.

Un certain nombre d'idées fausses sur la relativité sont apparues. La raison en est peut-être que d'une certaine manière l'espace-temps de Minkowski de la relativité restreinte et l'espace-temps courbe de la relativité générale ont remplacé l'espace absolu et le temps universel de Newton. Le temps, ou plus précisément ses aspects apparentés à l'espace, est devenu en effet un genre d'espace non distinguable de ce dernier. Ainsi, seule l'étude des aspects du temps apparentés à l'espace a abouti à une sorte de conclusion logique, la fusion de l'espace et du temps. Selon cette façon de penser, la ligne d'univers d'une particule semble éternelle, car elle est indépendante du temps. Venant d'un programme radio consacré à la science et à la religion que j'ai écouté, j'y ai entendu dire, selon ce que j'en ai retenu, que c'était une preuve de l'existence de Dieu.... En fait chaque observateur éprouvera le temps à sa manière, celle-ci étant différente d'un observateur à l'autre. Le moment d'un événement éloigné, qui pourrait être dû à une action d'un organisme vivant (ou, comme nous le verrons dans les idées qui seront développées plus tard dans ce livre, à un acte de sa volonté), semblera à un observateur particulier être le moment où un résultat d'un tel acte est perçu, ou qu'un signal est reçu de l'événement éloigné. Si l'observateur est humain, il ou elle éprouvera le temps de l'expérience, sur le mode décrit dans le dernier chapitre. Les actions d'autres organismes vivants perçus à un certain moment peuvent encore influencer ce qui se produit à des moments postérieurs, mais ne peuvent pas influencer des événements antérieurs perçus par l'observateur, car la relativité ne contredit pas les idées ordinaires de la cause et de l'effet. La relativité, à la différence d'autres développements du vingtième siècle que nous allons discuter, n'implique pas l'imprévisible. En effet Einstein n'a pas jamais admis la réalité apparente de la découverte de l'imprévisible en physique quantique. Sa déclaration que « Dieu ne joue pas aux dés » est célèbre.

3. L'imprévisibilité du chaos

Tandis que la relativité introduit un changement fondamental dans les idées touchant à l'espace et au temps, sans prendre l'imprévisible en considération, je décrirai maintenant des phénomènes qui impliquent l'imprévisible, sans modifier radicalement les idées concernant l'espace et le temps. En fait, l'imprévisible se cache même dans les lois de Newton ! Dans de nombreuses situations, qui peuvent être très simples, le mouvement est extrêmement sensible à de très petites perturbations non mesurables. Ainsi dans la pratique la prévision devient impossible, même lorsque le futur est déterminé par les lois de Newton. De telles situations sont à présent dites de nature « chaotique », d'après James York, qui a consacré un article à ce sujet en 1975 avec un étudiant, Tien-Yien Lee. On trouve un exposé populaire lisible du chaos dans le livre : « La Théorie du Chaos – vers une nouvelle science »³⁰ du journaliste scientifique James Gleick. C'est à cause du phénomène du chaos que l'idée d'un univers complètement prévisible basé sur les lois de Newton, qui a été énoncé très clairement par le mathématicien français Pierre Simon de Laplace (1749 –1827), est maintenant considéré comme complètement erronée.

Cette forme de l'imprévisible est déjà apparente dans les calculs, effectués par le grand mathématicien français, Henri Poincaré (1854 –1906), peu avant 1900, basés sur la mécanique classique. On n'en tint guère compte avant les calculs informatiques de 1961 du météorologiste américain Edward Lorenz, qui, en utilisant un modèle mathématique extrêmement simple, a montré le premier que même un modèle grandement irréaliste du temps météorologique ne peut pas aboutir à des prévisions à très long terme. Les premiers résultats ont été publiés en 1963. Il a découvert que l'imprévisibilité pouvait même survenir quand le mouvement n'était décrit que par 3 équations. D'autres chercheurs, qui ne connaissaient pas toujours le travail des autres dans ce domaine, ont fait des contributions indépendantes. Par exemple F. Ruelle et F. Takens ont tiré dans un article publié en 1971 une conclusion semblable à celle de Lorenz à partir de l'étude de la turbulence dans un fluide. On a également découvert que le chaos était important dans la description mathématique de la variation dans le temps du nombre d'organismes vivants d'un genre particulier au sein d'une certaine population. Des processus chaotiques dans différentes situations, comme ceux de certaines réactions chimiques, ont été décrits dans un livre écrit en français par Ilya Prigogine et Isabelle Stengers, « La Nouvelle Alliance »³¹, sans que les auteurs aient été apparemment conscients d'une grande partie de la recherche déjà effectuée par d'autres sur la théorie du chaos. Nous pouvons noter que la recherche antérieure menée en Union soviétique est également pertinente au regard de cette théorie.

Il est également intéressant de noter que deux des pères de la théorie du chaos, Mitchell Feigenbaum et Albert Libchaber, s'intéressaient aux idées scientifiques de Goethe, mentionnées dans le chapitre précédent. C'est peut-être une indication de la nature radicale du changement des idées provoqué par cette théorie.

Afin de comprendre un peu ce qui est en jeu, considérons les trajectoires des particules, obéissant aux lois de Newton, sur lesquelles agissent différentes forces. Un concept très utile à cet égard est celui d' « *espace des phases* ». C'est un espace complètement abstrait, qui dans le cadre de ces lois a les 3 dimensions de l'espace ordinaire et les trois dimensions de l'impulsion (masse multipliée par la vitesse dans chacune des 3 directions) pour chaque particule se déplaçant indépendamment et appartenant à un système de particules, objet de l'étude. Ceci signifie que chaque particule a 6 dimensions dans l'espace des phases. Ainsi, s'il y a n particules dans le système, l'espace des phases aura $6n$ dimensions. Il convient de noter

que si toutes les particules ne sont pas indépendantes et/ou si elles ne sont pas libres de se déplacer dans toutes les directions, il n'est pas besoin de prendre en compte toutes les $6n$ dimensions. De plus, il existe un théorème mathématique concernant des particules se déplaçant dans l'espace des phases appelé le théorème de Liouville, qui aboutit à la conclusion que si l'on étudie les différents systèmes possibles du même nombre n de particules, chacune ayant un ensemble différent de trajectoires, le volume de l'espace des phases occupé par chacun des différents systèmes, ne change pas avec le temps. Ce qu'il faut souligner, c'est que la forme d'un volume constant n'est pas figée, elle pourrait être l'équivalent $6n$ -dimensionnel d'une sphère ou, au contraire, être une région en forme de spaghetti très longue et étroite dans $6n$ dimensions, ayant le même volume. Quand une situation chaotique se produit, un groupe de systèmes de particules occupant d'abord un petit volume de forme sphérique dans l'espace des phases et ayant donc des positions et des vitesses qui sont presque les mêmes, occupera plus tard un tel volume extrêmement fin en forme de spaghetti. Ce volume en forme de spaghetti devient quasi « infiniment » fin et il est plié un très grand nombre, « presque infini » de fois. C'est ainsi que des particules correspondantes, appartenant à deux systèmes semblables, peuvent se séparer grandement dans l'espace et avoir aussi des vitesses tout à fait différentes. Le volume dans l'espace des phases que les systèmes tendent à occuper au cours du temps, aura une structure « étrange », qui est dite « *attracteur étrange* ».

Il existe une géométrie particulière qui décrit une telle situation liée à la présence du chaos. C'est la géométrie fractale, l'expression « fractale » ayant été inventée par le mathématicien Benoît Mandelbrot. Un objet fractal aura une structure à toutes les échelles spatiales jusqu'à l'infiniment petit, la même structure se répétant aux différentes échelles. La construction de la figure 3.1 montre un exemple très simple de la façon de faire une figure fractale dans les deux dimensions de la surface de la page. Nous commençons par un triangle équilatéral, dont chacun des côtés est divisé en trois parties égales. Puis, deux côtés d'un nouveau triangle équilatéral orientés vers l'extérieur sont construits sur le tiers central de chaque ligne du triangle originel, cette partie centrale étant effacée. Chaque côté de la figure ainsi obtenue est de nouveau divisé en trois parties égales ; un nouveau triangle équilatéral étant érigé sur la partie centrale, qui est alors effacée. Le processus est répété un nombre de fois infiniment grand pour chaque côté de la figure. De cette façon nous obtenons une figure infiniment longue avec des structures à des échelles infiniment petites, mais qui s'adapte toujours à la page ! Grâce à ce processus nous obtenons « un flocon de neige fractal ».

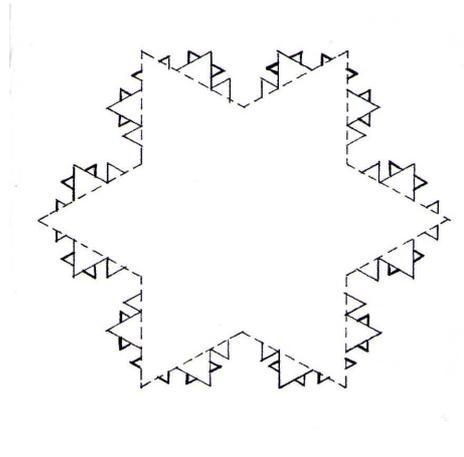


Figure 3.1

Le flocon de neige fractal après 4 étapes de construction. La ligne externe continue est le résultat de ces 4 étapes, alors que la ligne en pointillés est ce qui reste d'une étape précédente.

Un autre concept de base lié au chaos est l'intervalle de temps au-dessus duquel un système devient chaotique, appelé temps de Lyapunov. La distance entre deux trajectoires de particules qui commencent à diverger l'une de l'autre dans l'espace des phases, est donnée par ce qu'on appelle une loi exponentielle. Après un temps court t , la distance entre les trajectoires des deux particules qui étaient à l'origine très proches, devient égale à $Ae^{t/\lambda}$, où A est une constante, e est un nombre très célèbre proche de 2,718 et λ est le temps de Lyapunov. Pour des temps beaucoup plus longs que le temps de Lyapunov, les deux chemins sont très largement séparés et le comportement du système devient très sensible à ses conditions initiales et donc imprévisible. Ainsi on peut dire que le système a perdu la « mémoire » de ce qu'étaient ses conditions initiales.

La sensibilité des systèmes chaotiques à leurs conditions initiales et à de petites perturbations peut être dramatique et est parfois appelée l'« effet papillon ». L'idée est que le battement d'aile d'un papillon peut complètement changer le temps à une date ultérieure ; un orage éloigné pourrait se produire. L'idée n'est pas vraiment juste cependant, car il est impossible de relier le battement d'une aile particulière à la production de quelque effet particulier tel qu'un orage. Toutes les perturbations petites et/ou éloignées ont de grands effets ; il y a, en fait, une espèce d'abîme entre certaines causes et leurs effets.

Il faut souligner que le chaos peut se produire dans des situations extrêmement simples. La figure 3.2 montre ce qu'on appelle le billard du Sinai. Dans l'illustration, il y a une table de billard avec une surface plane sans frottement possible et une limite externe en forme de carré. Un obstacle central se trouve sur la table. Une boule de billard est alors censée pouvoir rebondir sur les côtés et l'obstacle. Dans ces conditions le parcours de la boule de billard est chaotique.

Le comportement chaotique peut être montré dans une autre situation par un double pendule sans frottement (Figure 3.3). Un second pendule est suspendu à un premier. Quatre types de mouvement peuvent se produire : stationnaire ; périodique, quand le rapport des périodes d'oscillation de chaque pendule est un rapport de deux nombres entiers ; « quasi-périodique »,

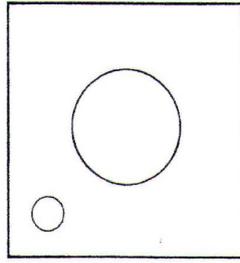


Figure 3.2

Billard du Sinai. La boule de billard se déplaçant sur une surface plane rebondit sur les côtés et un obstacle central.

quand le rapport des périodes est un nombre irrationnel, c'est-à-dire, un nombre qui n'est pas égal à une fraction quelconque. Les exemples de nombres irrationnels sont les racines carrées de 2, 3 et 5 et le nombre π et, finalement, le mouvement peut être chaotique.

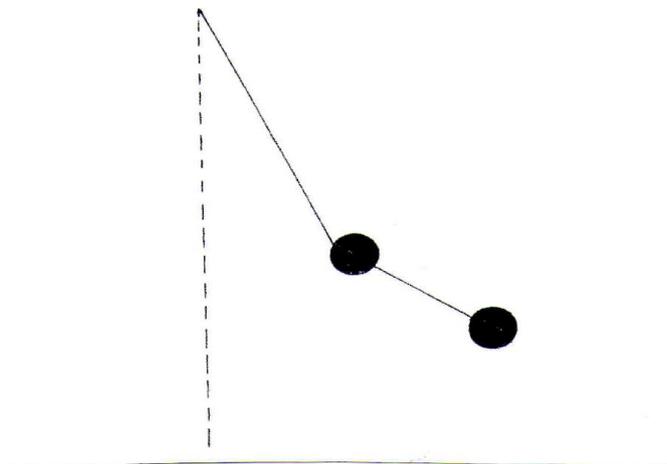


Figure 3.3

Le double pendule sans frottement, est également chaotique.

Pendant un temps on a pensé que les phénomènes astronomiques étaient particulièrement de bons exemples de situations prévisibles. Cependant, le chaos se montre même dans les mouvements des corps du système solaire. L'exemple le plus saisissant est celui de l'un des satellites de Saturne, Hypérion. Sa forme est loin d'être celle d'une sphère, sa longueur étant environ le double de sa largeur. L'axe et la vitesse de rotation d'Hypérion varient d'une manière imprévisible au cours d'une échelle de temps de quelques périodes orbitales (une période est de 21 jours !). La comète de Halley a été relativement bien périodique pendant deux millénaires ; toutefois, il serait difficile d'expliquer des observations de la comète avant le deuxième siècle av. J.-C. à partir de calculs basés sur ce qu'on sait de son orbite actuelle. En fait, le mouvement de la comète de Halley est partiellement chaotique. Des phénomènes de chaos ont également une forte influence sur les propriétés des orbites de certains astéroïdes — les astéroïdes étant de très petites planètes dont les orbites se trouvent principalement entre celles de Mars et de Jupiter.

Le chaos est également présent dans les mouvements de planètes plus grandes pour des durées très importantes. Prévoir le mouvement de Pluton pour des durées de plus de 400 millions d'années environ, s'est avéré impossible. De même, les prévisions des mouvements des planètes intérieures (Mercure, Venus, Terre et Mars) s'écarteront totalement de leur comportement réel après plus de 100 millions d'années. Selon des calculs de Jacques Laskar publiés en 1994, les effets chaotiques au cours d'une période de temps de moins de trois mille cinq cents millions d'années pourraient même se traduire par l'éjection de Mercure du système solaire, suite à un fort rapprochement de Vénus ! Nous pourrions nous demander si s'est déjà produite l'éjection d'autres petites planètes comme celles qui auraient pu se trouver à l'intérieur de l'orbite de Mercure. Ces études, cependant, indiquent que les orbites des planètes les plus massives — Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune — ne sont pratiquement pas affectées par des phénomènes chaotiques.

Des indications existent selon lesquelles le chaos joue un rôle fondamental dans des organismes vivants, bien qu'il reste beaucoup à élucider dans ce domaine. Comme déjà mentionné, les populations de créatures vivantes d'un certain type peuvent varier, avec le temps, d'une manière chaotique. A. L. Goldberger et B. J. West ont suggéré en 1987 que le fonctionnement naturel du cœur était chaotique — auquel cas un comportement excessivement régulier du cœur d'une personne serait extrêmement dangereux pour sa santé. Cette idée a été exposée d'une manière plus populaire par A. L. Goldberger, D.r. Rigney et B.j. West dans un article « Chaos and Fractals in Human Physiology »³² De la même manière, le fonctionnement du système nerveux en général et du cerveau en particulier montre des signes de la présence de chaos, qui peuvent être essentiels pour ce qu'ils font normalement, comme de réagir aux impressions sensorielles³³. Notons, cependant, qu'il n'est pas facile de prouver d'une manière mathématiquement rigoureuse la présence du chaos. D'autre part, il est pour le moins raisonnable de penser que de nombreux processus à l'intérieur du corps d'un organisme vivant satisfont aux conditions mathématiques associées au chaos.

Une autre manière de regarder la vie serait de la considérer comme étant la frontière entre prévisibilité et chaos. S.A. Kauffman dans « Antichaos and Adaptation »³⁴ décrit les modèles mathématiques appelés réseaux de Boole, qui représentent pour l'auteur l'action des gènes dans les organismes vivants. Ces modèles sont employés pour décrire comment diverses sortes de cellules dans le corps d'un organisme vivant apparaissent d'abord et comment l'évolution procède selon la sélection naturelle de Darwin. L'auteur mentionne différents comportements d'un tel modèle, y compris même une sorte de comportement chaotique, quand le développement futur d'un modèle est extrêmement sensible à l'état précis qu'il possède à un moment donné. L'auteur se réfère à ce qui peut sembler à beaucoup une comparaison étonnante avec les états de la matière, suggérés par le scientifique informaticien, Christopher Langton. Selon lui, la prévisibilité est comparable à l'état solide et le chaos à l'état gazeux. Les processus vitaux dans un tel cadre sont comparables à l'état liquide intermédiaire. C'est surprenant si l'on se souvient que dans un certain nombre de traditions ésotériques, les organismes vivants sont considérés dotés de ce qui est appelé un « corps éthérique », tandis que Rudolf Steiner compare la nature de l'éthérique à celle de l'eau, qui est le liquide le plus fréquemment rencontré par les êtres humains dans la vie quotidienne ordinaire. Toutefois, il convient de noter que la validité des propres calculs de Langton ont été remis en question. Nous pouvons voir en tout cas que même si l'application des modèles mentionnés peut sembler extrêmement schématique et matérialiste, des conclusions saisissantes peuvent en être tirées, qui contiennent des leçons très intéressantes pour nous. En particulier l'idée de la vie entre prévisible et imprévisible colle avec l'intuition humaine

normale ; l'hérédité par exemple, comme de nombreux autres aspects des organismes vivants, est considéré comme étant au moins partiellement prévisible.

Nous pouvons conclure de cette discussion du chaos que des systèmes physiques obéissant aux lois mathématiques peuvent devenir extrêmement sensibles à des perturbations pratiquement « non physiques », infinitésimales, venant de l'extérieur. De tels systèmes sont d'une certaine manière des « vaisseaux » capables de recevoir ce qui ne peut pas être appréhendé dans le cadre de la prévisibilité physique, c'est-à-dire, des effets que l'on peut estimer être « en dehors de la physique ». Il faut souligner qu'en raison de l'abîme déjà mentionné entre causes et effets, il n'est pas possible à qui que ce soit d'agir physiquement sur de tels systèmes pour produire un résultat souhaité, à moins que les systèmes soient continuellement perturbés au cours de durées ne dépassant pas largement le temps de Lyapunov. On peut comprendre ceci comme dû aux effets imprévisibles sur de très longues durées d'une seule perturbation à un moment donné. Des organismes vivants peuvent être de bons exemples de systèmes chaotiques qui persistent longtemps ou peut-être de systèmes à la frontière entre chaos et prévisibilité.

La vieille question de savoir si oui ou non les organismes vivants possèdent quelque chose que ne possède pas le non vivant, ou s'ils obéissent à des lois différentes, ou, dans le langage des traditions ésotériques, la nature de l'« éthérique », pourrait en principe être élucidée. Diverses implications imaginables de tels résultats seront discutées par la suite dans ce livre.

Chapitre 3 – partie 2

La physique de l'extrêmement petit et la crise des mathématiques

4. La découverte des mondes quantique et subatomique

Nous en venons à présent à cette partie de la physique du vingtième siècle qui implique l'imprévisible et aboutit à une révision majeure de la conception de la nature de l'espace et du temps. Cette physique a émergé de l'étude de divers phénomènes, principalement de l'interaction de la lumière et de la matière, de ce qui se produit quand l'électricité croise un quasi vide, de la radioactivité et, en général, des études de ce qui se produit sur de très courtes distances à des échelles très petites, sub-microscopiques, aussi bien que de ce qui se produit quand sont impliquées de très petites différences d'énergie. Les petites distances et les petites différences d'énergie ne peuvent pas être perçues directement par un être humain, mais uniquement par des instruments de mesure.

Une définition possible de ce que sont des échelles de distances aussi petites, auxquelles des phénomènes se produisent et qui apparaissent étranges comparés à ce que les humains perçoivent normalement, a été donnée par R. Burlotte lors d'une réunion à Chatou près de Paris. Il a considéré que c'était l'échelle à laquelle les propriétés chimiques des substances n'existent plus, c'est-à-dire, des échelles plus petites que celles des molécules qui constituent les composés chimiques. Rappelons-nous que, comme mentionné dans le deuxième chapitre, une molécule d'un composé est définie comme étant constituée d'un certain nombre d'atomes. D'autres définitions de ces petites échelles sont, cependant, possibles. Par exemple, des corps qui existent à ces échelles peuvent conserver une charge électrique indéfiniment, à la différence du monde familier où les corps ayant une charge électrique positive tendent à rencontrer des corps porteurs d'une charge négative au bout d'un temps relativement court. Le résultat final dans le monde quotidien, c'est que les charges tant négatives que positives se neutralisent.

Nous avons déjà discuté des spectres dans le deuxième chapitre. Maintenant, afin de comprendre le monde quantique discuté dans cette partie, nous devons regarder de plus près quels genres de spectres existent. Une découverte très importante de la physique du dix-neuvième siècle, a été que des substances différentes n'émettent pas et n'absorbent pas la lumière de la même manière. Des gaz, une fois chauffés ou préparés pour émettre un rayonnement par un autre processus de laboratoire n'émettront habituellement, quand le rayonnement est visible à l'œil humain, que de la lumière de certaines couleurs. En général, si nous décrivons ce qui se produit dans le cadre de la théorie des ondes électromagnétiques, non seulement en considérant la lumière visible, mais aussi d'autres sortes de rayonnement, la plus grande partie du rayonnement émis aura certaines longueurs d'ondes bien définies. Les substances qui émettent à une longueur d'onde donnée, absorberont également le rayonnement de la même longueur d'onde venant de l'extérieur. Des substances denses, à la différence des gaz, émettront presque tout leur rayonnement selon un très large éventail de longueurs d'onde. Des instruments contenant des prismes ou ce qu'on appelle des *réseaux*

diffractants, qui agissent de la même manière que des prismes, peuvent être fabriqués afin d'examiner les spectres de chaque substance. En employant de tels instruments des astronomes peuvent détecter la présence des éléments chimiques dans des étoiles et faire des déductions au sujet des conditions physiques des couches de l'étoile d'où vient la lumière émise. C'est possible parce que des éléments différents connaissant des conditions différentes n'émettront pas et n'absorberont pas la lumière de la même manière, de sorte que leurs spectres ne seront pas identiques. La majeure partie de ma recherche scientifique officielle en astrophysique porte sur l'étude et l'interprétation des spectres de certains types plutôt spéciaux d'étoiles.

La première forme de ce qui allait devenir la « théorie quantique » tire son origine en 1900 de la recherche du physicien allemand, Max Planck, sur la quantité de rayonnement électromagnétique émis à différentes longueurs d'ondes par un corps qui peut également absorber tout rayonnement semblable tombant sur lui, c'est-à-dire, le rayonnement émis par ce que les physiciens appellent « un corps noir ». Un tel corps émet un rayonnement une large plage de longueurs d'onde. Planck a découvert qu'il était nécessaire de supposer que ce rayonnement était émis en paquets séparés, chacun contenant une quantité finie d'énergie. Un paquet ou « quantum » de rayonnement émis à une longueur d'onde plus courte que celle d'un autre paquet, contiendra plus d'énergie que celui émis à une longueur d'onde plus grande. Cette énergie s'exprime mathématiquement par la formule hc/λ , où h est une constante physique fondamentale, appelée *constante de Planck*, c est la vitesse de la lumière et λ est la longueur d'onde que le rayonnement aurait s'il voyageait dans le « vide », c'est-à-dire, une région ne contenant pas de matière. La constante de Planck est très petite, de sorte que les paquets séparés ne sont pas perçus à l'échelle humaine, à laquelle le rayonnement semble continu.

Un autre phénomène, découvert par Einstein en 1905, montre que le rayonnement électromagnétique se comporte dans certaines situations comme s'il se composait de particules. Quand ce qui est appelé « *l'effet photoélectrique* » se produit, la lumière tombant sur certains métaux produira de l'électricité. Que l'électricité soit produite ou non ne dépend pas de l'intensité de la lumière, mais seulement de l'énergie qui est contenue dans chaque quantum de lumière tombant sur le métal. Car aucune électricité n'est produite en dessous d'une certaine quantité d'énergie.

En fait, il a semblé que l'électricité produite par l'effet photoélectrique était véhiculée par des particules ayant une charge électrique négative, appelée « *électrons* », dont l'existence avait été précédemment révélée par des études expérimentales à la fin du dix-neuvième siècle. Ces expériences utilisaient le passage de l'électricité dans des tubes vidés de tout ou de presque tout gaz. Ce fut en employant de telles méthodes que certaines propriétés d'un seul électron ont été déterminées par J.J. Thomson en 1897. Les électrons semblaient avoir été séparés des atomes qui, ayant perdu leurs électrons de charge négative, acquéraient une charge électrique positive.

Ce fut grâce à de telles idées que l'effet photoélectrique devint compréhensible : si la lumière pouvait se comporter comme si elle se composait de particules qui, quand elles avaient plus qu'une certaine quantité d'énergie avant de frapper la surface d'un métal, provoquaient l'éjection d'autres particules, à savoir, d'électrons.

Un autre phénomène a été découvert par Henri Becquerel en 1896. Il a découvert que les composés de l'élément uranium émettaient quelque chose qui pouvait impressionner des

plaques photographiques, même lorsque la plaque photographique était séparée de l'uranium par du papier noir. D'autres éléments ont alors été découverts comme ayant cette propriété de « radioactivité ». On découvrit alors que ce qui était émis par les éléments radioactifs, pouvait contenir des électrons se déplaçant à de très grandes vitesses, le rayonnement électromagnétique ayant des longueurs d'onde très courtes, (c'est-à-dire possédant des quanta à énergie très élevée) ainsi que des atomes de l'élément hélium de charge positive. C'est ainsi que les règles de la chimie du dix-neuvième siècle ont été violées par la radioactivité. Les atomes d'un élément radioactif produisaient des atomes de vitesse élevée d'un autre élément, hélium, tandis qu'eux-mêmes étaient transformés en atomes d'un troisième élément. L'énergie par atome impliquée dans ces transformations et dans d'autres transformations radioactives était, cependant, beaucoup plus élevée que dans celles de la chimie, où différents atomes se combinent pour former des molécules.

La question s'est alors posée : qu'était la structure d'un atome ? Il semblait contenir des électrons et quelque chose ayant une charge électrique positive, de sorte qu'un atome normal est électriquement neutre. J.J. Thomson a pensé que les électrons de l'atome étaient entourés par une charge positive. Ce concept a été réfuté par Rutherford, en utilisant les atomes d'hélium de charge électrique positive émise par des substances radioactives. Deux corps électriquement chargés ayant la même charge se repoussent l'un l'autre, de sorte que les atomes d'hélium de charge positive s'approchant d'autres atomes doivent se repousser. Rutherford a prouvé que seule une petite proportion des atomes était repoussée, certains étant repoussés très fortement. Il a expliqué que c'était dû au fait que la charge positive d'un atome était concentrée dans son noyau, lequel est beaucoup plus petit qu'un atome. Le noyau contient d'ailleurs presque toute la masse de l'atome. C'est dans le cadre du modèle de Rutherford que l'atome et donc la matière a commencé à apparaître comme étant quasiment vide ; c'est-à-dire que la matière a commencé à apparaître comme quelque chose de pas tout à fait matériel ! On en est venu à comprendre la radioactivité comme provoquée par des changements dans le noyau, qui était transformé d'un élément en un autre, en émettant des atomes d'hélium de charge positive, ou en émettant des électrons, ou en se transformant parfois autrement.

Le noyau, qui pouvait être transformé s'il était radioactif ou s'il était frappé par ce qui semblait être une particule, on a été estimé qu'il contenait plusieurs particules. Un type de particule dans le noyau de charge électrique positive a été appelé *proton*, tandis que l'autre type, de charge électrique neutre, a été appelé *neutron*. L'idée première a été qu'il y avait des électrons dans le noyau, mais elle a été abandonnée après la découverte du neutron. Comme il n'y avait que des particules de charge positive (qui, en ayant la même charge électrique, devaient se repousser les unes les autres) et des particules de charge électriquement neutre dans le noyau, une nouvelle force « nucléaire » puissante était nécessaire pour maintenir les particules ensemble dans le noyau.

Dès lors qu'une « image » de la structure d'un atome a été établie, il est devenu possible d'étudier sa physique et d'élaborer ensuite la théorie quantique. Selon cette image, les électrons d'un atome tournent autour du noyau beaucoup plus massif à l'instar des planètes tournant autour du soleil. Dans le cas de l'atome les forces sont électriques, alors que celles qui attirent une planète vers le soleil sont gravitationnelles. Cependant, selon la théorie classique, une charge négative qui tourne autour d'une charge positive devrait émettre un rayonnement électromagnétique et tomber vers la charge positive. En conséquence, un atome avec ce type de structure ne pourrait pas être stable. Une étape importante pour surmonter ce problème et pour expliquer également le spectre émis par l'élément chimique hydrogène a été

franchie par Niels Bohr en 1913. Les électrons ne pouvaient tourner autour du noyau que selon des orbites bien définies. Des quanta de rayonnement électromagnétique étaient parfois émis quand des électrons sautaient d'une orbite à une autre. Selon cette conception, les électrons peuvent soit sauter spontanément, soit être rendu apte à sauter. Il était possible d'expliquer par cette « ancienne théorie quantique » bien des choses et pas seulement certaines propriétés des spectres. Toutefois, sa base qui faisait appel à la physique classique et à la théorie quantique, était contradictoire. De plus, elle ne pouvait pas expliquer tous les spectres. Bien que l'idée d'un atome, vu comme un petit système solaire, se soit rapidement révélée fautive, elle s'est maintenue dans l'imaginaire populaire. C'est un très bon exemple de la manière dont la pensée des gens peut être influencée et peut-être même manipulée par une idée scientifique dépassée !

Des changements plus radicaux des fondements de la physique étaient nécessaires. Une étape très importante a été franchie par Louis De Broglie en 1923 quand il a montré que non seulement le rayonnement électromagnétique se comportait comme s'il se composait de particules, mais qu'également les particules dont la matière semblait faite, avaient aussi des propriétés apparentées à des ondes. La longueur d'onde d'une telle particule égale $h/(mv)$, où h est la constante de Planck, m la masse qui doit être corrigée à des vitesses élevées (la relativité restreinte dicte d'augmenter sa valeur) et v la vitesse de la particule (le multiple de m et de v est égal à ce qui est appelé la « quantité de mouvement » en physique classique). Cette anticipation théorique a été validée expérimentalement ; ces particules pouvaient vraiment se comporter comme des ondes. La recherche mathématique d'Erwin Schrödinger a établi ce qui est appelé la « mécanique ondulatoire », qui est en mesure d'expliquer la validité des théories précédentes apparemment arbitraires de l'ancienne théorie quantique. Un atome ne peut avoir que certaines structures ondulatoires stables bien définies qui rentrent dans le cadre de cette théorie et qui correspondent à l'idée de l'existence d'orbites stables arbitraires de la théorie de Bohr. Ainsi une situation extrêmement étonnante et apparemment paradoxale avait surgi qui se nourrissait de deux images contradictoires ; l'une décrivait le monde en termes de particules, alors que l'autre décrivait le monde en termes d'ondes. Nous examinerons dans les deux prochaines sections la signification possible d'un tel résultat et ses développements ultérieurs.

5. La signification de la théorie quantique

La nature paradoxale de la physique quantique s'éclaircit si nous considérons ce qui se produit au cours de certaines expériences réalisées pour vérifier les diverses idées de cette physique. Des conclusions différentes, apparemment contradictoires, au sujet de ce qui s'est produit en laboratoire, seront tirées, selon l'expérience mise en œuvre. Par exemple, certaines expériences montreront la présence d'ondes, tandis que d'autres montreront la présence de particules. C'est comme si la nature résistait à l'expérimentateur et livrait des réponses contradictoires en fonction de la question qui lui est posée !

Pour comprendre la nature des ondes en physique, considérons une situation très simple, telle que la montre la figure 3.4. Des vagues circulaires à la surface d'un lac provoquées par une perturbation en un endroit du lac, ne peuvent passer que par deux trous dans un barrage. Elles atteignent ensuite une rive du lac. A certains endroits de cette rive, les effets des vagues qui doivent traverser l'un des trous à la surface du lac s'amplifieront ; quand les vagues devront passer par un trou, elles tendront à soulever la surface du lac, tandis que les vagues qui doivent passer par l'autre trou, auront également le même effet. D'autres fois, quand les

vagues doivent passer à un tel moment par l'un des trous, elles tendront à abaisser la surface de l'eau à un tel endroit, les vagues qui doivent passer par l'autre trou, tendront également à abaisser la surface. Par conséquent, les effets des vagues passant par les deux trous se renforceront les unes les autres en ces endroits de la rive du lac. À d'autres endroits de la rive du lac, l'effet des vagues qui doivent passer par un trou, annulera l'effet de celles qui doivent passer par l'autre trou ; si les vagues d'un trou tendent à soulever la surface du lac, les vagues de l'autre trou tendent à l'abaisser. À de tels endroits les vagues peuvent n'avoir aucun effet sur la surface du lac, qui alors ne bouge pas. C'est la situation quand ce qui est appelé une « *interférence* » se produit, c'est-à-dire, l'interférence entre les vagues passant par chacun des deux trous. Que ce soit ce qui se produit pour la lumière, peut être démontré, et tout autant pour les « particules » de la physique moderne, quand les trous sont très petits. S'ils se comportaient seulement comme ce à quoi on s'attend de la part de particules, la situation serait complètement différente. Supposons que de petits morceaux de bois flottent à la surface du lac, en se comportant comme des particules, et en passant également à travers les deux trous ; le nombre de morceaux de bois arrivant à un endroit quelconque de la rive du lac sera alors la somme des nombres de ceux qui sont passés par chaque trou. Par conséquent, les vagues ne peuvent pas être des particules et les particules ne peuvent pas être des vagues en physique classique.

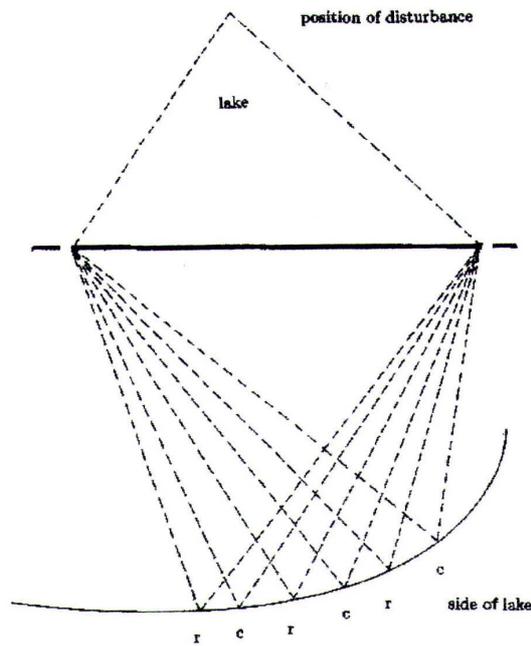


Figure 3.4

Vagues dues à une perturbation à un endroit du lac qui interfèrent les unes avec les autres après être passées par les 2 trous d'un obstacle. Aux points marqués r sur la rive du lac, les vagues se renforcent mutuellement ; aux points marqués c, elles s'annulent réciproquement. Les lignes en pointillés indiquent les trajectoires prises par les vagues à chaque endroit de la rive du lac.

Lire de haut en bas : endroit de la perturbation – lac – rive du lac.

Une autre caractéristique des ondes, c'est qu'une onde de forme arbitraire peut être considérée comme la somme d'ondes sinusoïdales régulières, ayant des longueurs d'onde différentes (pour chaque onde sinusoïdale il y a une propriété, qui à un certain moment varie avec la position de la même manière que la fonction sinusoïdale de la trigonométrie élémentaire varie avec l'angle). C'est ainsi qu'en additionnant des ondes ayant des longueurs d'onde extrêmement différentes, il est possible d'avoir ce qu'on appelle un « *paquet d'ondes* », qui est très puissant en un endroit et faible ailleurs, se comportant par certains côtés comme une particule. Par ailleurs, additionner des ondes de longueurs d'onde très semblables produira une somme qui est très étendue dans l'espace. Nous pourrions penser pouvoir expliquer les phénomènes observés sans présupposer la présence des particules, en supposant n'être en présence que de sommes d'ondes de différentes longueurs d'onde. Ceci, toutefois, ne fonctionne pas, car des paquets d'ondes augmenteraient leur taille avec le temps, alors que les expériences montrent que ce comportement de particule peut vraiment survenir.

Comme nous l'avons vu, la physique quantique semble contredire la physique classique. Des objets existent qui peuvent se comporter à la fois et comme des particules et comme des ondes. Cette contradiction a été surmontée par l'idée de Max Born que les ondes ne sont pas simplement des vagues actives dans la matière comme celles de la surface d'un lac, mais les ondes sont liées à la probabilité de trouver une particule ayant une certaine vitesse à un certain point et à un certain moment. Cette probabilité peut être calculée à partir de ce qui est appelé l'« *amplitude* » de l'onde. En ce qui concerne les vagues sur le lac que je viens de mentionner, cette amplitude serait la hauteur des vagues. Cependant, il est impossible de savoir exactement où une particule sera à un certain moment ou quelle sera exactement sa vitesse

Cette interprétation en termes de probabilité, nous pouvons la comprendre, si nous prenons en considération la découverte fondamentale de Werner Heisenberg, laquelle sera extrêmement importante pour ce qui sera discuté ultérieurement dans ce livre. Elle est nommée « *indétermination* » ou « *principe d'incertitude* ». Selon ce principe, il est impossible de mesurer (et, selon l'interprétation admise par la plupart des physiciens, même de définir) au-delà d'une certaine précision tant la position que la vitesse d'une particule mobile à un certain moment. Si l'incertitude dans la détermination de la position x est Δx et l'incertitude dans la détermination de la vitesse de masse m fois la vitesse v est Δmv , on trouve que :

$$\Delta x \times \Delta mv \geq h / (2\pi)$$

Dans cette formule mathématique, \geq signifie plus grand que ou égal à ; le principe d'indétermination d'Heisenberg énonce que le côté gauche de la formule ne peut jamais être moins que son côté droit ; cette condition peut également être énoncée en termes de temps et d'énergie. Si un événement requérant une énergie E se produit à un moment t et que Δt est l'incertitude dans la détermination de t , tandis que ΔE est l'incertitude correspondante dans la détermination de E :

$$\Delta t \times \Delta E \geq h / (2\pi).$$

Dans le cas d'une particule mobile ayant une vitesse v , Δt est dans la deuxième forme du principe d'indétermination d'Heisenberg, le temps qui lui est nécessaire pour parcourir la distance Δx , tandis que ΔE est l'incertitude dans la détermination de la quantité d'énergie contenue dans son mouvement (énergie cinétique). La deuxième forme du principe d'incertitude d'Heisenberg est juste aussi quand un atome émet un quantum de rayonnement ;

si le quantum peut être émis dans un intervalle de temps de Δt , il est impossible de spécifier exactement ce qu'est son énergie avec une précision supérieure à la valeur de ΔE .

La résistance de la nature à un expérimentateur, mentionnée au début de ce chapitre, peut s'énoncer en termes de principe d'incertitude d'Heisenberg. La nature résiste à la mesure simultanée de la position et de la vitesse ou du temps et de l'énergie au-delà d'une certaine précision. L'exactitude de chacune des quantités qui peut être mesurée dans une situation particulière, dépend du type d'expérience réalisée. Par exemple, certaines expériences mesureront la position d'une particule plus exactement (si on sait que la particule doit passer par un petit trou), tandis que d'autres mesureront plus exactement sa vitesse. Comme il est impossible de mesurer simultanément avec une exactitude absolue toutes les propriétés d'une particule en physique quantique, son comportement futur ne peut pas être complètement prévu à partir des lois du mouvement de Newton, qui sont décrites dans le 2^{ème} chapitre de ce livre. Nous ne pouvons émettre que des probabilités de ce qui se produira dans le futur.

En fait, une étude plus poussée de la situation soulève un nombre considérable d'autres problèmes. La théorie quantique est nécessaire pour prévoir ce qui peut être observé dans un laboratoire, c'est-à-dire, qu'elle décrit des interactions entre les particules qu'elle étudie, qui ont un effet sur ce qui arrive dans le monde directement perçu par les êtres humains. La relation entre le monde de la physique quantique et celui qui est directement perceptible, n'est, malgré tout, pas facile à comprendre. À l'échelle quantique, toutes les possibilités de comportement futur suite à des interactions dans un système existent vraiment ; dans le laboratoire, on ne verra qu'une seule occurrence possible liée à sa probabilité de présence. C'est ce qui est nettement visible dans l'exemple célèbre du « *chat de Schrödinger* ». Un chat est placé dans une boîte où a été disposée une capsule contenant un gaz hautement toxique comme le cyanure d'hydrogène. Un petit marteau peut briser la capsule quand un atome d'une substance radioactive à l'intérieur ou près de la boîte « se désintègre », c'est-à-dire, quand il est transformé en atome d'un autre élément chimique et émet par conséquent une particule. La particule émise peut être détectée par un compteur Geiger, qui déclenche automatiquement le coup de marteau sur la capsule, laquelle alors se brise. Il en résulte que le chat mourra presque immédiatement. La désintégration d'un atome radioactif est un phénomène quantique, et on ne peut pas prévoir avec exactitude l'instant où elle se produira. À un moment donné, l'atome radioactif avant sa désintégration et l'atome désintégré devraient, selon la théorie quantique, exister simultanément ; la conséquence c'est que le chat devrait aussi être simultanément vivant et mort ! C'est parce que toutes les possibilités de la théorie, à l'exception d'une seule, semblent être éliminées dans le monde humain, que l'on parle de « réduction »³⁵ de la « fonction d'onde » (la fonction d'onde étant la description mathématique des ondes). La nécessité d'admettre un tel phénomène, qui semble au moins à première vue complètement hors du champ de la théorie quantique, a longtemps embarrassé les physiciens. Par certains côtés, elle apparaissait absolument illogique.

Einstein ne pouvait pas accepter ce qu'était devenue la théorie quantique, y compris son interprétation en termes de probabilités, en dépit même du fait qu'il était l'un des « pères » de cette théorie, au point de marquer son opposition à son développement ultérieur. Il pensait que les vraies « variables cachées » étaient derrière les probabilités et qu'elles étaient la cause des phénomènes de la mécanique quantique. Une conséquence de l'opposition d'Einstein fut ce qu'il exposa dans son article scientifique de 1935 avec Podolsky et Rosen à propos de ce qui lui semblait être un autre paradoxe lié à la réduction de la fonction d'onde. Le paradoxe est maintenant discuté en rapport avec ce qui se produit quand le « *spin* » est mesuré, c'est-à-dire, quelque chose lié à la rotation d'une particule. Plus précisément, le spin est appelé « *moment*

cinétique » de la particule. En physique classique, la valeur mesurée du moment cinétique dépend de la direction par rapport à laquelle il est mesuré. Dans la théorie quantique, *la valeur du spin d'un électron, par exemple, ne peut prendre que deux valeurs opposées* soit « plus » ou « moins » le demi ($\pm \frac{1}{2}$) d'une certaine constante physique quelque soit sa direction lors de la mesure. Si deux particules, s'éloignant l'une de l'autre, ont été produites avec des spins de directions opposées, ayant donc un spin total de zéro, la mesure du spin d'une particule dans se déplaçant dans certaine direction aura, selon la théorie quantique, un effet immédiat sur le spin mesuré de l'autre particule se déplaçant dans l'autre direction. Une telle prévision contredit ce qui est attendu en physique classique. Les deux particules peuvent être très éloignées l'une de l'autre quand la mesure est effectuée ; cette mesure *aura un effet immédiat sur l'autre particule*. Il y a ainsi au moins une contradiction avec l'esprit de la relativité restreinte, bien que ce ne soit pas avec la relativité restreinte elle-même, laquelle ne permet pas à des corps d'être accélérés au delà de la vitesse de la lumière. En effet, l'idée fondamentale, en laquelle les gens croient implicitement, à savoir le fait que les événements de la physique sont localisés dans des endroits séparés de l'espace et ne peuvent donc pas se trouver dans deux endroits distants au même moment, semble en désaccord avec la théorie quantique. Ainsi, la théorie quantique viole ce qui s'appelle l'inégalité de Bell, qui est valide pour des objets du monde quotidien. Il n'y a cependant aucune contradiction mathématique et la réalité de cette sorte d'effet étonnant a été confirmée expérimentalement par le travail d'Alain Aspect, en utilisant ce qui s'appelle les « *photons* », c'est-à-dire, les particules associées au rayonnement électromagnétique, au lieu de particules chargées.

Il semblerait donc, au moins à première vue, que non seulement l'imprévisible soit entré dans la physique, mais qu'en outre l'action de mesurer faite par un physicien ait elle-même un effet sur une situation physique réelle. Qui plus est, les lois normales de l'espace et du temps du monde quotidien habité par des humains sont également violées. *Il est devenu très difficile de penser que les phénomènes de la physique quantique pouvaient être dus à des variables cachées et localisées dans des régions séparées de l'espace*. Si de telles variables cachées existent, comme certains physiciens le croient, elles seraient, presque à coup sûr, non localisées. (Notons, toutefois, que l'interprétation des expériences, prouvant la violation de l'inégalité de Bell, n'est pas absolument étanche.) Il y a eu de nombreux débats sur les implications philosophiques de la théorie quantique. L'« *interprétation de Copenhague* » de Bohr a tenté de minimiser les problèmes, en disant que la théorie décrit seulement ce qui se produit dans différentes situations expérimentales, dans chacune desquelles peuvent être faites des observations différentes. Il était par conséquent insensé de spéculer sur ce qui ne peut pas être observé et mesuré. Les descriptions de l'onde et de la particule nécessaires pour rendre compte des différentes observations faites pendant les diverses expériences étaient, selon cette interprétation, complémentaires.

Il est fréquemment affirmé (quoique plus souvent par des non physiciens que par des physiciens, une exception notable parmi les physiciens étant Eugène Wigner), que c'est l'observateur humain conscient qui provoque la réduction de la fonction d'onde. C'est ainsi que l'observateur, après avoir été éliminé autant que faire se peut, comme décrit dans le 2^{ème} chapitre de ce livre, est à nouveau censé jouer un rôle important en physique. Bien que je décrive dans le chapitre suivant comment nous pouvons comprendre au moins certains aspects de la physique quantique par la présence d'êtres dotés d'une certaine forme de conscience, il me semble encore plutôt peu probable que l'expérimentateur humain puisse produire directement la réduction de la fonction d'onde. Le résultat d'une expérience peut être enregistré par un photographe, qui est regardée beaucoup plus tard par un physicien. De même, une expérience peut être exécutée par un robot. Il ne semble pas raisonnable de dire

que la réduction de la fonction d'onde ne se produit que quand un être humain, qui se trouve être le physicien responsable de l'exécution d'une expérience, est informé du résultat de l'expérience. Qu'arrive-t-il au chat de Schrödinger quand il n'est pas observé ? Un être humain a-t-il besoin de le regarder, pour voir s'il est mort ou non ? Alternativement, on pourrait penser que le chat peut également provoquer la réduction de la fonction d'onde, mais alors quel serait l'organisme vivant le plus simple capable de le faire ? Il a aussi été suggéré que la réduction de la fonction d'onde se produisait en raison de l'accord de tous les observateurs possibles, mais le moins qu'on puisse dire, c'est qu'il serait bien difficile de préciser une telle idée. On pourrait même supposer qu'« un observateur ultime » ou Dieu produise la réduction de la fonction d'onde, qui serait alors vraisemblablement en dehors de la physique étudiée par quasiment tous les physiciens. À vrai dire, la plupart d'entre eux s'opposerait très énergiquement à une telle idée. Des déclarations, cependant, ont été faites comme quoi certaines expériences prouvent l'influence de l'observateur humain sur des événements quantiques. En particulier, on a cité des expériences faites à l'Université de Princeton par R.G. Jahn et ses collaborateurs. Ces chercheurs ont même annoncé un effet de l'observateur sur un événement précédent, c'est-à-dire, la désintégration des atomes d'une substance radioactive enregistrée par un ordinateur ! Bien plus anciennes (1969), des expériences auraient abouti à croire que des êtres humains pouvaient avoir la connaissance anticipée du moment de la désintégration d'un atome radioactif grâce à une sorte de perception extra-sensorielle. Ces résultats n'ont pas été, pour autant que je sache, confirmés par d'autres équipes expérimentales. Même si elle est vraie, leur interprétation pourrait être plus compliquée et non imputable à une forme de réduction de la fonction d'onde directement causée par les exécutants d'une telle expérience. Une telle interprétation est, comme nous l'avons vu, difficilement concevable.

Le monde de la physique moderne a souvent été comparé aux descriptions de la nature du monde donné par les mystiques et en particulier par certaines philosophies et religions orientales. Bohr, par exemple, était bien conscient d'une similitude entre sa conception de la complémentarité onde-particule et de certains aspects de la pensée chinoise. Le parallélisme entre l'approche de la physique et la mystique est la thèse d'un livre célèbre « *Le Tao de la Physique* »³⁶ de Fritjof Capra. Reprenant l'interprétation de Copenhague, il décrit comment les deux approches soulignent l'unité fondamentale du monde, qui est une unité du divin ou, pour employer la terminologie hindoue, du Brahman, qui est dans et est chaque chose. Dans la tradition chinoise, l'unité, comprise différemment, est celle du Tao qui, en tant que voie ou processus de l'univers, a une qualité dynamique. Le Bouddhisme Mahayana souligne que toute chose contient toutes les autres. Selon de telles conceptions, tout est interconnecté ; nous avons vu dans notre discussion sur Einstein, Podolsky et Rosen, une forme d'interconnexion où est surmonté le paradoxe de la séparation dans l'espace. Capra décrit également les paradoxes ou les « *koans* » du Bouddhisme Zen comme semblables aux paradoxes de la physique. Cependant, la question se pose : jusqu'à quel point sont vraies de telles similitudes et dans quelle mesure ne sont-elles pas que des analogies ? D'ailleurs, à la fin de son livre, Capra lui-même déclare que tant la physique que les enseignements mystiques orientaux sont nécessaires et que si nous souhaitons décrire le monde, ils ne sont pas interchangeables.

Une autre approche est suggérée par la définition de la longueur d'onde d'une particule. Elle est, comme nous l'avons vu, proportionnelle à l'inverse de la masse de la particule. La longueur d'onde correspondante pour un corps d'une certaine masse de la physique pré-quantique serait beaucoup plus petite et il a été supposé que les effets paradoxaux de la physique quantique disparaissaient si la longueur d'onde est en dessous de ce qui est appelé la « *longueur de Planck* ». (la masse *minimale* correspondante pour un corps se déplaçant à une

vitesse proche de celle de la lumière vaut environ deux cent millièmes de gramme.) La longueur de Planck est une longueur théorique au-dessus de laquelle les effets des forces de gravitation deviennent plus importants que les effets quantiques ; pour celle-ci et pour des longueurs plus petites l'espace devrait être complètement différent de la conception qu'en a jusqu'ici la physique. La longueur d'onde d'un chat entier sera bien en dessous de cette limite. Cependant, il n'en est pas ainsi pour de petites parties de son corps, qui sont beaucoup plus grandes que des atomes. De même, des effets quantiques ont pu être prévus même pour des grains de poussière. Notons cependant, que Penrose dans son livre déjà cité « *Shadows of the Mind* », suggère une limite plus raisonnable à de bien plus petites échelles de longueur entre le monde de la physique quantique et celui du monde familier.

Une manière quelque peu irrationnelle et complètement matérialiste de comprendre la théorie quantique est devenue vraiment populaire, surtout chez les physiciens. C'est l'interprétation de la « *théorie des mondes multiples* » proposée par Hugh Everett en 1957, selon laquelle la fonction d'onde ne se réduit pas vraiment quand un véritable événement quantique irréversible se produit, et que c'est plutôt l'univers qui se divise en plusieurs univers, qui ensuite ne peuvent pas communiquer les uns avec les autres. Un tel événement irréversible est défini comme étant une « mesure », un événement qui laisse comme indication qu'il s'est produit en des temps futurs. Si la « mesure » est identique à ce qui est appelé une mesure dans la vie courante, comme celle pratiquée par des physiciens dans une expérience de laboratoire, chacun des différents résultats possibles de la mesure, sera trouvé dans un univers séparé. En général, chaque possibilité dans l'évolution de tout système physique est réalisée dans un univers particulier. Le développement de la somme de tous ces univers est complètement prévisible, bien que cette « prévisibilité » ne soit pas utile à un observateur vivant dans l'un des univers. Le paradoxe d'Einstein, Podolsky et Rosen peut également être surmonté ; il n'y a pas d'« action à distance », car les propriétés de systèmes quantiques à différents endroits de l'espace dans chaque univers après division, doivent être consistantes les unes avec les autres. C'est l'interprétation de la théorie des mondes multiples de la physique quantique à laquelle il était référé dans le 2^{ème} chapitre en lien avec le principe anthropique : les matérialistes peuvent échapper aux conséquences de ce principe si des êtres intelligents comme les humains n'existent que dans une petite proportion des univers séparés, créés selon cette interprétation. Notons que les êtres humains n'ont selon cette interprétation manifestement pas de volonté propre ; toutes les actions possibles des êtres humains seront faites dans tous les différents univers où les humains existent. En effet, des copies presque, mais pas tout à fait identiques d'un lecteur de ce livre, en fait de tous les êtres humains dans cet univers, existeraient dans de nombreux univers différents ! Nous pouvons également remarquer que l'interprétation de la théorie des mondes multiples peut être devenue populaire parmi les physiciens, parce que quelque chose s'apparentant davantage à la physique pré-quantique, peut être valide dans chacun des univers. En fait, l'interprétation de la théorie des mondes multiples pourrait vraisemblablement avoir été inspirée par des histoires de science-fiction impliquant des « mondes parallèles ». Cette manière de considérer la physique quantique me semble de l'ordre de la science-fiction.

Une manière intéressante de comprendre la signification de la théorie quantique a été proposée par Laurent Nottale, qui travaille à l'observatoire de Meudon en France. Dans sa théorie de la « *relativité d'échelle* » il suppose que l'espace a fondamentalement une géométrie fractale. (Nous avons discuté ce qu'est la géométrie fractale dans la section de ce chapitre consacrée au chaos.) Nottale propose qu'une telle géométrie soit également nécessaire pour décrire ce qui se produit en physique quantique. En outre, il applique l'idée de la relativité à des longueurs, de sorte qu'aucune échelle de longueur ne doive être préférée à

une autre, de la même manière qu'il est mentionné dans la deuxième partie de ce chapitre, qu'aucun état de mouvement n'est préférable à un autre dans la théorie de la relativité restreinte d'Einstein. La longueur de Planck joue le même rôle que la vitesse de la lumière dans la théorie d'Einstein. Nottale a étonnamment réussi à reproduire les résultats de la théorie quantique. Sa théorie est encore loin de faire l'unanimité, mais il montre au moins comment une conception plus dynamique de l'espace peut aider à surmonter de nombreux problèmes. Ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'il relie la théorie quantique à la théorie du chaos. En effet il a également appliqué la formulation mathématique de Schrödinger de la « mécanique ondulatoire »³⁷ pour décrire les mouvements chaotiques des planètes. Je n'ai connaissance d'aucune présentation non technique de la théorie de Nottale en anglais ; il en existe une en français qui n'est parue dans la revue « Pour la Science »³⁸ en 1995.

D'autres interprétations de la théorie quantique, ainsi que des essais pour « l'améliorer » ont également été proposées. Il a été suggéré par exemple que la fonction d'onde d'une particule quelconque se réduira spontanément après un temps suffisamment et nécessairement long. Un objet massif contient beaucoup de particules, de sorte qu'une au moins sera sujette vraiment souvent à la réduction de la fonction d'onde. Ceci devrait provoquer la réduction des autres à cause du fait que toutes les ondes associées aux particules interagissent les unes avec les autres, selon la théorie quantique.

Un grand nombre de physiciens comprennent maintenant la réduction de la fonction d'onde comme le résultat de l'interaction entre un système, décrit par la physique quantique, ayant des propriétés corpusculaires et ondulatoires, et les particules extrêmement nombreuses associées au très grand nombre d'ondes du monde à grande échelle. Ce dernier inclut manifestement tout appareil de laboratoire utilisé pour effectuer une mesure. Dans la description du monde à l'échelle humaine, nous ne considérons pas le comportement quantique de chaque particule associée aux ondes qui existent dans le monde ; tout ce que nous souhaitons savoir à son sujet peut être décrit d'une manière beaucoup moins détaillée. Le reste, qui n'est pas nécessaire dans la description, est appelé par les physiciens l'« environnement ». C'est l'interaction du monde quantique avec cet « environnement », relatif à la grande échelle du monde, qui est considéré comme la cause de la réduction de la fonction d'onde. C'est la raison pour laquelle nous ne percevons pas le comportement quantique de chaque particule à l'intérieur du chat de Schrödinger ; on pense que c'est la présence d'un tel « environnement » (le corps du chat) qui fait que le chat peut être considéré comme soit mort soit vivant, même s'il a peut-être été empoisonné à la suite d'un phénomène quantique. Cette manière de produire la réduction de la fonction d'onde est appelée la « décohérence » ; l'idée vient de la recherche de plusieurs physiciens dont W. Zurek³⁹. Nous pouvons remarquer à ce propos que la présence de phénomènes chaotiques, comme ceux discutés dans la 3^{ème} section de ce chapitre, peut également générer la décohérence. La décohérence peut être considérée comme un moyen pour un observateur du monde à grande échelle de rendre réelle une seule histoire possible de l'univers qui recèle une probabilité d'occurrence. Chaque histoire possible doit en outre obéir aux lois de la logique de ce monde à grande échelle. L'existence du phénomène de décohérence est maintenant étayée par des expériences de laboratoire⁴⁰.

Bien que toutes les interprétations de la physique quantique n'aient pas été mentionnées dans cette section, il pourrait paraître, à première vue, que tout puisse être expliqué par des processus inconscients, aveugles de la matière, à moins que ne soient confirmées les déclarations à propos d'expériences suggérant l'action de l'expérimentateur humain. En fait,

les physiciens voient la matière, l'énergie, l'espace et le temps d'une manière très différente qu'au dix-neuvième siècle. Ces concepts sont devenus très abstraits et mathématiques. Les physiciens sont toujours, malgré tout, généralement des matérialistes ; ils continuent à baser leur raisonnement sur l'espace et les aspects du temps apparentés à l'espace. Une manière quelque peu différente de voir une forme d'âme derrière la physique moderne peut néanmoins être proposée, ainsi que nous le verrons dans le prochain chapitre.

6. D'autres aspects de la nature de la matière selon la physique actuelle

La physique actuelle dit encore d'autres choses concernant la nature de la matière. Avant d'achever cette description de la physique contemporaine, j'en mentionnerai quelques-unes. Ce sont avant tout celles dont nous aurons besoin dans des discussions ultérieures de ce livre.

Examinons d'abord pourquoi, selon la physique, les différentes sortes d'atomes conservent leurs structures particulières et en fait pourquoi ils ne s'effondrent pas ; c'est-à-dire, pourquoi des électrons de charge négative attirés par le noyau de charge positive d'un atome ne s'approchent-ils pas d'abord de lui avant d'y tomber ? Si cela se produisait, la matière telle que nous la connaissons, devrait alors également s'effondrer. La physique donne deux raisons de la stabilité de la matière. Est invoquée d'abord la nature d'onde des particules ; les structures d'onde de la mécanique ondulatoire décrite mathématiquement par la mécanique ondulatoire de Schrödinger, ne s'effondrent pas. Ceci s'explique de façon approximative, pas vraiment rigoureuse, en utilisant le principe d'indétermination de Heisenberg, mentionné dans la dernière section. Si nous pensons à un atome d'hydrogène, qui est considéré comme n'ayant qu'un seul électron, la position de l'électron par rapport au petit noyau aurait besoin de devenir extrêmement précise s'il tombait dans le noyau. Dès lors, au moyen de la première forme du principe de Heisenberg donnée dans la dernière section, laquelle relie la précision maximale avec laquelle sa position peut être définie à la précision maximale correspondante de sa vitesse, la position ne pourrait être très précise que si la valeur exacte de la vitesse n'était pas bien définie. De cette façon, l'éventail des vitesses possibles de l'électron peut être suffisamment large dans une telle situation pour lui permettre d'avoir une vitesse suffisamment élevée pour échapper à la forte attraction électrique du noyau !

Il y a une autre raison, appelée le principe d'exclusion de Pauli, expliquant pourquoi des atomes maintiennent leurs structures particulières. Seuls deux électrons peuvent avoir la même structure d'onde, dont l'« état quantique » sera presque le même. Ceci signifie que quand un atome a de nombreux électrons, chaque paire d'électrons aura une autre structure d'onde. Pour être plus rigoureux et précis, le spin des électrons doit être pris en considération. Le spin peut, comme mentionné précédemment, seulement valoir plus ou moins la moitié d'une constante fondamentale de spin. Les deux électrons ayant la même structure d'onde auront des spins opposés et les états quantiques seront les mêmes, les spins exceptés. Rappelons-nous que, selon la mécanique ondulatoire, seules certaines structures d'onde stables et durables sont possibles. De cette façon s'expliquent les différentes propriétés des atomes ayant des nombres différents d'électrons. En tout cas, il est clair que tous les électrons ne peuvent pas acquérir en même temps la même structure d'onde en étant aussi près que possible du noyau.

L'idée que l'on se fait d'une particule fondamentale⁴¹, a changé ces dernières décennies. Comme mentionné dans la 4^{ème} section de ce chapitre, on considère que le noyau d'un atome contient différentes particules appelées protons et neutrons. Actuellement ces

particules ne sont plus considérées comme fondamentales ; chacune d'elles est censée contenir trois particules appelées « *quarks* ». De nombreux autres types de particules, tels que les électrons dont il est souvent question dans ce chapitre, sont censés être fondamentaux. De telles particules sont divisées en deux catégories. Celles de la première catégorie appelées « *fermions* » (d'après le nom du physicien italien Enrico Fermi) obéissent au principe d'exclusion de Pauli. Deux fermions ne peuvent absolument pas se trouver dans un même état quantique. Les « *bosons* » constituant l'autre catégorie (d'après le nom du physicien indien S.N. Bose) n'obéissent pas à un tel principe. Les spins de ces deux types de particules ne sont pas identiques ; les bosons ont des spins qui sont des multiples entiers de la constante fondamentale de spin, tandis que les fermions ont des spins qui sont des multiples entiers de cette constante plus un demi. Les fermions incluent des électrons et les quarks. Les physiciens ont obtenu la preuve de l'existence de trois familles de fermions. Les particules appelées « *photons* », déjà mentionnées, liées au rayonnement électromagnétique, sont des exemples de bosons. Veuillez noter, en outre que, dans ce cadre-là, chaque type de particule possède ce qui est appelé une « *antiparticule* » dotée de « propriétés opposées » ; par exemple l'électron de charge électrique négative a comme antiparticule le « *positon* » de charge positive. Quand un électron rencontre un positon, tous les deux s'annihilent en produisant des photons. D'autre part, le photon est sa propre antiparticule. Le fait que de nombreux types de particules « fondamentales » aient été découvertes, semble quelque peu embarrassant, bien qu'il soit vrai que les différents types de particules qui sont censés exister, peuvent être classifiés d'une manière mathématiquement simple. Les physiciens théoriciens tentent d'expliquer toute cette complexité. Actuellement les physiciens considèrent très prometteuse ce qu'on appelle la théorie « des *cordes* ou *supercordes* ». On trouve un exposé grand public de ces choses dans « Le Quark et le Jaguar, aux pays du simple et du complexe »⁴² de Murray Gellmann.

Les physiciens expliquent maintenant les forces de la physique par l'action de différentes sortes de particules fondamentales. C'est tout à fait différent des explications données au dix-neuvième siècle. Commençons par l'électricité et le magnétisme, dont la description, comme mentionné dans la 2^{ème} section du 2^{ème} chapitre, a été unifiée au dix-neuvième siècle par la théorie électromagnétique de Maxwell. On a expliqué la lumière comme se composant d'ondes électromagnétiques, visibles par l'œil humain. La théorie moderne renverse cette explication. Les photons, qui sont les particules associées à la lumière et à d'autres types d'ondes électromagnétiques, sont utilisés pour expliquer l'électricité et le magnétisme. Cette explication implique également la deuxième version du principe d'indétermination de Heisenberg donnée dans la 5^{ème} section de ce chapitre, qui permet la création spontanée de photons, contenant de l'énergie, pendant des périodes très courtes, avant de disparaître à nouveau. Quand une telle particule n'existe que pendant un temps très court, l'incertitude relative au temps où elle existe, est très réduite, mais l'incertitude concernant son énergie est alors très grande. Une telle particule produite spontanément peut donc avoir une grande énergie indétectable avant de disparaître à nouveau. Si au contraire une telle particule existe durant un temps très long, l'incertitude concernant son énergie est très réduite. Par conséquent, dans le second cas, seule une particule ayant une petite quantité d'énergie peut être créée spontanément. Une particule de ce type, qui est créée d'une manière si spontanée et qui n'est pas directement détectable avant sa disparition, est dite « *virtuelle* ». L'actuelle explication quantique de l'électricité et du magnétisme implique alors l'échange de photons virtuels entre d'autres particules qui sont électriquement chargées.

La force qui relie les quarks à l'intérieur des protons et des neutrons, est appelée « *interaction forte* ». C'est un effet indirect de cette force qui est invoquée pour expliquer « *la force nucléaire* » déjà mentionnée, laquelle maintient des protons de charge positive et des

neutrons électriquement neutres dans le noyau d'un atome. Les physiciens expliquent l'interaction forte par l'existence de plusieurs types d'un autre genre de particule « fondamentale », le « *gluon* » ; on considère que des gluons virtuels sont échangés entre les quarks, de la même manière que des photons virtuels sont supposés être échangés entre les charges électriques. Cet échange apparaît plus compliqué que dans le cas de l'électricité et du magnétisme ; tandis qu'il n'existe que deux types de charges électriques (positive et négative), pour l'interaction forte il existe trois types de « charge » correspondantes.

Une autre force qui influence la radioactivité s'appelle « *l'interaction faible* ». Celle-ci impliquerait l'échange d'autres genres encore de particules fondamentales. L'unification de la théorie de l'interaction faible avec celle de l'électromagnétisme est un grand triomphe de la physique théorique récente. La théorie de l'interaction forte est d'ailleurs également mathématiquement proche de celle de l'électromagnétisme et de l'interaction faible. C'est ce qui laisse présager la possibilité d'une grande unification des deux.

La gravitation est encore une autre force, qui est en principe explicable d'une manière semblable par l'échange de « *gravitons* ». En fait, il n'est pas facile d'intégrer l'attraction universelle dans une telle théorie, bien que la « *théorie des cordes* » déjà mentionnée semble capable de le faire.

Dans ces explications des forces fondamentales de la physique, les particules virtuelles qui sont échangées, sont des bosons. Ainsi, selon la physique contemporaine, nous pouvons y voir une polarité : Les fermions qui ne peuvent pas occuper le même état quantique produisent la structure de la matière, tandis que les bosons qui peuvent occuper le même état quantique, produisent les forces de la physique.

L'existence des particules virtuelles induit des processus très complexes. Une particule virtuelle peut à son tour donner naissance à une autre particule virtuelle. Par exemple, sous certaines conditions, un photon virtuel peut créer un électron virtuel et un positon virtuel (processus opposé à celui de leur annihilation). L'électron virtuel et le positon virtuel peuvent créer à leur tour des photons virtuels ; une telle succession de processus n'a pas de fin. Chaque sorte de particule discernable est, selon ces idées, entouré par un nuage de particules virtuelles. Cette « reproduction » de particules virtuelles peut rappeler au lecteur la prolifération de la « vie » dans le monde ordinaire de l'expérience humaine.

Les physiciens théoriciens voudraient formuler une « théorie du tout » en se servant des concepts des trois dernières sections de ce chapitre. Ce rêve ultime des matérialistes n'est manifestement pas réalisable. Même si aucune référence n'est faite à quelque sorte d'enseignement spirituel, la physique basée seulement sur l'espace et les aspects du temps apparentés à l'espace ne peut pas expliquer le second et le troisième monde de Karl Popper et de Roger Penrose, décrits dans le 1^{er} chapitre. Cependant, comme nous le verrons, il reste des leçons importantes à tirer de la physique du vingtième siècle. Celles-ci incluent, particulièrement, les rôles fondamentaux joués par les principes d'indétermination de Heisenberg et d'exclusion de Pauli représentant pour la physique moderne les bases de la matière.

7. L'imprévisibilité pénètre les mathématiques

J'en viendrai à présent à ce que j'ai entendu une fois décrit comme la découverte la plus étonnante du vingtième siècle. Le domaine des mathématiques est habituellement donné en

exemple de ce qui est sûr, de ce qui peut être rigoureusement prouvé et d'où il est possible de bannir le doute. Cette conception des mathématiques a été ébranlée quasi à la même époque que celle qui a vu l'effondrement de l'idée de prévisibilité absolue en physique. Les conséquences de ce qui s'est produit en mathématiques, sont peut-être même d'une plus grande portée. Une description vulgarisatrice de la manière dont le développement précédent des mathématiques a mené à ce « désastre », est présentée par Morris Kline dans « Mathématiques, la fin des certitudes »⁴³.

De même que les physiciens du dix-neuvième siècle avaient espéré prévoir chaque chose à partir des lois de la physique, les mathématiciens avaient souhaité pouvoir déduire tous les résultats possibles en mathématiques à partir de quelques principes fondamentaux. Un bon exemple de la façon dont cela peut être fait, est la géométrie élémentaire, qui a été développée par les anciens Grecs. Euclide a proposé un certain nombre d'« axiomes », c'est-à-dire, de principes fondamentaux, sur la base desquels peuvent être prouvés toutes sortes de résultats géométriques appelés « théorèmes ». Par exemple, il est possible de prouver de cette manière le célèbre théorème de Pythagore concernant le triangle rectangle. Le carré de la longueur de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés (Figure 3.5). Un des axiomes d'Euclide concernant l'endroit où deux droites coupées par une troisième aura une intersection se révèle en fait d'une validité incertaine ; si on l'abandonne, d'autres géométries « non-euclidiennes », découvertes au dix-neuvième siècle, deviennent possibles.

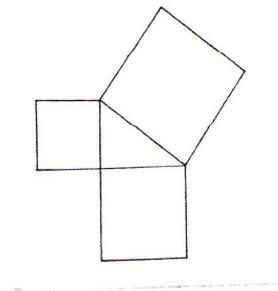


Figure 3.5

Théorème de Pythagore. Le carré du côté le plus long d'un triangle rectangle est égal à la somme des carrés des deux autres côtés.

Au dix-neuvième siècle, de nombreux concepts, que la logique ne pouvait pas justifier, ont fait leur entrée dans les mathématiques ; ce fut alors que les mathématiciens ont commencé à chercher une base logique à l'ensemble des mathématiques. Ils ont à cette époque accompli des progrès très considérables. Dans les premières années du vingtième siècle, il existait différentes écoles avec des opinions différentes sur les fondements des mathématiques.

Une école comprenait Gottlob Frege, Bertrand Russel et Alfred North Whitehead. Ceux-ci ont essayé de baser les mathématiques sur les lois de la logique. Les nombres étant la base des mathématiques, pour leur donner une fondement sûr, il était nécessaire de trouver une base logique pour le concept de nombre. Toutefois, la tentative de baser les mathématiques sur la logique a rencontré un certain nombre de difficultés ; en particulier certains axiomes à la validité douteuse étaient nécessaires. En fin de compte, Bertrand Russel lui-même a reconnu l'échec de la tentative.

Une autre école, s'opposant à la tentative de baser les mathématiques sur la logique et emmenée par L.E.J. Brouwer, un professeur de mathématiques hollandais, fut appelée « intuitionniste ». Brouwer affirmait que les mathématiques étaient une activité de l'esprit humain qui n'avait pas d'existence réelle en dehors de lui. L'esprit peut avoir des intuitions directes de principes mathématiques. L'intuition déterminait alors la solidité et l'acceptabilité des idées, qui n'étaient déterminées, ni par l'expérience, ni par la logique. La logique acceptable doit être basée sur l'intuition mathématique. L'idée de déduire les mathématiques d'axiomes de base a été rejetée. Le résultat final de ce type d'approche fut, comme on pouvait s'y attendre, que de nombreuses méthodes et résultats mathématiques n'étaient pas recevables.

Le chef de file d'une troisième école dite « formaliste » fut le mathématicien allemand David Hilbert. Il refusait l'idée de baser le concept de nombre entier sur la logique ; pour lui, les nombres entiers étaient déjà implicitement présents dans la logique dès le commencement. Il s'alarmait également de l'approche intuitionniste, qui rejetait une grande partie des mathématiques. Hilbert souhaitait fonder les mathématiques sur des axiomes de base qui devaient être consistants les uns par rapport aux autres. Ces axiomes faisaient appel tant aux mathématiques qu'à la logique. Il a proposé d'employer une logique restreinte pour prouver qu'il n'y avait pas de contradiction dans les mathématiques.

De toute manière, il demeurait en 1930 deux problèmes cruciaux concernant les fondements des mathématiques. Le premier consistait à prouver qu'il était impossible d'obtenir des résultats contradictoires en mathématiques, c'est-à-dire, que les mathématiques étaient consistantes en soi. L'autre problème était : comment établir un ensemble complet d'axiomes pour toutes les branches des mathématiques, d'où tout pourrait être dérivé. En 1931, le mathématicien autrichien Kurt Gödel a prouvé qu'il était impossible de résoudre ces problèmes. Il n'est pas possible de prouver qu'il n'existe pas de contradiction dans un quelconque système mathématique qui inclut l'arithmétique des nombres entiers ! En outre, toute théorie des nombres entiers est incomplète ; c'est-à-dire, que si l'on a un nombre fini d'axiomes, il y a des énoncés mathématiques qui ne peuvent être ni prouvés, ni réfutés ! C'est ainsi qu'une sorte d'indétermination est entrée dans les mathématiques, comme elle était entrée dans la physique.

En 1936, Alonzo Church a prouvé qu'en général il n'y avait aucun moyen de décider à l'avance si une formulation mathématique pouvait être prouvée ou non. De là découle que les mathématiciens ne peuvent pas avoir de procédures-types pour prouver des choses, même si elles peuvent l'être. Ce qu'on peut également comprendre comme voulant dire qu'ils doivent travailler pour prouver les choses ; ils ne sont pas menacés de chômage !

Un bon exemple de problèmes de ce genre est le célèbre théorème de Fermat, énoncé au dix-septième siècle par le mathématicien français Pierre de Fermat. Il concerne ce qui se produit quand trois nombres entiers sont élevés à la puissance n ; c'est-à-dire, sont multipliés par eux-mêmes $n-1$ fois. La question est de savoir s'il existe trois nombres entiers différents A , B et C , vérifiant l'expression suivante :

$$A^n + B^n = C^n$$

C'est clairement possible quand n vaut 1, car ils ne sont pas multipliés par eux-mêmes ; tout nombre entier excepté zéro, un et deux, peut être considéré comme la somme de deux

autres nombres entiers différents et positifs. Quand n vaut 2, c'est encore possible dans certains cas, tels que $3 \times 3 + 4 \times 4 = 5 \times 5$, c'est-à-dire

$$3^2 + 4^2 = 5^2 ;$$

Un autre exemple est :

$$5^2 + 12^2 = 13^2$$

Le théorème de Fermat est très simple ; il énonce que quand n est plus grand que 2, il n'existe aucun nombre entier qui satisfasse un tel rapport, à moins qu' A , B ou C soit zéro. Bien que Fermat ait prétendu avoir découvert une preuve, une preuve rigoureuse n'a en fait été découverte avec difficulté qu'en 1994, par le mathématicien Andrew Wiles de l'Université de Princeton. Jusque-là, on estimait que le théorème était impossible à prouver.

Les résultats de Gödel et Church indiquent qu'aucun procédé mécanique ne peut être inventé pour établir toutes les preuves mathématiques. Il s'ensuit que toutes ces preuves ne peuvent pas être établies par un ordinateur obéissant à des règles fixes. Le mathématicien anglais Alan Turing, qui était également l'un des pères de la théorie informatique, a conçu un modèle d'ordinateur idéal, appelé machine de Turing. Nous pouvons considérer qu'une telle machine a résolu un problème mathématique si, après avoir démarré les calculs nécessaires pour le résoudre, elle s'arrête une fois parvenue à la fin. Ce type de machine peut, dans de nombreuses situations, continuer à calculer sans jamais s'arrêter, sans qu'il soit possible de donner une règle générale déterminant le moment où cela se produira. En fait, si une règle générale existait, une contradiction de base surviendrait dans certains cas ; il serait possible de prouver pour certains énoncés mathématiques qu'il est impossible de prouver ou de décider si un énoncé particulier est vrai ou non ! De ce fait, la règle générale ne peut pas exister, comme l'explique Penrose dans son « *Shadows of Mind* ». Ce raisonnement est semblable à celui qui est utilisé pour prouver le théorème de Gödel lui-même. Ce type de difficulté surgit quand un énoncé mathématique peut s'appliquer à lui-même, c'est-à-dire, quand un processus de pensée peut porter sur lui-même.

Des arguments de ce type sont employés par Penrose dans ses « *The Emperor's New Mind* » et « *Les Ombres de l'esprit* » pour prouver que des ordinateurs, construits selon les principes connus, ne peuvent pas reproduire toute la pensée humaine. Un tel ordinateur ne peut suivre que des règles bien définies. Penrose suppose, cependant, qu'un ordinateur fonctionnant selon les règles de la physique quantique pourrait surmonter ce problème. Il suggère que le cerveau humain fonctionne comme une machine de ce type. Dans « *Shadows of Mind* », il propose un modèle plutôt spéculatif basé sur l'action de la physique quantique quant au fonctionnement des cellules nerveuses du cerveau. Il ne prouve, toutefois, pas que la pensée humaine peut être reproduite de la sorte.

La première conclusion que l'on peut tirer, est que, *même si de nombreux aspects de la pensée peuvent être imités par des processus mécaniques, il est extrêmement difficile d'imiter tous les aspects de la pensée de cette façon*. Si le cerveau n'était qu'un système mécanique prévisible, il se révélerait incapable de produire en totalité tout ce qu'implique la pensée. Nous pourrions alors supposer que le cerveau est incapable de réfléchir sur la pensée elle-même. Il me semble que la seule manière possible d'essayer d'échapper à une telle conclusion, serait d'invoquer la nature chaotique et probablement imprévisible du cerveau, qui en raison de perturbations minimales qu'il subirait, pourrait alors en venir à des pensées, ne procédant pas directement de pensées précédentes... Malgré tout, il apparaîtrait à la plupart des gens que penser le penser n'est nullement un processus irrationnel !

L'importance fondamentale de la pensée comme activité autonome a été soulignée à un niveau beaucoup plus fondamental par Rudolf Steiner, en particulier dans son livre « *Philosophie de la liberté* », mentionné au 1^{er} chapitre. Il a précisé que la pensée est une expérience humaine fondamentale et montré que chez l'homme la connaissance du monde est obtenue à partir tant des observations de ce qui est perçu que de la pensée, observation et pensée étant nécessaires dès le tout début. La pensée est dans ce cadre-là une activité dirigée vers les perceptions d'un objet observé par le Moi d'un être humain, lequel est immédiatement conscient de cette activité. La teneur des pensées et comment l'on passe d'une pensée à une autre ne peuvent pas être régis par quelque processus impliquant la physique du cerveau, mais ne doivent être régis que par les lois du penser. C'est manifestement le cas dans toute sorte d'activité scientifique, où il est impossible d'échapper à la pensée. Dans sa *Philosophie de la Liberté*, Rudolf Steiner a écrit : « mon observation démontre que, pour établir cette relation, la seule chose qui me guide est le contenu même de mes pensées ; ce ne peut être en aucun cas, un processus matériel dans mon cerveau. »⁴⁴

Cette remarque serait tout à fait superflue à une époque moins matérialiste que la nôtre. Selon Rudolf Steiner, c'est dans le monde de la pensée pure et dans les actions inspirées par cette activité, qu'un être humain peut être libre.

Le théorème de Gödel suggère des conclusions encore plus frappantes quant à la nature des mathématiques et du monde des idées pures qu'elles étudient ; nous discuterons ces questions dans le prochain chapitre.

* * * * *

Chapitre 4

Où pouvons-nous trouver l'action de l'âme ?

1. La nature des mondes quantique et subatomique

Nous avons vu dans les deux derniers chapitres comment le développement des sciences de ces derniers siècles a graduellement conduit les scientifiques à l'étude de mondes étranges très éloignés du monde quotidien de l'expérience humaine. Des hypothèses fondamentales ont pris naissance à l'époque de Newton, portant sur ce qui était vraiment et ce qui n'était pas vraiment scientifique. La physique fut basée sur l'étude des corps qui existent dans l'espace et le temps, en ne prenant en compte que leurs propriétés spatiales et leurs propriétés temporelles qu'on mesure avec des horloges, c'est-à-dire, des propriétés qui peuvent être décrites par des aspects du temps apparentés à l'espace. De plus, on se mit à étudier les phénomènes physiques sur des échelles de plus en plus vastes au moyen d'instruments qui, ainsi, outrepassaient la perception humaine directe autant que possible. En outre, la puissance des instruments augmentant, on devint de plus en plus à même d'étudier de nombreux phénomènes qui ne pouvaient pas être étudiés par d'autres méthodes, notamment ceux qui se déroulent à de très petites échelles, ceux que les physiciens considèrent comme fondamentaux. Par conséquent, ce qu'on a étudié, c'est l'interaction entre la matière participant à un phénomène et la matière constituant un instrument de mesure. La poursuite de cette voie en physique aboutit au passage d'un seuil vers le début du vingtième siècle ; nous avons décrit dans le 3^{ème} chapitre les découvertes faites après le passage de ce seuil. On en vint à supposer que les lois des autres sciences, par exemple la biologie, devaient être des conséquences des lois de la physique dans diverses situations. En conséquence, le monde de l'âme, celui de l'expérience intérieure, qui est le deuxième monde de Popper et de Penrose a été éliminé, menant, comme nous l'avons vu au 2^{ème} chapitre, à des conclusions absolument paradoxales quant à la nature du monde. Nous allons maintenant considérer les découvertes faites par les sciences au vingtième siècle selon une approche différente de celles qui ont prévalu jusqu'à présent, pour voir si des aspects jusqu'ici inconnus de l'âme ne s'y cachent pas. Nous rechercherons en particulier la présence des trois aspects des mondes de l'expérience intérieure, discutés dans la 4^{ème} section du 1^{er} chapitre. Pour cela, un certain effort de pensée sera requis, bien qu'il ne soit pas nécessaire d'entrer dans les détails techniques, qui ne présentent d'intérêt que pour des experts.

Commençons par le monde de l'extrêmement petit, décrit par la physique quantique, qui comme nous le découvrirons, peut nous enseigner quelques leçons vraiment fondamentales. C'est, comme nous l'avons vu dans le 3^{ème} chapitre, un monde où coexistent les différentes possibilités d'occurrence d'événements successifs ; une des possibilités sera réalisée dans le monde à grande échelle, par ce qui est appelé « la réduction de la fonction d'onde » ou selon l'interprétation généralement acceptée par les physiciens, par l'interaction avec l'environnement. Ce qui sera exactement produit à grande échelle par des événements survenant aux petites échelles du monde quantique est imprévisible ; afin de rendre cette sorte de prédiction possible en faisant appel aux lois de Newton, il serait nécessaire de connaître les valeurs des quantités physiques, c'est-à-dire, d'être capable d'effectuer des mesures physiques avec une précision absolue (voir la fin de la 1^{ère} section du 2^{ème} chapitre). D'après le principe

d'indétermination de Heisenberg c'est impossible. Il faut toutefois souligner que la physique du monde à grande échelle est cependant étroitement reliée à celle du monde à petite échelle ; seules certaines possibilités sont permises par ce monde, lequel joue un rôle fondamental dans les idées que se font les physiciens sur la nature des processus du monde qui peuvent être directement perçus par des êtres humains.

Comme nous avons vu dans la 5^{ème} section du 3^{ème} chapitre, le principe d'indétermination de Heisenberg peut être énoncé de différentes manières. C'est une limite à l'exactitude avec laquelle nous pouvons simultanément mesurer certaines quantités physiques et même dans quelle mesure ces mêmes quantités ont une signification en physique. Sous sa deuxième forme, le principe peut être énoncé comme étant une limite à la précision de la mesure du moment auquel un événement se produit, multipliée par la précision de la mesure simultanée de l'énergie en jeu à ce même moment. Nous avons donné, dans cette section du troisième chapitre, deux exemples de ce que signifient un événement et son énergie dans ce contexte. Nous y avons parlé des mesures auxquelles la nature résistait. Plus précisément, quand on examine ce qui se produit d'une manière plus approfondie, on constate que quand un événement se produisant dans un système physique, est étudié à l'aide d'un instrument de mesure, on peut supposer qu'il y a une sorte de résistance entre la matière qui subit l'événement et la matière de l'instrument avec laquelle elle interagit. C'est un constat, car une expérience faisant appel à des instruments mesurera plus exactement la durée d'un événement et moins exactement l'énergie, tandis que différentes expériences utilisant d'autres instruments mesureront plus exactement l'énergie et moins exactement la durée. De même, la position d'une particule sera parfois mesurée avec le plus d'exactitude et dans diverses expériences, c'est la vitesse qui sera mesurée avec le plus d'exactitude ; il y a également une résistance à la fois aux deux dernières quantités mesurées simultanément avec une exactitude parfaite. C'est cette résistance fondamentale qui limite l'exactitude de la mesure, tandis que l'exactitude la plus grande possible de la mesure de toutes les propriétés possédées par quelque objet physique selon la physique d'avant le vingtième siècle, serait nécessaire pour prévoir son futur comportement et pour connaître ainsi tout ce qui la concerne.

Le principe d'indétermination de Heisenberg est mentionné pour d'autres sortes de résistance, décrites dans la 6^{ème} section du 3^{ème} chapitre. Quand il est associé au principe d'exclusion de Pauli, il peut être partiellement lié à une résistance entre les électrons et le noyau d'un atome, qui empêche les électrons de tomber dans le noyau et maintient ainsi l'existence de l'atome. En outre, les atomes s'opposent les uns aux autres une résistance au cours de leurs interactions. Nous avons vu dans la même section du 3^{ème} chapitre que le principe d'indétermination de Heisenberg est également invoqué dans des théories modernes des forces fondamentales de la nature (qui sont l'électricité et le magnétisme, l'interaction forte, l'interaction faible et la gravitation) ; le principe d'indétermination permet la création « *de particules virtuelles* », produisant ces forces. L'existence de forces fondamentales dans la nature peut donc également être considérée comme une sorte de résistance que les particules s'opposent les unes aux autres. Nous pouvons conclure que le principe d'indétermination de Heisenberg est en lien direct avec la caractéristique la plus fondamentale de la matière, qui peut également être observée à l'échelle de l'expérience humaine ordinaire. La matière résiste à la matière ; des corps faits de matière agissent sur d'autres corps faits de matière de nombreuses et différentes manières et les forcent ainsi à avoir diverses sortes de comportement. Par exemple, pour prendre un cas plutôt extrême, il est très difficile de faire passer un corps solide à travers un autre corps solide ! Il est possible de voir d'une manière plus précise comment le principe d'indétermination de Heisenberg est lié à la résistance, ce qui est particulièrement utile pour son étude dans la discussion suivante. Nous l'exprimerons

différemment en faisant une opération mathématique extrêmement simple, c'est-à-dire, en prenant l'inverse des deux membres de l'expression qui relie le temps à l'énergie, donnée dans le dernier chapitre (ceci signifie que nous prenons 1 divisé par chaque membre de cette expression). Le résultat est :

$$1 / \Delta t \times 1 / \Delta E \leq 2\pi / h$$

Ici le symbole \leq signifie inférieur ou égal à, de sorte que cette nouvelle formulation mathématique énonce que le côté gauche doit toujours être inférieur ou égal au côté droit, le côté gauche contenant le degré de précision de la valeur du temps $1/t$ multiplié par le degré de précision correspondant de l'énergie $1/E$. Dans la dernière formule, le temps est encore plus précis si $1/\Delta t$ est grand, tandis que l'énergie est plus précise quand $1/\Delta E$ est grand. Ces précisions sont limitées par ce que nous pouvons considérer, ainsi que nous venons de le voir, comme une forme de résistance ; leur multiple ne peut jamais être supérieur à la constante physique donnée dans le membre droit.

Nous allons maintenant essayer de voir quelles sortes de processus d'âme et d'actions d'êtres conscients peuvent être derrière cette nature fondamentale de la matière telle que la physique l'étudie. Il sera nécessaire d'examiner de manière plus approfondie les trois aspects de l'âme possédée par de nombreuses sortes d'êtres conscients, comme décrits dans le 1^{er} chapitre. Commençons tout d'abord par considérer la signification de l'existence simultanée de différents êtres. En fait, s'il existe réellement plus d'un seul être conscient, il faut qu'il y ait un certain degré de séparation entre ces différents êtres. Ceci signifie que chaque être doit posséder quelque chose qui ne soit ni prévisible, ni contrôlable par d'autres êtres ; d'autre part, les divers êtres peuvent avoir des relations les uns avec les autres. Chacun peut alors communiquer quelque chose de nouveau à un autre être. Si, au contraire, toute chose au monde était sous le contrôle simplement d'un seul être, d'une sorte de « dictateur » cosmique suprême (ou de Dieu selon les idées des extrémistes religieux), il pourrait en principe décider de chaque chose, car rien d'autre ne pourrait avoir ou la capacité ou même le désir de le contrecarrer !

Afin de voir plus clairement quel est le rôle joué par les trois aspects ou capacités de l'âme, considérons ce qui se produit quand un être désire que quelque chose arrive. Afin de réaliser son désir, la capacité d'agir lui est nécessaire. Cependant, il doit également savoir quels seront les résultats d'une action particulière ; sans quoi il n'est pas garanti qu'une action produise le résultat désiré. Ceci indique qu'un désir n'est pas suffisant ; il doit s'accompagner des deux autres aspects de l'âme. De cela, de nombreux exemples existent dans les événements les plus ordinaires de la vie quotidienne. Par exemple, supposez que nous souhaitions ou désirions couper un gâteau circulaire en deux moitiés égales ; nous devons être capable d'utiliser un couteau, mais aussi être suffisamment au fait de la géométrie du cercle afin de placer le couteau au bon endroit et de couper le gâteau correctement. Si à un niveau plus difficile nous voulons construire une maison, il est nécessaire de disposer de la force nécessaire pour effectuer le travail de construction ; mais il est également nécessaire d'avoir des connaissances en mécanique, pour que la maison ne s'effondre pas. Quand une personne souhaite faire un voyage en avion, il est non seulement nécessaire qu'elle puisse se rendre à l'aéroport, mais aussi qu'elle sache où celui-ci se trouve... Nous pouvons conclure que sans la capacité d'agir, n'importe quelle somme de connaissances serait inutile, tandis que sans connaissance n'importe quelle quantité de capacité d'agir serait également inutile. De toute façon, il est facile de voir pourquoi nous pouvons nous attendre à ce que les trois capacités de

l'âme soient présentes très souvent sous une forme ou une autre, si différents êtres conscients existent.

Quand des êtres indépendants existent, on peut s'attendre à ce qu'ils aient différents désirs ; c'est ainsi que la résistance peut s'établir entre eux. En effet, l'expérience de la résistance due à des êtres du monde extérieur pourrait même être considérée comme ce qui provoque la conscience d'un être particulier. Supposons qu'il existe une classe d'êtres qui, quand ils interagissent avec un autre être de même nature, lui résistent toujours au point de limiter sa capacité d'agir et sa connaissance. Ceci étant, il pourrait y avoir une limite à la quantité de capacité d'agir multiplié par la quantité de connaissance de chacun de ces êtres conscients, pouvant représenter une limite à la réalisation de ce que chacun d'eux désire. Ainsi, le sentiment de contentement ou de bonheur de chacun serait limité. Dans ce cas nous pourrions avoir une situation où la quantité de connaissance multipliée par la capacité d'agir serait inférieure ou égale à une certaine valeur.

L'analogie avec la dernière expression du principe d'indétermination de Heisenberg est claire. C'est une chose facile à voir parce que, comme signalé dans la 2^{ème} section du 2^{ème} chapitre, pour la physique l'énergie est une forme de capacité d'agir. Ce qui est alors en jeu, c'est que si pour produire un certain événement physique il ne faut pas avoir trop ou trop peu d'énergie, la capacité d'agir ne sera pas proportionnelle à la somme totale d'énergie disponible, mais plutôt proportionnelle à la précision avec laquelle l'énergie peut s'appliquer. De telles situations peuvent en effet exister dans la vie quotidienne ; quand par exemple une personne dans un bureau souhaite jeter quelques feuilles de papier, pour qu'elles tombent dans une corbeille à papier, il faut que la personne les jette ni trop vigoureusement (avec trop d'énergie), ni trop mollement (avec trop peu d'énergie). La précision dans la détermination du moment auquel a lieu un événement dans le principe d'incertitude de Heisenberg peut alors être considéré comme étant une forme de la quantité de connaissance disponible.

Notre discussion indique que nous pouvons comprendre la résistance du monde quantique, associée au principe d'indétermination de Heisenberg, comme due à l'interaction des êtres conscients, qui résistent les uns aux autres. Selon ce point de vue, la conscience de tels êtres, à la différence de ce que croient de nombreuses personnes, n'est pas directement reliée à la conscience d'un observateur humain. Dans un tel cadre, ces êtres doivent agir quand des interactions se produisent entre les objets que les physiciens pensent être de très petites particules. Les êtres, comme ces particules, ne doivent pas alors avoir les mêmes rapports avec l'espace et le temps que les corps et les organismes vivants du monde de l'expérience humaine. En ce cas, la constante physique du membre droit de la dernière formule mathématique du principe d'indétermination de Heisenberg doit représenter le bonheur optimum que peut éprouver chacun des êtres impliqués, à condition d'employer tous les moyens à sa disposition pour l'atteindre. Ce qui pour un être d'humain serait un sentiment de bonheur, est alors limité par une constante de la physique, les petites échelles du monde quantique étant approchées. Nous pouvons maintenant former une image vivante dans nos esprits de ce qui semble être un monde inhumain cruel, celui que nous considérons ici. Il n'y a pas de véritable amour, mais seule existe entre les êtres une sorte de résistance, de sorte que le bonheur de chacun d'eux est limité par ou « emprisonné » à l'intérieur d'une constante de la physique.

Il apparaît donc que le monde à échelle réduite que nous examinons à présent est non seulement dépourvu de la plupart des qualités de la société humaine, mais qu'il est également dépourvu des qualités de la nature telle que nous en faisons l'expérience directe. Des relations

entre les animaux de même que celles entre les êtres humains (et entre les êtres humains et les animaux) ne sont manifestement pas régies que par la résistance aveugle. Les animaux ont des relations sexuelles et ils vivent souvent en groupe ou en troupeau. Les insectes sociaux comme les fourmis et les abeilles vivent dans de grandes communautés. Des relations symbiotiques, où des individus d'espèces différentes vivent ensemble et s'aident mutuellement, existent également dans la nature. Ainsi, le domaine où s'applique le principe d'indétermination de Heisenberg, semble se situer à un niveau « inférieur » à celui de la nature de l'expérience humaine, ou être, pour employer l'expression de Rudolf Steiner, un monde de la « sous-nature ». Dans sa dernière lettre aux membres du mouvement « anthroposophique »⁴⁵ fondé par lui, écrite en mars 1925, il dit que la science et l'industrie techniques ont pénétré dans un royaume de la sous-nature, d'où est dérivée entre autres choses l'électricité. À ce sujet, nous pouvons nous rappeler, comme indiqué dans le 3^{ème} chapitre, que dans le monde à petite échelle que nous considérons maintenant, les charges électriques persistent indéfiniment.

Le monde où le principe d'indétermination de Heisenberg agit avec ce que nous pouvons comprendre comme étant la résistance aveugle et l'« emprisonnement » du bonheur à l'intérieur d'une constante de la physique, nous apparaît comme un monde sans amour et sans moralité ; il n'est, malgré tout, pas immoral mais plutôt amoral. En tout cas, il ne peut pas être saisi comme un monde « bon ». Parvenus là, il est possible d'approfondir grandement notre compréhension de ce monde, en employant certaines conceptions formulées par Rudolf Steiner pour expliquer les phénomènes que nous considérons. Il décrit souvent ce qui peut devenir deux sources du mal pour des êtres humains quand ils ne les affrontent pas de manière juste. Ces sources du mal qui s'opposent aux êtres humains sont, selon lui, deux entités de nature polaire et qu'il appelle, en empruntant les noms à différentes traditions religieuses, Lucifer et Ahrimane. Selon Rudolf Steiner, Lucifer, qui dans la tradition chrétienne est un nom du diable, tente un être humain en flattant son orgueil et en produisant toutes sortes d'illusions à propos de la beauté apparente et de la nature merveilleuse de nombreux aspects du monde autour de lui, qui en réalité sont tout à fait autres, à l'instar de faux idéaux. Ahrimane ou Angra Mainyu est le nom de l'être diabolique de la religion zoroastrienne, qui était pratiquée en Perse avant l'émergence de l'Islam. Selon cette religion, en tant qu'esprit du mal, il résiste à Spenta Mainyu, qui est le fils du Dieu suprême Ahura Mazda⁴⁶. Notons que le Zoroastrisme est parfois décrit d'une manière quelque peu différente ; J'ai ici surtout suivi la description du livre que je viens de mentionner, écrit par un adepte du vingtième siècle de cette religion, c'est-à-dire, par un « parsi » indien. Rudolf Steiner a donné le nom d'Ahrimane à un être lié à la matière, au matérialisme et au philistinisme, communs parmi les êtres humains, qui essaie également d'emprisonner le comportement humain par des règles rigides et par ce qui est froid et impersonnel dans le monde. Selon Rudolf Steiner, Lucifer et Ahrimane sont tous deux des éléments nécessaires à l'évolution du monde ; un être humain doit maintenir l'équilibre entre eux. Je dois également préciser que Lucifer et Ahrimane ne sont décrits ici que d'une manière très simplifiée ; Les descriptions d'eux qu'en fait Rudolf Steiner sont beaucoup plus subtiles, faisant intervenir de nombreuses situations où ils sont tous les deux présents et où se produisent entre eux des interactions complexes.

Dans le cadre de ces deux sources du mal, le principe d'indétermination de Heisenberg a un rôle important. Le monde où ce principe est important, peut être clairement décrit comme étant un monde de froide résistance, le bonheur étant emprisonné à l'intérieur d'une constante de la physique, et il peut également être conçu comme un monde d'Ahrimane. En fait, ce fut grâce à une telle image que l'auteur de ce livre fut capable de comprendre plus clairement ce

que Rudolf Steiner entendait quand il discutait de la nature d'Ahrimane.

La physique quantique est étroitement liée à la physique du monde de l'expérience humaine et en particulier à l'expérience humaine de la matière. La physique de l'infiniment petit agit sur la physique du monde dans lequel nous vivons. En fait, certaines traditions spirituelles ont considéré que la matière était le mal et le domaine où le diable agit. À cet égard, nous devons mentionner les divers mouvements gnostiques qui ont existé lors des tout premiers siècles de l'ère chrétienne, les Manichéens (à partir du troisième siècle) et les Cathares. L'Église s'est violemment opposée à tous ces mouvements. Le Catharisme, qui s'est répandu au début du onzième siècle, a exercé une influence particulière dans le sud-ouest de la France. Les Cathares étaient hérétiques aux yeux de l'Église catholique romaine (et également de l'Église orthodoxe), qui les a brutalement exterminés en brûlant ses adeptes sur des bûchers. Bien que de grands crimes aient été commis contre de tels mouvements, nous n'avons pas à être d'accord avec tout ce qu'ils représentaient ; leur vue du monde, en particulier, semble quelque peu unilatérale. Comme déjà dit, la nature dans laquelle nous vivons, n'est pas semblable au monde de la physique quantique ; la nature ne semble pas contenir que le mal.

Les personnes qui ont une certaine connaissance de la science, savent bien que les autres aspects de la nature étudiés par les physiciens, ne montrent pas plus d'amour que de moralité. Cette amoralité de la physique conduit à une sorte de liberté pour les êtres humains dans le monde à échelle humaine. Il n'est pas nécessaire de « persuader des objets morts » de faire ce que nous voulons qu'ils fassent en étant « bons avec eux » ; nous pouvons leur faire faire ce que leur permettent les lois auxquelles ils obéissent. Pour donner un exemple, une chaise ne jouera pas avec quelqu'un qui veut s'asseoir sur elle, comme cela survenait dans un film fait par des étudiants que j'ai vu voici de nombreuses années.

Avant de terminer cette section, il est utile de se pencher brièvement encore sur le principe d'exclusion de Pauli. Comme nous l'avons vu dans la 6^{ème} section du 3^{ème} chapitre, les « *fermions* », les particules qui obéissent à ce principe, produisent la structure de la matière. Deux particules ne peuvent pas avoir exactement les mêmes propriétés. Dans le cadre de la discussion actuelle portant sur les propriétés possibles de l'âme des êtres agissant dans la physique quantique, ceci pourrait être compréhensible si on considère cela dû à un refus d'un être lié aux fermions d'imiter un autre être semblable. Une telle propriété pourrait apparaître comme un autre genre de résistance.

Nous examinerons à présent quelques autres aspects de la science avant de retourner à la physique quantique ultérieurement dans ce chapitre.

2. Où pouvons-nous trouver l'âme dans les phénomènes du chaos ?

Comme indiqué dans la dernière section, la nature habitée par les êtres humains, n'a pas les propriétés du monde quantique, bien que ce dernier ait clairement un rôle infiniment important en déterminant les processus physiques du monde à l'échelle humaine. Il est possible, cependant, comme nous allons le voir maintenant, de comprendre certains aspects de la nature, si nous considérons qu'elle est la scène où peuvent aussi agir d'autres sortes d'êtres conscients. De tels êtres incluent les humains, qui ont l'expérience intérieure de la liberté d'agir, parallèlement à de nombreux autres types d'êtres. Ces êtres doivent posséder différentes formes de ce que sont pour les humains les trois capacités de leur âme.

Ainsi que nous l'avons vu, selon les interprétations de la théorie quantique, différentes possibilités d'événements successifs coexistent dans le monde quantique. Tous sauf un sont éliminés à la frontière qui sépare ce monde du monde dont nous faisons l'expérience ; de sorte qu'une séquence unique d'événements se produit dans le temps, qui doit obéir à la logique de notre monde à grande échelle. La nature du temps, déjà discutée à la fin du 2^{ème} chapitre, est en fait essentielle pour comprendre ce monde à l'échelle humaine.

Revenons maintenant à l'étude de ce qui est appelé le « chaos ». Dans les situations du chaos qui peuvent se produire dans le monde directement éprouvé par les êtres humains, les événements physiques sont imprévisibles, parce que leur occurrence est infiniment sensible aux conditions physiques exactes et en fait à *toute perturbation minimale de l'extérieur*. Comme déjà dit dans le 3^{ème} chapitre, nous pouvons nous représenter des systèmes chaotiques comme des « vaisseaux » capables de recevoir ce qui ne peut pas être saisi dans le cadre de la prévisibilité physique. Par exemple, il existe des indications comme quoi le chaos est présent dans les organismes vivants, qui pourraient être de tels « vaisseaux » ; quelque chose pourrait être présent dans les phénomènes de la vie qui ne peut pas être saisi dans ce cadre de la prévisibilité physique. Le futur développement d'un tel système chaotique serait, entre bien d'autres choses, dépendant du moment précis où un petit événement particulier s'est produit dans le système. Ainsi, un système dans un état de chaos, comme un système obéissant aux lois de la physique quantique, résiste également aux tentatives de lui faire adopter un comportement particulier. Toutefois, nous verrons à présent que cette résistance peut être directement mise en rapport avec la nature du temps. Comme décrit dans le 3^{ème} chapitre, le chaos joue un rôle à des échelles de temps beaucoup plus longues que le temps de Lyapunov ; il est difficile d'influencer le comportement d'un système chaotique à une telle échelle de temps. Ce type de système est si sensible à des perturbations extrêmement petites que les résultats d'une action très proche d'un moment particulier sont imprévisibles à de telles échelles de temps relativement longues. En effet, si ces échelles de temps sont suffisamment longues, le comportement du système est influencé par l'indétermination du principe de Heisenberg.

Une question se pose : est-il possible que des êtres conscients possédant des capacités d'âme agissent sur des systèmes chaotiques comme ceux des organismes vivants ? De tels êtres devraient avoir un comportement qui ne pourrait pas être complètement prévu et contrôlé par d'autres êtres, c'est-à-dire, qui devrait être imprévisible selon les lois de la physique antérieure au vingtième siècle.

Le contrôle du chaos a intéressé un certain nombre de scientifiques⁴⁷. Il est possible d'appliquer une succession de petites perturbations afin qu'un système chaotique demeure dans le même état, pour surmonter les conséquences des changements dus à de petites influences extérieures au système. Alternativement, il est possible de changer légèrement les propriétés de base (constantes mathématiques) du système, de sorte que dans son comportement imprévisible soit obtenu assez rapidement un état voisin de celui désiré, sans employer de grandes quantités d'énergie. Ce type de manipulation a clairement des applications pratiques, par exemple en changeant les orbites chaotiques d'un vaisseau spatial.

Un être qui souhaiterait influencer un système chaotique à une échelle de temps beaucoup plus longue que le temps de Lyapunov, sans être gêné par les lois rigides de cause à effet de la physique antérieure au vingtième siècle, c'est-à-dire, sans avoir besoin de quantités importantes d'énergie produites par des processus physiquement prévisibles, ne pourrait pas employer de telles méthodes pour contrôler le chaos. Il semblerait que si de tels êtres existent,

ils auraient besoin de « voir » ce que sont les résultats de toute action possible, c'est-à-dire, de « voir » et également d'agir dans le futur ! Ils seraient alors capables de « choisir » le futur qu'ils voudraient. Leurs perceptions n'ont pas besoin d'être confinées dans un laps de temps ; ces perceptions « dureraient plus » qu'un simple intervalle de temps. En fait, la satisfaction ou le sentiment de bonheur éprouvé par de tels êtres serait proportionnel à leur capacité d'agir multiplié par le rapport de la durée temporelle où ils pourraient « voir dans » le futur, divisé par le temps de Lyapunov.

Dans bien des situations de cette sorte, la capacité d'agir ne serait plus la précision avec laquelle une énergie peut être appliquée, comme dans notre discussion de la 1^{ère} section de ce chapitre portant sur la manière de comprendre le principe d'indétermination de Heisenberg, mais plutôt la quantité d'énergie requise pour accomplir l'action. Si le rapport des deux temps était suffisamment grand, la connaissance du futur serait très grande et l'énergie exigée serait très petite ou même du domaine de l'incertitude quantique. De sorte que des êtres de la catégorie que nous considérons maintenant, seraient, semble-t-il, limités dans la satisfaction que pourrait leur procurer quelque chose qui ressemble à nouveau au principe d'indétermination d'Heisenberg, bien que la connaissance et la capacité d'agir soient maintenant représentées par différentes quantités physiques. Les trois aspects ou capacités du monde de l'âme décrits dans le 1^{er} chapitre apparaissent à nouveau ici. Cependant, la limite au genre actuel de satisfaction ou de bonheur n'est pas nécessairement une constante.

Certains lecteurs pourraient penser en ce moment que l'auteur de ce livre est devenu complètement irrationnel ! Pourquoi penser à des êtres capables de « voir » le futur, pourquoi penser que d'autres êtres agissent dans les systèmes chaotiques ? Pourquoi suggérer quelque chose d'aussi outré que des êtres dont les perceptions seraient étendues dans le temps ? Une raison simple pour considérer ce genre de possibilité, est ce qui est directement éprouvé par un être humain. Un humain a l'expérience de la capacité d'agir, d'être capable d'employer sa volonté pour obtenir au moins en partie ce qu'il veut. En particulier, il lui est possible d'agir sur le corps, de bouger ses membres par exemple. Comme décrit dans le 3^{ème} chapitre, il y a des indications comme quoi certains processus dans le corps humain et en particulier dans le cerveau sont chaotiques, c'est-à-dire, sensibles aux perturbations infinitésimales venant de l'extérieur. La présente discussion offre un cadre potentiel pour qu'un humain possède quelque chose qui, afin d'agir sur le corps et le contrôler, « voie » très légèrement dans le futur ou qui soit légèrement « déployé » dans le temps. D'autres organismes vivants sont également partiellement chaotiques, ou se situent à la frontière entre chaos et prévisibilité, de sorte que la même situation pourrait dans une certaine mesure exister également pour eux. La même chose pourrait aussi être vraie pour quelques autres exemples de systèmes chaotiques qui ne sont pas considérés comme associés à la vie. C'est ainsi que des êtres qui ne sont pas régis par les lois de la physique déterministe, pourraient être présents dans le monde et posséder des aspects correspondant aux capacités de l'âme. C'est loin d'être une preuve rigoureuse, mais cela s'apparente plutôt à quelque chose qui semble ne pas être complètement déraisonnable si nous nous libérons des modes matérialistes, conventionnels de penser.

Nous pouvons voir deux possibilités si nous considérons le rôle du chaos dans les organismes vivants : soit la situation est telle qu'elle est suggérée ici, que le monde de l'expérience intérieure humaine ou âme est vraiment significatif et au moins partiellement indépendant de la physique « normale » ; soit la matière dont le corps humain se compose, et la matière extérieure au corps qui peut produire en elle des perturbations infimes, agissent selon leurs propres modes imprévisibles et incontrôlables. Selon la seconde possibilité dans le cadre de ce qui pourrait être vu comme une sorte plus « cohérente » de matérialisme, la

matière devrait posséder des capacités d'âme additionnelles qui ne sont toutefois pas celles que nous pourrions penser sous-tendre la physique quantique. L'explication matérialiste alternative moins satisfaisante encore, est que l'expérience humaine de la capacité d'agir n'est qu'une illusion. Bien que nous ne puissions pas « prouver » avec rigueur que la matière dans un état de chaos est agie par des êtres déployés dans le temps, ce qui est suggéré ici, ne doit pas, en raison de telles considérations, apparaître irrationnel.

En fait, la conception actuelle de l'action des êtres déployés dans le temps sur des systèmes chaotiques pourrait également aider à résoudre un vieux problème philosophique de ce qui est appelé le « dualisme ». S'il existe à la fois un corps matériel et une « âme » immatérielle, comme c'est le cas selon le dualisme, il n'est pas clair comment cette âme peut agir sur le corps. Cependant, il est possible de surmonter une telle difficulté si ce qui est intervenant, c'est un être déployé dans le temps agissant sur un système physique chaotique. Dans le contexte du point de vue présenté ici, nous pouvons nous attendre à de fortes interactions entre un cerveau chaotique et ce qui est déployé dans le temps. Ainsi donc, il existe une excellente corrélation entre les processus du cerveau et le monde de l'expérience intérieure, qui « est alors reflété ». Des études sur le cerveau prouvent en effet une telle corrélation.

À ce stade, on pourrait soulever certaines objections à l'encontre de ce qui est proposé ici. Les trois capacités de l'âme semblent à première vue directement liées à la conscience, alors que la psychologie moderne souligne le rôle de l'inconscient et du subconscient, au moins chez l'homme. Toutefois, il est facile de réaliser que l'être humain conscient a besoin de ne pas être seul, même dans son corps, dont les processus chaotiques peuvent être également continuellement influencés par un certain nombre d'autres êtres. Nous pouvons donc nous attendre à ce que ceux-ci soient imprévisibles et incontrôlables, en étant capables de résister à l'être humain, en limitant sa somme de connaissance et sa capacité d'agir. Nous pouvons alors estimer que de tels êtres sont en mesure d'influencer l'inconscient et le subconscient. Les effets d'influences de cette sorte seraient complexes, expliquant par là la complexité de la psychologie humaine, y compris des maladies mentales. Si un être humain se sent coupable d'une action passée qu'il a accomplie, il serait, par exemple, possible qu'il « l'oublie », tandis que d'autres êtres « retiendraient » la connaissance contenue dans sa mémoire. La conscience de cette mémoire ou des actions apparemment irrationnelles basées sur elle, pourrait alors « être rendue » à l'être humain dans certaines circonstances.

Il y a de bonnes raisons de croire que les capacités de l'âme d'un être humain ont des relations vraiment subtiles avec le temps. Comme je l'ai déjà indiqué à la fin du 2^{ème} chapitre, le vouloir est en lien avec l'action dirigée du présent vers le futur, alors qu'il est possible pour l'humain dans le présent de réfléchir sur le passé. Dans le présent meurt la possibilité d'agir sur le futur. Ces considérations pourraient suggérer que les choses sont un peu moins simples qu'indiquées jusqu'ici, si ce qui se produit est l'action sur des situations chaotiques d'un être déployé dans le temps. L'action humaine du vouloir pourrait dans ce cas-ci agir sur des temps qui tendent à être légèrement pour le futur ce dont il est fait l'expérience au présent, tandis que la personne serait seulement capable de voir et de penser consciemment ce qui tend à être légèrement du passé. (Voir la figure 4.1).

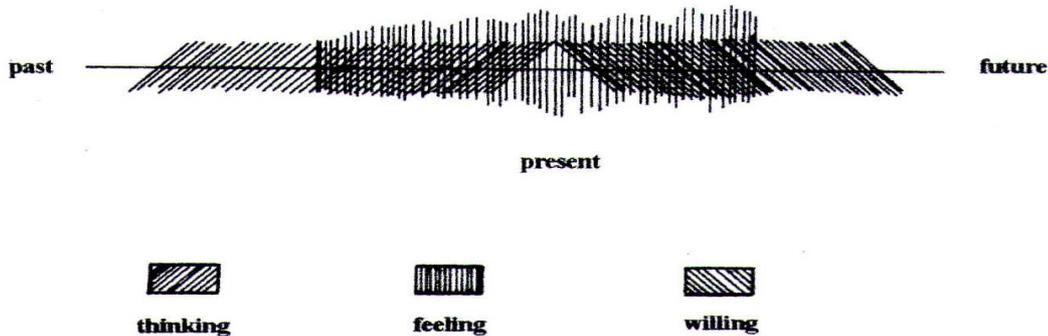


Fig. 4.1. Séparation de la pensée, du sentiment et de la volonté d'un être humain dans le temps
Lire de haut en bas et de gauche à droite : passé – futur – présent – pensée – sentiment – volonté.

Cette suggestion n'est pas, comme il pourrait sembler de prime abord, une spéculation creuse, car il est possible d'expliquer de la sorte les résultats surprenants de certaines expériences psychologiques impliquant la stimulation du cerveau, mentionnées en particulier dans le livre « Les ombres de l'esprit » de Roger Penrose. Parmi les personnes qui ont conduit ces expériences, nous devons mentionner H.H. Kornhuber, tandis que les dernières ont été réalisées par B. Libet. Les expériences de Kornhuber montraient, entre autres choses, que si un être humain décide d'exécuter une action, l'activité électrique du cerveau commence à changer une à une seconde et demi avant qu'il soit conscient d'avoir pris la décision d'agir. Il est possible de comprendre ce résultat à partir de la nature de ce qui est dans un être humain, comme suggéré ici, légèrement déployé dans le temps, avec une volonté d'agir sur le cerveau légèrement dans le futur, tandis que les perceptions conscientes de ces actions de la volonté ne sont possibles que si elles opèrent légèrement dans le passé. Cela signifie que la conscience d'une décision, c'est-à-dire la possibilité d'y penser, ne peut advenir qu'après l'acte de volonté, quand l'acte n'est plus légèrement dans l'avenir. C'est ainsi qu'un être humain pourrait faire la « jonction » entre le futur proche et le passé proche. Cet espace est en fait une forme de l'espace séparant les causes de leurs effets propre aux systèmes chaotiques. Une recherche plus détaillée est vraiment nécessaire pour vérifier si l'explication donnée ici fonctionne. Remarquons finalement à cet égard que Roger Penrose dans « Les ombres de l'esprit » mentionne la possibilité d'une explication semblable des expériences psychologiques discutées ici, impliquant une expansion de la conscience dans le temps.

Dans quelle mesure la même situation pourrait exister pour d'autres organismes vivants, est une question plus discutable. Il n'est pas si évident que des êtres correspondants déployés dans le temps et agissant sur divers processus chaotiques, aient ou non la même structure temporelle que celle qui est proposée ici pour les humains. Si la structure temporelle est semblable, la nature de ce qui est associé à la vie, l'« éthérique » dans certaines traditions occultes, pourrait être étroitement associé à la nature du temps.

On peut encore mentionner un autre aspect avant de terminer cette section. La société humaine est très complexe et certainement chaotique et imprévisible, avec une forte dépendance à l'égard des interactions entre les individus, bien qu'il soit difficile de le prouver mathématiquement. C'est clair si nous examinons l'histoire et nous étonnons de la manière dont un tout petit événement peut l'avoir complètement changée. Par exemple, si un accident avait gravement blessé dans sa petite enfance, Bismarck l'homme d'état allemand du dix-neuvième siècle, l'Allemagne aurait pu ne pas avoir besoin d'une guerre avec la France pour

réaliser son unification (la guerre franco-prussienne de 1870), qui a abouti à la perte de l'Alsace-Lorraine pour la France, aux désirs français de vengeance, aux Première et Seconde guerres mondiales et aux événements tragiques qui les ont suivies. La fiction a utilisé l'idée d'un tout petit événement changeant le cours de l'histoire. De même, des groupes de personnes plus petits peuvent également être influencés par des événements quasiment imperceptibles. Même la bourse des valeurs semble sensible à de très petites perturbations, qui peuvent avoir malheureusement un effet extrêmement puissant sur les économies actuelles. Benoît Mandelbrot, qui a inventé l'expression « fractale » pour la géométrie associée au chaos, a souligné le rôle du chaos dans la description mathématique de ce qui se produit à la bourse des valeurs. C'est pour de telles raisons que nous pouvons supposer que les diverses sortes d'autres êtres, qui ne sont pas directement perçus par les sens, pourraient agir sur des groupes de personnes. En fait, Rudolf Steiner, comme d'autres maîtres spirituels, parle d'êtres invisibles tant bénéfiques que nocifs qui agissent dans le monde, dans la société humaine pour certains. Rudolf Steiner emploie les noms d'anges et d'archanges, qui sont aussi connus de la tradition judéo-chrétienne. La présence de tels êtres invisibles se manifeste d'une manière plutôt subtile.

3. Existe-t-il un contenu d'âme dans le domaine des idées pures ?

Les raisons qui viennent d'être présentées suggèrent l'existence possible d'êtres qui ont une composante déployée dans le temps. Nous pouvons nous demander si peuvent également exister des êtres qui soient complètement hors du temps. Nous pouvons nous attendre à ce que l'existence d'entités semblables soit liée à un comportement que d'autres êtres ne pourraient ni complètement prévoir ni complètement contrôler. En fait, comme nous l'avons vu à la fin du dernier chapitre, une sorte d'« indétermination » existe même en mathématiques, dans le champ des idées éternelles hors du temps, suggérant ainsi là au moins l'existence d'entités séparées ! Les grandes religions monothéistes déclarent que Dieu est en dehors du temps ; la question se pose : pouvons-nous voir de réelles indications de l'existence d'autres êtres hors du temps ? et de tels êtres éternels posséderaient-ils quelque chose qui corresponde aux trois capacités de l'âme ?

Cette question peut être énoncée d'une autre manière. Des indices de la présence de l'âme, ont été trouvés en physique, celle du deuxième monde de Popper et de Penrose d'une expérience mentale dans leur premier monde des états physiques. Existe-t-il alors aussi des indices de la présence de l'âme dans leur troisième monde, c'est-à-dire dans le troisième monde des idées pures de Penrose, lesquelles contiennent les idées mathématiques ?

Commençons d'abord par considérer le rapport entre le mathématicien et les concepts mathématiques qu'il ou elle étudie. Ce dont il est question, c'est du rapport d'un être humain avec une partie du monde des idées éternelles. Le mathématicien peut découvrir quelque chose concernant certains aspects des mathématiques, mais si il ou elle essaie d'appliquer la découverte pour prouver quelque chose d'autre, les contenus mathématiques ou « objets » étudiés « résisteront » à ce qu'il fait. En fait, certains énoncés mathématiques tels que le théorème de Fermat mentionné dans le 3^{ème} chapitre, sont très simples. Si un tel théorème est énoncé comme une hypothèse, nul besoin d'être un grand mathématicien pour le comprendre ; cependant en faire la preuve peut s'avérer extrêmement difficile. Il n'existe pas, comme nous l'avons vu, de procédé mécanique standard pour prouver tous les théorèmes, ou même pour déterminer si certains théorèmes sont prouvables. Pour prouver un théorème, un mathématicien doit connaître d'autres théorèmes appropriés et avoir tout autant la capacité

d'agir dans le monde des idées mathématiques, c'est-à-dire d'utiliser la force de sa volonté. Une fois que le théorème est prouvé, sa vérité est connue et s'ajoute aux théorèmes déjà prouvés et le mathématicien est satisfait. De nouveau, le contentement ou le bonheur égale la connaissance multipliée par la capacité d'agir. Par conséquent, le mathématicien a besoin des capacités de l'âme afin de surmonter la résistance des objets mathématiques. Ceci implique que les idées mathématiques, y compris les nombres, soient réelles et pas simplement une invention humaine. Le très grand, si ce n'est le plus grand des philosophes grecs, Platon, considérait les idées pures comme réelles et ce qui est perçu par les sens comme des reflets imparfaits de ces idées. De nombreux mathématiciens, si ce n'est la plupart, (mais très peu de philosophes contemporains des mathématiques) sont « platoniciens » ; ils croient en la réalité de ce qu'ils étudient.

Le raisonnement utilisé jusqu'ici ne jette toutefois pas de lumière directement sur la question de savoir si les idées pures des mathématiques elles-mêmes possèdent quelque chose qui corresponde aux capacités de l'âme, ni même si elles résistent réellement les unes aux autres. Il est moins facile d'étudier cette question que celle de la relation d'un mathématicien aux mathématiques. Ce qui peut être énoncé, cependant, est que le fait qu'il puisse être impossible de prouver un théorème en s'appuyant sur d'autres théorèmes connus, sans être même capable de prouver cette caractéristique, comme nous l'avons vu dans la 7^{ème} section du 3^{ème} chapitre, semble indiquer une grande « distance » entre les différents aspects des mathématiques qui contiennent les preuves des différents théorèmes. Un énoncé mathématique n'est pas « dominé » par d'autres énoncés « très distants ». Comme noté dans cette section, à une certaine époque, les gens se demandaient si le dernier théorème de Fermat était prouvable. Nous pouvons penser qu'une telle « distance » et qu'un tel « manque de domination » révèlent une sorte de résistance entre ces différents aspects des mathématiques. C'est alors cette résistance qui doit être surmontée par la volonté du mathématicien, qui souhaite employer ce qu'il ou elle sait déjà de certains aspects des mathématiques pour prouver quelque chose qui ne peut l'être qu'en comprenant d'autres aspects des mathématiques. Ce qui pourrait être le contenu d'âme de ce qui apparaît alors être une résistance entre différents aspects des mathématiques et êtres associés, doit cependant faire l'objet d'une étude plus approfondie. Notons à cet égard que diverses qualités d'âme ont été associées aux nombres dans des traditions spirituelles au moins depuis l'époque du maître de la Grèce antique, Pythagore. Le livre écrit par le père de l'auteur, mentionné dans sa préface, présente une approche plus moderne de ce concept.

Les idées des mathématiques ne sont, bien sûr, pas les seules idées éternelles existantes. Des mots abstraits comme, bon, beauté, amour, sagesse, liberté, bonheur, désir, altruisme et égoïsme, représentent des idées très difficiles à définir. En fait, un dictionnaire définira un mot en se référant à d'autres mots et il est possible en regardant la définition des mots employés dans la définition du mot originel de trouver à nouveau le mot originel ! C'est ainsi que la tentative de comprendre la signification d'un mot peut amener quelqu'un à tourner en rond. De toute façon, comprendre ce qu'un mot abstrait peut signifier, ce que sont les idées qu'il abrite, est une tâche de philosophe ; de telles idées résisteront à leur compréhension, tout comme les idées et les théorèmes des mathématiques résistent à un mathématicien. Ceci suggère encore la présence d'êtres conscients qui sont en lien avec les idées de ce type.

La question de savoir si les idées universelles ou « *universaux* » existent indépendamment des objets individuels (ou les corps des choses vivantes quand on considère des organismes vivants) dont la nature et les propriétés peuvent être décrites en utilisant les universaux, fut le sujet d'un grand débat philosophique en Europe durant le Moyen-Age. Un

exemple de ce type de question est : le bonheur existe-t-il en soi ou seulement parce que des êtres humains individuels et des animaux sont heureux ? Les « réalistes » ont cru en l'existence réelle des universaux indépendamment des objets individuels, tandis que pour les nominalistes disciples de Roscelin, ce n'étaient que des mots.

Les contenus du troisième monde de Penrose peuvent être compris comme correspondant à l'esprit et à un ou plusieurs êtres éternels de l'esprit. Ce monde serait un monde où existent les constituants fondamentaux des deux autres mondes ou leurs archétypes. Nous pouvons nous attendre à ce qu'au moins plusieurs de ces constituants ou plutôt de ces êtres séparés soient très éloignés de ce qui peut être saisi par la pensée humaine ordinaire, actuelle. De tels archétypes ont été perçus par les expériences spirituelles de Rudolf Steiner, par exemple. Dans ce cadre-là, nous pouvons penser que les idées des mathématiques contiennent la moindre « indétermination ». La preuve mathématique fonctionne dans un grand nombre de situations ; ce n'est qu'au vingtième siècle qu'on a trouvé des limites à la puissance des mathématiques. C'est similaire à ce qui se produit en physique ; de nombreuses propriétés et événements sont prévisibles dans ce qui semble être, à l'échelle humaine, les processus quasiment « morts » de la physique. Il n'est par conséquent pas surprenant que des mathématiques quasiment « mortes » s'accompagnant d'une indétermination relativement petite, aient connu un grand succès une fois appliquées à la physique quasiment « morte », qui s'accompagne également d'une indétermination relativement petite. La relation des mathématiques — et la découverte de nouveaux concepts en général — à l'esprit et aux enseignements spirituels peut être considérée d'une autre manière. De grandes découvertes tendent à être faites suite à une certaine séquence d'événements (décrits dans le livre déjà mentionné « Le Quark et le Jaguar » de Murray Gellmann). Le physicien allemand du dix-neuvième siècle Herman von Helmholtz a déclaré que la naissance d'une nouvelle idée nécessitait trois étapes — saturation, incubation et illumination. Murray Gellmann décrit la première étape comme consistant à s'imprégner de la difficulté d'un problème et à s'efforcer de le surmonter. Pendant la deuxième étape, la pensée consciente devient inutile, même si le problème demeure toujours une affaire personnelle. Nous pouvons penser que dans la deuxième étape le problème est encore abordé inconsciemment, ou au moins selon l'interprétation de l'inconscient donnée dans la section précédente de ce chapitre, par d'autres êtres avec lesquels l'être humain est en contact. Dans la troisième étape, une solution apparaît soudainement, tandis que la personne est en train de faire quelque chose de complètement différent. C'est soudain un éclaircissement ou une illumination. Le mathématicien français Henri Poincaré a ajouté une quatrième étape, celle de vérifier que la solution est vraiment correcte. Un autre mathématicien français, J. Hadamard, a étudié comment ont été faites des découvertes mathématiques.

Ce processus à l'œuvre dans la découverte de nouveaux concepts, y compris mathématiques, peut être comparé au processus du développement spirituel d'un être humain qui souhaite faire l'expérience des mondes spirituels, lesquels ne peuvent pas être perçus par les sens, ainsi que le décrit Rudolf Steiner dans son livre « La science de l'occulte dans ses grandes lignes »⁴⁸. Il y décrit plusieurs degrés de perception « des mondes invisibles », conduisant à ce qui est une réelle perception spirituelle. Ces degrés sont « l'imagination », « l'inspiration » et « l'intuition ». Le degré de l'« imagination » (à ne pas confondre avec « imaginer » des choses irréelles) s'acquiert au moyen de divers exercices consistant à former des images mentales de choses non perçues par les sens et de la concentration sur ces images. À ce stade, les réalités spirituelles apparaissent sous forme d'images vivantes, mais elles ne sont pas perçues directement. Le degré de l'inspiration où des réalités spirituelles sont perçues, est atteint en faisant disparaître les images, en maintenant seulement l'effort fait pour

produire ces images. À ce stade, les vérités apparaissent immédiatement sans qu'il soit besoin de penser à ce qui est observé. Le degré suivant, celui de l'intuition, le contact direct avec des êtres spirituels, s'acquiert également par l'effort consistant à faire disparaître les images de l'imagination.

Il semblerait que le processus d'exécuter des exercices pour atteindre le degré de l'imagination corresponde à s'imprégner d'un problème scientifique ou mathématique, ou à ce qu'Helmholtz a appelé *saturation*. L'« inspiration » ou peut-être même l'« intuition » de la solution, succède à un stade où la conscience du problème disparaît de la conscience. Le quatrième stade de Poincaré pourrait alors être lié à la vie dans un monde de réalités spirituelles. Toutefois, nous devons nous rappeler que l'expérience spirituelle décrite par les maîtres spirituels comme Rudolf Steiner, va bien au-delà des processus de la découverte scientifique et mathématique. Comme nous l'avons mentionné, les archétypes spirituels peuvent être très éloignés de ce qui peut être saisi par la pensée humaine actuelle, ordinaire.

4. Commentaires concernant le concept d'« énergie »

Arrivé ici, il peut être utile de considérer plus en détail le concept d'énergie. Son rôle dans la physique antérieure au vingtième siècle a été discuté dans la 2^{ème} section du 2^{ème} chapitre. Le mot « énergie » est souvent employé par certains mouvements spirituels et est fréquemment considéré comme étant directement lié à des réalités spirituelles. Certains parlent de différentes formes d'énergie comprenant l'énergie « spirituelle ». Des types non orthodoxes de médecine parlent en outre des « énergies du corps ». Nous considérerons le concept d'énergie en physique afin que nous puissions voir par là comment la plupart de qui est dit à ce sujet, résulte d'une pensée peu claire et est par certains côtés matérialiste.

Commençons par considérer l'origine du mot. Selon le dictionnaire étymologique français « Le Robert »⁴⁹, le mot énergie est dérivé d'une racine indo-européenne qui signifie agir (en anglais « agir » = « to act »). Cette racine « werg » ou « worg » est à l'origine du mot anglais « work » et du mot allemand « werk »⁵⁰. Dans le développement qui a mené au mot « énergie », nous trouvons le mot grec « ergein », qui signifie force en action. Pour le grand philosophe grec Aristote, « ergein » se distingue de « dynamis »⁵¹, qui est une possibilité d'action. Nous pouvons donc voir que le mot énergie est dérivé de l'idée d'action dont nous devrions nous rappeler de nos discussions précédentes, qu'elle n'est pas le seul aspect de la définition du monde.

En physique élémentaire, une quantité d'énergie déterminée peut, en principe, être convertie en « travail » mécanique, c'est-à-dire, permettre à un objet de se déplacer en réaction à une force agissant sur lui. En fait il existe de nombreuses formes d'énergie en physique comme la lumière, la chaleur et l'énergie électrique. Le principe de la « conservation de l'énergie », mentionné dans le 2^{ème} chapitre, énonce qu'une seule forme d'énergie peut en principe (pas toujours dans la pratique) être convertie en une autre forme d'énergie : une quantité déterminée de l'une des formes est convertible en une quantité déterminée d'une autre forme. L'équation célèbre d'Einstein $E = mc^2$, mentionnée dans le 3^{ème} chapitre, énonce que même la masse d'un corps peut être convertie en d'autres formes d'énergie. L'énergie de la physique est la capacité d'agir dans le domaine de la physique ou, selon les termes de l'« Encyclopedic Dictionary of Physics »⁵², « l'énergie peut être définie comme la capacité de produire des effets ».

Cependant, la perception de différentes formes d'énergie, c'est-à-dire l'expérience intérieure qui en est faite par des êtres humains, n'est pas du tout la même. Bien que la conservation de l'énergie soit précise quand on effectue des mesures numériques de l'énergie, elle ne décrit pas les expériences humaines liées aux différentes formes d'énergie.

La quantité totale d'énergie disponible sous une certaine forme peut souvent être la capacité appropriée d'agir dans une sorte de physique convenant à l'échelle humaine, ainsi que mentionné dans la 2^{ème} section de ce chapitre, où a été considérée une action possible sur des systèmes chaotiques d'êtres déployés dans le temps. Néanmoins, nous avons vu que ce n'est pas le cas dans des situations où le principe d'indétermination de Heisenberg doit être pris en compte ; là, dans la sphère de la physique quantique c'est l'exactitude avec laquelle une quantité déterminée d'énergie peut être appliquée, qui semble être égale à la capacité d'agir ; de sorte que la capacité d'agir dans des situations différentes n'exige pas d'être la même. La capacité d'agir n'est sans doute pas la quantité d'énergie physique disponible, ni l'exactitude avec laquelle cette énergie est appliquée quand un corps humain est soigné d'une maladie. Il vaut donc mieux ne pas appeler « énergie » toutes les formes de capacité d'agir.

Le rôle de la quantité totale d'énergie pour les êtres conscients qui agissent sur les systèmes chaotiques physiques, peut être comparé à ce quelque chose qui intervient quand les êtres humains ont des relations les uns avec les autres. L'argent joue un rôle semblable à celui de l'énergie dans les relations entre les personnes et les groupes de personnes ! Sa possession donne aux êtres humains la capacité d'agir. L'argent peut également être exprimé sous forme des différentes monnaies utilisées dans différents pays, dont chacune peut être convertie en une autre en fonction d'un taux de change. Il y a alors là quelque chose qui correspond à la conservation de l'énergie, quand une monnaie est convertie en une autre, bien que le taux de conversion, à savoir le taux de change, ne soit pas constant. De toute façon, différentes monnaies ne sont pas équivalentes ; les prix relatifs de différents produits ne sont pas les mêmes dans des pays différents, ces prix dépendant de l'économie et de la culture d'un pays particulier. Ceci nous rappelle le fait que les perceptions humaines de différentes formes d'énergie ne sont pas les mêmes. Cela suggère que l'énergie n'est pas nécessairement spirituelle ; dans certaines situations physiques elle tient le rôle joué par l'argent dans la société humaine. Je dois admettre que je suis tenté de faire un lien entre l'intérêt excessif actuel pour l'énergie dans certains cercles et la préoccupation excessive de l'argent à l'heure actuelle dans la majeure partie du monde. En effet, certaines individualités qui se prétendent des « gourous », sont particulièrement intéressés par l'argent qu'ils gagnent au moyen de leurs activités...

5. Existe-t-il une sorte de trinité derrière les divers êtres conscients ?

Si de nombreuses et différentes sortes d'êtres conscients existent, nous pouvons faire un pas de plus. L'idée qu'il existe une trinité divine derrière les phénomènes du monde est présente dans plus d'une culture. L'Hindouisme parle de trois dieux suprêmes : Brahma, qui crée, Vishnu qui conserve et Shiva qui détruit. Nous devrions noter qu'un tel concept est étroitement lié à la trinité du temps, passé, présent et futur, bien que ce ne soit pas tout à fait pareil. La création d'un objet qui existe dans le présent, a été produit dans le passé. L'objet a été conservé dans le passé après avoir été créé, est conservé dans le présent et sera conservé dans le futur, jusqu'à ce qu'il soit détruit. Cependant, on ne peut pas considérer que ces trois dieux existent séparément dans le monde des idées éternelles, qui n'est ni créé, ni détruit.

Le philosophe grec Héraclite, mentionné dans la dernière section du 2^{ème} chapitre, a affirmé

qu'il y avait trois principes fondamentaux dans le monde. C'étaient « *Theon* », une sorte de divinité, le « *Logos* », que nous pouvons nous représenter comme étant les mots ou le langage de l'Univers et des philosophes, tandis que le dernier principe était le « *perpétuel changement* ». Remarquons que le mot *logique* est basé sur l'idée du Logos. Quelques siècles après Héraclite, le Logos a été un concept fondamental de la philosophie stoïcienne. L'auteur de L'Évangile selon Saint Jean a exprimé ce même principe d'Héraclite, dans le prologue au début de l'évangile, en disant que le Logos ou Verbe, qui était au commencement, a été fait chair et a vécu parmi les êtres humains sous la forme de Jésus-Christ. Ainsi l'une des doctrines fondamentales du christianisme est liée à ce qui avait été précédemment enseigné par Héraclite. Il serait possible d'extrapoler une telle interprétation ; auquel cas, Theon représenterait le Père et le changement perpétuel l'Esprit saint. Toutefois, il semble qu'Héraclite ait été influencé, au moins dans une certaine mesure, par des enseignements des Mystères grecs. Ses trois principes peuvent en effet aussi être mis en rapport avec les trois degrés de la perception spirituelle de Rudolf Steiner, brièvement décrits dans la 3^{ème} section de ce chapitre. Le changement perpétuel est alors la propriété fondamentale des images vivantes du degré de l'imagination, alors que la perception directe de la vérité est atteinte dans le degré de l'inspiration. Le contact direct avec les êtres spirituels du degré de l'intuition peut alors être relié avec la perception du divin. Il est donc même possible de relier les degrés de la perception selon Rudolf Steiner à la Trinité.

Il est peut-être dangereux d'essayer de relier une trinité divine à ce qui peut être découvert par la recherche scientifique. Il existe une histoire à propos du grand professeur Alain de Lille qui était appelé le « Docteur Universalis » et a vécu au douzième siècle. Il marchait le long des quais de la Seine à Paris en 1168, la veille du jour où il devait parler de la Trinité, quand il vit un petit garçon essayer de faire entrer toute l'eau de la Seine dans un petit trou. Alain de Lille dit au garçon que c'était impossible, à quoi le garçon répondit qu'il était également impossible de parler de la Trinité. Selon l'histoire, Alain de Lille a été si interloqué que le jour suivant il abandonnait l'enseignement.

Pour continuer, considérons à nouveau la physique quantique. Nous avons vu au 3^{ème} chapitre que la physique quantique ne peut calculer que les différentes possibilités de ce qui peut se produire ; une des possibilités est réalisée par « la réduction de la fonction d'onde ». C'est ainsi que la possibilité d'événements réels dans le temps à échelle humaine est en lien avec le monde quantique. Nous avons vu que de nombreux physiciens comprennent actuellement ce phénomène comme résultant de l'interaction de petits systèmes obéissant aux lois de la physique quantique dans un très grand « environnement », c'est-à-dire, dans le monde extérieur, qui est, en effet, pratiquement infini si on le compare au système quantique. Ce processus est habituellement extrêmement rapide. Nous pouvons penser chaque interaction, ou rencontre de tous les petits systèmes quantiques qui existent avec des particules de l'environnement, comme étant une sorte de processus de « mort » d'une foule de possibilités inhérentes aux êtres liés à la physique quantique, dont l'existence a été avancée dans la 1^{ère} section de ce chapitre. C'est fort semblable à la manière dont l'expérience humaine du présent a été décrite, dans la dernière section du 2^{ème} chapitre, comme une sorte de mort des possibilités d'action dans le futur. Dans les interactions, les propriétés de quasi-particules des composants d'un système quantique doivent être prises en compte, la particule doit être dans une certaine région de l'espace proche d'une autre particule si elles doivent interagir. Après une interaction avec l'environnement, différentes possibilités apparaissent à nouveau en nombre, dont presque toutes mourront à nouveau lors de la prochaine interaction. C'est ainsi que l'interaction avec l'environnement nous incite à penser à un processus continu de naissance, suivi de mort liée à l'emprisonnement dans une petite région de

l'espace, mort suivie à son tour d'une re-naissance. Le monde à l'échelle humaine semble alors faire mourir le monde quantique de la « sous-nature » quand il interagit avec le monde humain.

L'interaction ou les rencontres se produisent quand la trajectoire d'une particule, ayant des propriétés quantiques, croise les trajectoires d'autres particules appartenant à l'environnement. Il est possible de décrire cela au moyen du symbolisme chrétien. Nous pouvons voir le processus de mort du monde quantique comme un processus de « crucifixion » continue, lorsqu'un système quantique est croisé par quelque chose qui appartient à l'environnement. Des entités de la sous-nature sont croisées ou rencontrées par le monde à grande échelle. Ainsi, des événements réels peuvent être produits dans le temps et le rythme de la succession de ces événements est un langage ou « logos ». Le monde originel des possibilités est celui du Père, la mort est reliée au Fils et la re-naissance des possibilités avec l'Esprit Saint. Ce qui est associé à l'Esprit Saint joue alors le rôle du père dans des interactions postérieures. Ceci peut être directement relié au courant spirituel des Rosicruciens et à leur façon de se relier à la Trinité, impliquant la naissance dans le Père, la mort en Christ et la re-naissance dans l'Esprit Saint :

Ex Deo Nascimur
In Christo Morimur
Per Spiritum Sanctum reviviscimus

Dans la 2^{ème} section de ce chapitre, j'ai proposé que des êtres autres que ceux qui sont liés au principe d'incertitude de Heisenberg, agissent dans le monde à grande échelle. De tels êtres sont également associés à ce qui est imprévisible. Dans ce cas-là, quand deux de ces êtres se rencontrent, le résultat de la rencontre doit être imprévisible. Seule une des nombreuses possibilités d'interaction entre eux se réalisera ; les autres possibilités mourront. La mort est alors une partie nécessaire de la réalisation des possibilités dans l'univers partiellement imprévisible dans lequel nous vivons. Sans la mort il ne pourrait pas y avoir de renaissance. Nous pouvons, d'après ce qui a été dit, voir le Fils ou Christ cosmique comme présent lors des rencontres. Cette manière de comprendre ce qui se produit dans l'univers, n'a pas besoin de suggérer et en effet, à première vue, ne suggère pas l'existence d'un Dieu tout-puissant.

Il est possible de concevoir la Trinité comme se composant de trois (ou d'une seule) consciences indépendantes, qui se manifestent elles-mêmes (elle-même) à travers ce qui est accompli par tous les différents êtres conscients de l'univers, sans contrôler tout ce qui est accompli par ces autres êtres conscients.

Ce qui a été dit ici peut être énoncé d'une autre manière par la méditation de la « Pierre de Fondation » de Rudolf Steiner. C'est la méditation de base destinée aux membres de la Société anthroposophique, fondée par lui. L'idée de la Trinité du Père, du Fils et de l'Esprit Saint est fondamentale dans cette méditation. Le deuxième vers est directement lié à l'idée de l'environnement, bien que la méditation ait été donnée aux membres de la Société Anthroposophique en 1923, bien des décennies avant que des physiciens pensent à relier l'environnement à la physique quantique :

*Car la volonté du Christ règne dans la périphérie,
Versant sa grâce aux âmes par les rythmes de l'Univers :*

*Denn es waltet der Christus-Wille im Umkreis
In den Weltenrhythmen Seelen-begnadend.*

L'être humain, à la différence des êtres inférieurs, est conscient de lui-même ; lui ou elle peut dire « Je suis ». Il est donc possible pour un être humain de rencontrer son Je-suis intérieur. C'est de cette façon que la rencontre avec le Je-suis intérieur peut aussi être reliée au Fils ou Christ. Examiner davantage cette question dépasserait l'objet de ce livre.

Qu'il soit souligné que le rôle de la Trinité proposé ici « ne prouve pas » les doctrines et les dogmes des différentes Églises touchant à l'incarnation historique du Christ. De toute façon, le but ici n'est pas d'inciter le lecteur à croire à une doctrine ou à un dogme en particulier et encore moins à l'inciter à se soumettre à la hiérarchie d'une Église.

* * * * *

Chapitre 5

Vers une nouvelle Science

1. Comment un seuil semble avoir été franchi

Les résultats saisissants de la science du vingtième siècle, dont il a été question au 3^{ème} chapitre de ce livre, ont radicalement changé la manière dont les scientifiques pensaient le monde. Nous avons vu dans le dernier chapitre comment on pourrait expliquer de tels résultats par la présence d'êtres conscients possédant les trois capacités de l'âme, de la connaissance, du bonheur et de la capacité d'agir. Par conséquent, malgré les hypothèses fondamentales présidant à la naissance de la science moderne, il semblerait que l'âme ne puisse pas être complètement éliminée de la science. Ceci signifie que le monde de la physique peut être considéré comme une sorte d'illusion, ou pour employer une expression orientale, une « *maya* », occultant l'existence de l'âme. Plus particulièrement, le parcours de la physique dont le développement a été déterminé par ses hypothèses fondamentales, a conduit à certaines conclusions logiques en physique quantique et à la découverte de phénomènes étranges qui lui sont associés. Comme nous avons vu dans le 4^{ème} chapitre, ces phénomènes peuvent au moins être partiellement expliqués par la présence d'êtres conscients qui se résistent mutuellement et pour qui le bonheur ne peut pas être plus grand qu'une constante de la physique. De tels êtres semblent appartenir au monde amoral de la « sous-nature ». D'autres résultats scientifiques semblent explicables par la présence simultanée d'êtres conscients d'un genre tout à fait différent dans les systèmes chaotiques et même dans le monde des idées pures. D'autres raisons de croire aussi à la présence d'une trinité divine derrière les êtres des différentes sortes ont de même été données à la fin du 4^{ème} chapitre. Cependant, l'auteur de ce livre ne prétend pas « avoir rigoureusement prouvé » ces vues ; ce qu'on peut au moins en dire, c'est qu'elles nous aident à comprendre de nombreux aspects du monde, y compris les expériences intérieures des êtres humains, tout en possédant une certaine logique intrinsèque.

Dans notre approche, nous avons grandement recours à des expériences humaines intérieures pour guider notre compréhension de la nature. Un être humain possède la conscience, les capacités de l'âme et de nombreuses sortes d'expérience, qui ne peuvent pas être réduites aux concepts de la physique basés sur l'espace et des aspects du temps apparentés à l'espace. Nous ne supposons pas ici que ces autres êtres sont comme les humains, ce qui serait faire une hypothèse particulièrement douteuse, mais que l'expérience intérieure humaine reflète les propriétés fondamentales du monde.

Nous pouvons, à ce stade, nous rappeler les discussions faites au 1^{er} chapitre, qui questionnaient : est-ce que la science n'est que relations sociales ? Il nous est possible maintenant de donner une réponse plus satisfaisante que celles qui avaient été données dans ce 1^{er} chapitre. Comme je l'ai exprimé dans ce livre, les relations sociales s'établissent avec d'autres êtres, à savoir avec des êtres qui peuvent être d'autres humains, ou également encore ceux de la nature, de la sous-nature ou du monde des idées pures. Nos relations avec d'autres humains et le type de société dans lequel nous vivons, influenceront, c'est clair, nos relations avec d'autres sortes d'êtres et influenceront ainsi notre science et notre technologie. De ce fait, nous ne pouvons pas dissocier la science et son histoire d'autres aspects de la société et

de l'histoire humaines. Certains de ces autres aspects seront également examinés dans ce chapitre.

Si nous examinons les découvertes décrites au 3^{ème} chapitre, il semble qu'autour du début du vingtième siècle, la science ait franchi une sorte de « seuil » dans des champs d'expérience qui sont très différents de ceux du monde physique ordinaire de la vie quotidienne. La descente dans les mondes de la sous-nature a été particulièrement remarquable ; si on comprend correctement ces mondes, il devient manifeste qu'ils nous enseignent de nombreuses leçons fondamentales. Il est possible de voir ce royaume de la sous-nature ou d'Ahrimane, comme possédant certaines caractéristiques particulières, même spirituelles. Ceci signifie qu'il aurait été difficile d'apprendre de telles leçons si la science ne s'était pas intéressée à la sous-nature. Toutefois, ce que j'ai exprimé dans ce livre indique que pour les apprendre, nous ne devons pas confondre la sous-nature avec une sorte de monde divin. La nature du seuil devient plus claire si nous considérons certaines dates :

Expérience de Michelson et Morley : 1887
Découverte de la radioactivité par Becquerel : 1896
Propriétés de l'électron déterminées par Thomson: 1897
Théorie quantique de Planck : 1900
La théorie d'Einstein de l'effet photo-électrique : 1905
La théorie d'Einstein de la relativité restreinte : 1905
Le modèle de Rutherford de l'atome : 1911
Le modèle de Bohr de l'atome : 1913
La théorie de la relativité générale d'Einstein : 1915
De Broglie propose les ondes de la matière : 1923
Mécanique ondulatoire de Schrödinger : 1926
Principe d'indétermination de Heisenberg : 1927
Le théorème de Gödel : 1931
Réalisation de l'importance du chaos : années 1960

Il est sans doute pertinent de comparer ces dates à certaines traditions concernant l'évolution spirituelle de l'humanité, selon laquelle de grands changements devaient survenir vers le début du vingtième siècle. Par exemple, selon une déclaration faite vers la fin du dix-neuvième siècle par H.P. Blavatsky, la principale fondatrice de la Société Théosophique, dans son livre « La Doctrine secrète », l'humanité était sur le point d'entrer dans un nouveau cycle de son développement. À cet égard il y a une tradition indienne concernant différentes sortes d'âges ou « Yugas ». Les quatre yugas sont les Krita Yuga, Treta Yuga, Dvapara Yuga et Kali Yuga et peuvent correspondre au moins jusqu'à un certain point aux quatre âges (d'or, d'argent, de bronze et de fer) du poète de la Grèce antique, Hésiode. Selon certaines traditions indiennes, l'humanité est entrée dans le « Kali Yuga », un âge de conflits et de ténèbres, en 3002 av. J.-C. et certains maîtres déclarent qu'il durera environ 5000 ans. Rudolf Steiner a dit qu'il avait pris fin en 1899 et qu'après sa fin, l'humanité acquerrait progressivement une forme supérieure d'aptitudes spirituelles à celles qui avaient été perdues précédemment. L'étudiant français des enseignements indiens traditionnels Alain Daniélou dans « Le Destin du Monde d'après la tradition Shivaite »⁵³ déclare que le Kali Yuga a pris fin en 1939, mais qu'il est suivi par un « crépuscule » de Kali Yuga, qui finirait en 2442 avec la destruction presque totale de l'humanité telle qu'elle existe actuellement. Il existe, toutefois, un certain désaccord à propos de la durée du Kali Yuga ; dans son article « Quelques Réflexions sur les Cycles de l'Histoire Humaine » dans la revue française « Troisième Millénaire »⁵⁴, Jean-

Louis Siemens déclare que selon le traditionnel « Mânavadharma Shâstra » (les lois de Manu), le Kali Yuga devrait durer 432.000 ans, ce qui signifie qu'il resterait à venir 427.000 années de ce Kali Yuga !

De toute façon, nous n'avons pas besoin de tableer sur d'anciens enseignements pour voir que l'humanité a franchi un seuil. Comme nous l'avons vu au 1^{er} chapitre, la science joue un rôle essentiel dans le monde moderne. En outre, les découvertes scientifiques du vingtième siècle ne sont pas les seuls signes d'un tel événement. La technologie moderne, qui est souvent basée sur la physique d'aujourd'hui, permet aux gens d'avoir une expérience spirituelle « factice ». Il est possible de produire des images artificielles sur des écrans comme ceux du cinéma, de la télévision et des ordinateurs, en utilisant (cinéma excepté) l'électronique laquelle exige l'utilisation de la physique du vingtième siècle de l'extrêmement petit. Les systèmes de la réalité virtuelle sont beaucoup plus puissants parce qu'ils permettent aux gens d'avoir simultanément différents genres d'impressions sensorielles produites artificiellement, produites tout en correspondant aux résultats de calculs informatiques. Il existe de nombreuses applications pratiques de la réalité virtuelle. Il est possible, par exemple, de n'en prendre qu'un parmi la multitude des exemples possibles, pour simuler les perceptions d'une maison qui n'est pas encore construite, afin de voir à quoi ressemblerait d'y vivre en réalité. De telles expériences de déconnexion des perceptions naturelles du corps sont des parodies d'expériences spirituelles résultant de la méditation, lesquelles sont également associées à la déconnexion des perceptions du corps. En effet, les dangers résultant d'une telle déconnexion ne sont pas totalement dissemblables. Nous devrions, en particulier, veiller à ne pas mettre notre santé mentale en danger. Les méthodes actuelles de production de réalité virtuelle sont encore plutôt primitives ; sont envisageables des approches bien plus raffinées, peut-être au moyen de la production de perceptions par action directe sur le système nerveux. Une manière de comprendre de tels développements serait de les considérer comme la tentative de rendre impossibles de véritables expériences spirituelles, si on garde présent à l'esprit la naissance à notre époque de nouvelles capacités spirituelles annoncées par divers enseignements, comme celui de Rudolf Steiner.

Quoique dépassant quelque peu la portée de ce livre, un examen succinct de l'histoire du vingtième siècle semble également suggérer le passage d'un seuil. Cette histoire a comporté de nombreuses tragédies, bien que ce ne soit pas le fait le plus original du vingtième siècle. Il est vrai que de grands massacres ont eu lieu dans le passé, au cours des invasions mongoles du treizième siècle, par exemple. L'arrivée des Européens en Amérique fut par bien des côtés un désastre pour les gens qui y vivaient avant eux. Cependant, en plus de ses tragédies, le vingtième siècle a vu des tentatives de créer à grande échelle des sociétés organisées d'une manière qui n'avait jamais existé auparavant dans le monde matériel. Bien que se prétendant scientifique, le communisme était basé jusqu'à un certain point sur des idées utopiques. Le livre « L'Utopie » (dont le sens du mot grec est *nulle part*) à propos d'une société communiste parfaite, imaginaire, a été écrit par Thomas More au début du seizième siècle. La société décrite dans ce livre a certaines caractéristiques totalitaires, comme une intimité impossible pour les habitants d'Utopie. Thomas More était un homme très religieux et moral. Selon Rudolf Steiner, dans une conférence donnée le 2 mai 1916, More pouvait, suite à ses méditations, faire des expériences spirituelles dans son sommeil, que les gens ne font pas habituellement, mais qu'il était incapable de communiquer consciemment. Une description de ces expériences est relatée dans « L'Utopie » ; Par conséquent, nous pouvons penser aux idées utopiques du communisme comme à une tentative de transposer des expériences spirituelles dans le monde matériel de la vie quotidienne, malgré le matérialisme extrême auquel les communistes croyaient consciemment. Après la révolution industrielle et les souffrances qu'elle a occasionnées aux travailleurs, cette forme d'utopie a semblé très attrayante à un

grand nombre de personnes. Les utopies n'ont, toutefois, pas leur place dans le monde matériel et il n'a été possible d'essayer ces formes d'utopie qu'en utilisant une extrême violence. Les expériences spirituelles acquises d'une telle manière sont illégitimes. La violence et la répression qui ont atteint un sommet sous Staline, ont remplacé les idéaux ; des sociétés pourries ont vu le jour, dont la plupart se sont effondrées avant l'écriture de ce livre.

Nous avons mentionné à la fin du 2^{ème} chapitre, relativement à la discussion consacrée au temps, les dangers résultant de développements spirituels erronés. Selon Rudolf Steiner, celui qui souhaite faire des expériences spirituelles, doit franchir un genre d'« abîme ». Certains des événements tragiques du vingtième siècle peuvent donc être considérés comme liés aux dangers relatifs à des approches erronées du spirituel et à la présence d'un tel abîme.

2. Comment serait-il possible d'étudier, en physique et en biologie, les phénomènes de la nature d'une nouvelle manière ?

Dans ce livre, un contenu d'âme a été recherché dans des phénomènes partiellement imprévisibles et dans la découverte de certains faits qui leur sont propres, correspondant aux aspects de l'âme : connaissance, bonheur et capacité d'agir de divers êtres conscients. Ce que je dois souligner ici, c'est que même si un phénomène présente ces trois aspects, cela ne prouve pas en soi que la présence de conscience soit associée à un contenu d'âme. Un contenu d'âme peut, cependant, au moins être signalé si quelque chose de partiellement imprévisible est présent et si une connexion peut être trouvée entre chacun des trois aspects du phénomène et l'un des aspects de l'âme, connaissance, bonheur et capacité d'agir. Ces conditions ne sont pas toujours satisfaites, de sorte qu'il n'est pas souvent facile de justifier les demandes émanant parfois de cercles anthroposophiques d'une relation entre toutes les sortes de phénomènes et les capacités humaines de penser, de sentir et de vouloir.

Cependant, nous pouvons nous attendre à ce qu'on puisse trouver de réelles indications des aspects psychiques appartenant aux êtres conscients dans bien des situations et des phénomènes, non étudiés dans ce livre. De telles indications demandent à être recherchées et étudiées en détail, en utilisant pour se guider les expériences intérieures des êtres humains. En effet l'étude directe de l'expérience intérieure et des perceptions (comme notre étude du temps) peut grandement nous enseigner. Rappelons-nous à cet égard l'étude des couleurs de Goethe, décrite dans le 2^{ème} chapitre. La physique de l'extrêmement petit demande à être étudiée beaucoup plus en détail que cela a été fait ici.

En outre, je dois souligner que ce livre a examiné le temps plutôt que l'espace, pour la raison que le temps peut être mis plus directement en rapport avec les qualités de l'âme. Il devrait néanmoins être possible de découvrir les aspects de l'âme également dans l'espace, au moins parce que les diverses formes de séparation spatiale peuvent être considérées comme isolant les uns des autres les champs d'activité des différents êtres. Il y a également des manières de regarder l'espace qui sont différentes de celles qui sont généralement pratiquées en physique et qui ont particulièrement intéressé des personnes à la recherche d'un autre type de science basée sur les enseignements de Rudolf Steiner, c'est-à-dire, dans le cadre de l'Anthroposophie. Pour résumer brièvement ce type d'approche, il est nécessaire de préciser qu'il existe certains types de géométrie où les distances ne sont pas prises directement en considération, mais où le sont des propriétés plutôt spéciales dérivées de la distance. Les propriétés appelées « *rappports de section* » sont inchangées si les distances et les angles sont transformés de diverses manières bien déterminées. C'est le cas de la géométrie projective,

qui possède une caractéristique très importante en ce sens que les points et les plans (surfaces planes) sont équivalents ; chaque propriété d'un plan s'accompagne d'une propriété correspondante d'un point. Penser à la géométrie projective peut pour cette raison nous aider à nous libérer de l'idée que l'espace doit toujours être conçu comme composé de points ; il peut également être conçu comme composé de plans. La géométrie projective est décrite dans « Projective geometry »⁵⁵ de Lawrence Edwards. Il existe des géométries qui se situent « entre » la géométrie de la distance comme celle dont les gens font en général l'expérience dans leur vie quotidienne, c'est-à-dire, la géométrie « euclidienne » et la géométrie projective. Il existe également une géométrie de ce qui est appelé le « *contre-espace* », étudiée par George Adams et Louis Locher-Ernst, qui est, d'une certaine manière, « opposée » à la géométrie euclidienne et à son utilisation de la distance, le rôle des points dans la géométrie habituellement perçue étant remplacé par celui des plans. Enfin, il existe également des géométries avec des propriétés à mi-chemin entre celles du dernier type de géométrie mentionné et celles de la géométrie projective⁵⁶.

Si nous essayons de mettre ces considérations géométriques en rapport avec la physique et avec d'autres sciences, nous pouvons d'abord remarquer que la relation entre points et plans nous rappelle les rôles des particules et des ondes dans la physique quantique. Une particule est une sorte de « point expansé », tandis que les surfaces des ondes dans l'espace tridimensionnel peuvent devenir presque planes. Georg Unger dans son « Forming concepts in physics »⁵⁷, suggère une application possible à la physique quantique de l'utilisation simultanée de modèles de pseudo-point et de pseudo-plan. Utiliser ce type de méthode permet de décrire en langage géométrique les caractéristiques psychiques de ce monde. Nick Thomas, dans un article « Rethinking Physics »⁵⁸ et plus récemment dans son livre la « Science between Space and Counterspace. Exploring the significance of negativ space »⁵⁹ va plus loin, en décrivant une tentative détaillée de refonder la physique en la basant sur ces concepts géométriques. Il mentionne une relation entre le contre-espace (de même des géométries ayant des propriétés à mi-chemin entre celles de la géométrie du contre-espace et celles de la géométrie projective) et ce qui est appelé en anthroposophie l'« éthérique ». L'éthérique est particulièrement lié à la vie. Rudolf Steiner a décrit les quatre « éthers », dont 3 sont considérés par Nick Thomas comme décrits par un de ces types de géométrie. Il existe, selon Nick Thomas, une relation semblable entre la géométrie euclidienne et les géométries que celle entre la géométrie projective et les états de la matière, solide, liquide et gazeux. En outre, des objets dans la physique remplissent simultanément tant l'espace ordinaire d'Euclide que le contre-espace, qui ont des propriétés opposées, le résultat étant une déformation dans un seul espace entraînant une pression et finalement une force. Il peut expliquer certaines lois de la physique en utilisant cette approche. Il reste à voir le succès que connaîtra Nick Thomas à l'avenir en repensant la totalité de la physique de cette manière.

Comme nous avons vu au 3^{ème} chapitre, les systèmes chaotiques sont décrits par la géométrie fractale. Il peut, en fait, être possible de relier les sortes de chaos dans les organismes vivants aux types de géométrie que nous venons de mentionner. Le contre-espace peut en effet être défini d'une infinité de manières en ce qui concerne l'espace euclidien, parce que chaque point de l'espace euclidien peut être défini comme étant un point à l'infini dans une géométrie particulière du contre-espace. C'est la raison pour laquelle les différentes géométries possibles du contre-espace, quand elles sont considérées ensemble, peuvent montrer des propriétés fractales, ayant une structure infinie en chaque point de l'espace euclidien. Nous pouvons à présent mentionner la recherche de George Adams et Olive Wicher sur des plantes, décrite dans « The living plant and the science of physical and ethereal spaces »⁶⁰. Ils ont découvert que de nombreux aspects des formes végétales peuvent être

compris au moyen de la géométrie du contre-espace avec son point à l'infini. Comme ils l'indiquent, de nombreux points de ce genre peuvent être présents pour la même plante. Nous pouvons peut-être penser que la description du contre-espace d'une plante correspond à l'aspect correspondant aux ondes des phénomènes de la physique quantique, tandis que ce qui dans une plante est le mieux décrit par la géométrie euclidienne, correspondrait alors aux aspects correspondant à la particule de la physique quantique.

Que Lawrence Edwards ait aussi mené des études géométriques, est ce qui ressort de son « The Field of Form »⁶¹. Il étudie ce qui est appelé les « courbes projetées de von Staudt » (en allemand W-Kurve où le W vient de *wurfen* = jeter, projeter, etc), qui sont définies par certaines transformations de structures que permet la géométrie projective. Il découvre que diverses formes des organismes vivants, y compris les plantes et le cœur, peuvent être bien décrites en *utilisant des courbes projetées de von Staudt*. Il est possible de relier ce genre de recherche à nos considérations précédentes ayant trait à la géométrie du chaos présente dans des organismes vivants, mais il reste à voir si de tels rapports peuvent être établis.

D'autres avènements possibles pour la recherche peuvent être indiqués si nous gardons présent à l'esprit que des systèmes chaotiques sont sensibles à des effets minimes, dont certains pourraient sembler à première vue aboutir à des phénomènes complètement inattendus et même « fous » du point de vue de la physique actuelle. Par exemple, Lawrence Edwards découvre que des formes végétales sont influencées par les positions des planètes ; si un tel résultat est confirmé, il semble très difficile de l'expliquer par les forces physiques classiques. Des recherches ont été également entreprises dans des cercles anthroposophiques pour détecter des effets de l'éthérique dans certaines situations expérimentales, comme les effets sur des substances provenant d'organismes vivants, effets révélés par la cristallisation du chlorure de cuivre⁶². Une solution de chlorure de cuivre à laquelle a été ajoutée une petite quantité de la substance en question, s'évapore, aboutissant à la formation de cristaux, présentant dans chaque situation particulière une organisation caractéristique. En fait, le chaos semble présent dans la cristallisation ; son rôle possible dans ce genre d'expérience demande à être élucidé.

Certains des phénomènes étudiés dans la recherche parapsychologique pourraient être dus à des effets semblables, quand ils sont réels et non imputables à la fraude commise par ceux dont le but est de convaincre les autres de l'existence de tels phénomènes, comme dans le phénomène appelé « psychokinèse ». Dans la psychokinésie, l'esprit est supposé agir directement sur la matière à distance d'une manière « non matérielle ». La possibilité d'une telle action semble ne pas être complètement insensée, au vu de notre discussion de la 2^{ème} section du dernier chapitre sur la façon dont un être d'humain pourrait être capable de contrôler son propre corps quand se produisent des effets chaotiques.

L'auteur de ce livre a, dans une approche quelque peu similaire, recherché des faits astronomiques « fous » qui ne devraient pas pouvoir se produire selon les idées actuelles concernant le cosmos. De tels faits, si significatifs, dépendraient d'observations faites à partir de la terre, qui est la résidence de l'homme et suggérerait donc que l'homme a une certaine signification dans le cosmos. L'existence de certains faits de cette sorte est réellement indiquée, y compris, par exemple, des relations entre les positions de certaines étoiles lumineuses dans le ciel lorsqu'elles sont vues de la terre. La position de Sirius, l'étoile la plus lumineuse pour l'œil humain, est à 90° environ (88,73°) de la troisième la plus lumineuse, α Centaure, qui, selon des méthodes astronomiques de détermination des distances, semble à mi-distance de Sirius. Quand elle est étudiée avec des télescopes, α Centaure est vue comme

étant en réalité un système de trois étoiles très rapprochées, étoiles qui sont les plus proches du système solaire. Des rapports semblables existent entre les positions dans le ciel de novas observées qui sont lumineuses lorsqu'elles sont vues de la terre, ces dernières faisant partie des objets que j'étudie au cours de ma recherche astrophysique habituelle. Les novas brillent typiquement soudainement 100.000 fois plus avant de pâlir habituellement beaucoup plus lentement jusqu'à un éclat proche de l'éclat d'avant l'« explosion ». J'ai même tenté de prévoir la position dans le ciel de futurs novas, sans succès jusqu'à présent.

Un exemple différent d'un fait astronomique, lié à la terre, pourrait être en rapport avec sa vitesse « absolue » mentionnée dans la 2^{ème} section du 3^{ème} chapitre (consacré à la relativité). Il s'agit du faible rayonnement électromagnétique venant de toutes les directions du ciel. Dans ce chapitre il est dit qu'une première déviation d'« isotropie » (des quantités égales de rayonnement venant de toutes les directions), est habituellement interprétée comme produite par un mouvement absolu du système solaire eu égard à ce rayonnement. La vitesse de ce mouvement, qui a été mesuré comme étant de 369,5 km/s à partir d'observations faites depuis le satellite COBE, peut être simplement mise en rapport avec deux autres vitesses de base. La première est la vitesse de la lumière de 299.790 km/s, qui joue un rôle fondamental dans la relativité. L'autre vitesse est ce qui pourrait être considéré comme étant la vitesse du déplacement « le plus fondamental » de la terre qui, à la différence d'autres mouvements, n'est pas définie par rapport à quelque autre corps astronomique pris isolément, c'est-à-dire, que la vitesse de sa rotation à l'équateur, égale 0,46510 km/s. Et le rapport de la vitesse de la lumière à la vitesse absolue du système solaire en ce qui concerne le rayonnement venant de toutes les directions du ciel, est très proche du rapport de cette vitesse absolue à la vitesse de la rotation de la terre à l'équateur. En fait, le lecteur peut vérifier si l'un de ces rapports est divisé par l'autre, qu'est obtenue une valeur très proche de 1 à savoir 1,0213. Des objections peuvent être formulées, cependant, contre une telle recherche de faits astronomiques « fous ». Si on joue avec une assez grande quantité de nombres différents, on trouvera par la suite des rapports apparents entre certains de ces nombres, ne serait-ce qu'en raison des lois de la probabilité. Il y a toujours une certaine probabilité que deux nombres soient presque les mêmes, sans qu'aucun autre lien particulier n'existe entre eux. Il est difficile d'éliminer une telle possibilité pour les types de rapports mentionnés. En outre, si nous regardons les positions de ces étoiles dans le ciel qui semblent être les plus lumineuses pour l'œil humain quand elles sont vues de la terre, il faut nous rappeler que ces positions ne sont pas fixes, mais changent lentement avec le temps, rendant douteuse la signification de tout ce qui serait basé sur les positions actuelles, à moins que l'époque actuelle soit considérée comme particulièrement déterminante. Le ciel vu dans quelques millénaires sera différent, avec peut-être d'autres rapports entre les positions des étoiles les plus lumineuses. Nous pouvons donc dire que la situation, quant à la signification de ce type de rapport astronomique, est quelque peu incertaine et il n'est pas clair pour moi dans quelle mesure je peux prouver de cette façon quelque chose d'une manière concluante. Cependant, il se pourrait qu'il ne soit pas inutile de continuer de rechercher des types semblables, simples et saisissants de rapports qui, comme certains de ceux déjà trouvés, peuvent être obtenus sans trop jouer avec des nombres. De nombreux faits importants peuvent exister qui n'ont pas fait l'objet jusqu'à présent d'une recherche, parce qu'ils ont été considérés comme absolument impossibles.

3. Nouvelles possibilités dans les sciences concernant les êtres humains et recherche d'une meilleure structure pour la société.

Les méthodes « scientifiques » généralement admises pour étudier le comportement humain peuvent paraître très douteuses à un physicien comme moi. Beaucoup d'entre elles semblent basées sur des statistiques, sans qu'on puisse clairement déterminer quels phénomènes fondamentaux sont réellement responsables des divers résultats statistiques obtenus. En outre, je me demande parfois si les gens qui travaillent dans de tels domaines, ne font pas souvent beaucoup plus qu'inventer des mots compliqués en vue d'éblouir le non spécialiste. L'approche de ce livre, basée sur la présence de différentes sortes d'êtres possédant la connaissance, le bonheur et la capacité d'agir, peut aider à surmonter de tels problèmes. Les êtres humains, selon ce point de vue, non seulement, possèdent ces trois facultés, mais sont de plus influencés en tant qu'individus et que groupes par d'autres êtres humains et par divers genres d'entités non humaines. De toute façon, il est clair qu'un grand volume de recherche reste à faire dans ces domaines afin de préciser de telles idées et découvrir comment elles peuvent s'appliquer.

Un aspect des sciences sociales peut être relié à des suggestions faites par Rudolf Steiner quant à la façon d'édifier une société plus saine. Ces suggestions se trouvent en particulier dans « Towards Social Renewal »⁶³. Il préconise une structure triple pour une société basée sur une séparation de la vie culturelle de l'aspect de la société lié aux droits de chaque être humain (y compris les lois et comment elles sont décidées et imposées), de même qu'une séparation de ces deux aspects de la société d'un troisième aspect de la société lié à l'économie. La culture est concernée par la vie intellectuelle et spirituelle ou plus généralement par les dons naturels de chaque être humain. Les droits de chaque être humain appartiennent au monde des relations humaines, tandis que la vie économique est concernée par ce qui est produit à partir de la nature. Rudolf Steiner déclare que la devise venant de la révolution française — liberté, égalité, fraternité — devrait s'appliquer séparément à chacun de ces trois aspects de la société. La liberté est ce qui devrait régir la vie culturelle, l'égalité celle des droits, tandis que la fraternité devrait régir l'économie. Ainsi, la démocratie est importante dans la vie des droits, tandis que la solidarité entre tous les êtres humains est importante dans l'économie.

Si nous examinons les trois aspects de la société, nous pouvons voir que la vie culturelle est en lien avec ce que recherche chaque individu dans sa « quête », qui peut être par exemple dans l'art et l'expérience religieuse et même dans la pratique d'un passe-temps ou dans la réussite sportive, ou même encore dans une forme de recherche dans une branche scientifique. La culture est de cette façon reliée aux genres de « connaissance » de chacun des membres d'une société. L'aspect lié aux droits implique comment rendre une société heureuse dans ses relations humaines, tandis que l'économie est concernée par la manière dont une société agit en particulier dans ses rapports avec la nature.

En expliquant la nécessité de ce type de structure sociale d'une manière différente que celle adoptée par Rudolf Steiner, nous pouvons dire que, à notre époque, les êtres humains sont devenus de plus en plus conscients d'eux-mêmes en tant qu'individus autonomes et séparés avec des désirs différents et tendent à résister de manière croissante les uns aux autres. En fait, nous pouvons dire que quelque chose comme le principe d'indétermination de Heisenberg est de plus en plus réel dans les relations humaines, surtout dans les sociétés occidentales. Chaque être humain et groupe d'humains tend à résister aux autres et à les combattre, c'est-à-dire, à essayer à la fois de limiter le volume de la connaissance et la

capacité d'agir des autres, afin de ne pas être écrasé par ces autres et de pouvoir ainsi satisfaire autant que possible son ou ses désirs. De cette façon, des limites sont mises à la « connaissance » totale d'une société et à sa capacité d'agir, de sorte que la société dans son ensemble devient « malheureuse ». Une séparation entre ce qui correspond dans une société à la connaissance, entre ce qui correspond au sentiment de contentement dans les relations humaines et entre ce qui correspond à la capacité d'agir, peut aider à prévenir des motifs de conflit et aider ainsi à surmonter au moins en partie cette « absence de bonheur ». Il devrait, en particulier, être possible de surmonter la domination actuelle de la majeure partie du monde par l'économie, qui entre autres choses limite les droits des êtres humains et manipule la culture à travers les médias. À cet égard, pensons au scandale du grand nombre de personnes extrêmement pauvres vivant à l'heure actuelle dans les très riches pays occidentaux.

Nous pouvons remarquer que ce n'est pas un accident si cette tendance des individus à se combattre réciproquement a augmenté simultanément avec la découverte en physique du principe d'indétermination de Heisenberg. Des phénomènes ont été étudiés qui « étaient comparables » à l'actuel comportement humain.

L'ordre social trinitaire n'est pas une utopie, comme le communisme, comme je l'ai personnellement cru quand j'étais plus jeune, bien qu'il puisse au moins en partie conduire à la réalisation de nombreux idéaux sociaux. Il ne peut pas éliminer tous les conflits, mais peut s'il voit le jour, améliorer des choses. Cependant, il faut admettre qu'il est extrêmement difficile dans le monde actuel avec, entre autres choses, une économie mondiale, ne serait-ce que de commencer à réaliser une forme de société trinitaire ; en fait il faut accomplir beaucoup plus de travail que ce qui a été réalisé jusqu'à présent, avant que cet ordre puisse être sérieusement mis en chantier.

4. Commentaires conclusifs

J'ai essayé dans ce livre de montrer comment il serait possible de commencer, tout au moins, à introduire l'âme et l'existence d'êtres conscients dans la science. La présence de tels êtres peut être indiquée là où l'indétermination se produit, de même qu'en présence de divers genres de « résistance ». Les expériences de l'âme de tels êtres sembleraient alors fondamentales pour la compréhension de la nature de l'univers. Si l'approche exposée ici est justifiée, il faut que beaucoup plus de travail soit effectué pour voir à quel point elle est fructueuse. Une telle fécondité plutôt qu'une sorte quelconque de « preuve », qui semblerait à première vue quasiment impossible, serait apte à montrer dans quelle mesure cette approche est juste. De cette façon, elle peut être considérée comme un guide pour de futures investigations scientifiques et pas simplement comme une spéculation philosophique.

Afin de créer une science qui inclue l'âme, il sera nécessaire de surmonter ce qui me semble une sorte de peur d'abandonner des hypothèses fondamentales. De plus, le monde de l'âme humaine et de ses expériences intérieures, ainsi que sa perception possible des êtres physiquement invisibles, est également celui des rêves et des cauchemars. Introduire ce type de monde dans une science comme la physique peut en effet apparaître effrayant à beaucoup de gens.

Une autre science devrait également aboutir à d'autres technologies et à d'autres sortes de société humaine, qui seraient davantage « écologiques ». De telles nouvelles technologies pourraient par exemple être basées sur la collaboration avec certains êtres qui agissent dans

des situations chaotiques. De toute façon, la prise de conscience de l'importance des expériences intérieures de l'âme devrait amener les gens à être moins disposés à se traiter les uns les autres comme des machines, comme cela semble parfois le cas dans certaines expériences biologiques liées à la reproduction humaine. Toutefois, nous devrions n'avoir aucune illusion : la conscience d'être toujours entouré par d'autres êtres conscients ne fera pas nécessairement adopter aux êtres humains un meilleur comportement. L'histoire, y compris l'histoire récente, a montré à quel point des personnes pouvaient être cruelles envers autrui, sans parler de combien elles peuvent être cruelles envers les animaux. Dans cette situation, les personnes ne seront pas nécessairement moins cruelles envers quelque autre sorte d'êtres visibles et invisibles, de l'existence desquels elles peuvent prendre conscience, à moins qu'elles s'effraient des effets d'une telle cruauté.

La Science telle que nous la comprenons à présent, a moins de cinq siècles d'âge ; elle est encore dans sa petite enfance ou au mieux dans son adolescence. Le futur pourra accoucher d'une science beaucoup plus mature.

© 2000 Michaël Friedjung

* * * * *

PUBLICATIONS CITÉES DANS CE LIVRE

- Adams, George et Wicher, Olive : « The Living Plant and the Science of Physical and Ethereal Spaces », 1949, Goethean Science Foundation, Clent, Stourbridge, Worcestershire, Angleterre
- Barrow, John, D. et Tipler, Franck, J. : « The Anthropic Cosmological Principe », 1986, Clarendon Press, Oxford, Angleterre
- Bitbol, Michel et Ruhnau, Eva : « Now, Time and Quantum Mecanics », 1994, Frontières, Gif sur Yvette, France
- Capra, Fritjof : « The Tao of the Physics ». Wildwood House 1975 et Fontana 1976 , « Le Tao de la physique, éd. Sand, 1987
- Churchland, Paul, M. et Smith-Churchland, Patricia : « Could a Machine Think ? »,1990, « Scientific American », vol. 262, n°.1, p 26
- Danielou, Alain : « Le Destin du Monde d'après la tradition Shivaite ». 1992, Espaces Libres, Albin, Michel, Paris, France
- Edwards, Laurence : « Projective Geometry », 1985. Rudolf Steiner, Institute, Phoenixville, Pennsylvanie, États-Unis
- Edwards, Laurence : « The Field of Form », 1982, Floris books, Edimbourg, Ecosse
- Feschotte, Pierre : « Les Illusionistes. Essai sur le Mensonge Scientifique », 1985, Éditions de l'Aire, Lausanne, Suisse — Réédité sous le titre « Les Mirages de la science », éd. Les Trois Arches, Chatou, 1990.
- Feyerabend, Paul : « Against Method », 1975, New Left Books, Londres, Angleterre
- Freeman, W.J. : « The Physiology of Perception »,1991, « Scientific American », vol. 264, n°2. p 34
- Friedjung, Michaël, 1991 : « Modern Physics and the Nature of the World », Network Newsletter « Scientific and Medical Network », N°. 45, p 4
- Friedjung, Michaël, 1997 : « Time : a Challenge to Physics », « Network », « Scientific and Medical Network », N°.63, page 16
- Friedjung, Walter : « Vom Symbolgehalt der Zahl ». 1968, Europa Verlag, Vienne, Autriche
- Gell-mann, Murray : « The Quark and the Jaguar. Adventures in the Simple and the Complex » 1994, Little, Brown and Co.. Londres,
- Gleick, James : « Chaos: Making a new Science », 1988, Sphere Books, Londres
— « La théorie du chaos – Vers une nouvelle science », éd. Albin Michel, 1989
- Goldberger. A. L. : Rigney, D. R.; West, B. J.; « Chaos and Fractals in Human Physiology », 1990, « Scientific American », vol. 262, n° 2, p 34
- Haroche, Serge : « Entanglement, Decoherence and the Quantum/Classical Boundary », 1998, « Physics today », vol. 51, n°7, p 36
- Holdrege, Craig : « A question of Genes. Understanding Life in Context », 1996, Floris Books, Edimbourg
- Holdrege, Craig : « Génétique et réalité. Clonage. Manipulations ». Éditions Anthroposophiques Romandes, Genève. 2002.
- Jeanière, Abel : « Les Présocratiques », 1996, Seuil, Paris, France

- Kaufman, S.A. : « Antichaos und Adaptation », 1991, « Scientific American », vol. 265, n° 2, p. 64
- Klein, Etienne : « Le Temps ». 1995, Dominos, Flammarion, Paris
- Kline, Morris : « Mathematics the Loss of Certainty », 1980, Oxford University Press.
- Masani, Sir Rustom : « Zoroastrianism: the Religion of the Good Life » 1962, Collier Books, New-York, États-Unis
- Nottale, Laurent : « L'Espace-Temps Fractal », 1995. « Pour la Science », n 215, p.34
- Penrose, Roger : « The Emperor's New Mind », 1989, Oxford University Press
— L'Esprit, l'Ordinateur et les lois de la physique, Interéditions, 1992
- Penrose, Roger : « Shadows of the Mind », 1995, Vintage, Londres
- Pfeiffer, Ehrenfried : « Sensitive Crystallization Processes. A Demonstration of formative Forces in the Blood », 1975, Anthroposophic Press, Spring Valley, NY, États-Unis
- Picoche, Jacqueline : « Dictionnaire de l'Étymologie du Français ». 1973, Le Robert, Paris, France
- Popper, Karl, R. : « Objective Knowledge. An Evolutionary Approach ». 1972, Clarendon Press, Oxford
- Prigogine Ilya et Stengers, Isabelle : « La Nouvelle Alliance », 1979, Gallimard, Paris
- Rudnicki, Konrad : « The Cosmological Principles », 1995, Jagellonian University, Cracovie, Pologne
- Searle, John, R. : « Is the Brain's Mind a Computer Programm? », 1990, « Scientific American », vol. 262, N°1, p. 20
- Searle, John, R. : « Deux Biologistes et un Physicien en Quête de l'Âme », 1996, « La Recherche ». N°. 287, p. 62
- Shinbrot, Troy. : Grebogi, Celso ; Ott, Edward; Yorke, James, A., « Using small Perturbations to Control Chaos », 1993, « Nature », vol. 363, p. 411
- Siemens Jean-Louis : « Quelques Réflexions sur les Cycles de l'Histoire Humaine », 1996, « Troisième Millénaire ». N°. 41, p. 52
- Steiner, Rudolf : « An outline of Esoteric Science », 1996, Anthroposophic Press, New-York — La science de l'occulte en esquisse, éd. Triades ou Novalis ou Éditions Anthroposophiques Romandes.
- Steiner, Rudolf : « Directives anthroposophiques ». (1924-1925) (GA 026. Triades). – Novalis 1998 Sous le titre : « Les lignes directrices de l'anthroposophie. Le chemin de connaissance de l'anthroposophie. Le mystère de Michaël »
- Steiner, Rudolf : « La Philosophie de la liberté », GA 004. Fischbacher 1963, EAR 1983 ; éd. Branche Paul de Tarse, Mulhouse 1986) ou Éditions Anthroposophiques Romandes, ou éditions Novalis.
- Steiner, Rudolf : « Naissance et devenir de la science moderne ». GA 326.(Novalis 1997 Autre titre : « L'apparition des sciences naturelles ». (Supplément N°7 de la Revue Triades 1957)
- Steiner, Rudolf : « Les exigences sociales fondamentales de notre temps », (GA 186. Dervy livres 1997)
- Steiner, Rudolf : « Eléments fondamentaux pour la solution du problème social », (GA 23-24. Éditions Anthroposophiques Romandes, 1991)
- Steiner, Rudolf : « Le triple aspect de la question sociale », Fischbacher 1921.

- Steiner, Rudolf : « L'initiation. Comment acquérir des connaissances des mondes supérieurs »,
GA 10. Triades 1989 ou Éditions Anthroposophiques Romandes 1992
- Tetens, Johann Nicolaus : « Philosophische Versuch », 1913, Verlag von Reuther & Reichard, Berlin
- Thewlis, J.; Glass, R. C. ; Hughes, D. J.; Meetham, A. R. : « Encyclopedic Dictionary of Physics » , 1961,
Pegamon Press, Oxford et Londres, New York, Paris
- Thomas, Nick : « Rethinking Physics ». 1996, « Newsletter Articles Supplement of the Science Group of the
Anthroposophical Society in Great Britain ». N° 2, p. 1
- Thomas, Nick : « Science between Space and Counterspace. Exploring the Significance of Negative Space »,
1999, Temple Lodge Publishing, Londres
- Uus, Undo : « Blindness of Modern Science », 1994, Tartu Observatory, Estonie
- Unger, Georg : « Forming Concepts in Physics », 1995, Parker Courtney Press, Chestnut Ridge, NY, États-Unis
- Young, Bob : « Science in Social Relations », 1977, « Radical Science Journal », n° 5, p 65
- Zurek, Wojciech H. : « Decoherence and the Transition from Quantum to Classical », 1991, « Physics today »,
vol. 44, N°. 10, p 36
- Zwicky, Fritz : « Morphological Astronomy ». 1957, Springer, Berlin. Göttinen, D. Heidelberg,

**Deux références bibliographiques francophones concernant les cristallisations sensibles
proposées par le traducteur :**

- Engquist Magda : La matière vivante et son pouvoir de mise en forme. La cristallisation du chlorure de cuivre comme méthode d'étude des transformations biologiques des substances végétales. 61 p. A4. Traduction de l'allemand non publiée par Association Présences. Voir ci-dessous
- Tesson Marie-Françoise ; Miguel A.F. Bravo : Cristallisations sensibles. Méthode, applications, commentaires. 1992. Association Présences; BP 9. 65710 CAMPAN. 70 p. A4



Michaël Friedjung est né en 1940 en Angleterre de parents autrichiens réfugiés après avoir fui les Nazis. Il était à onze ans déjà profondément intéressé par la science, et unir la science et la spiritualité est devenu par la suite son but. Il a étudié l'astronomie, obtenant un BSC en 1961 et son Phd en 1965. Après de courts séjours en Afrique du Sud et au Canada, il est venu en France en 1967 comme membre associé post-doctorant et plus tard il a été nommé à un poste permanent au Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS) en 1969, où il est à présent directeur de recherches. Après avoir vécu avec les contradictions entre la science officielle et les enseignements spirituels, il a commencé à voir des solutions au moins à certains des problèmes, qui sont décrits dans ce livre.

Notes

- 1 Vom Symbolgehalt der Zahl, Europa Verlag, Vienne, Autriche.
2 Flammarion 2009
3 « Scientific American », page 51, mars 2008
4 New Left Books, Londres 1975. (NdT. : voir sur le site internet oboulo.com, article
de 8 pages de Melle Goulier consacré à *Contre la méthode* ; 15/07/2008)
5 Voir Bob Young 1977
6 Objective Knowledge – An Evolutionary Approach – Clarendon Press Oxford 1972 ;
Paris, Aubier, 1991. Réédition : Flammarion, 1998.
7 Interéditions. 01/10/1995.
8 « Blindness of Modern Science » (NdT. : « Cécité de la Science moderne », Tartu
Observatory, Estonie, 1994).
9 Philosophie de la Liberté, GA 04; Fischbacher, Paris 1964 ; Ed. Branche Paul de Tarse, Mulhouse, 1986
10 Philosophische Versuch (NdT. : Essai philosophique), Johann Nicolaus Tetens (1775, réédité par Verlag
von Reuther et Reichard, Berlin 1913).
11 Voir « Les Présocratiques », Abel Jeanière, Seuil, 1996
12 De la Nature des Choses (ndt).
13 Éditions de l'Aire, 1985 — ou sous le titre « Les mirages de la science », Éd. Les Trois Arches. (nde)
14 « Une question de gènes. Comprendre la vie dans son contexte » (Floris Books, et Lindesfarne Press
sous un autre titre, 1996 : voir du même auteur en français : « Génétique et réalité – Clonage » . Éditions
Anthroposophiques Romandes, Genève et Éditions Pic de la Mirandole, ndt.)
15 Springer 1957 — (Astronomie morphologique, ndt.)
16 Rudolf Steiner Press et Anthroposophic Press, 1985 — (GA 326. L'apparition des sciences
naturelles. Revue Triades. Supplément n°7-1957. Naissance et devenir de la science moderne. Éd.
Novalis. F.78360 Montesson. 1997. – Remarque : Le supplément de la p. 165 à la p.181 donné dans
l'édition Triades ne figure pas dans l'édition Novalis, ndt).
17 « Cécité de la Science moderne » (ndt).
18 « Shadows of the Mind », Roger Penrose « Les Ombres de l'esprit » (ndt).
19 « The Emperor's New Mind », Roger Penrose « Le nouvel Esprit de l'Empereur »,
Oxford University Press, 1989. Paru en français sous le titre :
20 « L'esprit, l'ordinateur et les lois de la physique », Interéditions, 1992.
« The Cosmological Principles », Konrad Rudnicki, Jagellonian University, Cracovie, 1995 —
(« Les principes cosmologiques », ndt.)
21 « The Anthropic Cosmological Principle » de Barrow et Tipler ; Le Principe cosmologique
anthropique (Clarendon Press, 1986) – voir « L'homme et le cosmos. Entretien avec ces deux
auteurs » ; éd imago/France culture, ndt.)
22 Cf. note 18
23 « Maintenant, le Temps et la Mécanique quantique » — éditeurs Michel Bitbol et Eva Ruhnu,
Éd. Frontières, 1994
24 Collection « Dominos », Flammarion, 1995
25 Éditions Anthroposophiques Romandes, 1989 ; GA 202 de son œuvre complète.
26 En anglais, will désigne la volonté ou le verbe vouloir : to will et est aussi l'auxiliaire du futur (nde).
27 GA 010 ; Triades, 1989 ; Éditions Anthroposophiques Romandes, 1992
28 Un mouvement uniforme est un mouvement à vitesse constante dans direction constante.
29 Pages 191 – 201 de l'édition anglaise.
30 Albin Michel. 1989 ; Flammarion 2008
31 Gallimard, 1979
32 « Chaos et Fractales en physiologie humaine »(ndt) – Scientific American, vol. 262, Nr. 2, p. 34, 1990.
33 Cf. « The Physiology of Perception » de W.J. Freeman in Scientific American, vol. 264, Nr. 2,
p. 34, 1991.
34 Scientific American, vol. 265, N° 2, p. 64, 1991.
35 On dit aussi « effondrement de la fonction d'onde » et on parle aussi de « réduction du paquet
d'ondes » (nde.).
36 Le Tao de la physique, Fritjof Capra (Wilwood House, 1975, Fontana, 1976). – en français, éd. Sand,
1^{ère} édition, 1985.
37 Voir le dernier paragraphe de la 4^{ème} section de ce chapitre.
38 Cf. page 34 du n° de septembre 1995 de « Pour la Science » (l'édition française du « Scientific

American »).

39 Il existe en français, « La relativité dans tous ses états », Laurent Nottale, Hachette 1998 (nde.)
Les lecteurs au fait de la physique peuvent lire une description de Zurek page 36 du n° d'octobre 1991
40 de « Physics today »
(voir l'article de S. Haroche page 36 du n° de juillet 1998 de « Physics Today »)

41 On dit aussi particules élémentaires. (nde.)

42 Little Brown and Co. 1994 — en français, Albin Michel, 1995.

43 Mathematics : the Loss of Certainty, Morris Kline, Oxford University Press 1980 ;
pour la traduction française, Paris, Christian Bourgeois, 1989
44 p.48 de l'édition Fischbacher, Paris, 1963 ; GA 04.

45 Cf. « Les lignes directrices de l'anthroposophie », GA 026 ; éd. Novalis. F 78360 Montesson ; 1998.

46 Cf. « Zoroastrianism : the Religion of the Good Life » de Sir Rustom Masani,
Collier Books, New York, 1962.

47 Pour un traitement mathématique voir « Using Small Perturbations to Control Chaos » de T. Shinbrot,
C. Grebogi, E. Ott et J. A. Yorke dans « Nature » vol. 363, p. 411 ; 1993.

48 GA 13. Triades, 1988 ; Éditions Anthroposophiques Romandes, 1994 ou Éd. Novalis, 2000

49 Dictionnaire de l'étymologie du français » de Jacqueline Picoche, 1973

50 Werk, work signifient tous deux travail (ndt.)

51 Force en puissance (nde.)

52 Pergamon Press, 1961

53 Espaces Libres, Albin Michel 1992

54 page 52 du N°. 41

55 Rudolf Steiner Institut, 1985 ; Floris books. 2003

56 Voir de Rudolf Steiner *La quatrième dimension*. GA 324a. 384 p.. Ed. Triades. 2001, ndt.

57 Parker Courtney Press, Chesnut Ridge, New York, 1995.

58 « Newsletter Articles Supplement » N°. 2 du Groupe scientifique de la Société Anthroposophique
en Grande-Bretagne, p. 1, 1996

59 Temple Lodge Publishing, Londres, 1999

60 Goethean Science Foundation, Clent, Stourbridge, Worcestershire, Angleterre 1949

61 Floris books, 1982

62 Voir « Sensitive Crystallization Processes. A Demonstration of Formative Forces in the Blood »
d'Ehrenfried Pfeiffer, Anthroposophic Press, Spring Valley, New York, 1975).

63 Rudolf Steiner Press, Londres, 1975 – GA 23, Eléments fondamentaux pour la solution du problème
social. EAR, Genève. 1991. Le triple aspect de la question sociale. Éd. Fischbacher, Paris 1921.
Les exigences sociales fondamentales de notre temps. GA 186. Dervy 1997)