

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES HUMAINES, SOCIALES ET
ÉDUCATIVES

UNITÉ DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

POST GRADUATE SCHOOL FOR
THE SOCIAL AND EDUCATIONAL
SCIENCES DOCTORAL

DOCTORAL RESEARCH UNIT
FOR SOCIAL SCIENCES

LE RÉEL QUANTIQUE : ENTREPRISE MICROPHYSIQUE OU PERSPECTIVE MÉTAPHYSIQUE ?

Thèse soutenue publiquement le 13 juillet 2022 en vue de l'obtention du
diplôme de Doctorat/Ph.D en Philosophie.

Spécialité : Épistémologie et Logique

Par

Robert NTJAM PONDY

12C191

Titulaire d'un Master en Philosophie



Jury :

Président : KENMOGNE Émile, Pr., Université de Yaoundé I

Rapporteur : MOUCHILI NJIMOM Issouffou Soulé, MC., Université de
Yaoundé I

Membres : - MONDOUE Roger, Pr., Université de Dschang
- BODO Bertrand, MC., Université de Yaoundé I
- AMOUGOU Jean Bertrand, MC., Université de Yaoundé I

Juin 2021

SOMMAIRE

DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUMÉ	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCTION	1
PRÉMIÈRE PARTIE : CRISE DU CLASSICISME ET ÉMERGENCE DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES	11
CHAPITRE I : LES RAISONS D'UNE DÉCRIPITUDE DE LA SCIENCE CLASSIQUE ..	13
CHAPITRE II : LA NECESSITE D'UNE REMISE EN QUESTION DU	48
DETERMINISME HIPPOCRATIQUE	48
CHAPITRE III : DE L'INCOMPLÉTUDE DE LA MÉCANIQUE NEWTONNIENNE	81
DEUXIEME PARTIE : LA REVOLUTION QUANTIQUE OU RENOUVELLEMENT DES FONDEMENTS DE LA MÉTAPHYSIQUE	115
CHAPITRE IV : L'INCIDENCE DU RÉALISME MICROPHYSIQUE SUR L'INTERPRETATION MÉTAPHYSIQUE DU RÉEL	117
CHAPITRE V : VERS UNE TRANSITIVITÉ ENTRE MÉTAPHYSIQUE ET MICROPHYSIQUE	159
CHAPITRE VI : LA MÉTAPHYSIQUE OU LA SAGESSE DE LA SCIENCE.....	193
TROISIEME PARTIE : MICROPHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE, DEUX APPROCHES COMPLÉMENTAIRES DANS LA COMPRÉHENSION DU RÉEL ..	224
CHAPITRE VII : LA MICROPHYSIQUE OU LE FONDEMENT DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE.....	226
CHAPITRE VIII : DE L'INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DE LA RÉALITÉ QUANTIQUE	259
CHAPITRE IX : LA VALEUR HEURISTIQUE DU SYSTÈME DE VÉRITÉ APPROCHÉE	293
CONCLUSION GENERALE	326
BIBLIOGRAPHIE	330
INDEX	354
TABLE DES MATIERES	366

À ma mère.

REMERCIEMENTS

À l'issue de la rédaction de cette recherche, nous sommes convaincus que la thèse est loin d'être un travail solitaire. En effet nous n'aurions jamais pu réaliser ce travail doctoral sans le soutien d'un grand nombre de personnes au premier rang desquelles notre Directeur de thèse le Professeur MOUCHILI NJIMOM Issoufou Soulé, sa disponibilité nous a permis de conduire ce travail à son terme. Nous lui exprimons notre gratitude.

J'exprime ma gratitude aux enseignants du Département de philosophie de l'Université de Yaoundé 1 pour leur encadrement tout au long de nos études.

Ma reconnaissance va aussi à mon épouse, qui particulièrement grâce à ses encouragements nous avons conduit nos travaux à terme.

Je remercie Mme. NKONO NKELYE Friede et M. MBOCK Zachée qui ont contribué à la réalisation de ce travail par la fourniture documentaire.

Enfin, Je remercie nos camarades avec qui nous avons eu des échanges et dont la lecture de ce travail a été d'une importance indéniable.

RESUMÉ

L'histoire de la pensée occidentale est dominée par l'idée du *miracle grec*. Celle-ci a pris son essor à partir du VI^e siècle av J-C, s'imposant universellement comme savoir. On lui doit la prise de conscience de la nécessité de la compréhension des phénomènes de la nature, dont la finalité est une recherche méthodique de la sagesse et de la vérité. La philosophie, comme science cherche les explications les plus générales sur la nature de l'univers. Elle s'est surtout confondue avec la science à cette période primaire de la pensée parce qu'elle faisait intervenir des moyens rationnels dans la recherche de l'objectivité scientifique. La reprise de la pensée mécaniste au XVII^e siècle a mis en berne la philosophie médiévale et des explications théologiques au profit de la physique classique théorisée par Newton. Celle-ci montrait que nous ne sommes que des rouages mécaniques dans un univers en mouvement d'une horlogerie ; incapable, via nos efforts mentaux de s'autodéterminer comme être dans le monde. Cette image classique des êtres humains pernicieux s'est institutionnalisée dans la société est encore d'actualité. L'impossible application des lois de la mécanique newtonienne aux phénomènes électromagnétiques a donné lieu à la crise de l'idéologie matérialiste, ainsi qu'à la naissance de la physique des particules laquelle postule que la réalité est à la fois onde et corpuscule. L'entreprise microphysique en revanche, apporte des améliorations à la connaissance du réel. Elle permet de comprendre que la nature n'est pas un ensemble de relations aveugles et non conscientes qui agiraient mécaniquement. Les postulats de la physique des particules qui décrivent un réel abstrait et démontrable expérimentalement par des objets mathématiques, montrent que, le monde quantique n'est pas un *monde en soi*, mais plutôt un monde relatif de connaissance qu'un sujet peut avoir sur la nature. À ce niveau, la connaissance est un état quantique défini. Ceci amène à remettre en cause l'approche des Anciens qui pensaient la connaissance comme un rapport d'un sujet à l'objet. Ce dernier étant extérieur et ayant des principes autonomes. Au contraire, loin de concevoir la nature comme détentrice d'une réalité intrinsèque, le réel quantique rappelle que la science ne peut étudier que le procès par lequel les êtres humains forment leurs propres connaissances, élaborent les représentations qui permettront de donner du sens à l'univers et à l'humain lui-même.

Mots clés : quantum, mécanique classique, physique moderne, l'entreprise microphysiques

ABSTRACT

The history of human thought that dominated the Western world is known as the Greek miracle. This took off from the 6th century before J-C, and is universally recognized as knowledge. We owe to it the awareness of reason in the quest for an understanding of the phenomena of nature, the purpose of which is a methodical search for wisdom and truth. Philosophy, as a science, seeks the most general explanations of the nature of the universe. At that time, philosophy and science were the same given that they were rationally in the pursuit of scientific objectivity. The resumption of mechanistic thought in the 17th century gradually led to the abandonment of medieval philosophical and theological explanations in favour of Newton classical mechanical. This showed that we are only mechanical cogs in a universe with a clockwork movement; incapable, through our mental efforts, of self-determination as being in the world. This classic image of pernicious human beings becoming institutionalized in society is still relevant today. The impossibility to applying the laws of Newtonian mechanics to electromagnetic phenomena led to demise of scientific materialism. The necessitating the birth of particle physics, which postulates that reality is both wave and particle. The microphysical enterprise, on the other hand, brings improvements to the knowledge of reality, it allows us to understand that nature is not a set of blind and unconscious relationships that act mechanically. The postulates of particle physics, which describe an abstract reality that can be demonstrated experimentally by mathematical objects, show that the quantum world is not a world in itself, rather a relative world of knowledge that a subject can have about nature. At this level, knowledge is a definite quantum state. This leads to questioning the approach of the Ancients who thought of knowledge as a relation of a subject to an object. The latter being external and having autonomous principles. On the contrary, far from conceiving nature as the holder of an intrinsic reality, quantum reality reminds us that science can only study the process by which human beings form their own knowledge, develop the representations that will make it possible to give meaning to the universe and to the human himself.

Keywords: quantum ; classical mechanical, modern physic, microphysical enterprise

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'histoire des sciences consiste en une succession de ruptures épistémologiques. Selon qu'on va de l'Antiquité grecque avec les ioniens, d'une part, et les idéalistes d'autre part, jusqu'à notre époque, on verra que les dispositions méthodologiques qui déterminent le processus de recherche ont évolué en fonction des besoins et surtout de l'amélioration des conditions d'exercice méthodologique. Nous parlons d'une intelligence qui en se déployant pour comprendre le monde a permis de développer la conviction selon laquelle la science est un devoir d'existence. Ce devoir est celui de connaître, de comprendre la nature en vue de savoir comment y vivre et quel sens donner à la vie. Il participe de la réponse à l'interpellation de Socrate par l'oracle de Delphes qui, pour répondre aux préoccupations de celui-ci au sujet de la volonté qu'il manifeste de comprendre l'univers, lui a répondu « *connais-toi toi-même.* »

Pour que la connaissance scientifique soit structurée telle qu'on la connaît aujourd'hui, un débat était déjà présent dès l'Antiquité autour du principe méthodologique rendant crédible et pertinent les différentes théories du savoir. Alors que Platon posait un principe idéaliste à partir de sa théorie des Idées, il montrait que la réminiscence serait la méthode conduisant à la connaissance, puisqu'on ne cherche pas ce qui est totalement inconnu, mais ce qui a été précédemment perçu et compris dans, les cieux où ont vécu les âmes. Il fallait juste inciter ces âmes à se remémorer ce qu'elles avaient connu avant leur chute dans les corps.

Aristote quant à lui va critiquer cette méthode de Platon sans toutefois sortir du déterminisme. Il va fonder sa théorie sur le principe de la causalité qu'il a hérité de Ptolémée et Hippocrate. C'est ce déterminisme qui fait qu'Aristote ne s'éloigne pas totalement de Platon, même si chez lui, il faut remplacer la théorie des Idées par celle de l'Immanence. On peut se poser la question de savoir comment Platon et Aristote sont demeurés déterministes alors que les Ioniens, pendant la même période, pensaient déjà à une approche scientifique et non déterministe de la connaissance de l'univers.

L'approche ionienne de la connaissance était une sorte de modernité avant la lettre. Les travaux d'Anaximandre sur l'évolutionnisme, d'Aristarque de Samos sur le fonctionnement des astres, de Thalès sur l'astronomie, de Démocrite sur l'atomisme et de Lucrèce sur l'histoire du monde étaient déjà un début de formation sur l'histoire de la culture technique des sciences. Il faut le reconnaître, il s'agissait d'une approche totalement semblable à celle que nous connaissons aujourd'hui en science. La perception ionienne aurait été une révolution si elle avait été prise en compte. Mais une défaillance subsistait, liée niveau et à la qualité des instruments de l'époque des Anciens qui étaient essentiellement rudimentaires.

Comme nous pouvons le constater : « aucune profession aujourd'hui n'a plus d'influence sur le destin du monde que celle des scientifiques. »¹ On a eu l'impression qu'au cours de l'Antiquité grecque, il y avait deux formes de perception de la science, mettant en débat les idéalistes d'un côté et des physiciens mécanistes de l'autre. Les idéalistes n'ignoraient pas le monde extérieur. Seulement, ils pensaient l'ordre du déroulement des événements du cosmos comme dépendant d'un principe métaphysiquement déterminée. À l'opposé, les physiciens de la première moitié de notre ère scientifique, en développant leurs activités à partir d'observations et de l'expérimentation, justifiaient l'état de choses par le principe déterministe ou de causalité.

Aristote, par exemple, croyait pouvoir établir le principe de fonctionnement de l'univers sur la base d'une réflexion *a priori*. Il ne se préoccupait pas nécessairement de l'adéquation entre la théorie et l'expérience :

*il préférait s'appuyer sur des principes pour construire une science physique intellectuellement satisfaisante. Ecartant les faits qui lui déplaisaient, il s'efforçait de déterminer la cause des phénomènes étudiés sans accorder trop d'attention aux mécanismes mis en œuvre, n'ajustant ses conclusions que lorsque l'écart avec la réalité était trop flagrant pour être ignoré.*²

Or, les physiciens mécanistes, à l'instar de Pythagore, de Thalès et Démocrite fondaient la connaissance du monde sur un principe expérimentale qui admettait déjà le principe d'incertitude. Mais au début du Moyen-âge, la tendance matérialiste mécaniste va décliner au profit d'une tendance scientifique totalement soumise aux principes théologiques qui allaient dominer le monde pendant plus d'un millénaire.

En subordonnant la raison à la foi, il est devenu difficile pour la science de se déployer librement dans tous les axes du savoir, parce qu'on est entré dans un système de pensée qui aura fait du déterminisme un principe à la fois juridique, coercitif et le fondement absolu de la démarche scientifique. Dans ce contexte, c'est le principe aristotélicien de causalité qui était établi comme l'ordre sur lequel devait se fonder toute volonté de recherche. Ce qu'il faut dire ici c'est que le géocentrisme était célébré parce qu'il s'agissait d'une réalité imperturbable et déterminée, à partir de la métaphysique.

¹ Jean Jacques Salomon, *Les scientifiques entre pouvoir et savoir*, Paris, Albin Michel, 2006, p.7.

² Stephen Hawking et Lionard Mlodinow, *Y a-t-il un grand architecte dans l'Univers ?* Paris, Odile Jacob, 2014, p. 32.

Pendant tout le Moyen-âge, la préoccupation fondamentale de la science était de construire l'esprit humain afin qu'il soit capable de percevoir et de comprendre le message christique lequel épouse la théorie géocentrique. La connaissance qu'on a du monde pendant cette période est déterminée par un réalisme métaphysique qui, à son tour, détermine le fonctionnement de la science. En fait, on pense dans ce contexte que l'on ne peut évoluer en dehors du déterminisme. À ce niveau, le déterminisme épistémologique se justifiait en métaphysique et non en science. C'est à partir de cette perception métaphysique de la réalité, qui s'impose également à la science, que l'on croira qu'il est possible de penser l'objet à connaître comme totalement indépendant du sujet connaissant. À cause de cette volonté de penser l'objet comme extérieur au sujet, on croit pouvoir connaître de façon absolue le monde et toutes choses qui faisant objet de la connaissance. On supposait que notre perception nous révélait totalement l'univers.

L'univers est observé et connu comme un espace occupé par de différents objets et des formes dont les mouvements sont orchestrés par des forces extérieures et non intrinsèques. En effet, si l'on se réfère à l'ontologie aristotélicienne ou cartésienne, on ne peut admettre qu'un corps s'auto-anime ou qu'il soit dynamique. Chez René Descartes, par exemple, l'âme est le principe animateur de la vie et le corps n'est qu'une mécanique obéissant aux ordres de l'âme dirigeante qui doit être perçue comme le principe animateur de l'existence.

Pourtant, l'ontologie galiléenne aura tenté une sorte de révolution, puisqu'avec Galilée

*apparaîtra en physique la notion de force, et même celle de force à distance, qui suscita toute de suite, comme on le sait, de grands débats. Mais cette notion-là se présente encore comme n'étant qu'une propriété (des objets) : d'existence d'un objet en un lieu donné crée à distance, une force, si l'objet disparaît la force disparaît donc aussi.*³

Il faut dire que malgré la volonté qui anime Galilée de dépasser le déterminisme, le moment est très mal choisi étant donné la puissance de l'Autorité Ecclésiastique qui dirige et conçoit la politique scientifique de cette époque.

L'effort de Nicola Copernic, de Galilée et d'Alexandre Koyré, cherchant à innover dans la perception qu'il faut avoir de la nature ou de l'univers sont confrontés au dogmatisme religieux promu par l'Église Catholique Romaine. L'Église avait conquis à la fois les pouvoirs politiques et scientifiques. Ainsi, l'explication scientifique du réel est au Moyen-âge

³ *Id.*,

essentiellement descriptive. C'est la métaphysique et non l'expérience qui fonde le principe de vérité. Nous sommes ici plongés dans une physique qui consiste en une simple science. C'est pourquoi on pensera que la perception que nous avons des choses nous révèle la réalité dans toute sa nature intrinsèque. À cet effet, on parlera d'objectivité forte, croyant que l'on connaît la totalité des objets que l'on perçoit empiriquement.

Au sortir du Moyen-âge, la science qui se déploie pendant le début de la modernité ne s'éloigne pas de cet idéalisme classique, puisque Isaac Newton, malgré le fait qu'il ait réussi à montrer qu'il n'existait qu'un seul monde et non deux entités du monde, le monde supra lunaire et le monde infra-lunaire, est resté déterministe. En fait, il va lui aussi, envisager l'existence absolue des objets et même de l'espace et du temps. La mécanique d'Isaac Newton aura permis, au moins, de ramener toute l'existence à un seul monde. Mais, en ne percevant pas le principe de la relativité et l'existence possible d'une échelle microscopique de l'univers, il tombe dans le même piège que les Anciens ou les classiques.

C'est à partir d'Emmanuel Kant, au XVIII^e siècle, qu'on commence à imaginer un principe subjectif participant à la méthode en science. Avec Emmanuel Kant, même s'il existe un aspect inconnaissable du réel qu'il appelle noumène, il faut au moins intégrer le fait que « *la connaissance commence par les sens, mais n'en dérive pas.* » Le sujet qui donne sens aux objets, les perçoit d'abord comme extérieur à lui-même. Et, grâce aux catégories de l'entendement, celui-ci donne forme aux objets extérieurs. C'est le véritable début de la révolution scientifique qui sera suivie par les philosophes phénoménologues, à l'instar de Edmund Husserl qui ne croira pas la possibilité d'existence d'un sujet solipsiste ou monadologiste. Ce travail de la phénoménologie aura certainement mis en éveil les scientifiques du XX^e siècle. La véritable entrée dans la modernité est marquée par l'introduction de la subjectivité dans la constitution de l'esprit ou de la méthode scientifique. Désormais, on ne parlera plus d'objectivité absolue.

Isaac Newton, à la suite de Galilée, avait poursuivi l'idéal scientifique de découverte de la totalité des lois mathématiques qui semblaient gouverner le monde, à savoir le principe d'inertie, le principe fondamental de la dynamique, le principe d'action-réaction et la force gravitationnelle. Ceci avait été possible par la représentation qu'il avait de l'espace et du temps comme ensemble fini. Le succès d'Isaac Newton reposait aussi sur l'unicité du monde, qui ne pouvait satisfaire totalement, et comme on peut le remarquer avec Euclide, la terre était une surface plane, toutes les lois intégraient la géométrie comme principe de base de recherche. Les Classiques se projetaient ainsi dans une science exacte, *désobjectivée*. Cette science devait

répondre objectivement aux besoins humains de connaissance. C'était la promotion de la science dont l'objectivité montrait l'indépendance entre le sujet et l'objet à connaître.

L'une des approches scientifiques plus récentes, celle du principe de falsifiabilité de Karl Popper ou du concept du paradigme de Thomas Kuhn laissera croire qu'aucune théorie scientifique ne peut prospérer éternellement. Malgré la pertinence des lois d'Isaac Newton, elles devaient subir nécessairement les changements temporels. Ainsi, la première rupture concernant l'espace est venue de « *Georg Bernhard Riemann, au XIX^e siècle qui définissait l'appareil géométrique nécessaire pour la description de l'espace courbe de dimensions arbitraires. Dans son célèbre cours inaugurale en 1854 à l'Université de Göttingen, Riemann fera voler en éclats le concept euclidien de l'espace plat* »⁴. Cela remettait en cause les lois de la gravitation. De même, cette pensée contribua à la réussite de l'entreprise physique d'Albert Einstein qui, par la suite, démontra que le temps et l'espace étaient des entités relatives. Du coup, il n'était plus possible de parler de sciences exactes.

Cette nouvelle interprétation montre que le réel n'est pas totalement accessible, c'est-à-dire qu'on ne peut pas le saisir comme le projetait les Anciens. Bernard d'Espagnat parlait en son temps du réel voilé, parce que le réel n'est accessible que de façon parcellaire. L'impossibilité d'appliquer des lois de la mécanique classique aux phénomènes microscopiques impose un changement de paradigme. Ce développement de la physique est marqué par l'introduction du sujet dans le champ de la connaissance. Ceci remet au goût du jour, une nouvelle conception du réel prenant en compte les phénomènes invisibles.

Pour les Classiques, la théorie de la connaissance se limitait à la description des objets physiques, alors que la physique moderne débute avec la réintégration de la subjectivité dans le champ de la connaissance. Le sujet influence par-là, l'idée qu'il faut avoir de l'objet à connaître. Selon Von Foerster, avec la science moderne, « *nous avons besoin non seulement d'une épistémologie des systèmes observés, mais aussi d'une épistémologie des systèmes observateurs* »⁵. La science moderne nous plonge dans une nouvelle dynamique de la connaissance. Elle place le sujet comme le principe de construction de sens pour tout réel. L'humain cesse d'être un simple spectateur se limitant à l'interprétation des lois de la nature, il

⁴ Brain Greene, *L'univers élégant*, Paris, Folio, p. 364.

⁵ Von Foerster, « Epistemology of communication », in Woodward (K), ed, *the mythe of information*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1980, p. 17.

est un acteur qui agit et donne un sens au monde. Toutefois, son implication ne saurait être sans conséquence dans la compréhension de notre univers.

En observant l'évolution de la connaissance de notre univers, nous remarquons que la science classique s'est développée sur le modèle d'une rationalité basée sur le déterminisme. Lequel déterminisme avait entraîné le monde vers une crise idéologique en science. La non application des lois « finies » aux phénomènes électromagnétiques avait favorisé le développement d'une nouvelle mécanique avec de nouveaux concepts. La physique moderne propose ainsi, une nouvelle rationalité poursuivant le même objectif dans le contexte classique : la recherche et la compréhension du sens de l'univers. L'homme est aujourd'hui encore en quête de compréhension du même objet que les Anciens. Wojciechowski observant notre univers affirme que « *si nous voulons connaître la présente situation de l'humanité en général et de la crise de notre culture en particulier, nous devons-nous rendre compte du fait que nous avons réussi, et nous avons failli pour exactement les mêmes raisons. À savoir notre mode de rationalité.* »⁶ En excluant la métaphysique classique du champ de la science fondamentale, la microphysique aboutit tout de même à d'autres questions métaphysiques, mais une métaphysique *a posteriori*. Selon Von Foerster, « *les grandes questions scientifiques sont devenues philosophiques, parce que les grandes questions philosophiques sont devenues scientifiques* »⁷

Contrairement au projet scientifique du Cercle de Vienne qui consistait à évacuer la métaphysique du champ épistémologique, la promotion de la réalité non physique et l'étrangeté quantique introduisent dans la sphère de la connaissance un nouveau cadre conceptuel s'ouvrant sur des aspects métaphysiques. Le fait que la matière quantique se comporte à la fois comme onde et corpuscule complète notre perception du réel en science. Cette double réalité des particules microscopiques est d'abord observée dans les phénomènes lumineux, puis sera étendue à toute la matière. Louis de Broglie dans le même ordre d'idées montre que toute la matière se comporte comme une fonction d'onde, c'est-à-dire que la réalité physique se comporte également comme une simple particule pendant l'observation et comme onde en l'absence de l'observateur. Cet état de chose confère à l'onde un aspect métaphysique.

La position de certains scientifiques idéalistes, en l'occurrence Albert Einstein et Erwin Schrödinger, sur la mécanique quantique, laisse la communauté scientifique émerveillée au

⁶ Jerzy Wojciechowski, « Knowledge as a source of problem: Can man survive of development of Knowledge », *Man-Environment system*, 1978, p. 8.

⁷ Von Foerster, *op cit*, p. 21.

moment de la formulation de leurs hypothèses. Aussi, la valorisation de la probabilité dans la formulation de la théorie quantique invalidait les résultats de la mécanique classique. Selon Einstein, « *si la probabilité intervient dans la physique fondamentale, (cela signifie que) notre compréhension de la matière souffrirait d'une incomplétude fondamentale* »⁸. Pour les Classiques, il n'existe pas de lois dans l'univers dont la formulation reposerait sur le principe du hasard. Mais, étant donné que la physique moderne est basée sur une formulation mathématique probabiliste, une nouvelle interprétation de la matière est désormais mise en relief. Cette nouvelle interprétation donne lieu au retour à la pensée spéculative en science fondamentale.

La reconnaissance d'une interprétation métaphysique de certaines données scientifiques ne signifie pas le retour à une réminiscence au sens platonicien. La physique formule des théories qui sont d'abord contredites par Albert Einstein, puis confirmées par Erwin Schrödinger des années plus tard. À partir du paradoxe EPR (Einstein, Podolsky, Rosen) sur l'impossible communication à distance des objets intriqués, Niels Bohr invitait Albert Einstein à abandonner l'idée selon laquelle, « *l'état réel de deux objets séparés spécialement sont indépendants l'un de l'autre.* »⁹ Ne trouvant aucune méthode pour prouver le contraire, Albert Einstein pensera que le formalisme quantique est incomplet. Ainsi, l'incomplétude observée en logique mathématique par Kurt Gödel suscitera dans la recherche appliquée d'autres orientations épistémologiques. La Logique étant subordonnée à la raison, il était opportun d'interroger l'état de la conscience qui génère celle-ci. Cette nouvelle interprétation permettra à Erwin Schrödinger de concevoir une expérience de pensée, du chat mort et vivant. Cette théorie fut réalisée, par Hug Everett III à partir du principe de réduction de la fonction d'onde qui est une fonction d'état lorsqu'on veut comprendre la matière ou l'onde en l'absence d'observateur. Ces formulations de la physique microscopique confirment l'étrangeté de la mécanique quantique.

L'objectif de notre thèse est d'interroger le niveau de pertinence de la science classique qui était régie par le déterminisme, l'objectivité forte et la complétude, parce qu'un changement de vecteur épistémologique est né avec le développement de la physique moderne. Il avait fallu dépasser les Classiques pour lesquels, la connaissance de l'univers dépendait d'une réalité déjà constituée. Le savant, dans ce contexte, avait un rôle d'observateur. La prédictibilité des

⁸ Brain Greene, *op cit.*, p. 185.

⁹ Alain Aspect, *Trois tests expérimentaux des inégalités de Bell par corrélation de polarisation de photon*, Physique atomique, Thèse de Doctorat, Université Paris Sud, Paris XI, 1983, p. 2.

phénomènes dans ce contexte, semblait être absolue. Mais, l'impossibilité de mesurer les phénomènes microscopiques facilitera l'émergence de la mécanique quantique ; d'où la mise en place des nouvelles lois de compréhension du réel avec le sujet placé au centre de l'épistémologie moderne. En 1927, développant sa théorie de la dualité onde-corpuscule, Niels Bohr affirma le caractère essentiellement intersubjectif de la déconstruction des phénomènes de la nouvelle physique.

Au sortir de la période classique de la science, il faudrait bien avoir une idée précise du devenir de la métaphysique et savoir sur quoi tiendrait-elle encore sa pertinence. Alors que désormais, pour comprendre la nature, c'est aux sciences expérimentales qu'il revient le devoir de fonder les conditions de possibilité d'un savoir crédible sur la réalité, en découvrant et en investissant le domaine microphysique ou quantique. Car, la science moderne et plus précisément, la mécanique quantique avait permis de fonder tout le système de savoir sur le monde. Comme on peut le noter, il n'était plus de l'ordre d'une raison autosuffisante de penser la connaissance, encore moins la simple observation de décrire toute la structure du réel on peut bien se demander si le principe d'incertitude ou d'indéterminisme qui caractérise la méthode scientifique moderne ne donne pas lieu, à la fois, à une renaissance de la métaphysique et à une science dont la réalisation de la vérité est en permanence à venir. En fait, il s'agit de chercher le sens qu'il faut avoir du réel qui se perçoit désormais à partir de l'échelle électromagnétique. Sachant qu'aujourd'hui, on ne peut plus envisager la réalité en escamotant le principe de la non inertie qui s'observe à l'échelle microscopique de la matière, Nous avons voulu répondre à une question fondamentale : **comment se construit désormais l'idée qu'on doit avoir du réel qui ne peut s'expliquer exclusivement en physique, encore moins essentiellement en métaphysique ?**

Pour répondre à cette préoccupation au sujet de la nature du réel quantique, nous procédons par une méthode analytique. Ainsi, nous avons structuré ce travail en trois parties. Dans la première, nous exposons sur la *crise du classicisme et l'émergence de la physique des particules*. Il s'agit de voir ce qui pourrait justifier la tendance développée par les Anciens qui pensaient que l'univers pouvait être compris métaphysiquement. Cette approche connue sous le nom de miracle grec avait donné lieu à la formulation d'une pensée unique sur le réel. Ceci avait continué avec la philosophie médiévale. En quoi cette façon de penser aurait été à l'origine d'un renouvellement de la pensée physique ?

La seconde partie porte sur *la révolution quantique ou le renouvellement des fondements de la métaphysique*. Il s'agit de montrer en quoi la modernité physique peut être perçue comme

une révolution dans la maîtrise du réel et pourquoi malgré cette révolution, la nouvelle physique comporterait en son sein des écueils théoriques scientifiques ou métaphysiques.

La troisième partie enfin, *microphysique et métaphysique, deux approches complémentaires dans la compréhension du réel*, consiste à réfléchir sur une fécondité théorique de la physique moderne. En proclamant le requiem de la physique classique, les scientifiques avaient découvert une interprétation nouvelle du réel qui tient compte des réalités non visibles, faisant de l'objectivité en science une ouverture permanente à la rectification des vérités scientifiques. Cependant, doit-on nécessairement nous remettre aux enseignements de la mécanique quantique au sujet de la connaissance de la nature du réel ?

PREMIÈRE PARTIE :
CRISE DU CLASSICISME ET ÉMERGENCE DE LA
PHYSIQUE DES PARTICULES

La philosophie de la nature avait favorisé la mise en place de la mécanique classique. Elle avait eu comme conséquence le développement de l'idéologie matérialiste. La particularité dans ce contexte était la promotion d'une réalité locale et indépendante de l'observateur. Le déterminisme, la causalité étaient les principes fondamentaux qui gouvernaient cette interprétation de la réalité. Trinh Xuan Thuan et Matthieu Ricard font sienne, la pensée de « *George Berkely qui soutenait que le monde matériel n'a pas d'existence et que des choses qu'elle contient ne sont que des images de l'esprit.* »¹⁰ C'est-à-dire que les éléments matériels que nous percevons sont d'origine métaphysique. Cette approche connue sous le nom du miracle grec, avait donné lieu à la formulation d'une pensée unique sur le réel. Ceci avait continué avec la philosophie médiévale. En quoi cette façon de penser aurait été à l'origine d'un renouvellement de la pensée physique ?

¹⁰ Matthieu Ricard et Trinh Xuan Thuan, *L'infini dans la paume de la main : Du Big Bang à l'éveil*, Fayard, Paris, 2000, p. 380.

CHAPITRE I

LES RAISONS D'UNE DÉCRÉPITUDE DE LA SCIENCE CLASSIQUE

La construction de la pensée occidentale dans les îles ioniennes remonte à trois millénaires. Elle s'était articulée autour de deux attitudes opposées. D'un côté, un courant philosophique qui postulait une réalité authentique, invariante et ultime d'un univers fondé sur une essence cachée permanente et immuable. D'autre part un courant reposant sur l'évolution de la seule réalité de l'univers sous l'emprise des lois et de l'action de l'intelligence humaine. Ainsi, la science classique avait emprunté la seconde voie dont l'objectivité absolue était la pierre angulaire de son édifice. Les principes causaux et déterministes avaient favorisé l'émergence d'une science solide. Il se trouvait que la raison comme auto-fondatrice du sens par lequel l'homme se déployait pour atteindre la certitude est tombée en décrépitude. D'où semblait-t-il la possible rupture avec ce classicisme.

A- LA CRITIQUE D'UNE OBJECTIVITÉ NAÏVE OU PRIMAIRE

L'homme, ayant constaté qu'il ne faut pas attendre des dieux ou des mythes pour comprendre l'univers, avait résolument pris conscience de soi comme un être de volonté et de curiosité capable de modifier sa condition et comprendre son environnement. Sur le plan historique, nous observons ces mutations de « *l'homo habilis* à *l'homo erectus*. »¹¹, il est devenu *l'homo faber* puis *l'homo sapiens*. C'est-à-dire que l'homme prenant conscience de son existence, se projetait avec l'outil pour avoir une connaissance objective de ce qui l'entoure et par-là, dominer la nature. Ainsi, entre le langage des mythes et son rapprochement vers les dieux au moyen de la religion, l'homme n'obtenait pas entière satisfaction. En fait, le cosmos pour lui était sacré, voué à la contemplation, ne pouvait point être l'objet de recherche. L'usage de la raison permettait ainsi à l'humain de promouvoir son existence comme un être d'antiniture.

L'homme allait au contact de la nature par les sens en vue de trouver l'exceptionnel dans le commun et, élaborer ainsi une théorie scientifique pour répondre à une situation particulière. L'observation était le moyen qui lui donnait l'opportunité d'aller au contact de la réalité. Il

¹¹ Jean Walch, *Le temps et la durée*, Paris, L'Harmattan, 2000, p. 252.

s'agit de la prise de conscience que l'univers était compréhensible rationnellement. Cette interprétation des phénomènes de la nature par la raison fut le fondement de la pensée occidentale connu sous le nom du *miracle grec*. Par ce tournant de la connaissance, l'homme se donnait les clés de la compréhension de l'univers. Pour certains penseurs, les Grecs ont introduit un univers scientifique. Selon Trinh Xuan Thuan : « *Au lieu de s'abandonner aveuglement aux dieux et de se contenter d'observer les événements naturels sans les comprendre, les Grecs eurent l'intuition révolutionnaire [...] que la raison humaine était capable d'appréhender les lois qui régissent le comportement de ces composantes.* »¹² Les savants Grecs avaient promu une pensée critique, une réflexion objective sur la nature. Ils avaient démontré que notre univers était constitué des éléments connaissables. Toutefois, le projet de la maîtrise et de la domination de l'univers par la connaissance discursive sur fond déterministe était resté une pensée close sur la connaissance du réel.

1- La remise en question de l'empirisme naïf

L'empirisme est une démarche qui permet de développer une connaissance quantitative de l'objet à connaître en utilisant un langage dépouillé de notre subjectivité. Il s'agit d'une approche expérimentale. Poursuivant la volonté des savants ioniens qui voulaient avoir la maîtrise de la matière à partir des sens, nous avons une fenêtre ouverte permettant d'interpréter l'univers. Pour les empiristes, nous ne pouvons rien connaître de la réalité, si ce n'est grâce nos sens. C'est dans cette perspective qu'Aristote affirmait que « *tous les hommes ont un désir naturel de savoir, comme le témoigne l'ardeur avec laquelle on recherche les connaissances qui s'acquièrent par les sens.* »¹³ Ce désir qui avait permis aux savants de l'Antiquité grecques de partir progressivement de l'état théologique à l'état métaphysique puis, scientifique.

L'empirisme aristotélicien montrait que tout fait à une cause. Rien de ce qui existe ne peut être le produit d'une génération spontanée. En d'autres termes, il existe une relation de causalité entre les phénomènes et les événements de la nature. Il revenait ainsi au scientifique, à partir d'un processus expérimental, d'élaborer une théorie pour un phénomène donné. Lorsqu'on observe une graine, par exemple, elle peut revêtir un caractère esthétique pour l'observateur, c'est-à-dire une beauté extérieure au contact des sens. L'observation directe ne peut pas permettre de dire systématiquement tout sur la graine. Elle peut aussi être un arbre en

¹² Trinh Xuan Thuan, *Les mélodies secrètes, et l'Homme créa l'Univers*, Le temps des sciences, Paris, Fayard, 1988, p. 17.

¹³ Aristote, *La métaphysique*, Traduction de Jules Barthélemy-Saint-Hilaire, Paris : Ladrance, 1838 Livres 1 et 6 : Traduction Alexis Perron, 1840 Numérisé par Philippe Remacle <http://remacle.org/> Nouvelle édition numérique <http://docteurangelique.free.fr>. 2008.

puissance. L'empirisme à ce niveau donne des possibilités de connaître un objet, à l'instar de la graine qui peut revêtir plusieurs natures. Le principe de causalité semble essentiel au discours des sciences de la nature car, sans elle, il était impossible de rendre compte des interactions qui sont au fondement de l'expérimentation.

Pour Hubert Reeves, *observer c'est perturber*. Selon lui, l'action de l'homme ne laisse pas indifférent notre univers. L'homme a réussi à comprendre qu'il existe des lois à travers lesquelles notre univers est compréhensible. Pour les classiques, la causalité peut se traduire par une force ou un mouvement qui est susceptible de se transformer en quantité de mouvement ou en énergie. La causalité pouvait également avoir une influence sur la matière. C'est le cas d'un changement d'état, par exemple, de l'état liquide à l'état gazeux, de l'état fixe d'un corps à un mouvement uniforme ou varié. Ces transformations ont pour origine, pour la plupart, l'action humaine. Comme l'affirme Douglas Gasking, « *l'agir de l'humain constitue l'essence de la causalité* »¹⁴. Cette conception essentialiste, voire anthropomorphique, montre que seuls nos actes étaient à l'origine de toutes les actions causales de la nature. Une interprétation qui nous semble réductionniste.

La cosmologie scientifique est plus réaliste. Elle propose la description la plus plausible de l'origine de l'univers, qu'elle situe à partir du *Big bang* comme le disait Georges Lemaître, cherchant à comprendre comment l'univers avait été constitué, ce prêtre dominicain belge avait réussi à imaginer que l'univers était en expansion constante. Selon cet astrophysicien, l'atome primaire s'était mis en place indépendamment de l'observateur. C'est grâce au progrès de la mécanique des microparticules que les scientifiques avaient réussi à remonter vers l'origine du temps, de l'espace et enfin de la matière. Par contre, la causalité aristotélicienne n'avait pas permis à l'homme de retrouver la constitution de l'état initial de notre univers.

La démarche aristotélicienne établit une certaine linéarité dans la formation de l'univers. Pour Aristote, rien ne naît *ex nihilo*. C'est une démarche qui puise sa source dans la méthode ionienne, laquelle avait démontré que notre univers était régi par un ensemble de lois et il n'était plus question de se référer aux dieux. Il s'agit de comprendre l'univers comme un système déterminé par le principe de causalité. Stephen Hawking dans ce sens, affirme qu' : « *...avec Thalès de Milet (vers 624-546 av. JC) l'idée est apparue que la nature obéissait à des principes que l'on pouvait déchiffrer.* »¹⁵ Un changement radical s'est développé autour de la recherche en vue de l'interprétation rationnelle des phénomènes de l'univers. Il appartient désormais à l'homme de se prendre en charge pour soumettre la nature à l'investigation.

¹⁴ Douglas Gasking, *Causation and recipes*, Mind 64, Cartwright, 1983, p. 479.

¹⁵ Stephen Hawking et Leonard Mlodinow, *Y a-t-il un grand architecte dans l'univers*, Paris, Odile Jacob, p.14.

Les matérialistes postulent le primat de la matière et sa connaissabilité comme élément constitutif du cosmos. À l'inverse, les idéalistes fondaient la connaissance de l'univers sur les Idées. Les savants avaient considéré l'expérience sensible comme le seul moyen capable de donner à l'homme une meilleure compréhension du monde. Ronan de Calan reste constant dans cette vision sensible lorsqu'il affirme que : « *rien n'est dans l'intellect qui n'ait été auparavant dans les sens* ». En revanche, les sens ne peuvent pas nous permettre une meilleure compréhension de la nature, car ils nous trompent souvent, comme l'affirme René Descartes. Il était donc impératif de sortir de ce cadre commun d'observation primaire au profit d'une approche expérimentale.

Francis Bacon avait élaboré à son tour un cadre dans lequel la connaissance scientifique était possible. Pour ce penseur, il était nécessaire, pour un esprit qui veut accéder à la connaissance de se séparer systématiquement des « *idoles* »¹⁶, c'est-à-dire de cet ensemble d'erreurs qui habitent l'homme et l'empêchent d'accéder à un certain nombre de vérité. Ces erreurs émanent notamment de sa position, de son intelligence, du langage ou des faux systèmes de philosophie. Se tromper, poursuit-il, c'est ternir pour vrai ce qui ne l'est pas. Il faut donc libérer l'esprit humain de cette connaissance embryonnaire et dogmatique. Pour l'auteur de *Novum organum*, Il faut donner un congé définitif et irréversible à la religion pour mettre en place les jalons d'une connaissance expérimentale, gage d'une science crédible.

Francis Bacon trouve l'urgence de séparer la science, des explications théologiques au sujet des phénomènes de l'univers, parce que l'objet de la science est de tenter de nous renseigner sur la réalité de la nature par une démarche méthodique et expérimentale. La philosophie baconienne avait donné naissance à deux sociétés savantes, il s'agit de : *l'Accademia del Cimento* en Italie et de la *Royal Society* en Angleterre avec la ligne directrice commune qui voudrait que l'expérimentation soit ce qui doit justifier le fait scientifique. La morale, la politique et les dogmes ne doivent pas être pris en compte. Telles étaient les dispositions que les sociétés savantes avaient adoptées sous l'influence de la philosophie baconienne et qui avaient permis de construire une démarcation entre le discours de l'Église et la démarche réaliste, gage d'une connaissance discursive capable de donner à l'homme l'opportunité de repousser les limites de l'inconnu.

L'orientation de la philosophie de Francis Bacon visait à élaborer un discours crédible sur le réel. C'est en raison de cela que la science classique avait adopté l'expérimentation comme l'unique moyen permettant de maîtriser l'univers. L'expérience première ne permettait

¹⁶ Francis Bacon, *Novum organum*, trad. Lorquet, Paris, Hachette, 1857, p. 8.

pas toujours de dégager la scientificité d'un phénomène observé. La philosophie de l'expérience était donc l'ultime voie capable de nous conduire vers des faits objectifs. Par exemple, lorsqu'on observe la chute des corps graves, on constate que cette description relève absolument de l'expérience commune. Mais, pour élaborer la théorie de la gravitation universelle, Isaac Newton a réussi à voir l'exceptionnel dans le commun. Il a vu le *rare* dans *l'ordinaire*. Car tout le monde regardait tomber les pommes, mais n'avait pas observé ce fait particulier. Le scientifique à son tour eût l'insigne honneur de se sortir de l'air du temps, se demandant pourquoi les choses ne peuvent pas être autrement. Ainsi, il finira par conclure qu'en l'absence de vitesse initiale dans le vide, les corps graves tombent. Cette chute des corps repose sur une trajectoire verticale sous l'effet de la masse.

Partant d'une idée selon laquelle l'univers était régi par des lois connaissables du principe de causalité et du déterminisme, l'homme s'était doté des moyens de construire une connaissance objective de la nature. Cette objectivité constituait également le principe permettant de traduire quantitativement les éléments constitutifs de l'univers. Selon Simon Pierre de Laplace, chantre du déterminisme, il était nécessaire de concevoir l'hypothèse d'un univers sans Dieu. Car, le principe de causalité donnait la possibilité de répondre à la préoccupation de l'infiniment grand. Cependant, l'empirisme naïf n'avait pas intégré que les phénomènes relevant du hasard également pouvaient être régi par des lois mathématiques.

Il a fallu attendre le XVII^e siècle pour que soit remise en cause l'idée selon laquelle, les phénomènes, apparemment soumis au seul fait du hasard, pouvaient être scientifiquement connaissables. Par les travaux expérimentaux Jérôme Cardan et plus tard, Blaise Pascal et Pierre de Fermat avaient mis au point les théories des lois sur les variables aléatoires. Ainsi, l'attention portée aux jeux de hasard avait permis à ces savants de mener une réflexion pour trouver la logique qui pouvait sous-tendre des actions ou des événements dont l'origine serait le hasard. Présentant un caractère paradoxal à l'observateur, les scientifiques classiques n'avaient pas envisagé cette possibilité d'établir un lien de conformité entre ces phénomènes et l'objectivité scientifique. Cette théorie des lois du hasard s'intéresse également aux phénomènes de la nature, c'est-à-dire à un environnement dont les causes peuvent être des événements multiples.

Dans l'étude des sciences dures et des sciences humaines, cette théorie du hasard est appliquée par exemple pour trouver dans un échantillon de population après une distribution sur une période déterminée par les biologistes, par rapport à sa croissance, la probabilité d'avoir des enfants trisomiques en tenant compte de certains caractères discrets. Au fil du temps les recherches sur la théorie du hasard avaient permis la découverte d'un univers nouveau celui des

atomes. Dans la même perspective, nous observons que la logique des découvertes scientifiques nous conduit vers la fin des certitudes, ainsi qu'à la théorisation de l'erreur en science comme facteur favorisant des mutations. Selon Anouk Barberousse et Max Kistler, la théorie de l'erreur « étudie les propriétés des distributions et des résultats de mesures. »¹⁷ Dans cette étude, il était question de cerner la marge d'erreur dans un échantillonnage partant d'une distribution de probabilité. Ici, on convoque encore la loi du hasard dans l'optique de réduire de façon significative la marge d'erreurs afin d'approcher, de façon approximative le résultat réel escompté passant par un dispositif expérimental.

Les dispositions théoriques philosophiques développées par Francis Bacon, René Descartes avaient facilité à l'homme une interprétation des phénomènes de la nature comme étant extérieur à lui. Cette démarche sur fond de déterminisme semblait contraindre le réel à s'offrir à l'homme en toute exactitude. Bernard d'Espagnat décrivait cette interprétation sous forme « d'objectivité forte, c'est-à-dire ne se référant en rien, même pas implicitement à nos aptitudes d'être pensant capable d'observer et d'agir. »¹⁸ Au regard de l'évolution des idées en science, il convient de relever que l'observateur ne peut plus prétendre décrire un phénomène sans l'influencer. Avec la contribution de la mécanique contemporaine, il est nécessaire de changer l'interprétation empirique antiquaire qui était devenue une simple opinion dont certains scientifiques avaient de la peine de s'en défaire. Il s'agit de construire, désormais, un nouveau cadre épistémologique qui prend le sujet en compte dans l'étude de l'objet. L'être humain faisant partie intégrante de l'univers, on ne saurait être en marge de celui-ci lorsqu'il porte un jugement objectif. En d'autres termes, notre subjectivité influence tout objet que nous décrivons.

La science classique s'était construite sur le modèle expérimental. Elle avait pour mission de dompter la nature. Cela se traduit par un effort constant, d'appliquer toute la rigueur afin de tenir un discours rationnel sur les phénomènes de la nature. En revanche, l'histoire des sciences montre que vouloir atteindre les certitudes en sciences, est restée un leurre. Ceci parce que cet édifice scientifique s'est développée sur la base de l'intuition sensible ou des idées préconçues limitant tout épanouissement intellectuel. Il fallait remettre en question cette vision classique sur laquelle le modèle expérimental s'était forgé en écartant l'homme de l'espace expérimental. Car, le projet de la connaissance exacte des phénomènes de l'univers avait

¹⁷ Anouk Barberousse, Max Kistler, Pascal Ludwig, *La philosophie des sciences au XX^e siècle*, Paris, Flammarion, 2000, p. 60.

¹⁸ Bernard d'Espagnat, *Qu'est-ce que la matière, regard scientifiques et philosophes*, Paris, La Flèche 2000, pp. 8-9.

entraîné les contradictions dans l'application des lois de l'infiniment grand et l'infiniment petit. Partant du cadre empiriste classique ou naïf, il fallait nécessairement changer ce cadre monologique du discours classique sur la nature. L'objectif était d'évoluer vers un espace où la recherche du principe de causalité ne conduisait pas toujours au résultat escompté. Il semble que la raison humaine devrait ainsi être réévaluée pour permettre à la science moderne de s'ouvrir vers un paradigme nouveau d'observation qui offrait les phénomènes naturels à échelle microscopique.

2- Les apories de la raison autosuffisante

Les philosophes antiques avaient tenté de théoriser une connaissance de l'univers sur la base d'un référentiel accessible à l'homme en se basant sur les croyances et l'opinion. Il était nécessaire d'abandonner ce monde statique et non expérimentable pour le monde sensible. La science normale s'était fondée sur une logique de description, de contrôle ou de vérification et de prédiction des événements de la nature. C'est également cette volonté qui avait amené les scientifiques à fonder la connaissance sur les faits observables. La raison était la suivante : le principe qui avait influencé les savants de l'Antiquité grecque et permis de sortir du champ métaphysique vers une connaissance basée sur l'expérience concrète et, avait donné à l'homme l'opportunité de se positionner comme un être qui incarne la révolution. Un être capable de modifier et de comprendre son environnement. La nature était considérée comme un environnement qui était sous l'emprise des lois. Il fallait trouver ce qui pouvait être perçu comme l'essence primordiale agissant sur les phénomènes de la nature, des lois ou des principes causaux. Cette vision avait conduit la connaissance scientifique vers une certaine autonomisation loin des considérations, des croyances et des idées préconçues.

La métaphysique classique était remise en question par la science classique, parce qu'elle n'était pas accessible par le biais de l'expérimentation. Pierre Duhem corrobore avec cette vision de la philosophie antique sur la science de la matière. Pour lui, si les phénomènes de la nature étaient sous l'emprise de « *l'essence cachée* », cela impliquait nécessairement que le but poursuivi par la science ne pourrait être atteint, en ce sens que l'étude quantitative des faits expérimentaux ne pouvait être probable. En conséquence, il ne serait pas possible de parler de l'étude scientifique de l'objet. En revanche, les tentatives d'explication de l'univers reposant sur la magie, les mythes, la religion et la métaphysique, relevaient d'une idéologie et des connaissances dogmatiques qui n'étaient pas de nature à faciliter un progrès scientifique ; d'où l'urgence de séparer l'enseignement ecclésiastique de la théorie de la connaissance scientifique basée sur l'observation et l'expérimentation.

Francis Bacon avait élaboré un cadre normatif dans lequel on pouvait développer un jugement objectif sur les phénomènes de la nature. Compte tenu de ce que l'esprit de l'homme n'était pas en mesure d'atteindre les certitudes, comme le précise l'auteur du *Novum organum*, en ces termes : « *l'esprit ne reçoit pas la sincérité de la lumière des choses, mais elle y mêle sa volonté et ses passions.* »¹⁹ D'où l'importance de purifier l'esprit qui veut développer un raisonnement logique. L'homme à la mentalité prélogique aspire à la perception d'un monde purement accessible par le sens. L'univers intelligible, selon lui, n'offre pas la connaissance expérimentale de la réalité. Etant impossible de soumettre des affirmations des théories métaphysiques classiques à l'épreuve expérimentale pour tenter une explication de l'univers, il fallait dénoncer ce type de discours sur la nature dont l'adhésion reposait sur un savoir dogmatique.

Aristote jette les jalons d'une conception argumentative et explicative que nous retrouvons dans la théorie de la connaissance classique. Selon Anouk Barberousse et Max Kistler, deux approches s'en dégagent pour la première, « *la science ne peut connaître des objets singuliers en tant que tels, mais seulement en tant qu'instances d'une espèce.* »²⁰ Ainsi, les propriétés d'un individu pouvaient seulement être connues en se référant à la propriété de son espèce. Par exemple, l'éléphant est un mammifère de la catégorie des vertébrés. Partant des prémisses, on pouvait déduire, de façon catégorielle, des prémisses universelles se rapportant à son espèce. Aristote convoque le principe d'universalité et la généralité dans la connaissance scientifique. Selon la deuxième, « *Aristote identifie la connaissance scientifique à la connaissance des causes.* »²¹ Cette théorie de la connaissance aristotélicienne avait favorisé l'éclosion d'une science basée sur l'expérience, en donnant l'explication des éléments de la nature à partir du principe causal. Cette démarche visait progressivement à donner de l'importance à une science expérimentale, contrairement à l'édifice métaphysique classique dont les théories n'étaient pas dans l'ordre du mesurable.

Le succès de sa rupture avec la métaphysique et la religion, conduit la philosophie rationaliste à fonder la connaissance de la nature sur l'expérience. René Descartes, à la suite de Francis Bacon, avait réussi à clarifier une démarche basée sur la méthode. Il s'insurge contre la pensée aristotélicienne qui, selon lui, avait développé une théorie de la connaissance dont l'influence sur l'Église était remarquable. C'est le courant aristotélico-thomiste, qui l'affirme

¹⁹ Francis Bacon, *Novum organum*, *op.cit.*, p. 16.

²⁰ Anouk Barberousse, Max Kistler, Pascal Ludwig, *La philosophie des sciences au XXe siècle*, Paris, Flammarion, 2011, p. 78.

²¹ *Id.*

Jean Louis Dumas, a fait l'objet d'une révolte contre l'aristotélisme, « *la Renaissance a été une révolte contre Aristote [...] c'est que l'aristotélisme se réveille sous de nouvelle forme approuvée par l'Église.* »²² En marge de la démarche expérimentale, cette autre position avait influencé d'autres savants et l'Église s'en était servie pour attribuer l'essence cachée des choses à une providence qualifiée de premier moteur ou de cause première. Des deux grandes périodes, nous relevons une évolution de l'orientation de la connaissance de la nature. L'homme se donne ainsi la mission de déchiffrer le mystère de la nature.

La démarche cartésienne se voulait rationnelle. Mais, compte tenu de ce que l'esprit humain est engagé dans des contradictions, incapable d'atteindre les lumières, il était nécessaire de mettre nos connaissances au crible d'une évaluation sans faille, laquelle permettra d'atteindre les certitudes. Ainsi, le doute constitue pour René Descartes, la clé de voûte permettant d'atteindre la vérité dans les sciences. Toutefois, il ne s'agit pas de douter de tout, mais d'opérer un choix sur l'essentiel des enseignements reçus. Comme il le déclare, « [...] *Je déracinai de mon esprit toutes les erreurs qui s'y étaient glissées auparavant, [...] tout mon dessein ne tendait qu'à m'assurer et à rejeter la terre mouvante et le sable pour trouver le roc ou l'argile.* »²³ René Descartes ne se comporte pas comme les sceptiques, parce que son doute se fonde sur une méthode et a un but précis, celui de dissocier des enseignements reçus relevant de l'opinion ou des croyances. Dans cet ensemble, René Descartes se rend à l'évidence que seules les connaissances mathématiques étaient perçues comme vraies, contrairement aux connaissances sensibles considérées comme *la terre mouvante ou le sable*.

La connaissance discursive permet d'atteindre les certitudes chez René Descartes. Cette démarche avait pour rôle de développer la science, car le doute avait pour objet d'évacuer de l'esprit humain, des éléments empêchant ce dernier d'atteindre des évidences. La clarté de l'esprit était un signe caractériel d'une connaissance pure. René Descartes affirmait à cet effet que « *l'idée claire est celle qui est directement présente à une pensée attentive et l'idée distincte est celle qui est suffisamment prise pour ne pouvoir être confondue avec une autre.* »²⁴ Il s'agit, pour l'auteur du *Discours de la méthode*, de définir une orientation pour ceux qui veulent emprunter le chemin des sciences.

C'est un projet qui ne pouvait pas prospérer avec la décrépitude observée par l'usage de l'intelligence humaine. Mais, nous pouvons croire qu'il ne s'agit pas d'une instance figée pour

²² Jean Louis Dumas, *Histoire de la pensée, philosophies et philosophes*, Paris, Reference, 1993, p. 30.

²³ René Descartes, *Discours de la méthode*, Paris, Vrin, 1970, p. 138.

²⁴ *Id.*, *Les principes de la philosophie*, Livre 1, Paris, F. Alcan, 1889, p. 111.

l'homme. Car, la méthode cartésienne bien qu'ayant prise des dispositions de bien conduire la raison et parvenir à des certitudes en sciences, n'avait pas beaucoup favorisé le développement de la science. Le principe expérimental obéit à un cadre spatio-temporel bien défini. Le progrès scientifique prendra encore du temps après René Descartes pour parvenir à une maturité. La raison autosuffisante ou encore les idées claires et distinctes constituaient les balises non négligeables du progrès scientifique futur.

Pour Emmanuel Kant, la connaissance objective se trouve dans le temps et l'espace, entendus comme cadres *a priori* de l'expérience sensible. Il récuse toute idée d'une raison autosuffisante caution d'une connaissance scientifique. À cet effet, il ne suffit donc pas seulement d'avoir des idées claires pour l'évolution de la science. Mais, d'évoluer dans un cadre stratégique et normatif bien défini pour répondre à une interrogation précise à un moment donné de l'histoire. La volonté de la science classique était de se soustraire du champ de la métaphysique traditionnelle qui proposait une théorie de connaissance non mesurable. Pour cela, Emmanuel Kant, ayant pensé à cette catégorie d'évènements, a réussi à les loger dans ce qu'il a nommé les noumènes en raison de l'inaccessibilité de cet ordre de savoir.

Ainsi, l'essence des choses n'était pas descriptive par un dispositif expérimental. Dans ce sens, il n'était pas possible de donner une explication de la *réalité en-soi* comme l'affirme Bernard d'Espagnat « *Le tréfonds des choses n'est pas accessible à la connaissance discursive.* »²⁵ Une telle vue semble être contraire à la philosophie platonicienne qui considère que la réalité intelligible constitue l'essentiel de la connaissance pure, le siège du Vrai, du Bien et du Beau. Or, on peut se poser la question de savoir si la science pure a une existence formelle, si tant il est vrai que la vérité scientifique découle de l'expérience sensible que rejette Platon.

La raison est une instance de l'esprit humain capable de conduire à la connaissance scientifique. Karl Popper définit d'ailleurs ce qui peut être une vérité scientifique, comme ses prédécesseurs, qui ont observé en filigrane comme une volonté de démarcation totale du discours de la scolastique qui promeut une vérité éternelle, il pense que le fait scientifique est falsifiable, c'est-à-dire qu'il répond à un besoin temporel et doit, nécessairement être interprété dans le temps et dans l'espace. Selon lui, la vérité est une construction ce qui peut être ennuyeux pour la recherche de la maîtrise des lois de la nature. Dans ce sens, l'être humain est en quête permanente d'une compréhension du réel. En revanche, dans l'impossibilité d'atteindre la vérité

²⁵ Bernard d'Espagnat, *Traité de physique et de philosophie*, Paris, Fayard, 2002, p. 11.

dans sa totalité, le chercheur découvre une instance proche du but visé, c'est-à-dire qu'il cherche à approcher le réel ; c'est la verissimilitude.

Dans la même perspective, Bernard d'Espagnat s'était frayé un chemin plus élaboré en marge de la conception poppérienne à l'égard de la science. Il affirme que la nature se laisse apprivoiser. Tout se passerait comme si la nature est altruiste, c'est-à-dire fléchirait face aux sollicitations humaines, elle lui cède des éléments factuels répondant à ses préoccupations temporelles. Or la nature n'est pas prête à s'offrir sans résistance à l'homme comme l'affirme Bernard d'Espagnat : « *en vérité, il ne semble pas abusif d'estimer que si la nature refuse de nous dire explicitement ce qu'elle est, elle paraît consentir parfois, après sollicitations pressantes de notre part, à nous offrir un pan de ce qu'elle n'est pas.* »²⁶ En somme, la connaissance objective reste une quête inachevée. C'est une préoccupation permanente qui remonte depuis l'Antiquité grecque, à la suite de la réponse de l'oracle de Delphes adressée à Socrate, « *homme connais-toi, toi-même* ». Il s'agit d'un travail personnel et individuel. Celui qui veut atteindre les certitudes doit avoir, c'est à dire un regard réflexif sur soi avant d'accéder à la connaissance de la nature.

L'évolution de la science, partant de ces dispositions, « *émergea avec Newton au XVII^e siècle et a dominé le monde pendant trois cents ans.* »²⁷ Elle semblait ainsi répondre à toutes les préoccupations d'ordre physique. Mais, les prouesses de la mécanique classique sur le réel n'avait pas donné l'opportunité de croire qu'en marge de l'infiniment grand, il existe un univers immense encore inexploré. La volonté de construire une objectivité forte, selon Bernard d'Espagnat, s'est estompée progressivement. S'il est vrai qu'avec Isaac Newton l'interprétation de la nature a connu un grand bon, il n'en demeure pas moins vrai que le changement paradigmatique observé en science s'est servi de la science classique comme matériau de base, pour se frayer un nouveau chemin vers des espaces inconnus par les scientifiques. Ainsi, l'impossibilité d'appliquer les lois de la mécanique classique dans l'infiniment petit s'imposait comme un impératif à la communauté scientifique pour développer un nouveau cadre favorable à la compréhension de la physique microscopique.

Cette rupture épistémologique observée dans les sciences dures remettait au goût du jour, l'épineux problème de l'existence d'une science pure. Il se trouve que la réalité n'est pas totalement atteignable par connaissance discursive. Les dispositions prises par Francis Bacon,

²⁶ *Ibid.*, p. 7.

²⁷ Thinh Xuan Thuan, *Le chaos et l'harmonie : la fabrication du réel*, Paris, Fayard, 2001, p. 439.

René Descartes et Emmanuel Kant, ont permis à l'esprit humain d'être purifié, mais elles n'ont pas épuisé toutes les méthodologies pour atteindre la totalité du savoir sur la nature. La conséquence immédiate est pour la philosophie de récuser la raison comme l'unique possibilité permettant de parvenir à la réalité. La naissance de la mécanique contemporaine donne l'occasion de mettre la raison en examen. L'être humain en tant qu'être de liberté et sujet aux mutations environnementales, doit nécessairement donner réponse à des préoccupations intemporelles. Voilà pourquoi, Paul Feyerabend affirme que « *l'esprit humain n'a pas accès à la réalité* »²⁸. Ainsi, il faut oublier l'idée selon laquelle la connaissance discursive peut contraindre l'univers à satisfaire nos projets. Il s'agit de comprendre que René Descartes, sur cette préoccupation, avait été un guide éclairé dans ce sens qu'il avait remarqué qu'il était nécessaire de bien faire usage de la raison car, cela n'était pas l'apanage de tous les humains.

La science refuse d'être une connaissance statique et invariante sur la nature. Il se trouve que la performance et l'efficacité des lois de la mécanique classique affectent le monde. Le changement de l'expérience, le projet d'une connaissance de l'univers en fonction du principe du déterminisme et la causalité se sont avérés comme projet inatteignable. Certes, cette philosophie de la nature avait permis à la science classique de se hisser à un niveau élevé et était devenue un repère pour les autres disciplines. Mais, l'apogée de cette mécanique newtonienne avait donné lieu à une nouvelle orientation pour apprécier la réalité en science. Dans une perspective où l'homme ne sera plus en marge, mais recentrer dans l'univers qu'il veut décrire, ce nouveau cadre épistémologique prenait désormais en compte notre présence au monde comme entité à part entière. Pouvoir saisir la réalité était une préoccupation des philosophes depuis l'Antiquité grecque. Pour cela, Martin Heidegger au contraire, considérait que la philosophie naturelle avait fait fausse route. Car, toute tentative de saisir l'existence s'était soldée par un échec. Notre être au monde ne pouvait pas produire des éléments d'éternité, parce que nous sommes des êtres animés d'une temporalité.

Dans cette perspective de la physique moderne, Bernard d'Espagnat remarque que la science prend en compte la subjectivité humaine, laquelle constitue un argument de poids en faveur d'une nouvelle production du savoir. L'erreur implique un besoin d'amélioration, une évolution en science. L'objectivité en physique théorique, tenant compte de la recentration de l'homme, est un accord intersubjectif. Il se trouve que notre *être-au-monde* n'est pas sans conséquence pour les autres composantes de la nature. En interprétant la réalité dans un

²⁸ Paul Feyerabend, *Adieu la raison*, Paris, Seuil, 1989, p. 22.

environnement où l'indéterminisme devient une nécessité, Issoufou Soulé Mouchili Njimom affirme que « *la physique contemporaine nous reconforte dans la reconnaissance d'une absence d'objectivité absolue au sein des sciences contemporaines.* »²⁹ Il faut plutôt parler d'*objectivité faible* au sens de Bernard d'Espagnat. Il ne s'agit plus de promouvoir la raison comme une instance conduisant à la vérité absolue, mais de montrer que, la probabilité est devenue un argument pour exprimer une certaine vérité en science, redéfinissant cette philosophie comme une métaphysique de la nature de type opératoire. Dans ce sens, les éléments atomiques et subatomiques débouchent sur les résultats quantitatifs et observables à l'échelle microscopique.

L'incapacité pour l'esprit humain de bien appliquer la raison au regard de sa décrépitude observée au cours de l'histoire, suscite moult interprétations. Ayant constaté que celle-ci ne peut pas nous permettre d'atteindre les certitudes, Bernard d'Espagnat reste constant sur cette préoccupation. Car, ce n'est que par nos multiples sollicitations que la nature cède à nos désirs, parce qu'elle se constitue comme une entité vivante qui, par compassion, contribue à répondre à nos besoins temporels. Ainsi, la nature semble détenir une certaine conscience de l'univers qui par moment se laisse fléchir à la pression des sollicitations humaines. Voilà pourquoi, Paul Feyerabend invite à la diversification des approches méthodologiques en science. Sa démarche s'ouvre sur la liberté et la tolérance épistémologique. À l'opposé, certains philosophes ont pensé la raison comme l'unique voie du succès vers la compréhension du réel en oubliant la complexité de la nature et celle de l'humain. C'est également cette raison qui a créé toute les disparités dans la vie de l'homme que les politiques semblent maîtriser pour avoir un leadership sur le peuple ou promouvoir une idéologie. Elle mérite d'être revisitée. « *Il est temps de lui dire adieu.* »³⁰ En ayant recourt à l'histoire des sciences, on finissait par admettre que la connaissance discursive seule ne permettait pas d'atteindre les vérités en science.

3- De l'inconsistance du principe d'une connaissance absolue

L'homme à côté des autres créatures, s'illustre par son effort permanent à se détacher de l'influence de la loi naturelle. Sa prise en charge par la science lui donne des moyens d'améliorer ses conditions d'existence ; il se pose comme un être d'ant nature. Déployant son intelligence, l'humain se rend à l'évidence que la sacralité de la nature présentait une certaine fébrilité et ne lui rassurait pas d'avoir une vie réussie. Ainsi, l'usage de la connaissance

²⁹ Issoufou Soulé Mouchili Njimom, *De la signification du monde et du devenir de l'existence*, Paris, L'Harmattan, p. 30-31,

³⁰ *Ibid.*, p. 25.

discursive lui donnait l'opportunité de se soustraire de l'idéologie et des croyances d'une sacralité de la nature. L'homme est désormais placé comme acteur et auteur pour avoir les possibilités de dominer et construire l'univers. Mais, ce désir reste une aspiration permanente. L'Antiquité grecque, se présente comme une période où l'humain montre que l'univers peut être rationnellement compréhensible et qu'il est régi par des lois accessibles à l'être humain. En revanche, la science classique, par sa méthode objective avait donné à l'homme le pouvoir de se hisser au-dessus d'autres créatures. Il est question de savoir si l'intelligence humaine dans ses contradictions peut parvenir à une connaissance objective de la nature et promouvoir ainsi l'interprétation définitive de l'univers.

Parmi les cosmologies proposées par l'homme, la cosmologie scientifique semble mieux être structurée pour permettre à l'homme de se poser dans l'univers en s'opposant. L'homme se définit comme un être de liberté. Pour cela, il ne se satisfait pas totalement de ses productions, car celles-ci répondent pour la plupart, à un besoin temporel. Aristote avait fondé sa théorie de la connaissance sur la méthode expérimentale. Pour le stagirite, la raison lui avait permis de comprendre que tout objet de la nature était sous l'emprise d'une substance cachée. Cette orientation aura pour conséquence la découverte du principe de causalité qui, d'une part, avait favorisé le développement de la mécanique classique avec la découverte de la notion de force ou de la loi d'attraction par Isaac Newton. D'autre part, cette théorie avait eu également une influence extraordinaire du côté de l'Église, pour qui, le principe de causalité repose sur une causalité immanente que le courant thomiste et augustinien attribua à la Providence.

Dans cette perspective, nous relevons que l'intelligence humaine avait permis la promotion du théocentrisme. L'homme, historiquement avait toujours été en quête d'une meilleure compréhension des lois de la nature. Aristarque de Samos 230 av. J-C, avait avancé en son temps que le Soleil, au contraire, était le centre de l'univers et non la Terre. Or, la théorie théocentriste était adoubée par l'Église parce qu'elle répondait à la logique d'un univers fini créé par Dieu. Les avancées de la connaissance sur cette question ne furent pas intégrées, au nom de la liberté, les savants avaient emprunté une démarche expérimentale. C'est ainsi que Galilée, Copernic, puis Johann Kepler, réussirent l'espoir de sortir la Terre du centre de l'univers en démontrant qu'elle est une planète qui gravite autour du Soleil. Face à l'Église qui proposait des vérités éternelles invariantes et statiques, Galilée fût condamné en 1616 pour avoir déconstruit une présupposée loi divine.

Les contradictions observées par l'usage de l'intelligence semblent produire une inconsistance dans l'interprétation des éléments de la nature. Il semble qu'il n'existe pas une

possibilité pour l'humain d'établir un consensus dont la conséquence serait une connaissance absolue de la nature. La prise en compte de la cosmologie rationaliste de l'univers avait semé la division entre philosophes et théologiens. Les uns et les autres faisant chacun la promotion de l'intelligence. La question pendante était de savoir : comment faire usage de la raison de manière consensuelle, tout en évitant qu'elle nous conduise à l'autodestruction pour les scientifiques, ou à l'enfer selon la perspective ecclésiale.

Ainsi, des contradictions relevées dans des choix opérés par l'intelligence humaine laissaient certains penseurs dans la surprise. Car, l'homme veut se donner les moyens de se positionner dans un univers hostile qui ne se laisse pas appréhender, mais les résultats de la recherche scientifique ne sont pas toujours aux bénéfices d'une vie harmonieuse. Ces dérives observées invitent l'homme à s'interroger sur le devenir de l'univers. Dans ce sens, Fernand Cricqui affirme : « *l'hyper rationalisme scientifique et l'irrationalisme religieux peuvent conduire, l'un et l'autre, l'humanité à l'apocalypse, que ce soit par les armes nucléaires ou par le terrorisme intégriste.* »³¹ L'on peut se rendre compte après cette position de Fernand Cricqui que la raison ne peut pas nous conduire vers une connaissance pure où l'humain sera à l'abri de toutes dérives.

La philosophie médiévale était plus orientée vers les questions existentielles dont Dieu était perçu comme l'ordonnateur de toutes choses. Ce choix fut aussi celui de la raison humaine. La promotion de la foi était au centre de cette idéologie. Seulement, beaucoup de penseurs ont payé de leur vie pour avoir osé proposer une vision différente. Au XIII^e siècle, par exemple, pour avoir émis l'idée de la revalorisation de la raison au détriment de la foi dont l'exclusivité était avéré au Moyen âge, Thomas d'Aquin fût condamné par l'Autorité Ecclésiastique. La position de l'Église conquérante avait ainsi peur du développement d'une pensée critique qui pouvait faciliter une remise en question de la foi. Il se trouve, de façon générale, que c'est à partir de l'intelligence que l'homme fait preuve de foi. Elle ne serait donc pas une instance de vérité sur la nature, mais plutôt une aspiration vers un univers irrationnel.

L'histoire de la philosophie des sciences montre une dynamique dans la connaissance de l'univers. Ses mutations sont la résultante de l'usage contradictoire de l'intelligence humaine dans sa quête de la compréhension de l'univers. L'impossibilité de saisir le réel dans son entièreté conduit, nécessairement à une connaissance partielle. Albert Einstein affirmait que

³¹ Fernand Cricqui, *Les clés du nouveau millénaire, Symbiose et interdisciplinarité*, Paris, L'Harmattan, 2004, p. 101.

« *la nature cache son secret à cause de son essence majestueuse, jamais par malice.* »³² Le réalisme einsteinien montre que l'univers est une entité parfaite, constituée des lois finies qu'il revient à l'être humain de découvrir. Dans un autre sens, la nature est perçue comme une entité vivante qui se préserve de se livrer en totalité à l'homme. Les contradictions ainsi observées constituent des arguments permettant de trouver le particulier dans l'universel. Alors, le chercheur ne se contentera pas du déjà là. Pour une meilleure compréhension de la nature, le scientifique se posera la question que Gottfried Wilhelm Leibniz avançait au XVIII^e siècle : « *pourquoi il y a quelque chose plutôt que rien ?* »

Au nom de la liberté, l'humain avait entrepris, par la raison une interprétation plus plausible sur les phénomènes de la nature. Avec les progrès de la mécanique classique et son extension vers la relativité générale, la décrépitude de la raison avait conduit la mécanique de l'infiniment grand dans une idéologie statique. Cette conception s'apparente à une quelconque structure dont la science ne s'accommode point. En effet il fallait élaborer un nouveau cadre paradigmatique pour avoir une meilleure compréhension de l'univers. Ainsi, l'homme qui veut dominer le monde grâce aux progrès technoscientifiques, devra prendre en compte les résultats ou les erreurs antérieures comme un moyen de fonder une nouvelle connaissance plus crédible dans la description de la réalité. Vers les années 1900, constatant que les lois de la mécanique classique ne pouvaient pas s'appliquer aux microparticules, Albert Einstein lève le voile de la nature. Partant du principe de l'effet photoélectrique, les scientifiques découvraient un univers encore inexploré : l'infiniment petit.

Que pouvons-nous voir dans l'inconsistance de la connaissance absolue ? N'est-ce pas une plus-value dont dispose l'être humain pour s'imposer dans l'univers ? Une lecture réaliste des lois de la physique montre que les contradictions observées dans l'usage de l'intelligence conduisent parfois à des actes catastrophiques comme la pollution atmosphérique et les irradiations causées par l'activité nucléaire. Ainsi, « *nous avons en mémoire, les catastrophes de Bhopal, de Seveso, de Minamata de Tchernobyl.* »³³ Il faut voir par-là que l'action de l'intelligence humaine avait conduit à la pollution et à l'émission des éléments radioactifs avec des conséquences désastreuses sur l'écosystème et sur l'humain. De même, nous avons en mémoire le bombardement au Japon respectivement à Hiroshima et Nagasaki pendant la deuxième guerre mondiale où l'humanité a pris conscience de la puissance dévastatrice que pouvait fournir la conversion en énergie d'à peine dix grammes d'Uranium. En définitive, point

³² Albert Einstein repris par Rodrigues dos Santos Jose, *La formule de Dieu*, Paris, Pocket, 2013, p. 458.

³³ Fernand Criqui, *op. cit.*, p. 54.

n'est besoin d'abandonner le chemin de la raison. Ces contradictions multiples offrent l'opportunité à l'homme de se rectifier pour mieux se positionner dans le monde et envisager un projet de paix perpétuelle.

Au nom de la liberté, certaines figures de l'histoire ont usé des contradictions de l'intelligence en vue d'établir une forme de connaissance sous un déterminisme extrême, reposant sur la nécessité rationaliste. Ce type de déterminisme rationaliste s'illustre particulièrement chez Georg Wilhelm Friedrich Hegel dans le concept de la ruse de la raison. L'interprétation du monde repose sur nos passions en fonction de nos aspirations. C'est pourquoi, il avait développé dans l'espace public l'idée selon laquelle, l'Afrique est un continent sans histoire. Dans ce sens, Jean Mathias Fleury affirme que : « *la raison instrumentalisait à son profit des passions, ce qui est particulièrement visible dans les Grands Hommes dans l'histoire.* »³⁴ C'est au nom de la raison que le Pape Nicola, à son tour, signa la bulle ordonnant l'esclavage des noirs considérés comme des sous-hommes, c'est-à-dire incapables de penser. La passion se manifeste ici comme une inclination pour ces penseurs qui prétendaient se donner une mission de domination ou de civilisation dans une démarche qui se voulait rationaliste.

Dans le même sens, Karl Marx reprend à son tour l'idée d'un enchantement nécessaire basé sur le déterminisme monologique observé en sciences. Analysant des faits historiques, observant les disparités engendrées par le capitalisme. Il rêve de la construction d'un monde équilibré sans classe. Son souhait est de renversé la tendance en développant la théorie d'une société équitable. S'appuyant sur l'efficacité des lois naturelles en générales et sur le principe d'équilibre des forces à l'état initial, il pense que son projet peut être possible par la transformation en profondeur partant des modes de production et des institutions culturelles qui découlent, aussi bien de l'action individuelle que de la prise de conscience des prolétaires dont la seule volonté contribuera à un changement de valeurs. Jean Mathias Fleury affirme « *Marx a eu recours au concept d'idéologie et fausse de conscience retrouvant alors la ruse de la raison pour réintégrer ces contres exemples apparents.* »³⁵ Mais, malgré la ruse, ce projet marxiste n'avait pas prospéré, tout comme le projet Hégélien.

³⁴ Jean-Mathias Fleury, « Histoire contrefactuelle et nouvelles perspectives sur le déterminisme historique » in *Le déterminisme entre science et philosophie*, Pascal Charbonnat et François Pépin, (dir) Editions Matérogiques, Paris, Matière première n° 2/2012, p. 174.

³⁵ *Ibid.*, p. 175.

Pour d'autres penseurs, la raison doit être examinée compte tenu des contradictions enregistrées au cours de l'histoire. Ces dérives ont été possibles par l'action de l'homme qui, en voulant se poser comme possesseur de la nature, se trouve parfois involontairement face à des phénomènes qui échappent à son contrôle. À ce jour, la question environnementale se pose avec acuité à cause des conséquences de la mauvaise action de l'homme sur la nature. On parle par exemple de l'émission des gaz à effet de serres et du réchauffement climatique. Ces phénomènes multiples exposent la planète à une fin imminente. Dans cette perspective, Paul Feyerabend, émettant des réserves quant à la prise de position hyper rationaliste, affirme que : « *l'esprit humain n'a pas accès à la réalité, les tentatives de fournir une explication rationnelle du processus des liaisons ont échoué.* »³⁶ Il ne faut pas toujours se fier à cette instance pour élaborer tous les savoirs. Voilà pourquoi, il faut dire adieu à la raison. Contrairement aux exploits dans la production des savoirs par la connaissance discursive, à l'invitation de la récuser, il n'est pas superflu de croire que ce modèle, en marge de ses dérives, a donné à l'homme l'opportunité de se positionner comme être de liberté. Cette lui a permis de multiplier ses efforts pour la compréhension et la domination de l'univers.

Le but poursuivi par l'homme est de construire un cadre existentiel idéal par la maîtrise des lois de la nature. Sachant l'homme par sa présence et l'usage de l'instrument, il donne un résultat modifié sur la réalité. Les progrès technoscientifiques ont orienté l'interprétation rationaliste du monde vers un cadre qui tient compte du sujet. Il n'est plus question d'envisager l'atteinte des certitudes en sciences, mais il faut tenir compte du principe d'incertitude parce que la volonté de saisir l'univers en totalité est un rêve. Par conséquent, sa probabilité ne sera jamais égale à l'unité.

B- LE REFUS DE L'INDÉTERMINISME DANS LE CONTEXTE CLASSIQUE : UNE ERREUR D'APPRÉCIATION

L'idéologie occidentale classique voulait bâtir une science sur les réalités observables. Il n'était point nécessaire d'intégrer dans ce projet l'existence d'une quelconque réalité en soi. Si la nature ne peut être connue que de façon parcellaire, l'idée de développer une pensée close fut aussi une erreur méthodologique. Ainsi, les lois de la mécanique classique se sont avérées inopérantes dans l'infiniment petit. Désormais, le vide devient un cadre expérimental à explorer et semble-t-il, peut devenir l'environnement de promotion d'une science solide.

³⁶ Paul Feyerabend, *op. cit.*, p. 22.

1- Le non-sens du déterminisme de droit

Les scientifiques et les philosophes s'accordent sur les lois connaissables, parce que les présocratiques avaient réussi à trouver des constituants de la matière. Ils l'avaient libéré de l'emprise d'une essence cachée. Désormais, l'univers est sous le règne des principes de l'humain. Avec l'observation, l'homme parvenait à la découverte des phénomènes et rendait crédible le discours sur la nature. À l'aide d'un dispositif expérimental, l'on obtenait un résultat fiable.

Ces découvertes des lois de la nature donnaient à l'humain la possibilité de se positionner au-dessus des autres vivants comme être capable de se détacher de son biotope. Il se positionne au monde comme un être qui échappe aux lois de la nature par une prise en charge de son existence grâce aux découvertes technoscientifiques. En revanche, nous remarquons que la nature peut aussi donner libre cours, tel a été le volet qui avait échappé à Isaac Newton et Simon Pierre de Laplace. La mécanique classique était restée liée à l'interprétation de la nature sans la solliciter en retour, alors qu'il fallait se débarrasser du carcan déterministe rigide pour avoir accès à l'infiniment petit ; d'où l'urgence de changer le vecteur épistémologique en science en récusant le déterminisme dur, au profit d'une théorie plus ouverte dans la quête de la maîtrise de la nature.

L'homme veut comprendre l'univers par une méthode rationnelle. Il s'écarte de la philosophie de la nature ce qui attribuait les phénomènes de la nature à la Providence divine ou au hasard absolu. Pour les scientifiques, il revenait à l'homme de les découvrir par l'observation directe ou par la méthode expérimentale, afin de déceler le *rare* dans la généralité. Cette interprétation laissait croire que la connaissance des lois de la nature reposait sur une certaine linéarité. L'observateur attribuait à la nature un pouvoir spécial en rapport à quelques hypothétiques causes rendant possibles son expression en fonction des sollicitations. Le « *déterminisme d'un phénomène ne signifie rien d'autre que la cause déterminante ou la cause prochaine qui détermine l'apparition des phénomènes, On obtient les conditions d'existence du phénomène sur lesquels l'expérimentateur doit agir pour faire varier les phénomènes.* »³⁷ Dans cette optique, le monde devrait être totalement accessible à tous. Pour Simon Pierre de Laplace, la réalité était seulement déterminée par des lois naturelles appliquées à des conditions initiales en vue de connaître les phénomènes prochains.

³⁷ Mirko D. Grmek, « Claude Bernard entre matérialisme et vitalisme : La nécessité et la liberté dans le phénomène vie » in *La nécessité de Claude Bernard*, Joseph Michel, (dir), Paris, L'Harmattan, p. 122.

Si le déterminisme existe avant Simon Pierre de Laplace, à l'instar du déterminisme métaphysique qui attribue l'essence cachée à des phénomènes de la nature, le déterminisme de Simon Pierre Laplace viendra à son tour donner une connaissance rationnelle de l'univers. Il s'agit d'une fiction méthodologique. Ayant découvert que l'univers est régi par des lois, Simon Pierre de Laplace théorise un idéal de connaissance scientifique et épistémologique capable de répondre au besoin de compréhension de la nature partant de la connaissance des lois. Il est téméraire, convaincu de ce que tout phénomène est sous l'emprise d'une force causale et rien ne peut plus être sous l'emprise d'une contingence ou d'un quelconque fait aléatoire.

À côté du déterminisme physique appliqué aux objets extérieurs, Claude Bernard élabore à son tour le déterminisme biologique qui consiste en l'application rationnelle des lois de la physique dans un milieu interne, c'est-à-dire sur le vivant. Considérant l'universalité du déterminisme commune et l'épistémologie de la recherche scientifique, connaissant des conditions initiales en utilisant des lois mathématiques, on peut déterminer le comportement d'un organe à partir des conditions expérimentales. Mais, l'ignorance de l'existence des particules atomique et subatomique n'ont pas favorisé la promotion du déterminisme de droit sur le vivant.

Pour les Anciens connaissant les lois qui régissent un phénomène, il était possible de prédire le reste des phénomènes relatifs au même système tout en conservant le même cadre expérimental. L'univers était sorti des contingences. L'homme pouvait désormais prévoir tous les phénomènes de son environnement selon la théorie du déterminisme classique. En voulant appliquer, de façon systématique le déterminisme, l'histoire des sciences illustre que des événements contingents auraient d'une certaine manière influencés, voire provoqués des mutations sur notre planète. Le cas d'un astéroïde qui avait heurté l'écorce terrestre vers le Mexique aurait causé la disparition des mammifères et des dinosaures. Ce cataclysme avait entraîné l'émergence d'autres espèces. C'est pourquoi Trinh Xuan Thuan affirme que « *Le rêve de Laplace embrassant dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux des plus légers atomes pour laquelle rien serait incertain et l'avenir serait présent à ses yeux volait en éclats.* »³⁸ Ce changement montrait la nécessité d'intégrer le principe de contingence dans le champ scientifique.

L'introduction de la probabilité, comme argument scientifique au XX^e siècle, verra s'écrouler progressivement les murs de la certitude qui fondait l'édifice scientifique construit

³⁸ Trinh Xuan Thuan, *Le Chaos et l'harmonie : la fabrication du réel*, op cit., p. 16.

par Isaac Newton. Les mutations de la science moderne ont permis de comprendre que le monde ne pouvait pas s'appuyer sur un système de connaissance rigide. Avec Albert Einstein, la découverte de la relativité générale sonne le glas d'une mécanique complète capable de répondre aux sollicitations humaines. En 1927, au Congrès de Solvay, les scientifiques s'accordaient sur le principe selon lequel, la vitesse et la position d'une particule microscopique de la matière ne pouvait plus en même temps être connue avec précision. Soit la position et la vitesse nous échappent et vice versa mais, pas les deux à la fois. C'est le principe d'incertitude de Werner Heisenberg. Il ne semble pas crédible de dire que l'évolution scientifique est un processus discontinu qui peut échapper au monde de la transformation aussi bien naturelle, sociale que culturelle. Le déterminisme céda la place à l'indéterminisme, car connaissant les conditions initiales, il devient désormais impossible de déterminer avec précision le comportement des particules élémentaires.

L'émergence d'une science fondée sur des principes aléatoires viendra, de façon systématique sonner le tocsin de la mécanique newtonienne et laplacienne d'un déterminisme absolu de l'univers. Il se trouve que les événements aléatoires et contingents n'ont pas été envisagés par les Anciens. Le processus stochastique était exclu du cadre épistémologique classique à cause du fait qu'il n'était pas pris en compte par la connaissance discursive. L'usage contradictoire de l'intelligence par les penseurs de l'Antiquité et du Moyen âge n'avait pas permis d'envisager une telle approche qui, selon eux, pouvait absolument être l'œuvre d'une Providence divine ou d'une Force naturelle. Car, la nature devait se comporter de façon régulière, point n'en était besoin d'imaginer un cadre irrationnel dont la compréhension échapperait à la fois à l'homme ou aux scientifiques.

Au regard du développement de la physique contemporaine, le déterminisme de droit perd tout son sens. La description faite sur les phénomènes lumineux par Heisenberg, à savoir le principe d'incertitude, s'étendra sur toute matière. Pour Louis de Broglie, la matière, de façon globale, a également un comportement identique à celui de la lumière, c'est-à-dire qu'elle se comporte à la fois comme onde et corpuscule. Dans ce prolongement, la science du chaos semble présenter une théorie holistique capable d'envisager la nouvelle conception de la matière dans l'univers. Georg Bernhard Riemann avait ouvert la voie à une nouvelle conception de l'espace par la mécanique classique. Hermann Minkowski et David Hilbert feront l'un et l'autre, la promotion d'un nouvel espace non euclidien pour le développement des équations mathématiques quantiques, ainsi que pour la promotion d'une science du chaos. Cette

interprétation du réel quantique permet à la raison d'être libre et d'envisager une autre compréhension du réel, en faisant battre en retraite le réductionnisme classique et ténébreux.

Pour les classiques, l'édifice scientifique newtonien semblait avoir résolu tous les problèmes de la mécanique. La raison n'étant pas autosuffisante, elle n'est pas en mesure de produire une science pure. C'est pourquoi, le principe du déterminisme de droit avait déjà en son sein sa finitude. Les travaux de la mécanique classique ont favorisé la compréhension sommaire de certains phénomènes de la nature. Mais, le schéma présenté par la relativité générale, puis la mécanique contemporaine, semble plus crédible. Isaac Newton et Simon Pierre de Laplace n'avaient pas envisagé que la nature ne s'offrait pas en totalité. Toute prétention visant à sa parfaite compréhension demeurerait un leurre. Kurt Gödel, dans son fameux théorème de l'incomplétude, affirmait : « *Tout système fini est incomplet.* »³⁹ En clair, la raison humaine autosuffisante ne pouvait conduire, absolument, qu'à sa décrépitude compte tenu de ce que la connaissance absolue reste un évènement impossible en science.

Les mutations technoscientifiques donnent à ce jour les moyens de mieux comprendre le réel. Les lois de la mécanique classique ne pouvaient pas être finies à cause de l'ignorance des phénomènes électromagnétiques. La naissance de la mécanique quantique avait totalement changé le mode d'interprétation du réel. Ainsi, la machine déterministe de Simon Pierre de Laplace permettant de saisir l'univers dans son entièreté, sera remplacée au niveau atomique et subatomique par les lois flexibles sous l'influence des évènements stochastiques. L'idée d'avoir les lois finies comme une horloge, réduirait le travail d'un certain Grand architecte. Une critique acerbe est développée à l'endroit des partisans déterministes. Comme l'affirme Ilya Prigogine : « *Dieu [serait] réduit à un rôle d'archiviste, tournant les pages du livre cosmique.* »⁴⁰ C'est cette conception simpliste et mécaniste de l'univers qui s'est également étendue sur le vivant. Elle avait fini par trouver une fin de non-recevoir avec l'émergence du principe d'indéterminisme en science.

Le projet, d'Isaac Newton et Simon Pierre de Laplace, de parvenir à la connaissance totale de la nature avait débouché sur un chemin sans issue. Malgré les efforts de l'homme d'établir les lois universellement accessibles pour interpréter la nature, il se trouve que cette volonté ne peut pas prospérer, car, l'homme est un être limité dans le temps et l'espace. Le déterminisme physique et biologique reste un idéal inatteignable par l'homme, parce que

³⁹ *Ibid.*, p. 435.

⁴⁰ *Ibid.*, p. 439.

l'esprit humain ne peut pas parvenir à une connaissance pure de la nature. Pour cela, les mutations observées au cours de l'histoire des sciences permettent d'affirmer avec autorité que le déterminisme de droit est également tombé en décrépitude au même titre que la raison, parce que l'idée d'une théorie finie sur la nature porte en elle les germes de sa finitude. Ainsi, la naissance de la mécanique contemporaine donne à suffire une interprétation crédible sur le réel faisant ainsi voler en éclats le verrou déterministe d'une mécanique classique achevée. Le principe d'incertitude et l'indéterminisme constituent des arguments à intégrer pour avoir une interprétation holistique sur l'univers.

2- Le refus des faits : une obstruction méthodologique

L'être humain est celui qui s'interroge sur son existence par l'observation et l'expérimentation, il pense interpréter les phénomènes de la nature. La possibilité d'un monde rigide, tel qu'Isaac Newton et Simon Pierre de Laplace ont envisagé, s'appuyant sur le principe déterministe était une fiction méthodologique qui ne pouvait pas prospérer. Le monde est une construction permanente, c'est pourquoi envisager la possibilité d'un système fini est un idéal. Il est question pour le sujet pensant, à partir des résultats engrangés, d'entrevoir un cadre d'amélioration ou de perfectionnement qui lui donnera l'opportunité d'avoir une meilleure appréciation de l'univers. Dans cette optique, le projet cartésien de voir l'homme dominé la nature reste une quête perpétuelle. L'humain a réussi à démolir la conception d'un univers statique dans lequel il est un simple sujet interprétant des lois de la nature. Les mutations enregistrées au cours de l'histoire des sciences permettaient de comprendre que ces changements observés étaient à l'origine de l'interprétation d'un univers en expansion, et qu'il fait l'objet d'une construction permanente. Imaginer un univers achevé est un rêve. Voilà pourquoi, le refus des faits peut être considéré comme une obstruction méthodologique et risque d'entraver l'évolution même de la science. Le fait constitue en quelque sorte le roc ou le socle du progrès scientifique.

La science se fonde sur la réalité, c'est-à-dire qu'il existe des éléments à partir desquels l'homme peut exercer une influence ou à l'inverse qui peuvent avoir une influence sur lui. Tel était le modèle de la science développée par les classiques. L'épistémologie platonicienne avait promu l'émergence d'une science bâtie sur le monde idéal dont les matériaux ne pouvaient pas satisfaire l'expérience sensible. Au contraire, le monde sensible ou l'univers du changement, de la corruption qui, pour Platon, ne devrait pas être pris en compte dans sa théorie de la connaissance, est plutôt devenue la pierre angulaire pour la promotion d'une science de type

opératoire. Il faut voir en ce projet de second ordre que la science s'intéresse aux objets physiques et expérimentaux.

Il semble nécessaire, voire indispensable, pour la philosophie réaliste, de prendre en charge des faits antérieurs pour éviter de tomber dans les mêmes travers. Aristote avait élaboré l'explication causale pour justifier les phénomènes de la nature. Prétendre ignorer les faits historiquement enregistrés permettrait, dans une certaine mesure, aux scientifiques de marcher sur une route sans issue. L'inefficacité de la justification du principe causal de la nature avait donné lieu à la naissance d'une mécanique contemporaine. La fonction explicative de la science classique par les Anciens était tombée dans le discrédit. Les méthodes qui faisaient pignon sur rue devaient absolument être évacuées du fait que les nouvelles orientations sur l'interprétation de la nature offraient plus de garanties.

En convoquant l'histoire des sciences, nous pouvons nous rendre compte de ce que certaines découvertes ont contribué, de façon systématique, au progrès de l'édifice scientifique. Dans cette optique, nous allons mettre en exergue les mutations observées sur la conception de l'espace. La théorie de l'espace, visant à faire voler en éclat la mécanique classique, s'est adossée sur le système géométrique euclidien. Elle se situe comme une primitive sans laquelle le chercheur ne pouvait pas déceler l'urgence de réévaluer la configuration de l'espace vers une géométrie non euclidienne. Euclide avait développé sa géométrie sur le plan. L'idée qui surplombait cette vision était en rapport avec la conception selon laquelle la terre avait une forme plane. Avec les progrès observés en science, cette interprétation s'est avérée utopique. Toutefois, cette vision antique avait influencé les scientifiques et philosophes classiques jusqu'à Emmanuel Kant pour qui, le temps et l'espace sont les cadres *a priori* de la sensibilité.

Dans l'optique de soustraire la métaphysique classique du champ scientifique, les penseurs, regroupés sous le cercle de réflexion dénommé *le Cercle de Vienne*, voulaient construire une science solide, dépouillée de toute subjectivité. De ce fait, il fallait épurer le langage de toutes obstructions ne traduisant pas la réalité des faits observés. Pour ces penseurs, l'unique source de nos connaissances devait être l'expérience sensible. Telle était la ligne éditoriale de cette démarche. Dans ce sens, la méthode suggérée par le philosophe allemand Fries consistait à mettre sur pied un cadre normatif à partir duquel on pouvait parvenir à une connaissance solide qui, selon lui, était présentée sous forme de *trilemme*, c'est-à-dire une situation qui offre trois choix alternatifs d'égal intérêt. Il s'agit des dispositions sans quoi ce projet ne saurait prospérer : le dogmatisme, le psychologisme et la régression de l'infini.

La volonté des philosophes du *Cercle de Vienne* avait abouti à une démarche qui visait à prendre en charge l'histoire des sciences, à construire une approche positiviste de la méthode scientifique. Par les dérives contradictoires de l'intelligence humaine autour des productions et du discours scientifique, les philosophes du *Cercle de Vienne* pensaient élaborer un cadre idoine visant à justifier la supériorité de la science quant à la recherche de la vérité, par rapport au discours qu'offrait les pseudosciences à savoir les mythes, la théologie et la métaphysique. Cette hyperactivité du *Cercle de Vienne* avait pour finalité la mise en place d'un cadre d'expression de la nouvelle physique. Tel était l'objectif développé par les penseurs de ce *Cercle* de réflexion.

Envisager la possibilité d'une connaissance absolue de la nature reviendrait à fonder l'occasion que la cosmologie scientifique emboîte désormais le pas à la cosmologie religieuse, c'est-à-dire celle fondée sur la vérité invariante et la loi naturelle. À cet égard, Karl Popper dans son rationalisme critique, avait élaboré un cadre méthodologique dans lequel un fait scientifique peut être envisagé, non pas en immunisant des influences des théories empiriques antérieures, mais en établissant plutôt une démarcation pour parvenir à une connaissance objective. Un fait est scientifique si et seulement s'il peut être falsifiable.

Karl Popper veut évacuer ici l'idée d'une possible permanence des phénomènes scientifiques. Cette observation se fonde sur la considération selon laquelle la raison ne peut atteindre les certitudes. L'homme peut seulement tendre vers la vérité et non la domestiquer car la nature aime à cacher sa majestueuse essence. Ce n'est que de façon parcellaire qu'elle cède à nos sollicitations pour des besoins temporels. Pour les philosophes antiques, en l'occurrence Ptolémée, la terre était plate et considérée comme centre de l'univers. Il a fallu Aristarque de Samos, Galilée, Nicolas Copernic et Johann Kepler pour sortir la planète terre du centre du monde afin de la jeter à l'extérieur comme simple planète gravitant autour du soleil, malgré le discours dominant de la cosmologie religieuse tenus par les Pères de l'Église.

L'être humain exerce sa liberté pour se positionner dans la nature en évitant tout enfermement. Il ne se contente plus du déjà-là. À partir du système cognitif, il évalue les progrès engrangés pour se déployer vers l'inconnu. Bien entendu, la philosophie est un moyen par lequel l'homme développe une interrogation permanente. En partant d'une étude de l'existant, l'homme parvient à établir un prolongement ou à opérer un changement paradigmatique par rapport aux phénomènes déjà découverts.

À titre d'illustration, la conception de la lumière par les savants depuis l'Égypte pharaonique et philosophes antiques était perçue comme la divinité pour les premiers et le reflet de la puissance divine pour les seconds. Dans la même veine, le poète Allemand Novalis pensait que la flamme était une entité vivante ainsi écrivait-il « *Dans la flamme d'une chandelle, toutes les forces de la Nature sont actives.* »⁴¹ En référence à Aristote, les forces actives dans la flamme d'une chandelle étaient : la terre, l'air, l'eau et le feu. On observe aussi cette volonté de comprendre la composition de la lumière chez d'autres penseurs en l'occurrence Gaston Bachelard qui y développe une réflexion. Par intuition, Gaston Bachelard à son tour développait une expérience de pensée en révélant que la flamme était composée d'*être sans masse* et y consacra un ouvrage. L'étude scientifique de la flamme d'une chandelle avait fini par corroborer qu'elle était composée d'une vibration.

Dans le même ordre d'idées, s'agissant de l'étude scientifique de la lumière blanche, Isaac Newton était l'un des pionniers sur la question. En envoyant un faisceau de lumière blanche sur un prisme, faisant office d'un dispositif expérimental, il avait décelé que celle-ci était composée de sept faisceaux lumineux de couleur distincte à savoir le bleu, le rouge, le vert l'orange, le jaune, le violet et l'indigo. L'observation au cours de l'histoire avait permis la découverte d'autres rayonnements invisibles à l'œil nu. C'est le cas de la lumière infrarouge et des ultra-violets comme composantes de la lumière. La physique contemporaine avait montré ensuite que la lumière était composée de petites particules sans masse appelées photon de nature corpusculaire et ondulatoire.

L'homme réalise par la cosmologie scientifique le projet nietzschéen d'être de volonté et de puissance faisant usage de son intelligence. Il met en place les mécanismes technoscientifiques capables de répondre aux besoins existentiels. Dans cette dynamique, l'homme sait que ses projets qui le positionnent dans la nature, ne le conduisent pas nécessairement vers une issue heureuse, mais il tient compte de ce que des erreurs peuvent surgir. La lumière, compte tenu des modifications méthodologiques, pouvait avoir une meilleure appréciation des faits futurs. D'ailleurs, la subjectivité dans ce sens, est perçue comme facteur caractérisant la dynamique scientifique. La mécanique classique voulait laisser l'univers dans un enfermement total avec des lois finies.

La volonté pour les sciences classiques de sortir la philosophie du joug des cosmologies religieuse et métaphysique, avaient produit un modèle qui était une pâle copie de la cosmologie

⁴¹ Fernand Criqui, *op. cit.*, p. 115.

dont elles voulaient s'éloigner. On observe cet enfermement conceptuel dans l'épistémologie laplacienne en ce sens que : « *chaque objet était défini part des équations fixant à jamais son avenir, son passé et sa place dans l'univers.* »⁴² Cette fiction méthodologique était perçue comme un matériau qui a participé dans la construction de l'édifice d'une science de type opératoire. Se basant sur la mécanique céleste, les lois édictées ne se fondaient pas sur une expérience immédiate, mais sur les positions apparentes des étoiles géostationnaires. Telle était l'illusion qui animait Simon Pierre de Laplace.

L'idée de penser un monde hors du cadre expérimental n'avait pas prospéré si l'on se référait au Moyen-âge chrétien. On peut se rappeler que cette conception avait plongé l'univers dans plusieurs siècles sombres. Car, cette période était sous l'emprise de la foi et d'une croyance en la Providence. La promotion de cette foi garantissait la vie éternelle. Point n'était besoin pour l'humain de prévoir un cadre lui donnant la possibilité de se positionner dans la nature comme un être de volonté et de puissance. Avec la renaissance italienne, l'homme se rendait compte qu'il faut congédier les dieux et se considère comme un être capable de s'autodéterminer. C'est pourquoi, Francis Bacon pense que la savoir est un pouvoir. Dans cette approche, René Descartes invite à tourner le dos à cette conception idéaliste qui ne garantit pas une vie ou un mieux-être permettant à l'homme de se positionner comme un être de liberté et de raison.

L'homme avait compris que par la raison, il devait désormais compter sur son savoir-faire. Il devait exercer sa raison en vue de se prendre en charge par la connaissance de l'univers en utilisant les canons de la science. Dans ce sens, il n'était pas superflu de relever que la loi gravitationnelle d'Isaac Newton avait été un élément constitutif qui avait engendré la relativité générale d'Albert Einstein. L'homme ne se satisfait pas toujours de ses réalisations. Avec la production technoscientifique, il se donne les moyens de se réinventer. Ici, point n'est besoin d'avancer dans le champ de la connaissance comme un voyageur solitaire, en considérant le monde à chaque fois comme une *tabula rasa*. L'entreprise scientifique tient compte des acquis pour faire un saut vers l'inconnu. Les Anciens avaient réussi à démontrer que la terre n'était pas le centre de l'univers. Sur cette question, Jean Staune reprenant Trinh Xuan Thuan affirme : « *Le fantôme, de Copernic n'a pas cessé de nous hanter.* »⁴³ Les recherches avaient démontré que le soleil n'est qu'une simple étoile de la banlieue située au milieu du diamètre de la voie

⁴² *Ibid.*, p. 89.

⁴³ Jean Staune, *Notre existence, a-t-elle un sens, une enquête scientifique et philosophe*, Paris, Presse de la renaissance, 2007, p. 23.

lactée qui est notre galaxie en forme spirale autour de laquelle gravite près de 400 milliards d'étoiles. Il se trouve que plusieurs milliards de galaxies peuplent l'univers observable.

L'angoisse existentielle habite l'homme de science. Par la philosophie, l'homme prend conscience d'être raisonnable différent des autres vivants. Pour s'écarter de cette vision pessimiste, il se déploie grâce aux possibilités que lui offre son intelligence. Plus il comprend l'univers, plus il a la conviction de repousser les limites de l'inconnu grâce à ses efforts. Dans le cadre de la science du vivant, il est possible de relever que des résultats engrangés par les productions scientifiques et physiologiques avaient permis de mieux comprendre les systèmes vivants. Ainsi, Louis Pasteur ayant découvert le microbe partant du paradigme d'une théorie de la génération spontanée, avait bien voulu une fois de plus enfermer l'homme dans le déterminisme absolu qui se limite à l'existence des agents pathogènes déconstruit par la mécanique contemporaine. Pourtant, Claude Bernard, intégrant une étude environnementale sur cette question, montrait que Louis Pasteur n'ayant pas le même niveau d'information, avait certainement ignoré que l'éclosion d'un organe vivant prenait en compte le milieu extérieur dont l'interaction favorisait le développement des micro-organismes.

La science évolue en fonction des faits qu'elle révisé et sanctionne au gré des interprétations et des expériences. Ainsi, l'appropriation des acquis scientifiques antérieurs constitue la matière première permettant de produire une connaissance approchée au sens bachelardien. Le projet cartésien visant à voir l'homme *comme maître et possesseur de la nature* était resté un rêve, au même titre que la science classique dont les applications s'apparentaient à une science achevée. La volonté de promouvoir une raison autosuffisante ou une théorie déterministe prenant la mécanique céleste comme référence, avait été, somme toute, pour la science classique une projection vers un savoir stable. Le recours aux faits est pour le chercheur, un moyen de construire une heuristique du progrès dont les faits scientifiques constituent des ressources donnant lieu au développement des idées nouvelles.

Comme un être de liberté, l'homme est toujours en quête d'un mieux-être. Aussi, ne se contente-t-il pas de la promotion d'une pensée statique ? À la question kantienne : *que m'est-il permis de savoir ?* Nous pensons que l'homme est inquiet, parce que la nature refuse de lui livrer totalement son secret à cause de son essence majestueuse. Voilà pourquoi il reste interrogatif dans la quête de la compréhension des lois de la nature. Dans ce projet d'élaborer une science rationnelle, l'urgence avec la physique contemporaine est de produire des états scientifiques à partir des évènements aléatoires. Gaston Bachelard trouve nécessaire pour les penseurs rationalistes, à l'effet d'élargir la possibilité de saisir le réel, de « *restituer la*

conscience non-rigoureuse pour qu'une pleine prise de conscience de la rigueur soit possible.»⁴⁴ En fait, tout l'édifice scientifique ne peut être perçu sous forme d'axiome parfaitement défini ; d'où la nécessité de s'écarter progressivement de la logique formelle en science.

3- Les apories d'un refus du hasard dans la science

Les sciences classiques, pour se positionner au-dessus des autres disciplines, avait élaboré un discours scientifique sur le triptyque : logique, nécessité et universalité comme modèle d'objectivité scientifique. Le sujet était extérieur et sans influence sur le dispositif expérimental. Cette démarcation avait donné aux sciences dures une hégémonie sur les autres disciplines. Les dispositions prises pour atteindre le résultat reposaient sur un principe déterministe que formulait l'astronome Simon Pierre de Laplace au début du XIX^e siècle. En ce sens « *qu'il est possible de déduire l'état d'un système physique à un instant $t + 1$ dès lors qu'on connaît son état à l'instant t et les lois qui le régissent.* »⁴⁵ Ce projet déterministe des Anciens semblait avoir plongé l'humain dans un système de pensée clos. Toutefois, l'homme, un être de liberté trouve sa plus totale expression dans la capacité de se positionner et surtout d'améliorer sa vision du monde à son gré en toute quiétude. Aussi pensera-t-il la possibilité de se libérer des carcans déterministes structuralistes, en vue de la promotion d'une pensée féconde gage d'une évolution sur la perception la nature. Cette ouverture qui sonne ainsi la fin d'une position de l'humain comme spectateur passif au monde lui attribue une place centrale. Les événements aléatoires peuvent aussi avoir une place de choix en sciences compte tenu de ce que la nature cache son secret à cause de son essence majestueuse. C'est également la fin des certitudes en science.

Dans la philosophie médiévale, l'interprétation de certains événements semblait être l'action de la Providence. Ainsi parlait-on de chance, du sort ou du hasard. Dans la théologie chrétienne, il était admis que Dieu exprimait sa volonté par l'intermédiaire du sort. Ainsi était devenue légitime la tradition, pour certaines situations de recourir à cette voie pour consulter les dieux. Il en est ainsi par exemple des jeux de hasard soumis à la seule appréciation de la Providence. Mais, cette conception du hasard quittera le domaine religieux pour celui des hommes. Si la science tente à certaines égares de donner une compréhension objective du réel,

⁴⁴ Gaston, Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1949, p. 28.

⁴⁵ Delphine Blitman, « Liberté et déterminisme : un point de vue neurobiologique est-il possible ? », in *Déterminisme entre science et philosophie*, Pascal Charbonnat et François Pépin, (dir) Matière première, Materiologique, Paris, N°2/2012, p. 147

les éléments constitutifs de cet ordre de rationalités ce sont constitués de manière éparsée dans la nature.

À ce sujet la rationalisation du hasard se formalise avec Jérôme Cardan médecin et mathématicien exceptionnel, en 1524 « *posa les fondements de la théorie mathématique des probabilités* »⁴⁶. Le second ingrédient fondamental de sa recherche fut la découverte des nombres complexes dont la forme est $(a+ib)$, où a et b désignent respectivement des nombres réels et (i) le nombre imaginaire dont le carré est moins un. Ces deux ingrédients sévirent au formalisme de la théorie quantique des siècles plus tard. De même, Pierre de Fermat, Daniel Bernoulli au XVII^e siècle, démontrent que la rationalisation dans une distribution hasardeuse s'est inscrite dans le registre scientifique, à l'aide du formalisme mathématique. Les résultats de probabilités ne relèvent plus du sort, mais d'une prévision mathématiquement démontrable.

Les philosophes et scientifiques de la période classique ont entrepris de produire une science crédible, en fonction du principe causal et de la relation qui existe entre les phénomènes de la nature. La révolution scientifique traduite par la renaissance italienne, a fait émerger une conception de la nature connaissable. Le développement de l'approche expérimentale est un moyen pour élaborer une théorie scientifique. Malgré les efforts d'objectivité, certaines productions scientifiques échappaient à une démarche rationnelle. Certains penseurs, usant d'un processus stochastique pour parvenir aux résultats ou aux découvertes, pensent la nécessité d'intégrer le hasard. Elle se présentait comme urgence dans la démarche scientifique malgré son caractère irrationnel. L'objectivité forte, selon Bernard d'Espagnat, comme seuil de crédibilité scientifique, devrait ainsi être revisitée. Le projet de Descartes de réduire la réalité à une entité mathématique physique observable s'est révélé pure illusion. L'inopérationnalité des lois de la mécanique classique en microphysique entraînera la crise du déterminisme et l'ouverture à une nouvelle forme de connaissance de la réalité.

Pour les Anciens, la démarche rationnelle étant la seule méthode pour décrire la réalité, elle s'est par moment avérée infructueuse. En convoquant l'histoire des sciences, de façon constante, nous notons que la dimension aléatoire occupait une place de choix dans certaines découvertes. Parfois le résultat obtenu ne s'inscrivait pas dans un cadre normatif établi. Il n'était pas souvent nécessaire d'en faire large écho compte tenu de la démarche discursive instituée comme l'unique instance permettant d'atteindre les certitudes. En raison de la décrépitude

⁴⁶ Roger Penrose, *Les ombres de l'esprit : A la recherche d'une science de la conscience*, Interedition, Paris, 1994.

observée par l'usage de l'intelligence et des contradictions enregistrés, pourquoi ne pas entrevoir une autre instance donnant l'accessibilité à la réalité. Le philosophe français Paul Souriau « *avait noté dans ses travaux au cours de la théorie des inventions que dans ce secteur d'activité créatrice considéré comme pure produit de la pensée rationnelle, le hasard pouvait jouer un rôle déterminant.* »⁴⁷ Ainsi, l'on peut noter dans l'histoire des inventions et des découvertes que le facteur aléatoire se pose comme une évidence en science.

Partant d'une expérience de pensée, d'un événement irrationnel ou d'une illumination subite, le scientifique pouvait conduire à la solution d'un problème. Cette approche échappe résolument au canon de l'expérimentation. On ne peut prédire ni résoudre toute les théories de façon rationnelle. Ces productions qui par la suite corroboraient avec le résultat escompté. Dans cette optique, le chimiste Allemand August Kekulé en 1862 a réussi à découvrir la formule chimique du Benzène. L'histoire des découvertes scientifiques révèle, selon Fernand Cricqui, que « *le savant somnolait au coin du feu lorsque, dans le rêve, il vit le serpent s'agiter se mordre la queue. L'image née par hasard, de l'irrationnel a en quelque sorte envahi le subconscient du chimiste préoccupé depuis un bon moment par le problème de la structure moléculaire du Benzène.* »⁴⁸ En somme, le penseur préoccupé par un saut créatif de trouver, par une démarche irrationnelle, la structure moléculaire de l'atome de benzène constituée de six atomes de carbone dont le schéma est comparable au serpent qui se mord la queue. Ce résultat qui a été pris en compte par la communauté scientifique, peut être interprété comme la preuve que le savoir pouvait être détaché des traditions de connaissance. Depuis lors, les chimistes utilisent cette découverte pour des applications chimiques.

D'autres découvertes scientifiques ont été simplement accidentelles. Il se trouve que tout ce qui existe dans l'univers est le fruit du hasard et de la nécessité. Selon les termes de Démocrite repris par Jacques Monod, des productions en sciences, dans une certaine mesure, sont le produit d'un pur hasard. L'on peut encore se demander s'il est possible de justifier la logique des découvertes stochastiques. Alexander Fleming était parvenu à la découverte de la pénicilline par un pur phénomène du hasard. En 1928, le médecin Ecossais avait constaté que la moisissure de penicillium qui tombait accidentellement sur une culture des staphylocoques avait manifestement empêché la croissance des bactéries. La conclusion qui s'en suivait était que, des éléments bactéricides se trouvaient dans la moisissure de penicillium. Les recherches approfondies avaient confirmé que le penicillium détruit les bactéries. À l'issue de cette

⁴⁷ Fernand Cricqui, *op. cit.*, p. 169.

⁴⁸ *Id.*,

découverte, l'homme avait établi un protocole pour lutter contre les agents pathogènes à l'instar des bactéries, et par là, la promotion de la santé.

Suivant la démarche des chimistes, August Kekulé et Alexander Flemming dans la quête du savoir, ont fait intervenir leur subjectivité. Dans cette perspective, il y a lieu de s'interroger sur la méthode comme l'unique moyen dans la construction du savoir. Etant donné que les résultats crédibles obtenus par ces deux scientifiques n'ont pas satisfait les attentes des scientifiques compte tenu de la démarche qui n'était pas expérimentale. Il y avait aussi lieu de questionner la nature de la réalité en science. Pour l'un et l'autre, nous relevons l'illumination et l'accident. Karl Paul Feyerabend n'hésite pas de se demander « *si la vérité est une notion objective, si la pratique scientifique est toujours rationnelle ou comment la réalité dépend des perceptions.* »⁴⁹ En somme, il ressort que le processus d'accès à la vérité échappe désormais aux canons tracés par les pionniers c'est-à-dire la méthode. Le principe aléatoire en science désormais avait été pris en compte comme facteur de promotion de l'éclosion de la connaissance scientifique. Dans ce sens, Karl Paul Feyerabend avait développé un plaidoyer vers une ouverture méthodologique en science qui intègre la démarche rationnelle et irrationnelle.

L'idée de rationalité comme objectivité semble avoir donné l'orientation à suivre dans des productions scientifiques. Ainsi, être rationnel implique nécessairement suivre une certaine méthode dans la recherche du résultat scientifique. Les empiristes tenaient pour irrationnel les conceptions qui sont en conflit avec l'expérience. En convoquant l'histoire des sciences, des nombreuses découvertes n'avaient pas emprunté la démarche rationnelle comme l'unique méthode conduisant au résultat ou vers la connaissance. Le cas du « *scientifique britannique Michael Faraday, par la découverte mystérieuse du concept de champ de force électricité et magnétisme* »⁵⁰ est évocateur. Ce chercheur, issu d'un milieu modeste sans érudition mathématique, avait réussi par des dessins à traduire, avec précision, la découverte qui allait influencer la physique moderne.

En 1831, il fit une découverte décisive qui allait changer la face du monde à jamais : un jour qu'il plaçait un jouet aimanté sur une bobine de câble, il remarqua qu'il parvenait à créer un courant électrique dans ce câble sans même le toucher. Il en déduisit que le champ invisible exercé par l'aimant pouvait déplacer les électrons du fil de courant et ainsi produire le courant⁵¹.

⁴⁹ Paul Feyerabend, *op. cit.*, p. 101.

⁵⁰ Michio Kaku, *La physique de l'impossible*, Science ouverte, Paris, Du Seuil, 2011, p. 20.

⁵¹ *Ibid.*, p. 21.

Cette découverte, comme bien d'autres déjouaient le principe méthodologique rationaliste établi pour accéder à la connaissance. D'autres scientifiques, sur cette question, avaient la conviction que l'esprit de l'homme avait accès à la connaissance directe. Platon, dans le même sens, estimait que les concepts et la vérité mathématique résident dans un monde réel non local hors du temps et de l'espace, distinct du monde physique. Selon Roger Penrose, « *notre esprit a un accès direct dans ce monde platonicien constitue l'une des différences essentielles existant entre l'être humain et la machine.* »⁵² Cette position de Roger Penrose laisse croire qu'il existe une conscience de l'univers à laquelle l'homme peut accéder en cas de besoin pour répondre à une préoccupation temporelle.

Bernard d'Espagnat sur cette question, pense que l'existence de ce monde platonicien est fondée et nous rapproche de l'Être. Aussi, souligne-t-il que : « *les objets perçus sont seulement des projections de ce qui est.* »⁵³ Concernant Michael Faraday, nous réalisons que le scientifique avait réussi, par un saut créatif, à découvrir la production des électrons de façon irrationnelle. Partant de ses dessins du scientifique britannique, James Clerk Maxwell, établira tous les postulats mathématiques autour de cette découverte et ceux-ci avaient corroboré les idées avancées par Michael Faraday.

Si pour quelques scientifiques, le processus stochastique est un facteur favorisant l'accès à la connaissance directe, il permet d'opérer un saut créatif. Alain Connes se place en porte-à-faux par rapport à cette interprétation. Il montre que le platonisme n'est pas compatible au matérialisme. Autrement dit, les vérités mathématiques et les concepts restent des conceptions intelligibles et ne pouvaient avoir une implication physique. Dans la même perspective, d'autres scientifiques pensaient qu'il s'agissait d'un effort cérébral dont l'être humain fait montre face à une situation ou une question préoccupante. De sorte que le résultat de la recherche est absolument intellectif et non le fait d'un esprit quelconque qui anime l'homme. Il s'agit d'une production du cerveau par l'association neuronale.

Pour Jean Pierre Changeux, partant d'un projet défini, l'obsession qui anime l'homme le conduit vers un résultat ou une découverte affirme que : « *c'est toi qui crée cette simplicité lorsque tu confrontes tes représentations entre elles ou des objets naturels, lorsque tu constates leurs adéquations ou leurs inadéquations à l'aide du sens dont tu parles et que je considère comme le produit de nos facultés cérébrales.* »⁵⁴ Jean Pierre Changeux rejette l'idée d'une

⁵² Roger Penrose, *Les ombres de l'esprit*, Paris, Inter Editions, 1995, p. 46.

⁵³ Bernard d'Espagnat, *L'atome de sagesse*, Paris, Seuil, 1982, p. 115.

⁵⁴ Jean Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, *idem.*, p. 110

ontologie platonicienne comme réponse possible face aux résultats des découvertes scientifiques. Toutefois, on peut se rendre compte de ce que beaucoup de résultats ou des réponses ont été obtenus sans une référence quelconque avec un problème donné.

Michael Faraday, au contraire, pose dans son concept des champs de force les bases de la métaphysique contemporaine, c'est-à-dire « *une métaphysique expérimentale selon le concept du physicien et philosophe américain Abner Eliezer Shimony. (1928-2015)* »⁵⁵ En énonçant que le monde est traversé par un champ magnétique du pôle nord vers le pôle sud, il affirmera que « *l'espace vide n'est pas vide mais plutôt rempli de lignes de forces capables de mettre en mouvement des objets même éloignées.* »⁵⁶ Ce projet n'était pas construit à partir des postulats mathématiques mais plutôt à partir des dessins et des diagrammes. Michio Kaku confirme : « *son manque de connaissances mathématiques le conduisit à créer les magnifiques diagrammes de lignes de forces que l'on trouve aujourd'hui dans tous les manuels de physique.* »⁵⁷ Les éléments immatériels construits par le physicien Michael Faraday avaient été justifiés. Les champs de force de Michael Faraday invisibles, furent ainsi interprétés quantitativement par les équations différentielles d'Isaac Newton par James Clerk Maxwell, en confirmant le postulat selon lequel le vide est constitué de plusieurs entités perceptibles seulement par un dispositif expérimental.

La question du hasard avait pris de l'ampleur dans les découvertes scientifiques. Mais des chercheurs s'accordent à dire qu'il est possible d'arriver à une invention de façon irrationnelle ou par un saut créatif. Les théoriciens, à l'instar de Blaise Pascal et Pierre de Fermat, arrivent à partir de la logique formelle, à justifier scientifiquement les évènements aléatoires, en l'occurrence les jeux de hasard. Considérant un jeu ou des tirages aléatoires où les joueurs ont des positions de gain ou de perte, une certaine somme doit revenir à un joueur, par la logique aléatoire. Ernest Coumet affirme : « *l'incertitude de gagner est proportionnée à la certitude de ce qu'on hasarde selon la proportion des hasards de gains et de perte.* »⁵⁸. En toute logique, on doit assigner au bénéficiaire un certain montant pour justifier son choix. Quelle que soit la position, le joueur aura absolument une position dans l'espace pas les deux à

⁵⁵ Martin Bjowal, *L'univers en rebond*, Paris, Albin Michel, 2011, p. 14.

⁵⁶ Michio Kaku, *op cit.*, p. 21.

⁵⁷ *Id.*,

⁵⁸ Ernest Coumet, « La théorie du hasard est-elle née par hasard ? ». In *Annales. Economies, sociétés, civilisations*. 25^e année, N.3, 1970. p. 588. https://www.persee.fr/doc/ahess_0395-2649_1970_num_25_3_422242, 05/06/2019 22h40.

la fois. En général, les sciences humaines avaient montré leur préférence pour la théorie du hasard dans la prise de décision en vue d'optimiser le rendement en entreprise.

En somme, la raison autosuffisante n'a pas donné à l'humain l'opportunité d'avoir un savoir exhaustif sur la nature, même partant d'un dispositif expérimental. Elle a empêché de construire un système de connaissance sur le principe d'objectivité absolue. Ainsi, la logique des découvertes scientifiques avait démontré que certains résultats échappent bel et bien à la tradition rationaliste et obéissent plutôt à un processus stochastique, hors de tout déterminisme. L'homme, au nom de la liberté, se projette désormais vers l'exploration de l'infiniment petit, perçu comme champ expérimental nouveau, parce que les lois de l'infiniment grand sont tombées en crise depuis le début du XX^e siècle.

CHAPITRE II

LA NECESSITÉ D'UNE REMISE EN QUESTION DU DÉTERMINISME HIPPOCRATIQUE

Le projet de la nature pensée depuis les îles ioniennes, conçoit un système de description de l'univers basé sur des lois stables. Pythagore de Samos en effet, avançait que l'univers est construit en langage mathématique, cela avait suscité une démarche qui s'écartait à celle de la métaphysique traditionnelle ou à l'état théologique selon laquelle il existe un principe immanent voire une entité qui engendre toute chose. Nous pouvons trouver dans cette interprétation, les prémisses de la démarche scientifique. Cette rigueur des ioniens, avait en toile de fond, une méthode discursive dans la connaissance des phénomènes qui nous entourent. La conséquence immédiate était la promotion d'un univers connaissable, partant des lois et d'un déterminisme dur, fondant un système clos de connaissance de la nature. Mais, le principe de liberté qui caractérise l'être humain laisse croire que l'usage contradictoire de l'intelligence donne lieu de se projeter vers de nouvelles réalités apparemment impossibles. Ce saut qualitatif vers l'inconnu pourrait peut-être conduire à une certaine remise en question d'une connaissance absolue sur les phénomènes de la nature.

A- LA CRITIQUE DE L'IDÉE D'UNE REALITÉ INDÉPENDANTE

La dynamique observée sur les mutations de la nature et surtout l'action de l'être humain laisse croire qu'au nom de la liberté, l'humain ne peut pas seulement rester sous la dictature des lois de la nature.

1- Le déclin de l'espace euclidien comme référence en physique

La géométrie euclidienne a favorisé la promotion de la mécanique classique porteuse et performante. Cela peut s'illustrer dans la position de Ptolémée qui concevait la terre comme une surface plane et statique. De l'autre côté, l'espace céleste semblait stable avec les astres qui présentaient une apparence fixe à l'observateur. Mais, l'intuition ptoléméenne se fondait sur le mythe égyptien selon lequel, le soleil se levait quelque part le jour et se couchait le soir. D'autre part, pendant la nuit, le soleil empruntait le chemin inverse en passant par les entrailles de la terre plate et immobile pour se retrouver au point de départ le lendemain comme le souligne

Trinh Xuan Thuan dans *Les Mélodie secrètes*. Le dénominateur commun entre les deux penseurs : Euclide et Ptolémée est que la théorie de la connaissance dont ils faisaient la promotion issus de l’Egypte Antique où ils avaient suivi des enseignements sur la gestion de l’espace et l’usage rationnel de la pensée. À cet égard, Platon lui aussi, héritier de la pensée des Pyramides, instituera la géométrie comme propédeutique à l’enseignement de la philosophie. Il fallait avoir l’esprit d’un géomètre pour être capable d’accéder au monde intelligible. Au fur et à mesure que la connaissance scientifique se développait, les scientifiques classiques s’étaient aperçus que cet espace traditionnel inflexible n’était plus à mesure de répondre à une interprétation fiable s’agissant des phénomènes de la nature ; d’où l’idée d’un changement paradigmatique sur les questions de l’espace.

L’intérêt de l’homme pour la maîtrise et la gestion de l’espace remonte à l’Egypte pharaonique. Aux bords du Nil, les arpenteurs se servaient de la géométrie pour partager des espaces cultivables aux bords du fleuve après la période des crues. L’objectif poursuivi dans cette opération était de faire usage de cette théorie métrique en vue d’une distribution équitable à la population agricole. L’espace physique décrit était une surface plane, finie, délimitée par des segments de droite. Michel Serres affirme que « *Hérodote raconte les partages agraires de Sésostris et l’importation en Grèce de la géométrie.* »⁵⁹ L’efficacité de la géométrie égyptienne antique avait également facilité le calcul de certaines surfaces complexes, comme le souligne « *Diogène Laërce, Plutarque rapportent que Thalès mesura la grande Pyramide.* »⁶⁰ L’exploit de la géométrie attribué à Euclide constitue l’un des ferments du *miracle grec*, et par extension, l’éclosion de la mécanique classique.

Les harpédonaptes de la vallée du Nil par la maîtrise de la métrique avaient donné naissance à une stratégie de mesure et de raisonnement. Aussi, les postulats mathématiques avaient conduits au développement des axiomes pour une gestion équitable de l’espace physique. Les postulats métriques avaient été à l’actif de la mécanique classique pour de la découverte des lois scientifiques, en l’occurrence le concept de la gravitation universelle, la force d’attraction, le principe d’inertie et la loi d’accélération par Isaac Newton. Avant lui, René Descartes s’était également inspiré de la gestion de l’espace physique pour construire la géométrie algébrique inspirée par la théorie des nombres de Pythagore de Samos. Au vu des résultats de la mécanique classique, l’espace euclidien avait permis la découverte des vérités scientifiques hors des atteintes du doute. Ces postulats mathématiques qui avaient donnés

⁵⁹ Michel Serres, *Les origines de la géométrie*, Flammarion, Paris, 2011, p. 167.

⁶⁰ *Id.*

l'autorité à la science classique nécessitaient d'être revisités pour apporter la flexibilité, voire l'ouverture aux mutations scientifiques.

Il n'est pas de nature pour la science de s'enfermer dans une quelconque idéologie. Les axiomes mathématiques antiques s'apparentaient à une théorie finie, loin de toute remise en question. La raison d'un espace fini tire sa fécondité sur la conception de la matière par les philosophes spiritualistes qui avançaient que : « *la matière existe et a été créée par Dieu, en quantité limitée.* »⁶¹ Cette vision de l'univers héritée de l'Égypte antique réconfortait bien la description d'un espace fini par Euclide. Platon, héritier de l'école des mystères de Memphis et de Saïtes en Égypte antique, va également dans le même sens, Luc Brisson souligne à ce sujet que « *le demiurge dans le Timée fabrique l'univers à partir des corps géométriques les plus parfaits.* »⁶² Euclide dans cet état de chose ne pouvait pas être en marge de la philosophie de son temps. L'élargissement de l'univers et la découverte de nouvelle terre donnait lieu de décrédibiliser cette conception de l'espace physique réductionniste. Car, elle ne pouvait plus donner sens qu'à la gestion d'un espace grand.

La liberté est un facteur qui caractérise le scientifique. Nous relevons que les axiomes de la géométrie euclidienne avaient plongé la science dans un environnement fixe en rapport au courant philosophique créationniste de l'univers. Il n'était pas envisageable de sortir cet univers supposé définitif des mains du Demiurge. D'où, certains postulats mathématiques comme, la somme des angles d'un triangle vaut un angle plat c'est-à-dire 180 degré ou encore par un point on ne peut faire passer qu'une droite parallèle par rapport à une droite donnée, ces axiomes donnés devraient être revisités. Ces postulats euclidiens sont progressivement tombés dans l'obsolescence. Parce que, les scientifiques avaient envisagé un nouvel espace physique pour faciliter l'évolution de la science. Le Demiurge de Platon, voyait impuissant son univers fini être déformé. Ainsi, Nikolaï Ivanovitch Lobatchevski et Jonas Bolyai avaient réussi à sortir l'univers de façon irréfutable des postulats euclidiens. Ces mathématiciens, en brisant l'espace intuitif, avait facilité l'ouverture vers un univers sans limite. Ceci justifie, une fois encore, les limites de certains postulats euclidiens. L'ouverture apportée par Lobatchevski et compagnie avait modifié de façon significative la conception de l'espace. Henri Poincaré dans ce sens

⁶¹ Françoise Monnoyeur, « La matière et les esprits : Henry More et Robert Boyle » *In Qu'est-ce que la matière ? Regards Scientifiques et philosophiques*, Françoise Monnoyeur, (dir), La Flèche, Paris, 2000, p. 93.

⁶² Luc Brisson, « La Khôra dans le Timée de Platon : ce en quoi se trouvent et ce de quoi sont constituées les choses sensibles », *In Qu'est-ce que la matière ? Regards Scientifiques et philosophiques*, Françoise Monnoyeur, (dir), La Flèche, Paris, 2000, p. 39.

affirme que : « *l'on peut par un point mener plusieurs parallèles à une droite donnée* »⁶³ ou la somme des angles d'un triangle est supérieur ou inférieur à 180 degré.

En se limitant à la gestion simple des espaces agraires, le monde n'aurait pas eu certainement besoin de sortir de la géométrie euclidienne. Son importance s'avère d'actualité, si on se limite à l'observation ou à l'utilisation des surfaces finies faisant appel à la métrique euclidienne comme seule référence en physique. Un progrès ne pouvait être prévu si l'on s'en tient à l'argument selon lequel Dieu avait créé une quantité de matière limitée. De ce point de vue, Robert Boyle s'oppose à cette vision métaphysique et théologique du cosmos. Il promeut une explication mécaniste des phénomènes de la nature pour justifier l'omniprésence de Dieu. À ce titre, le savant pense que « *les lois de Dieu ne peuvent être découvertes qu'a posteriori.* »⁶⁴ Ceci suppose une nécessaire ouverture pour permettre une meilleure description des phénomènes de la nature. Ainsi, pour bien interpréter le comportement de la matière dans l'univers, il fallait envisager une nouvelle méthode de traitement des données dans l'espace pour comprendre les différents mouvements des astres, puis envisager la maîtrise des espaces physiques à grande échelle ce sur quoi les lois d'Euclide ne pouvaient s'appliquer.

Rudolph Carnap, dans une perspective empiriste, à son tour, articule une interprétation en vue d'interroger l'espace. N'étant pas convaincu des résultats obtenus par la géométrie euclidienne s'engage à sa remise en question qui aboutira à la rédaction d'une thèse intitulée « *L'espace : contribution à la théorie des sciences* »⁶⁵. L'essentiel de sa pensée sur fond de teneur kantienne, selon Jean Leroux, « *consiste en ce que les propriétés topologiques de l'espace perpétuel ou intuitif y sont considérés comme étant synthétique a priori.* »⁶⁶ Ce projet avait pour objectif de définir un cadre spatial nouveau pouvant s'appliquer aux mutations de la mécanique contemporaine. L'héritage dans l'épistémologie kantienne sur l'espace fut sa volonté de convoquer l'intuition pour définir un plan. En parlant de l'espace intuitif, sa vision avait influencé la philosophie de la physique au XX^e siècle et contribué à la promotion d'un espace non euclidien partant d'une simple intuition mathématique.

Si la conception de l'espace intuitif peut être perçue comme ferment du nouvel espace, l'on pouvait également voir la gestation d'une nouvelle théorie de la connaissance à l'aune des distances qu'il prendra avec le kantisme s'agissant des fondements de la géométrie. Il a fallu

⁶³ Henri Poincaré, *La science et Hypothèse*, www.ebookgratuits.com, 1902, p. 43.

⁶⁴ Françoise Monnoyeur, *op. cit.*, p. 93

⁶⁵ Jean Leroux, *Une histoire comparée de la philosophie des sciences : L'empirisme logique en débat*, Vol. II, PUL, Laval, 2010, p. 16.

⁶⁶ *Id.*,

faire sauter le verrou d'un espace plat, pour envisager un espace non euclidien en vue de nouvelles applications en physique. Cette ouverture méthodologique a donné lieu au refus de la théorie gravitationnelle newtonienne jadis construite sur la considération métrique fixe édictée par Euclide pour une nouvelle interprétation définie sous le concept de relativité générale. Albert Einstein, par acquis de conscience et tenant compte des faits scientifiques antérieurs comme catalyseur de sa découverte, saluera la mémoire de Isaac Newton de la manière suivante : « *Pardonne-moi, Newton ! Tu auras trouvé l'unique solution qui fût en ton temps permise à l'homme aux plus audacieux élans de la pensée et d'une capacité créatrice extrême.* »⁶⁷ Dans cette logique, le nouvel espace non euclidien donnera l'opportunité d'exprimer la fin de l'infiniment grand. Ainsi, la volonté de faire avancer la configuration de l'espace a eu une influence sans précédent sur le progrès de la science de la période classique à la période moderne.

L'espace physique qui avait favorisé l'émergence de la mécanique classique était progressivement tombé en décrépitude. Ainsi, la géométrie telle que définie par Euclide, ne pouvait plus répondre aux préoccupations relatives aux grandes surfaces. Si par les sens nous avons une vision approximative de l'espace, il était nécessaire d'envisager un cadre nouveau pour conceptualiser un nouvel espace permettant de répondre aux questions métriques sur une surface plus large. À ce sujet, Henri Poincaré pense que l'expérimentation était capable de nous permettre de résoudre la question de l'espace physique. Aussi souligne-t-il que « *l'expérience nous donne notre libre choix, mais elle nous guide en nous aidant à discerner le chemin le plus commode.* »⁶⁸ Les résultats obtenus par cette démarche peuvent être perçus comme des décrets pour un sage ; d'où la nécessité de construire un nouvel espace physique.

L'exploit des mathématiciens Nikolai Ivanovitch Lobatchevski et Jonas Bolyai était d'envisager l'ouverture d'un nouvel espace logique crédible reste salutaire. Il répondait à une volonté de définir la possibilité d'une surface infinie qui donnait une autre interprétation de l'univers. Ainsi, l'ouverture facilitera la gestation d'une nouvelle mécanique futuriste. Il aurait fallu faire un saut qualitatif pour voir l'univers autrement. Grâce à l'intelligence humaine, Georg Bernhard Riemann avait le privilège de comprendre que l'univers n'était pas un espace plat tel que Euclide l'avait présenté. Dans ce sens, Brian Greene affirme « *... dans son célèbre cours inaugural de 1854 à l'Université de Göttingen, que Riemann avait fait voler en éclats le concept euclidien de l'espace plat et avait ouvert la voie démocratique de la géométrie sur*

⁶⁷ Alain Soukhotine, *Les paradoxes des sciences*, trad., Oleg Pitchouguine, MIR, Moscou, 1983, p. 26

⁶⁸ Henri Poincaré, *Science et hypothèse*, Paris, Flammarion, 1917, p. 25.

toutes sortes de surfaces courbes.»⁶⁹ Cet exploit de Georg Bernhard Riemann était réconfortant, parce qu'il n'était point question pour la raison de promouvoir une connaissance absolue du réel, mais de permettre à l'intelligence d'être en mesure de répondre à une question existentielle dans le temps.

Les travaux de Georg Bernhard Riemann avaient connu un succès par son plaidoyer pour un espace infini comme nouvelle configuration de l'espace physique. Nous relevons des améliorations apportées dans les travaux d'Isaac Newton à partir de la géométrie euclidienne. Le développement de la géométrie variable avait facilité une nouvelle configuration de la matière prenant en compte, l'infiniment grand avec le développement de la théorie de la relativité générale. En revanche, les lois de l'infiniment grand ne peuvent pas s'accommoder à l'infiniment petit. Nous remarquons qu'à différents niveaux de l'évolution scientifique, la maîtrise de l'espace physique était à l'origine des mutations observées dans la description des éléments de l'univers de la surface plane fini euclidienne. Les scientifiques avaient découvert l'espace physique infini non euclidien. Ainsi, il fallait découvrir la nature de la surface physique du micro-espace pour enfin avoir une meilleure connaissance sur le comportement de la matière dans l'infiniment petit.

Le comportement des microparticules obéit au système aléatoire dont les calculs métriques ne répondent plus aux systèmes géométriques en vigueur. Comment comprendre le comportement de la lumière qui est composée de photons, en tenant compte que les postulats d'Euclide, Nikolaï Ivanovitch Lobatchevski et Georg Bernhard Riemann sont devenus inopérants. Il faudra nécessairement trouver un cadre idoine dans lequel le mouvement des particules élémentaires peut être suivi. Ainsi, selon Henri Poincaré, « *Véronèse et Hilbert ont imaginé une nouvelle géométrie plus étrange encore, qu'ils appellent non archimédiennes.*»⁷⁰ C'est une géométrie non métrique qui ne se préoccupe ni de la question des longueurs ni de la question des surfaces physiques encore moins des questions de trajectoire. C'est une géométrie qui intègre des quantités mathématiques, des nombres complexes et des distributions aléatoires. On l'appelle également « *la géométrie projective.* »⁷¹ Elle s'applique dans le comportement de la matière dans l'infiniment petit le cas des photons par exemple. Grâce à ces lois, les chercheurs ont réussi à donner une interprétation holistique de la matière et par-là, ont rectifié des erreurs

⁶⁹ Brian Green, *L'univers élégant, op cit.*, p. 363.

⁷⁰ Henri Poincaré, *op cit*, p. 53.

⁷¹ *Ibid.*, p. 55.

des Anciens sur la description de certains phénomènes auxquels les lois de la mécanique classique donnaient une dimension finie.

La perception de l'espace physique fut modifiée par les scientifiques au gré des nécessités de la description de la matière qui était constituée des corps géométriques. Depuis l'Égypte pharaonique, au XVII^e siècle, les scientifiques n'avaient point besoin de sortir la terre de la géométrie métrique. Notre perception de la nature était fonction des postulats euclidiens. Cette configuration de l'univers par les égyptiens, repris par Euclide, Thalès de Milet, et Pythagore de Samos avaient plongé l'univers dans un espace fini. Les besoins de rechercher et le caractère dynamique de la science avait permis à Nikolaï Ivanovitch Lobatchevski et Georg Bernhard Riemann de faire sauter le verrou d'un espace euclidien. Cette interprétation avait conduit les progrès de la science jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. C'est une période pendant laquelle les progrès observés en géométrie pour la description de l'espace physique n'étaient pas vraiment sortis de l'invariance. Le point commun est que toutes ces géométries d'Euclide à Georg Bernhard Riemann étaient des géométries métriques, c'est-à-dire étudiaient les solides en général. Il fallait donc envisager une géométrie différente qui ne s'occupe point des solides, mais du comportement de microparticules dans un espace invisible par les sens et aussi réel. Cette géométrie que devait décrire des comportements aléatoires dans l'infiniment petit était un grand espace encore exploité : c'est la géométrie de David Hilbert qui viendra sonner le tocsin d'un espace euclidien et l'ouverture d'un espace physique variable, favorable à la dynamique scientifique.

2- Contre la dictature du déterminisme newtonien

La science classique s'était développée sur la description de la réalité physique. Dans cette perspective, Newton avait réussi à découvrir des lois qui avaient dominées le monde des sciences. Ces lois répondaient à trois principaux critères à savoir : la causalité, la prédictibilité et l'exactitude. L'essor de la mécanique classique s'était basé sur les postulats de la géométrie euclidienne, laquelle donnait une meilleure interprétation de l'espace. Ainsi, Isaac Newton avait dégagé les lois du mouvement sur le comportement de la matière lesquelles avaient influencé toute la mécanique classique. Nous pouvons énumérer entre autre la loi de la gravitation universelle, le principe d'inertie. Ces travaux de la mécanique classique sur la philosophie de la nature étaient devenus la référence en physique pour toute personne qui voulait décrire, voire interpréter le sens d'un corps statique ou en mouvement.

Au fil du temps, la mécanique newtonienne faisait face à deux grandes difficultés. La première liée à l'espace physique, c'est-à-dire une surface plane. Les lois agissant sur le comportement de la matière n'étant pas applicables à l'espace physique très grand. La seconde était en rapport avec la découverte de l'électricité par Michael Faraday. Comment concilier les lois de la mécanique classique au mouvement des électrons ? Ici, les microparticules sont des corps invisibles à l'œil nu, mais leur existence est avérée réelle. Aussi, la trajectoire de ces particules défie les lois de la géométrie existante ; d'où l'urgence de sortir du cadre macroscopique pour envisager une description d'un nouvel espace pour des particules élémentaires. Ces deux difficultés évoquées présageaient déjà la fin de la dictature déterministe ou la ruine de la croyance selon laquelle, tous les phénomènes pouvaient être expliqués par les procédés de la mécanique newtonienne.

Les postulats de la mécanique classique émergent d'un espace physique à trois dimensions (x, y, z). C'est dans ce cadre mathématique que les lois d'Isaac Newton avaient eu un sens. Mais, en ce temps-là, il n'était pas possible d'envisager la flexibilité de l'espace dont les résultats étaient largement satisfaisants. L'observation de la surface terrestre à grande échelle montre une courbure de l'écorce terrestre. On peut ainsi conclure que les données de la géométrie ptoléméenne, inspirées du modèle de l'Egypte ancienne, n'avaient pas donné l'opportunité de concevoir la terre autrement. C'est donc cet espace métrique qui avait donné les outils à Euclide puis à Isaac Newton pour bâtir la mécanique classique. La découverte de la géométrie variable par Georg Bernhard Riemann vient changer le débat sur la nature de l'espace physique. C'est ainsi que les postulats mathématiques de Isaac Newton tombent progressivement dans l'idéologie. S'agissant du mouvement des corps, les classiques pensaient que la vitesse d'un corps en mouvement ne saurait avoir une limite. Dans ce sens, Isaac Newton pensait qu'un corps accéléré peut atteindre et parfois dépasser la célérité de la lumière. Ce projet est resté un simple rêve sur le plan macroscopique.

Le débat ouvert trouvera solution avec la découverte du principe de la relativité restreinte. En fait, Albert Einstein viendra répondre à la question de l'espace physique selon des résultats des travaux de la géométrie souple. Désormais les géométries métriques ne sont plus seulement une droite. Elles sont flexibles et même curvilignes. Ces avancées sur la connaissance de la nature, donnent lieu à la rupture avec les postulats naturels. Ainsi, tout corps en mouvement ne peut avoir une accélération au-dessus de la vitesse de la lumière grâce à la flexibilité de l'espace physique terrestre. Ici, la relativité restreinte affirme que la forme de l'espace-temps est conditionnée par la matière. La naissance de la force gravitationnelle est

plutôt l'expression de la courbure de l'espace-temps qui attire la matière vers le centre de la terre. La découverte de la force gravitationnelle avait permis de poser les jalons sur le comportement des corps graves. Isaac Newton avait eu le mérite en son temps, en fonction de la connaissance de l'espace disponible en cette période, d'élaborer une théorie de la gravitation universelle. Seulement, le prétexte de prétendre découvrir tous éléments répondant aux besoins de la mécanique newtonienne avait progressivement enfermé la mécanique classique dans l'idéologie.

L'espace de travail à trois dimensions passe désormais à quatre dimensions pour décrire la nature du mouvement d'un corps grave sur l'espace physique à grande échelle. Ce nouvel espace vient suppléer aux limites d'un espace de travail rigide pensé par Isaac Newton pour développer un sens plus élaboré du concept du principe de gravitation universelle. L'interaction entre deux corps imaginée par Isaac Newton est restée sans effet face à cette ouverture pour qui, la réponse se trouve dans la structure de l'espace-temps sur la matière. La découverte de cette quatrième dimension a favorisé le développement d'une mécanique céleste basée sur des satellites par le système GPS (Global Positioning Système). Cette configuration de l'espace non euclidien permet de donner une description plus objective de l'espace. Toutefois, l'interprétation de l'espace à partir de l'expérience du point de vue de Henri Poincaré n'était pas du goût des philosophes de la nature à savoir imaginer que l'espace physique peut être variable ou flexible, mais le physicien moderne était bien forcé d'accepter la configuration de ce nouveau cadre sur l'espace physique.

Le comportement de la lumière échappait au postulat de la mécanique traditionnelle. Il est vrai qu'Isaac Newton avait déjà pensé que la lumière était composée des petites particules. Mais, la nature de son espace de propagation était restée indéfinie. La convergence des géométries euclidienne et non euclidienne est qu'elles s'occupaient de tous les corps solides dans l'infiniment grand ou dans l'espace normal apprécié par l'observateur. Cependant, la circulation des phénomènes électromagnétiques obéit à une géométrie qui n'était pas encore prévue. Car, la spécificité est que les microparticules sont invisibles et ont une trajectoire aléatoire.

Ainsi, l'urgence de sortir de la dictature du déterminisme d'Isaac Newton vers un univers qui offre plus d'ouverture se posait avec acuité. Cette considération remonte depuis l'Antiquité. En décrivant l'univers supra-lunaire, Platon affirme que « *les constellations visibles sont bien inférieures aux constellations vraies, perceptibles seulement par la raison et l'intelligence, et que c'est de ces constellations invisibles qu'il faut partir pour connaître les*

autres. »⁷² Platon, dans sa philosophie, avait bien élaboré des projections d'un univers invisible accessible par l'intelligence humaine. Cette interprétation semble correspondre au nouvel espace se rapportant à la mécanique contemporaine. Pour élaborer le comportement des particules élémentaires, il faut définir une géométrie qui répond à cet espace invisible.

Dans cette perspective, pour libérer l'espace physique rigide du carcan déterministe, il fallait bien comprendre comment est structuré le milieu dans lequel se trouvent les phénomènes électriques. Alors qu'Isaac Newton découvre la théorie de la gravitation universelle, Charles Augustin Coulomb pensait que les phénomènes électriques baignent dans un fluide. C'est ainsi que les scientifiques, en essayant d'appliquer les lois de la mécanique classiques sur les électrons, ont observé un comportement peu ordinaire à savoir que le fluide électrique d'un côté, a une polarité positive et négative de l'autre. À l'intérieur du fluide les corps se repoussent ou s'attirent tant qu'ils sont de même nature ou le contraire. À ce niveau, les lois d'Isaac Newton ont continué à perdre de leur crédibilité. Ces éléments microscopiques viendront révolutionner le paysage de la science classique. Etant donné « *qu'il n'y a pas des théories éternelles en science.* »⁷³ La découverte du fluide électrique venait discréditer la rigidité des lois de la mécanique classique comme une science achevée.

L'introduction du fluide électrique en mécanique donne lieu d'envisager une description mieux élaborée de la matière. En marge de la force de la gravitation universelle observable dans l'univers macroscopique, Charles Augustin Coulomb découvre à la suite d'Isaac Newton, environ un siècle plus tard, un comportement similaire sur des charges électriques dans l'univers microscopique : c'est la force électrostatique. Il s'agit d'une force qui existe entre deux particules électriques de charges opposées, séparées par une distance. Ainsi, Albert Einstein et Léopold Infeld soulignent que « *les différences principales entre la loi de Newton et celle de Coulomb sont les suivantes : l'attraction de la gravitation est partout présente, tandis que les forces électriques existent seulement, si les corps possèdent des charges électriques.* »⁷⁴ Ce nouveau champ d'expérimentation marque l'introduction dans un univers non exploré encore. Les scientifiques se rendent à l'évidence que la dictature du déterminisme ne se justifie plus dans l'infiniment petit.

Isaac Newton était devenu la figure de proue de la mécanique classique grâce à la maîtrise de la géométrie euclidienne et la découverte des lois de la mécanique classique. Mais

⁷² Platon, *Timée*, Trad. Emile Chambry, BeQ, Quebec, Vol. 8, p. 35.

⁷³ Albert Einstein et Léopold Infeld, *L'évolution des idées en physique*, Flammarion, Paris, 2012, p. 73.

⁷⁴ *Ibid.*, p. 74.

pour une interprétation de la matière mieux élaborée, il a fallu élargir l'espace physique de travail. Cette amélioration a donné lieu à la découverte d'une géométrie sur l'espace flexible et a entraîné la description de la matière dans l'infiniment grand. S'agissant de l'infiniment petit, David Hilbert avait imaginé une géométrie dite non archimédienne, c'est-à-dire qui ne s'occupe pas des solides, mais s'applique à des phénomènes aléatoires dans l'univers microscopique. C'est le début de la mécanique moderne qui vient ainsi reconforter le principe selon lequel « toute théorie a sa période de développement graduel et de triomphe, après quoi elle peut éprouver un déclin rapide. »⁷⁵ Nous pouvons accorder à Albert Einstein et Léopold Infeld que, bien que les lois de la mécanique classique aient influencé le monde scientifique avec l'ouverture vers un champ nouveau d'investigation scientifique, celles-ci ont fini par tomber dans l'idéologie.

Les phénomènes de la lumière échappaient aussi à la dictature de la mécanique classique. En observant le comportement de la lumière blanche, pendant la pluie, il arrive que par le principe de réfraction de la lumière, on observe dans l'espace, la présence de l'arc-en-ciel avec sept couleurs distinctes. Isaac Newton avait repris cette expérience en envoyant un faisceau de lumière blanche sur un prisme en verre, suivant les lois de la réfraction, cette lumière s'est décomposée en sept couleurs différentes comme l'arc-en-ciel. La particularité est que chaque couleur de la lumière avait sa fréquence distincte des autres. La performance des lois classiques reposait sur la maîtrise de l'espace physique euclidien. Tout comme la relativité d'Albert Einstein était influencée par l'espace infini de Georg Bernhard Riemann. La nécessité d'envisager un monde non euclidien capable de donner une description objective des phénomènes lumineux était devenue indispensable.

En observant la propagation de la lumière, les scientifiques se rendent à l'évidence que la trajectoire d'un rayon lumineux du Soleil vers la Terre ne peut pas être droite. Elle suit un espace courbe et sa durée est de 8mn 20s. Cette description est contraire au langage astronomique. Selon Henri Poincaré, « on appelle ligne droite en astronomie, la trajectoire d'un rayon lumineux. »⁷⁶ En observant la propagation de la lumière dans l'espace, elle présente une trajectoire rectiligne, c'est-à-dire que son mouvement échappe à la géométrie euclidienne. Une seconde expérience fait observer qu'une automobile, se déplaçant dans la nuit, émet une lumière diffuse. En fait, le comportement de la lumière échappe à la géométrie classique. Ce constat a amené les chercheurs à explorer le comportement des microparticules, en l'occurrence

⁷⁵ *Ibid.*, p. 73.

⁷⁶ Henri Poincaré, *op. cit.*, p. 78.

la nature des phénomènes électromagnétiques dont les composants échappaient aux lois de la mécanique classique.

Comment décrivait-on la matière pendant la période classique ? Le principe d'inertie avait déjà été envisagé par d'autres scientifiques. Ainsi, les postulats mathématiques qui ont influencé la mécanique classique sont le principe de référentiel et la position des planètes basés sur le déterminisme de Simon Pierre de Laplace, c'est-à-dire la maîtrise des conditions initiales. En somme, « *la trajectoire d'une planète est entièrement déterminée par sa position initiale et sa vitesse.* »⁷⁷ La particularité est la suivante : ces principes mathématiques étaient appliqués aux corps physiques visibles dans l'univers. C'est dans ce sens que ces postulats ont été constants pendant le XVII^e et XVIII^e siècles. Mais peu après, ils perdaient de leur consistance au profit de nouvelles découvertes en l'occurrence la propagation de la lumière dans des corps, par exemple le verre, l'eau ou le vide ou le comportement des phénomènes électromagnétiques. À partir d'un dispositif expérimental, nous constatons que ces phénomènes nouveaux dont l'existence est avérée sont invisibles. Que peut être la nature du mouvement des corps microscopiques dans l'univers et quelle est la nature de l'espace non physique dans lequel se déploient les microparticules ?

Les progrès observés pendant la période classique montrent que les théories scientifiques sont essentiellement dynamiques. Le fluide ou l'éther imaginé par les Anciens comme milieu favorable pour le déplacement de la lumière ou des corps électriques sera substitué par le vide. James Clerk Maxwell viendra réconcilier l'électricité et le magnétisme. On se rend à l'évidence que les lois de la mécanique classique ne s'appliquent pas à ces phénomènes. La découverte des quanta par Albert Einstein viendra définitivement tourner la page des lois d'Isaac Newton. Avec l'expérience des fentes de Thomas Young, la description de la matière intègre la probabilité en physique. Dans un dispositif expérimental à double fente ayant un écran, Thomas Young fait passer un photon. L'observation sur l'écran montre qu'il existe des franges d'interférence, la conclusion est la suivante : soit le photon est passé par la première fente soit par la seconde. Cependant, lorsqu'on observe le photon, il se trouve qu'elle passe par l'une des fentes. En l'absence d'observateur, on ne peut dire par quelle fente exactement le photon est passé. Bien plus, nous observons une évolution au niveau du langage. La physique n'est plus seulement ce qui est visible ou qui a une influence sur nous, elle est aussi ce dont nous avons connaissances, c'est le cas des atomes ou des électrons.

⁷⁷ *Ibid.*, p. 98.

Les sciences physiques montrent que notre ignorance des lois de la nature est plus grande et que la raison ne peut être autosuffisante. Nous avons relevé cela avec la nature de l'espace physique. Les présocratiques avaient envisagé un espace absolu, l'espace euclidien à partir duquel on pouvait décrire la matière. Grâce à lui, Isaac Newton a découvert la loi de la gravitation universelle, le principe d'inertie, la loi d'accélération et d'attraction entre deux corps. Ces postulats ont facilité la description des objets pendant deux siècles. En revanche, l'espace physique euclidien absolu ne pouvant satisfaire la description des corps dans une surface grande, il était nécessaire d'envisager un monde non euclidien. Selon Poincaré, « *la géométrie n'est pas vraie, elle est avantageuse.* »⁷⁸. Il se trouve que ce sont les conditions expérimentales qui donnent le sens à un espace physique. Georg Bernhard Riemann découvre l'espace infini comme socle de la relativité générale d'Albert Einstein. Avec la découverte de l'électricité et du magnétisme, le monde classique s'était écroulé définitivement. À partir de ces mutations nous pouvons aussi noter que point n'est besoin de parler d'objectivité absolue en science.

3- La fin de l'objectivité absolue en science

La science classique se préoccupait de décrire la réalité physique. Dans cette optique, Isaac Newton avait réussi à bâtir une mécanique rationnelle capable de donner une meilleure interprétation des phénomènes de la nature. Cette vision était contraire à la démarche platonicienne qui voyait en la nature sensible le siège de la corruption et du changement. La considération première selon laquelle Dieu a créé le cosmos parfait, avait donné lieu à une description d'une vérité d'après la nature. Avant l'objectivité, la vérité était établie seulement par l'observation directe. Les scientifiques antiques étaient résolus à observer et à décrire le comportement des phénomènes de la nature. Cette méthode fut adoptée par Carl von Linné le naturaliste pour décrire la nature comme le soulignent Lorraine Dalston et Peter Galison en ces termes : « *La façon dont Linné observait, décrivait et classait les végétaux était explicitement, sinon âprement sélective* »⁷⁹. L'observation était la seule méthode avancée pour décrire avec certitude un phénomène concret.

Emmanuel Kant définit le cadre normatif nécessaire pour parler d'une réalité. Selon lui, le temps et l'espace constituent le cadre *a priori* pour décrire l'objet physique. Ainsi, la mécanique classique pour plus de crédibilité a emprunté une démarche objective. Etant donné

⁷⁸ *Ibid.*, p. 91.

⁷⁹ Lorraine Dalston et Peter Galison, *L'objectivité*, Belgique, Les presses du réel, 2012, p. 73.

que l'être humain est capable d'erreurs et susceptible de donner un jugement de valeur sur la nature des choses, il fallait définir un cadre empirique à partir duquel on peut décrire et interpréter la réalité physique. L'objectivité scientifique, pour les classiques, est la capacité de décrire la réalité physique sans tenir compte du sujet pensant. L'objectivité scientifique ainsi définie était caractérisée par l'universalité, la logique et la nécessité. Cette interprétation a conduit la science classique à un seuil de crédibilité. Son caractère mathématique avait placé ces sciences dures au titre de sciences exactes. Pour Bernard d'Espagnat, l'objectivité scientifique ne s'est pas développée de façon linéaire, la mécanique classique pensait avoir une description absolue de la matière. Cette phase a été conceptualisée sous forme d'objectivité forte, « *c'est-à-dire ne se référant en rien, pas même implicitement, à nos aptitudes d'être pensant capable d'observer et d'agir.* »⁸⁰ L'objectivité ainsi définie exclut le sujet qui est susceptible d'influencer l'interprétation de la réalité physique de son champ de prédilection et donne une connaissance absolue des phénomènes de la nature pour les classiques.

Des mutations observées dans la conception de la réalité physique obligent la communauté des chercheurs à revoir les conditions qui ont conduites à avoir une description absolue de la réalité. Parmi les éléments constitutifs de la nature qui ont contribué à modifier notre regard sur le monde, il y a la nature de l'espace physique. Celui-ci a contribué, de façon substantielle, à l'émergence de la mécanique classique. Le fait majeur étant le principe d'inertie et la gravitation universelle qui, sans la maîtrise de l'espace géométrique euclidien comme espace fini, n'aurait pas vu le jour. Prosper Schroeder affirme qu'« *il a mieux réussi [...] à faire la symbiose entre la réalité physique et les mathématiques pour décrire celle-ci, même s'il a caché ses raisonnements basés [...] sur ces travaux d'analyse, par des constructions purement géométriques.* »⁸¹ Cette géométrisation de la nature avait donné la possibilité à Isaac Newton de se placer comme véritable fondateur de la mécanique rationnelle. Seulement, après un période d'hégémonie, ces lois avaient été victimes de l'usure du temps.

La conception antique du cosmos, comme un tout fini et bien ordonné, ne pouvait être statique du point de vue de la science. En visitant l'histoire des sciences, nous remarquons le rejet d'une configuration absolutiste de l'univers, laquelle a été à l'origine de l'espace euclidien. En revanche, Nicolas de Cues, théologien, philosophe, mathématicien à la fin du Moyen âge,

⁸⁰ Bernard d'Espagnat, « Préface », *Qu'est-ce que la matière ? Regards scientifiques et philosophiques*, (dir), Françoise Monnoyeur, Paris, La flèche, 2000, p. 8.

⁸¹ Prosper Schroeder, *La loi de la gravitation universelle, Newton Euler et Laplace : le cheminement d'une révolution scientifique vers une science normale*, Springer-Verlag, Paris, 2007, p. 34.

s'oppose à la conception d'un cosmos statique. Il pense que l'univers ne peut être construit définitivement. Prosper Schroeder illustre cela en ces termes :

*Pour Nicolas de Cues, L'Univers est plutôt « interminé », ce qui veut dire pour lui qu'il n'a pas de limites (...). Et le caractère foncièrement ouvert de l'Univers rend impossible l'avènement d'une science précise et totale de lui. Une connaissance partielle et conjecturale du monde extérieur est possible.*⁸²

La démarche du Cardinal allemand semble pertinente et sa vision n'était pas en phase avec les penseurs de son temps. Il est centre des mutations que traverse le monde à la fin du Moyen Age. Sa philosophie était une propédeutique à la conception d'une pensée flexible sur l'espace physique et affirmait que la réalité physique peut être connue seulement de façon parcellaire.

La mécanique classique ne pouvait donc pas statuer sur la nature totale de la réalité en science. Ainsi, le principe de la gravitation universelle sera remis en question. La découverte du monde non euclidien et la maîtrise de l'espace à grande échelle par Georg Bernhard Riemann donnent à Albert Einstein les clés d'une autre description des corps dans la nature à l'échelle de l'infiniment grand. C'est la naissance de la théorie de la relativité générale qui vient ainsi briser le sceau de l'espace absolu au profit de l'espace infini. Cette découverte montre à suffire que l'univers serait sous l'emprise des lois d'un homme. La volonté d'Isaac Newton d'établir les règles définitives de la mécanique s'est avérée illusoire. Nicolas de Cues avait fait montre d'une ouverture d'esprit pour se projeter vers la mécanique contemporaine dont les théoriciens de la science viendront définitivement sortir le monde de la dictature déterministe d'Isaac Newton.

La théorie de la relativité marque la fin de la mécanique classique. Avec Albert Einstein, notre regard sur le monde avait considérablement évolué. Toutefois, cette description de la réalité correspond à la réalité physique. Que se passe-t-il au sujet de la réalité invisible comme la lumière et les atomes ? Il se trouve que la conception de la réalité avait évolué au même titre que la physique. Partant du principe selon lequel, la nature de la lumière est constituée de microparticules ou encore la nature d'une microparticule, les lois de Isaac Newton permettent de décrire un objet dans l'espace à partir de sa quantité de mouvement c'est-à-dire sa position et de sa vitesse. L'espace physique euclidien et variable cède la place à une géométrie projective capable de donner une description et une interprétation de la réalité corpusculaire. Dans cet environnement, Werner Heisenberg découvre qu'au cours d'une même expérience, on ne peut

⁸² *Ibid.*, p. 2.

décrire avec certitude le mouvement d'un élément microscopique. Soit on a la position, soit on a la vitesse et non les deux à la fois : c'est le principe d'incertitude.

Cette nouvelle considération de la réalité au niveau microscopique ne sera pas totalement accueillie partout. Les débats se sont développés autour de cette nouvelle approche qui, selon le courant déterministe, affirme que la nature avait été créée de façon définitive, il faut juste penser une conception probabiliste des éléments de la nature. Albert Einstein à ce niveau considérait le principe d'incertitude de Werner Heisenberg comme une théorie incomplète de la nature qu'il faudra parfaire. L'histoire des sciences relève qu'Albert Einstein n'était pas un féru de mathématiques. Toutefois, il avait avancé que l'impossibilité de donner une description d'un corps dans l'espace serait due à la présence des variables cachées.

Le développement de la mécanique contemporaine vient ouvrir un vaste champ en science. De nouvelles dispositions voient le jour. Dans ce cadre, l'homme cesse d'être un simple spectateur. Il fait désormais partie du système qu'il veut décrire et sa présence affecte nécessairement l'environnement extérieur, à cause de l'interaction qui existe entre les microéléments dans l'espace non archimédien. La mécanique moderne viole les lois de la mécanique classique avec le principe de la localité de la matière. Elle nous avait habitué à considérer comme vrai que la matière est divisible dans l'espace. Selon Bernard d'Espagnat, la physique classique avait projeté le principe de « *divisibilité par la pensée.* »⁸³ Ce qui avait entraîné en conséquence la promotion des sciences exactes. Avec le principe de la relativité d'Albert Einstein et le comportement des phénomènes électromagnétiques, nous nous rendons à l'évidence qu'il existe, inévitablement, une connexion nécessaire entre tous les éléments de la nature. Cela « *implique une non-divisibilité par la pensée.* »⁸⁴ Ce statut invariant de la pensée traduit le caractère fondamental de la physique moderne.

L'objectivité absolue perd de sa pertinence, car le progrès observé en physique classique montre qu'il n'est pas possible d'avoir une connaissance parfaite des phénomènes de la nature. Bernard d'Espagnat reste constant sur cette vision. Il pense que le réel est voilé et ne se livre que de façon parcellaire. Ainsi, l'idée d'une réalité physique indépendante de l'humain devient matière à débat, parce que l'ouverture apportée au niveau de la physique théorique vient balayer cette conception de la réalité. Les lois de la physique moderne viennent défier les notions de causalité, par extension celle du déterminisme. L'être humain, défini dans le temps et dans

⁸³ Bernard d'Espagnat, *Le réel voilé : analyses des concepts quantiques*, Paris, Fayard, 1994, p. 127.

⁸⁴ *Id.*,

l'espace, ne peut prétendre, dans ses investigations découvrir, la nature définitive des lois de l'univers. À ce titre, les partisans d'une pensée déterministe avaient dans leur conscience la considération d'un cosmos conçu comme ensemble fini avec des lois finies.

L'objectivité forte, développée par la pensée déterministe, sera substituée par l'objectivité faible pour Bernard d'Espagnat. La particularité dans cette conception est qu'elle prend en compte la notion de l'observateur, Bernard d'Espagnat reprend à son compte la citation de Niels Bohr relative à l'objectivité faible de la mécanique quantique : « *La description des phénomènes atomiques à [...] caractère objectif dans le sens qu'aucune référence n'est faite à un observateur individuel et que par conséquent, [...] il n'intervient aucune ambiguïté dans la communication de l'information.* »⁸⁵ Il invoque en filigrane le caractère universel de l'objectivité faible, à savoir tout ce qui est objectif au sens faible, c'est vrai aussi pour n'importe quel observateur en possession de son bon sens. En se référant au comportement des photons dans le dispositif expérimental des fentes de Thomas Young, le mouvement des photons sera le même pour tout observateur qui regarde le mouvement du photon.

Les lois de la physique classique ne pouvaient pas promouvoir un tel développement de l'univers. Leurs rigidités n'avaient pas favorisé la promotion d'une pensée ouverte. La conception du réel et de l'espace constituait des arguments en faveur d'une interprétation définitive de l'univers. La conséquence immédiate était la promotion de l'objectivité absolue en science. Toutefois, il ressort que la science est essentiellement dynamique et que les lois qui promeuvent son développement doivent absolument être revisitées de peur de tomber dans l'idéologie. La découverte de la physique moderne donne l'opportunité de requalifier certains phénomènes de la nature. La causalité et le déterminisme n'ont plus le droit d'être cités comme unique moyen permettant la description de la réalité physique. C'est la fin de l'objectivité absolue où le réel n'est plus ce sur quoi on pourrait agir ou qui pourrait agir sur nous, mais ce dont on a connaissance.

B- LA NECESSITÉ D'UNE RECONNAISSANCE DE LA SUBJECTIVITÉ DANS LA CONSTITUTION DU RÉEL

Le soi de l'observateur semble ne pas être sans influence sur l'objet. Contrairement aux considérations classiques, l'erreur et la subjectivité sont une ouverture vers de nouvelles

⁸⁵ Bernard d'Espagnat, *Traité de physique et de philosophie, op. cit.*, p. 114.

théories. La liberté est un facteur qui promeut une fécondité et le progrès dans la perception du réel scientifique.

1- Le sujet humain : une conscience indéterminée

L'objectivité traditionnelle s'est développée sur le principe d'un univers fini en excluant le sujet connaissant. Dans cette perspective, la mécanique classique avait bien engrangé des succès en oubliant que l'être humain est toujours l'expression d'une conscience qui s'interroge sur le pourquoi des choses et que cette disposition ne pouvait s'estomper. Les Anciens avaient pensé un cosmos régi par des lois finies sous le diktat d'un Demiurge. L'homme dans cet univers était réduit en un simple spectateur tout comme les autres êtres vivants de la nature. Les présocratiques avaient pourtant donné le ton en montrant que l'univers était sous l'influence des lois connaissables par l'humain. L'histoire des sciences illustre la gradation qui a existé dans la prise de conscience du sujet pensant entrain la modification de la réalité physique. L'univers métaphysique avait cédé progressivement place à un univers physique régi par des lois. Vivant initialement de la chasse, la pêche, la cueillette et de la fabrication de l'instrument et actuellement à l'ère du numérique, l'homme cherche à dominer dans le temps et dans l'espace et à devenir maître pour explorer les nouveaux mondes.

L'empirisme a donné lieu de construire l'objectivité absolue en science, avec la maîtrise d'un espace géométrique fini. Cette démarche expérimentale a été possible grâce à la méthode hypothético-déductive pour parvenir à la description de la réalité. Les considérations naturelles de l'univers n'ont pas facilité la compréhension de la nature. Selon le philosophe et mathématicien D'Alambert :

Les sciences de la nature acquièrent de jour en jour de nouvelles richesses ; La Géométrie en reculant ses limites, a porté son flambeau dans les parties de la Physique qui se trouvaient le plus près d'elle ; le vrai système a été connu, développé et perfectionné [...] Depuis la terre jusqu'à Saturne, depuis l'histoire des Cieux jusqu'à celle de l'insecte, La Physique a changé de face. Avec elle, presque toutes les autres Sciences ont pris une nouvelle forme... Cette fermentation, agissant en tous sens par sa nature, s'est portée avec une espèce de violence sur tout ce qui s'est offert à elle, comme un fleuve a brisé ses digues.⁸⁶

Par la géométrie, Isaac Newton a réussi à développer la mécanique rationaliste conduisant à une meilleure description des phénomènes de la nature. Si l'observation et l'expérimentation ont facilité la connaissance des simples faits de la nature de façon générale,

⁸⁶ Prosper Schroeder, *op. cit.*, p. 242.

nous nous accordons à dire avec Gaston Bachelard que la connaissance générale constitue un obstacle épistémologique, elle relève de l'opinion ou de l'idéologie.

Isaac Newton quant à lui, rejette la déduction pure au profit de l'analyse. En faisant siens les propos introductifs du septième livre de la Synagogue de Pappus, affirme :

L'analyse est donc la voie qui part de la voie recherchée, considérée comme étant concédée, pour aboutir au moyen des conséquences qui en découlent, à la synthèse de ce qui a été concédé. En effet, supposant dans l'analyse, que la chose recherchée est obtenue, on considère que ce qui dérive de cette chose et ce dont elle est précédée jusqu'à ce que, revenant sur ses pas, on aboutisse à une chose déjà connue ou qui rentre dans l'ordre des principes ; et l'on nomme cette voie l'analyse en tant qu'elle constitue un renversement de la solution.⁸⁷

Le concept des *idées claires et distinctes* faisant l'unanimité, ne pouvait pas conduire l'esprit humain vers un jugement synthétique *a priori*. Nous voyons une évolution dans la conscience du sujet qui veut connaître. De l'espace géométrique fini d'Euclide, Nikola Ivanovitch Lobatchevski avait développé un espace non euclidien et Georg Bernhard Riemann un espace infini. Toutefois, la conscience humaine, indéterminée, avait permis à la science de sortir de la mécanique classique avec la promotion de l'objectivité absolue pour une mécanique contemporaine, qui prend en compte de la présence du sujet dans la construction de l'objectivité scientifique. « *Voilà pourquoi la philosophie veut se libérer des limites que les mathématiques semblent imposer à l'esprit humain sans pour autant s'affranchir de leur domination exclusive.* »⁸⁸ Cette vision s'accorde avec celle de Platon, dans le *Timée*, pour qui, les corps qui composent la nature ont des formes géométriques. Entendu que, la maîtrise de l'espace physique est indispensable ; d'où les mutations de la conscience du sujet pour décrire le réel.

Tout laisse croire que la raison n'est pas autosuffisante pour décrire la réalité. L'être doit se livrer à l'épreuve des faits afin de dégager une théorie. Les principes philosophiques avancés par Isaac Newton ont perdu de leur consistance à la fin du XVIII^e siècle. Il était absolument nécessaire de sortir de ce cadre conceptuel pour s'ouvrir à une épistémologie contemporaine gage de liberté. À ce niveau, Prosper Schroeder s'insurge contre la mise en place des systèmes de pensée comme unique repère pour interpréter le monde. Il affirme dans ce sens que « *la construction de systèmes philosophiques devient caduque.* »⁸⁹ La considération première ayant gouverné la pensée reposait sur le postulat d'une certitude suprême selon laquelle l'univers est construit avec des lois fixes. Ces systèmes philosophiques rigides ne

⁸⁷ *Ibid.*, p. 38.

⁸⁸ *Ibid.*, p. 243.

⁸⁹ *Ibid.*, p. 244.

prenaient pas en compte le caractère extensible et non définitif des découvertes scientifiques. La conscience humaine, agissant dans le temps ne pouvait entrevoir toutes les dispositions futures qui pourraient, dans une certaine mesure, répondre de façon définitive au besoin existentiel.

La mécanique contemporaine s'illustre dans ce contexte comme une interprétation holistique de la matière. Elle a permis de répondre de façon significative à des théories amorcées par la mécanique classique dont les outils disponibles ne donnaient pas d'amples explications mais ont servi de matériaux vers la nouvelle approche conceptuelle du réel en science. Ainsi, l'interprétation du réel classique avait une source ontologique. Avec Martin Heidegger, les classiques n'ont pas donné une compréhension crédible sur l'être. Ils se sont occupés de *l'étant*. De l'Antiquité grecques à la fin du XVIII^e siècle, les pionniers ont interprété des éléments de la nature comme des entités absolument locales. Cette description jusqu'à cette période, semblait porter des fruits dans la mécanique classique. C'est sous ce prisme que l'objectivité scientifique a été envisagée. Cependant, la science avait la prétention d'atteindre des certitudes. Mais, avec la physique moderne et l'intégration des phénomènes stochastiques en physique, l'être humain a réussi à établir une épistémologie qui mettra en lumière que la matière apparemment distincte est non locale et indivisible.

Le modèle de description de la matière présenté par la mécanique classique sera rectifié avec les avancées de la physique moderne avec la prise en compte du sujet connaissant. Il se trouve que la description d'un corps est fonction du couple position et mouvement. Cette condition a eu toutes ses lettres de noblesse durant l'époque classique. La prédictibilité caractérisait les résultats de la physique classique. En projetant une particule d'un point (A) quelconque, connaissant sa vitesse et son angle avec l'écorce terrestre on pouvait savoir avec exactitude à quel point (B) ce projectile va chuter. Dans cet environnement, la maîtrise des coordonnées géométriques était nécessaire pour que des lois d'Isaac Newton soient applicables.

La particularité avec la physique moderne est qu'il existe une certaine étrangéité dans le comportement des microparticules. En décrivant le mouvement des corps, il n'est pas possible de donner avec précision le couple position /mouvement. L'espace géométrique, à ce niveau, est un espace abstrait disposant des lois compréhensibles. La causalité ici perd tout son sens parce que le principe d'inertie est violé. L'être humain imprévisible apporte un regard nouveau sur la matière grâce à son effort de découverte et d'invention. La liberté reconforte son statut d'être expansionniste et d'explorateur comme le pense Abraham Harold Maslow. Pour ce psychologue, l'être humain, au stade primaire, s'attache à résoudre des besoins biologiques ;

ensuite, la protection et la sécurité, et au dernier palier c'est l'expansionnisme et l'affirmation de soi. C'est ce *soi* qui le rend comme être indéterminé toujours en conquête de nouveaux espaces.

Le statut de l'homme comme être indéterminé peut se traduire également dans la curiosité qui anime le chercheur et tout être en général. Cette curiosité devient ainsi un élément constitutif de la passion intellectuelle et se fonde sur une ambition pédagogique permettant aux scientifiques la découverte de nouveaux mondes. Selon Stéphane Van Damme, « *la curiosité se veut passion raisonnable [...] elle peut être considérée comme le moteur de l'enquête scientifique.* »⁹⁰ L'être humain, de façon méthodique, se propulse vers l'inconnu et le met constamment en examen pour améliorer les théories existantes. Par exemple, la loi de la gravitation avait bel et bien été envisagée par Galilée. Mais Isaac Newton, grâce à la maîtrise des lois de l'espace physique, a présenté les théories rationnelles de la mécanique classique. La démarche empruntée par Isaac Newton n'avait pas donné une explication adéquate sur la position de la lune qui ne tombe pas comme la pomme. La découverte de la relativité générale à son tour a donné l'opportunité à une explication plus réaliste selon laquelle les corps éloignés échappent à la gravitation universelle. Et aussi, les corps qui tombent vers la terre sont sous l'influence de la courbure de l'espace.

La dynamique scientifique montre qu'il ne peut exister une connaissance absolue. L'être humain, entendu comme un être de volonté et de liberté, œuvre pour parfaire sa connaissance de la nature. Selon André Brabic, « *l'histoire de l'évolution des idées scientifiques est une excellente école dans laquelle le doute, l'humilité, la rigueur, l'honnêteté et l'esprit critique sont des vertus premières au service d'une passion : connaître.* »⁹¹ Cette vertu première illustre aussi l'indétermination de la conscience du sujet. Il s'éloigne des certitudes déjà établies et renonce à l'idéologie et à une conscience statique. Voilà pourquoi, les propositions scientifiques sont faites pour être soumises à la critique. La falsifiabilité devient la règle pour construire un argument scientifique, car le progrès vient de la remise en cause permanente.

Nous observons dans cette mutation dans l'histoire des sciences, une démarche rationnelle qui nous a été léguée par la Grèce antique. Le Moyen-âge chrétien viendra renverser l'ordre des choses en mettant la foi au-dessus de la raison. Mais avec la renaissance italienne

⁹⁰ Stéphane Van Damme, « La curiosité, histoire d'un mot », in *Histoire des sciences et des savoirs* Tome 1 Dominique Pestre, (dir) : *De la renaissance aux lumières*, Seuil, Paris, 2015, p. 137.

⁹¹ André Brabic, « L'interrogation scientifique. Doutes et Certitudes » in *Où vont les valeurs ?* Jérôme Bindé, (dir), *Entretiens du XXIe siècle*, Paris, Albin Michel, p. 461.

qui se caractérise par la promotion des sociétés savantes, on observe le rejet total des dogmes et la foi dans la construction de la théorie scientifique. Elle est l'âge de la réhabilitation de la raison. Ce moment particulier de l'histoire est celui où la conscience humaine se manifeste, contrairement au Moyen-âge centre de toutes choses.

L'homme ayant compris qu'il peut produire une pensée sans Dieu, a de nouveau pris les armes pour aller à la conquête de la nature, c'est la promotion de l'humanisme. André Brabic rappelle à ce sujet l'anecdote entre Napoléon et Simon Pierre de Laplace, celui-ci lui présentant la théorie déterministe de la formation des planètes. Aussi affirme-t-il : « *Monsieur le marquis, je ne vois pas beaucoup Dieu dans votre théorie ? [...] Sir c'est une hypothèse dont j'ai pas eu besoin.*»⁹² L'être humain ayant compris qu'il a les armes nécessaires pour dominer la nature, a mis le Dieu du Moyen-âge en vacances. Comme un voyageur solitaire, confrontant ses certitudes au doute, il a pris sur lui de comprendre et de dominer l'espace : terre, air, mer. Mais, il ne s'est pas arrêté à la voie lactée notre galaxie. Il a exploré et découvert d'autres planètes hors de notre système solaire. Il s'est exercé à connaître rationnellement l'invisible.

Les débats autour de l'origine de l'univers illustrent également le statut d'être humain comme une conscience indéterminée. Un regard sur les mouvements sociétaux montre que les hommes en général ont besoin de certitudes et marquent plus de distance par rapport au doute. Or, la marche du monde a la science comme boussole pour s'orienter. En revanche, d'autres courants se définissent dans un contexte de certitude absolue à l'opposé du cadre méthodique balisé par les scientifiques. Voilà pourquoi, ils se trouvent au sein d'un parti, d'une religion. À partir de ces identifiants sociaux, le créationnisme a eu une audience favorable auprès de certains idéologues. C'est en raison de cela que les religions dites révélées croyaient ainsi détenir la vérité au sujet de l'univers.

Les efforts que l'homme avait déployés dans la maîtrise de l'espace ont donné lieu à la connaissance des spectres lumineux par la réfraction des rayons solaire donnant à l'observateur une impression que l'arc-en-ciel a une existence formelle. Dans l'optique de comprendre la relation entre la lumière et notre perception, Isaac Newton à l'aide d'un prisme avait réussi à décomposer la lumière blanche pour en présenter les couleurs distinctes. Mais, le progrès sur l'exploration spatiale fait savoir que l'univers est aujourd'hui composé des rayonnements radio, infrarouge, ultraviolets, X, et gamma. Enfin, nous pouvons voir que l'évolution scientifique ne s'accommode pas d'une connaissance absolutiste et n'épouse non plus une idéologie partisane.

⁹² *Ibid.*, p. 461.

L'homme ne cesse de s'étonner lorsqu'il s'emploie à comprendre l'univers ou à penser que le soleil qui éclaire notre galaxie pourra un jour s'éteindre. Cette question eschatologique place l'homme dans l'angoisse sans fin de sa finitude. Aussi déploie-t-il sa curiosité pour parvenir à un certain idéal. Mais, cela ne lui retire pas le bâton de pèlerin. Les progrès scientifiques lui donneront les éléments pour parer les effets de la nature ou, à termes, la possibilité de limiter les actions que causent les usages qu'ils font des résultats de la science. Par ailleurs, nous ne pouvons pas oublier le caractère ambivalent de la science. Par exemple, la production du textile entraîne nécessairement la destruction de la savane au profit des plants de coton. Si la production du textile est une prouesse scientifique, il ne faut pas oublier qu'elle participe à la destruction de la savane donc à la diminution de la production de l'oxygène. L'usage négatif qu'on peut faire du textile est susceptible de nuire à alter ego. Toutefois ce caractère ne peut arrêter l'humain dans sa quête du savoir.

Malgré les usages négatifs du point de vue technique, la conscience de l'homme reste féconde. Charles Darwin reste optimiste face à ce présumé échec de l'évolution qui un jour marquera la fin de l'homme. Ainsi souligne-t-il : « *Pour moi qui crois que l'homme du futur lointain sera une créature beaucoup plus parfaite qu'elle ne l'est aujourd'hui, il est intolérant de penser que lui et les autres êtres vivants sont condamnés à périr après une si longue période de progrès.* »⁹³ L'optimisme de Charles Darwin est à célébrer. Au moment où la science n'avait pas encore atteint ses lettres de noblesse. Il suscite de l'espoir et pense que malgré les mauvais usages des progrès scientifiques, la race humaine ne peut disparaître. Nous pensons que si l'extinction du soleil parvient à être possible, l'évolution ne s'arrêtera certainement pas. Seulement la quête de l'humain à découvrir les formes de vies possibles dans d'autres planètes traduit une certaine proactivité quant à la fin de l'Etoile qui éclaire la terre ainsi que la possible migration vers d'autres planètes ou les formes de vie sont probables.

La découverte de la mécanique quantique a montré le désir de l'humain d'avoir la maîtrise de la connaissance de l'espace invisible. Cette évolution a affecté la conception philosophique de la matière. La physique elle-même, d'un revers de la main, a balayé le déterminisme au profit de l'indéterminisme. Mais cette conscience toujours féconde pourrait-elle faire face un jour à une certaine infécondité ? Cette hypothèse à l'état des connaissances actuelles n'est pas envisageable. L'atome de Démocrite insécable, a fini par être exploré, ainsi découvrirait-on les électrons, les protons, les neutrinos comme composantes élémentaires de la

⁹³ Trinh Xuan Thuan « Le futur de l'univers : le big bang ou le big crunch ? » In *Où vont les valeurs ?* Jérôme Bindé, (dir), *Entretiens du XXI^e siècle*, Paris, Albin Michel, p. 467

matière. Enfin de compte, l'espace vide est plus saturé qu'on ne pouvait l'imaginer et semble plus détenir les composantes invisibles affectants notre raison de vivre.

Nous pouvons retenir que malgré la complexité de la nature, il est impossible de fonder une philosophie sur la fin de l'univers. Bien que cette question ne laisse pas les penseurs indifférents, Freeman Dyson affirme que : « *Aussi loin que nous allons dans le futur, nous trouverons toujours de nouveaux évènements en train de se dérouler, de nouveaux mondes à explorer, de nouvelles informations, [...] un univers de richesse et de complexité sans limite.* »⁹⁴ Si la fin de l'homme est projetée, notre attention reste tournée vers cette conscience donc la subjectivité qui est au centre des mutations scientifiques reste et demeure féconde.

2- Pour une objectivité subjectivement fondée

L'héritage que nous avons des Grecs, donne une description séparée des composantes qui constituent la matière à savoir l'eau, l'air, la terre et le feu. Leucippe et Démocrite dans cette même perspective, trouvent que l'atome est le constituant principal de la matière. Dans cette description, il ressort une spécificité dans ces éléments primaires. Dans cette approche, Platon dans le *Timée* pense que le Demiurge a « *fabriqué l'univers à partir des corps géométriques les plus parfaits.* »⁹⁵ Cela renvoie à une certaine maîtrise de l'espace. Euclide, héritier de la tradition des pyramides pensait que l'univers était constitué d'un espace physique fini. Toutes ces considérations ont été à l'origine de la création par Isaac Newton d'une mécanique rationnelle définie dans le temps et dans l'espace. À ce niveau, la description d'un phénomène se faisait de façon précise et rigoureuse. C'est dans ce sens que la physique classique avait acquis ses lettres de noblesse traduites par le principe déterministe.

Le déterminisme a permis la prévisibilité rigoureuse des phénomènes de la nature. Pour les physiciens, le déterminisme existe « *lorsque la connaissance d'un certain nombre de faits observés à l'instant présent ou aux instants antérieurs, jointe à la connaissance de certaines lois de la nature, lui permet de prévoir que tel ou tel phénomène observable aura lieu, à telle époque postérieure.* »⁹⁶ La maîtrise du temps et de l'espace sont dans ce sens, des conditions idoines pour décrire un phénomène objectivement. Il se trouve que dans cet effort de décrire un corps en mouvement dans le temps et dans l'espace, il était nécessaire de connaître sa position

⁹⁴ Freeman Dyson, « Time without End: physics and Biology in an Open Universe » (James Artur Lectures on Times and its Mysteries, NYU, 1978 Series), in *Reviews of Modern Physics*, French Trad. Trinh Xuan Thuan, Vol. 51, p. 459-460.

⁹⁵ Luc Brisson, *op. cit.*, p. 39.

⁹⁶ Louis de Broglie, *Continu et discontinu en physique moderne*, Paris, Albin Michel, 1941, p. 33.

initiale ensuite sa vitesse. Ces éléments de base permettaient de dégager une description objective d'un corps spécifique. En somme, le déterminisme a permis aux sciences dures d'avoir un niveau de précision absolue. Voilà pourquoi les scientifiques classiques ont pensé la possibilité de décrire les événements de la nature en considérant l'observateur comme un spectateur passif.

L'essor de la mécanique classique avait conduit à l'élimination du sujet. Avec le positivisme, le sujet se présentait comme un acteur qui apportait une obstruction lorsqu'il fallait décrire objectivement un phénomène de la nature. Il fallait construire un environnement purgé de toute influence du sujet. C'est à la méthode expérimentale qu'il fallait joindre les procédures de vérifications afin de réduire de façon significative tout jugement de valeurs qui est une déformation subjective. Cet ensemble de précautions avait valorisé l'éclosion de la science exacte. Pourquoi réduire systématiquement le sujet pour décrire objectivement la nature ? Dans une perspective de pureté dans la production des résultats scientifiques, Edgar Morin fait une peinture du sujet, aussi affirme-t-il « *le sujet est soit le « bruit », c'est-à-dire la perturbation, la déformation, l'erreur, qu'il faut éliminer afin d'atteindre la connaissance objective, soit le miroir, simple reflet de l'univers objectif.* »⁹⁷ Pour l'auteur de *l'Introduction à la pensée complexe*, les phénomènes de l'univers sont naturellement objectifs mais l'observateur est un perturbateur ce qui tronque le résultat que nous avons de l'expérimentation. Voilà la raison qui avait conduit les théoriciens de la science classique à chasser les sujets du champ scientifique ou à le réduire simplement au silence.

La métaphysique platonicienne montre que la réalité ultime n'est autre qu'un miroir ou le reflet de la vraie nature des choses. Nous pouvons encore concevoir cela sous forme de bruit. Le sujet a ainsi une capacité de s'élever pour contempler la réalité des choses, c'est la dialectique ascendante chez Platon. Or, la science classique s'est développée dans la logique d'une pâle copie de la vraie nature, une nature sujette au changement et à la corruption. Il s'agit ici d'une nature dynamique. L'épistémologie de la science moderne vient soulever le paradoxe du *tout* et de *la partie*. La partie appartient au tout, point n'est possible d'exclure le tout dans la partie. Dans une approche positiviste, c'est la conscience du sujet pensant qui s'emploie à construire l'objectivité scientifique traditionnelle. Ce même sujet ne peut être exclu du théâtre des opérations. Son empreinte apparaît de façon systématique dans la description de la réalité de la physique moderne. Selon Erwin Schrödinger, « *d'un côté c'est le théâtre et seul théâtre*

⁹⁷ Edgar Morin, *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005, p. 55.

où l'ensemble du processus mondial prend place, d'un autre, c'est un accessoire insignifiant qui peut être absent sans affecter en rien l'ensemble.»⁹⁸ Le souci d'exactitude avait donné lieu à la construction d'une réalité objective en absence du bruit. Heureusement, la physique moderne en a démontré le contraire. La valorisation du sujet a engendré l'indéterminisme et cela est devenu une richesse. L'intégration de la perturbation, de l'erreur et du hasard du champ des savoirs scientifiques est devenue une valeur ajoutée au sujet de la connaissance objective y compris le bruit.

L'évolution des idées en science physique montre que la présomption de neutralité ou le silence du sujet sont l'expression de la limite de nos moyens à comprendre les phénomènes de la nature. Selon Luc Brisson « *les limites de la cosmologie de Platon correspondent donc aux limites des mathématiques de son époque ; ce qui reste vrai pour notre époque, mutatis mutandis.* »⁹⁹ Cette conception montre une certaine impuissance du sujet à construire une connaissance définitive des phénomènes naturels. La considération traditionnelle des éléments de la nature comme locaux était l'idée qui gouvernait les physiciens classiques. Par l'observation directe le sujet semblait avoir une interprétation complète de la réalité. Mais, avec René Descartes, nous avons appris que les sens nous trompent par conséquent, la vision que nous avons de la réalité est tronquée. Avec les lois optiques, la réfraction en l'occurrence, nous remarquons qu'un morceau de bois dont nous plongeons une extrémité dans l'eau, donne une illusion optique d'être cassée.

Nous pouvons ainsi relever les difficultés auxquelles le sujet fait face pour avoir une description exacte d'une réalité physique mathématique. Ainsi, nous pouvons formuler trois objections quant à la volonté de décrire objectivement un phénomène de la nature. La première est relative à l'étude quantitative d'une situation ou d'un mouvement. Le résultat obtenu est une mesure approximative. La seconde objection est que toutes les mesures concernant des grandeurs sont entachées d'une marge d'erreur. Enfin, les prévisions que nous pouvons avoir sur la base des données imparfaites sont elles-mêmes affectées d'une certaine imprécision. En dehors des grandeurs finis comme l'ensemble des entiers naturels ou des entiers relatifs, l'imprécision s'installe lorsqu'on fait intervenir les grandeurs décimales. Les nombres irrationnels comme $\sqrt{2}$ ou la valeur numérique de « $\pi = 3,141159\ 26535\ 89793\ 23845\ 26433\ 83279\ 50288\ 41971\ 69399\ 37510\ 58209\ 74944\ 59230\ 78164\ 06286\ 20899\ 86280\ 34825\ 34211\ 70679\ 82148\ 08651\ 09384\ 46095\ 50582\ 23172\ 53594\ 08128\ 48111\ 74502\ 84102\ 70193\ 85211$

⁹⁸ Erwin Schrödinger, *Mind and Matter*, Cambridge, University press, 1959, p. 64.

⁹⁹ Luc Brisson, *op. cit.*, p. 38.

05559 64462 29489 54930 38196 44288 etc. »¹⁰⁰. Lorsque ce nombre intervient dans une équation ou dans le calcul algébrique d'une grandeur, le résultat obtenu sera nécessairement une valeur approximative. On décidera par convention un résultat à partir de X chiffre après la virgule.

La science classique avait la prétention d'éloigner l'objet du sujet connaissant. Au fil du temps, nous constatons que la réalité est tout autre. Dans la pratique, c'est bien le sujet qui observe et procède à l'expérimentation. Dans ce contexte, il se trouve qu'aucun phénomène ne peut s'auto-décrire. Les précautions faites par les Anciens pour réduire de façon considérable, notre subjectivité dans la description d'un phénomène si cela avait sa place, il s'avère que c'est par convention que les scientifiques s'accordent pour dire que la vitesse de la lumière est de 300 000 000 m/s, dans l'optique de faciliter des calculs et des résultats. En réalité la valeur approximative est égale 299 792 458 m/s. Bernard d'Espagnat relève les précautions des classiques qui pensaient qu'un énoncé est objectif s'il ne fait référence au sujet, s'il ne fait pas appel à sa capacité d'agir ou de connaître. Cette volonté remonte depuis Francis Bacon et René Descartes. Le sujet est influencé par l'opinion, l'idéologie, la morale et même la politique. Pour entrer au contact des choses, le sujet y parvient par le système cognitif. Nous pouvons affirmer à ce niveau que les sens ne sont pas toujours fidèles dans la reproduction des faits observables. Ces éléments ont certainement permis de construire une objectivité universelle et neutre.

Un examen minutieux fait ressortir l'invariance qui existe dans la promotion de l'objectivité scientifique. Le protocole élaboré par les classiques semble décrire l'objet tout en considérant le sujet comme spectateur passif. Issoufou Soulé Mouchili Njimom le considère plutôt comme *espion* dans le système classique. Toutefois, sa présence même de façon subtile, avait une influence dans la période classique. Avec la physique moderne nous remarquons une gradation en ce qui concerne le concept de la réalité en science. Le réel n'est plus seulement ce sur quoi on peut agir ou qui peut agir sur nous, mais il est aussi ce dont nous avons connaissance selon Niels Bohr. À ce niveau, nous convoquons Protagoras qui pensait déjà en son temps que *l'homme est la mesure de toute chose*. La mécanique contemporaine a démontré que la matière en générale est ondulatoire et corpusculaire. De plus, les éléments de la nature, apparemment locaux, sont en contact permanents. Ainsi, l'idée ancienne de détacher le sujet de l'objet, avait un souci de pureté, voire de crédibilité en vue d'établir une objectivité absolue. La physique

¹⁰⁰ Nombre *pi* valeur et histoire, calcul et explications www.nombrepi.com, liste de quelques milliers de décimales du nombre *pi*. 07/08/2019 à 19 h 02.

moderne est venue récuser ces idées traditionnelles qui étaient fonction de leur niveau de connaissance de la réalité physique.

Les théories physiques classiques se sont avérées insatisfaisantes au regard du voile de la nature levée par les théoriciens de la physique moderne. Le déterminisme a donné lieu de définir la matière sous le prisme d'une option causale. À ce niveau, le réalisme semble être la philosophie qui répondait le plus à la mécanique classique. En revanche, il n'était pas envisageable de convoquer les idées idéalistes dans le champ physique. La découverte des phénomènes magnétiques et électriques vient de nouveau mettre en débat la nature de la réalité. Ainsi, pour interpréter une particule, la physique moderne montre l'impossibilité de décrire avec exactitude la position et la vitesse d'une particule, l'indéterminisme dans le phénomène microscopique traduit à suffisance l'inconsistance pour le sujet de décrire l'objet avec précision. L'objectivité faible, selon Bernard d'Espagnat, est celle qui réhabilite l'être humain dans toute sa dimension en tant que bruit suivant la considération de Morin. Désormais, l'objectivité scientifique pour les modernes ne peut se définir qu'avec le sujet et cela est valable pour tout sujet en possession de son bon sens.

La liberté qui caractérise l'être humain a donné lieu à la construction d'une pensée ouverte, féconde et dynamique, étant entendu que la connaissance des phénomènes de la nature est une quête inachevée. La considération que nous avons de la nature avec la découverte de la physique des particules nous a donné une interprétation plus crédible des phénomènes de la nature. Bien plus, la physique théorique, à ce jour, a permis de comprendre à la suite des travaux d'Albert Einstein d'une part et Erwin Schrödinger à partir de son expérience de pensée de chat mort et vivant d'autre part, que la matière est constituée des particules élémentaires. L'expérience de Einstein connu sous le nom du paradoxe EPR (Einstein Podolsky et Rosen) ses assistants considéraient la matière comme locale. Les travaux scientifiques de John Bell sur la matière viendront lever ce paradoxe en montrant que la matière est essentiellement indivisible. Il y a une connexion qui existe entre tous les éléments de la nature. Cette interprétation de la réalité est réconfortée au congrès de Solvay en 1927 sur le statut onde et corpuscule de la matière. La subjectivité est l'expression même de l'objectivité scientifique. L'inconsistance de nos moyens à pouvoir soulever le voile de la nature à fait naître pendant la période classique l'objectivité absolue ou forte et l'objectivité faible pendant la période moderne comme un accord intersubjectif.

La nécessaire restriction du sujet la mécanique classique était en rapport avec la conception de l'univers comme clos et impénétrable. Et ceci, en marge de cette considération,

les physiciens modernes ont frayé une voie où l'objet et le sujet deviennent relationnels. Il s'agit du champ de la microphysique. Il existe une corrélation nécessaire entre l'espace réel, siège de la connaissance objective et le sujet lui-même. Ainsi, l'objectivité apparaît comme mystère. L'objectivité scientifique doit apparaître dans la conscience d'un sujet humain comme l'ordonnateur de toute chose. Nous percevons que l'objectivité classique s'était développée dans un système en rapport avec l'évolution mentale des scientifiques classiques qui ne disposait pas à notre sens, des aptitudes en mesure de déclencher son propre dépassement. L'objectivité scientifique en somme, est une construction permanente du sujet quelle que soit la période de l'histoire. Cette variabilité de la conscience libre donne lieu d'évoquer l'inconsistance du déterminisme de droit en science.

3- De l'incongruité du déterminisme de droit

Notre connaissance de la réalité est fonction du rapport sensoriel que nous avons avec la nature, tel était le credo du réalisme naïf gage de l'objectivité absolu en science classique. Ainsi, la mise en place des balbutiements d'une connaissance objective nous était donnée par le contact direct. Les présocratiques ont ainsi développé une connaissance à partir des éléments séparés de celle-ci. L'eau était perçue comme le constituant principal de la nature. Pour Pythagore de Samos, c'était le nombre. Quant à Démocrite et Leucippe, c'était l'atome. À partir de ces éléments, l'être humain a eu l'idée que la nature était gouvernée par des mécanismes accessibles. La considération selon laquelle l'homme était l'esclave de la nature commençait à être remise en question. L'idée d'une nature sacrée était aussi revisitée. La nature pouvait être soumise à l'expérimentation.

Nous pouvons voir dans ce processus, la capacité de l'homme à se démarquer de lois de la nature fixes vers une position évolutive et variable. Nous relevons aussi, la possibilité pour l'homme d'avoir une interprétation différente des lois de la nature vient de l'effort quotidien qu'il développe face aux phénomènes en rapport à ceux qui avaient toujours existé. Le déterminisme de droit était mis en place par les classiques à cause de leur perception statique des lois de la nature. Les scientifiques classiques ont détaché l'homme de l'emprise des dieux de l'amour, de la guerre, de la pluie, du vent, du soleil, des récoltes, de la sécheresse pour un univers gouverné par des lois que l'homme pouvait connaître grâce à la raison.

Les ioniens ont réussi, comme pionniers, à montrer que les phénomènes naturels de l'univers étaient explicables par des lois. L'idée d'une description à partir des mythes ou la

théologie devait être nécessairement évacuée pour céder la place à une démarche rationnelle. Cette conception ne pouvait pas trouver l'assentiment des autorités ecclésiastiques. Stephen Hawking illustre cette position de l'Église qui s'offusque de ce que la nature pouvait être expliquée par des mécanismes rationnels. Aussi, affirme-t-il que « *les successeurs chrétiens des Grecs repoussaient l'idée d'un univers régi par des lois naturelles aveugles.* »¹⁰¹ Aussi, la position des ioniens était rejetée. L'Église ne concevait pas que l'être humain peut être en mesure de donner une connaissance des phénomènes de la nature car, seul Dieu pouvait être l'ordonnateur de toute chose. Il était donc à cet égard impossible à l'humain d'occuper la position qui le rend semblable au créateur.

Ainsi, la méconnaissance des lois de la nature par les hommes de l'Église se traduit par leur considération selon laquelle des lois de l'univers étaient perçues comme des hérésies qui devaient totalement être classées des erreurs humaines. Dans la même perspective, Stephen Hawking affirme qu'en 1227, « *par ironie du sort, c'est une loi physique, celle de la gravitation qui a tué le Pape Jean XXI quelques mois plus tard lorsque le toit de son palais s'est effondré sur lui.* »¹⁰² Il se trouve qu'après plusieurs injonctions au sujet de la non-conformité des règles en matière de construction dans le domaine du génie civil, l'autorité ecclésiastique n'admettait pas l'existence d'une loi susceptible d'agir sur la matière car la miséricorde divine était au-dessus de la loi mécanique. Le contact avec la nature a ainsi favorisé la mise en place par les classiques des principes déterminants pour décrire objectivement la réalité naturelle. C'est cela qui a donné lieu au développement du déterminisme comme caractère dominant pendant la période classique.

La connaissance objective était un tournant décisif qui a valorisé la science classique. Seulement, le divorce prononcé par les Anciens était consommé parce que le Moyen-âge chrétien sous l'emprise de la foi, ne donnait aucun privilège à l'humain encore moins l'opportunité de produire une connaissance sans compromettre les lois de Dieu. Cette seconde phase à la suite des présocratiques, a donné lieu de constater que la raison seule pouvait conduire à une meilleure connaissance de l'univers. Si l'être humain est capable de donner une interprétation objective de l'univers, le déterminisme de droit était également mis en place sur la logique d'un univers composé d'un ensemble de lois finies. Alors, les défenseurs de ce courant avaient avancé que connaissant les lois qui agissent sur un phénomène à un temps donné, ou pouvait, dans les mêmes conditions connaître le comportement de ce même phénomène dans le

¹⁰¹ Stephen Hawking et Leonard Mlodinow, *Y a-t-il un grand architecte dans l'Univers ? op. cit.*, p. 21.

¹⁰² *Id.*,

futur, le comportement prochain de ce même phénomène dans le temps à venir devait être connu. Dans ce principe logique on peut connaître les lois qui régissent tout l'univers ainsi pensait Simon Pierre de Laplace.

La mise en place d'une pensée scientifique féconde émerge d'un rapport consensuel, celui du contact entre l'être humain au contact avec la réalité physique. Cette position de mécaniste s'opposait à la conception cartésienne de l'existence qui se limitait à la pensée d'où l'échec de son solipsisme. Il ressortait que la pensée seule, sans contact avec le monde extérieur, ne peut produire une réalité objective. Or les biologistes montrent que le siège de la connaissance est le cerveau. Pourtant l'Église pensait que c'était Dieu qui mettait la connaissance à la disposition de l'humain à titre de don. Aussi, la Bible dans ce sens parle du don de la science comme d'une œuvre du Saint Esprit. Il était donc indispensable à l'humain qui veut connaître de solliciter cette grâce divine. Carl Vogt partage cette conception de l'Église lorsqu'il affirme que « *le cerveau ne produit pas la pensée comme le foie produit la bile.* »¹⁰³ Le scientifique justifie l'incapacité de l'humaine à produire une connaissance sans avoir recouru à la Toute-puissance divine. Ceci signifie à son sens que c'est Dieu qui cède cette grâce à l'humain. Aujourd'hui, les neurosciences montrent le contraire. Le cerveau a une organisation spécifique différent des autres vivants laquelle donne à l'humain de concevoir un discours rationnel sur la nature. Sans le cerveau, la pensée n'est pas possible. En somme, la considération traditionnelle d'une connaissance de la nature partant d'un cadre extérieur est absurde.

Il existe une certaine invariance dans la connaissance des phénomènes de la nature en ce sens que c'est le cerveau qui donne la possibilité de se projeter et de tenter d'élaborer une certaine connaissance de l'univers. Suivant un ensemble d'évènements, l'être humain modifie son regard sur le monde. Cette considération traduit la dynamique dans la conception des théories sur la réalité physique et que celle-ci n'est rien d'autre que l'œuvre d'une pensée féconder par le cerveau. Le déterminisme présupposait dans ces conditions l'existence d'une instance initiale vers la connaissance définitive des lois de la nature. Etant donné que la production de la pensée obéit à des lois connues par le spécialiste des neurosciences, nous pouvons confirmer que l'immaturation du cerveau des premiers scientifiques avait conduit au développement d'un savoir statique au sujet des phénomènes de l'univers. Car, il s'agit plutôt

¹⁰³ Jean-François Kahn, *Où va-t-on ? Comment on y va... Théorie du changement par la recombinaison des invariances*, Paris, Fayard, 2008, p. 177.

de l'interaction entre des cellules embryonnaires et non un programme génétique figé qui favorise la production de la pensée.

L'idée d'un déterminisme de droit n'est rien d'autre que l'expression des limites épistémologiques. La mise en place de la connaissance antique dont les débats autour de la question présentaient le cerveau comme un organe récepteur. En revanche, l'état de la connaissance actuelle présente plutôt le cerveau comme un appareil producteur de la pensée. Jean Pierre Changeux pense que la révolution fantastique du cerveau n'est pas statique. L'auteur de *l'homme neuronal* présente quelques facteurs comme conditions nécessaires pour la production d'une pensée féconde. Entre autres

*La multiplication et la diversification des liaisons neuronales croisées et interactives grâce à un nombre accru des synapses ; le développement d'interactions au sein de la même structure, qui ont permis des combinaisons et des recombinaisons créatrices de fonctions nouvelles ; l'action par effet de retour de nouvelles fonctions.*¹⁰⁴

Ce développement place l'être humain comme un autocréateur et auto-amplificateur au sein de la structure de son cerveau qui crée des états mentaux, éléments indispensables pour voir et interpréter les phénomènes de la nature.

Les neurosciences montrent que du cerveau émerge la pensée à partir de l'interaction chimique, biologique et électrique entre les synapses. Selon Jean-François Kahn « *l'exercice mental contribue à la mise au point du câblage du cortex cérébral.* »¹⁰⁵ Cette disposition se trouve dans l'être humain comme capable d'intelligence et de liberté, le distingue des autres vivants. La mise en scène de ces dispositions du cerveau peut être observée au cours de l'histoire. La vision du monde crée la structure d'une organisation sociale au point de perpétuer cette projection dans le temps. Ainsi « *la capacité de l'homo sapiens de tailler une pierre pour en faire une arme stabilise la fonction guerrière.* »¹⁰⁶ Nous voyons dans cette configuration que la structure mentale de l'homo sapiens ne s'était pas limitée à tailler la pierre, mais le cerveau avait trouvé une fonction guerrière au sein d'une organisation sociale. À ce jour, la guerre est devenu une activité digitale au regard du développement des technologies de l'information et de la communication grâce à la maturité du cerveau.

¹⁰⁴ *Ibid.*, p. 269-270.

¹⁰⁵ *Id.*,

¹⁰⁶ *Id.*,

La possibilité de concevoir un univers totalement déterminé était de ce fait incongrue. Car, l'être humain doté d'intelligence, n'est pas là pour reproduire la pensée comme un automate. Sa capacité de produire une étude critique à partir d'une situation provient de son cerveau. Avec Euclide, l'univers était perçu comme un système achevé sous l'emprise des lois fixes. C'est grâce au développement de l'intelligence que l'humain a mis en place des théories d'une mécanique rationnelle sur des phénomènes de la nature. Ces états mentaux de base n'ont pas produit une pensée totalement statique, mais ont favorisé l'éclosion d'une pensée solide sur l'univers. L'enchaînement des lois de la nature a donné lieu à la production d'une connaissance objective du monde. Il y a lieu de retenir que sans le cerveau, la production d'une pensée féconde n'est point possible. Étant donné que le cerveau développe régulièrement des neurones, notre vision du monde est en partie déterminée par la manière dont nous sommes préoccupés par le sens des phénomènes de la nature et les soucis d'une amélioration sous la pression des cultures et des états mentaux.

CHAPITRE III : DE L'INCOMPLÉTUDE DE LA MÉCANIQUE NEWTONIENNE

La nature du réel est loin d'être achevée contrairement aux postulats newtoniens. L'on remarque que ses théories sur la mécanique reposaient bien sur une démarche rationnelle avait abouti à l'érection des lois stables sur la nature. Dans ce chapitre, nous allons montrer en rappelant les critères de la scientificité édités par Karl Popper que sont la verissimilarité, un justificatif que le réel n'est pas connaissable. Les théories nouvelles viendront démonter le credo épistémologique du réel classique. Ses résultats, loin d'être contestables, étaient bien en adéquation avec le concept d'une réalité indépendante. Aussi, s'imposait-il la nécessité d'un changement paradigmatique en vue de développer d'autres théories mieux élaborées répondant aux fonctionnements de l'univers ; d'où l'ouverture vers une conception dynamique de la nature.

A- NÉCESSITÉ D'UN CHANGEMENT DE PARADIGME SCIENTIFIQUE

La théorie de la connaissance montre que notre conception de l'univers est le résultat d'une certaine culture. Les Anciens ont pensé un univers métaphysique, les savants de l'Antiquité grecque, par l'observation, ont réussi à décrire la nature de manière rationnelle. Au nom de la liberté, un cadre idoine devait être élaboré pour parvenir à une interprétation crédible du réel.

1- La pensée en charge de la subjectivité

L'être humain a bien voulu se prendre en charge en construisant une pensée qui met en marge une certaine transcendance verticale laquelle aurait engendré toutes choses. Ainsi, une approche physicaliste sur la nature des choses se dessine par les Grecs depuis le quatrième siècle avant J.C. pose les jalons d'une connaissance susceptible d'éclairer le futur. L'être humain s'est rendu à l'évidence que l'univers était régi par un certain ordre cosmique. En effet, les Grecs ont découvert que l'ensemble des phénomènes de la nature étaient distinctement sous l'influence des lois accessibles à l'homme. Cette position a facilité la construction d'un réalisme scientifique en opposition avec la pensée métaphysique selon laquelle, les phénomènes de la

nature étaient sous l'emprise d'une essence immanente inaccessible à l'humain. La connaissance de l'univers s'est mise en place progressivement à partir des éléments physiques que le sujet avait la possibilité de quantifier. La volonté d'établir un construit logique sur les éléments qui constituent notre univers serait-elle à la base du développement d'une pensée permanente sur l'univers ? Ayant réussi à évacuer la transcendance verticale et à établir que les éléments de la nature sont saisissables, n'existe-il pas une autre forme de transcendance plutôt horizontale qui donne à l'être humain de créer sa propre réalité ?

La mise en place d'une connaissance objective proclamée par les Grecs a permis de résoudre, de façon significative, la question d'un Demiurge générateur de toute chose. Ces précurseurs de la science classique ont valorisé dans leur démarche l'usage de la pensée par l'être humain. Le fait que la nature soit régie par des lois universelles a été un saut qualitatif pour la construction d'un édifice scientifique solide. Le sujet était désormais capable d'appréhender, par la raison, les phénomènes de la nature. Cependant, on trouve qu'il est nécessaire d'établir une méthodologie crédible pour légitimer sa démarche. Considérant des jalons posés par Francis Bacon, l'objectif était d'épurer la conscience du sujet de ses inclinations, afin de laisser jaillir la raison pure a juste balisé le chemin pour une démarche scientifique.

Nous nous rendons compte que la réalité n'est rien d'autre que l'expression du sujet pensant. Il n'est pas superflu de relever que, même pendant la période présocratique, l'interprétation de l'univers mythique était l'expression du sujet. Les classiques ont pensé que l'univers était un tout ordonné et cohérent et le sujet se limitait à une simple description par contact et l'usage des organes des sens. Voilà pourquoi, les théories physiques semblaient être constantes. Cette perception avait bien influencé Isaac Newton qui semblait avoir découvert toutes les lois pouvant s'appliquer sur les mouvements des corps. Jusque-là, nous pouvons traduire que les progrès engrangés par la science n'étaient autre que la découverte de la raison comme instance permettant à l'être humain de distinguer le vrai d'avec le faux ; ce qui avait donné à l'être humain la possibilité de construire des théories valides sur le comportement des phénomènes de la nature.

Toutes ces dispositions prises par l'être humain pour construire une pensée scientifique crédible sur l'univers, restent et demeurent une traduction du sujet. Dans la démarche des philosophes de la nature de la première heure, c'est-à-dire les présocratiques, la pensée dominante avait été l'atomisme classique qui viendra donner une ligne de démarcation avec la pensée mythique. Toutefois, cette conception primaire de la matière qui avait traversée bien des

siècles avait fini par engendrer un système de pensée statique. La particularité de cette philosophie de la nature classique est qu'elle mettait en exergue les propriétés physiques intrinsèques de la matière que sont la causalité, la localité et même le déterminisme. Au regard de cette perception de la réalité, nous pouvons croire que l'émergence d'une pensée subjective est l'œuvre aussi bien de *l'homo erectus* que de *l'homo sapiens* qui ont compris que grâce à l'usage de la raison, l'être humain pouvait construire une pensée rationnelle sur l'univers.

La perception d'une pensée rationnelle, depuis le quatrième siècle, n'a pas prospéré, bien qu'ayant montré une certaine pertinence. L'histoire de la philosophie montre que l'usage de la raison comme instance majeure pour comprendre l'univers ; elle prendra fin avec l'invasion des Romains comme l'affirme Trinh Xuan Thuan : « *après l'annexion de la Grèce par l'empire Romains au IIe siècle avant J-C. la pensée grecque perdit son lustre.* »¹⁰⁷ Il eut un changement de vecteur épistémologique. Les romains ne s'intéressaient pas à la cosmologie rationnelle. L'idée véhiculée émerge de l'Église dont les enseignements sont issus du courant philosophique développé par Platon, héritier de l'école des mystères égyptienne. Former à l'école d'Héliopolis, il viendra mettre en place une pensée subjective totalement calquée sur la philosophie égyptienne ancienne comme l'affirme Roger Gödel « *Platon diffère des autres hellènes. Il a emprunté la voie appropriée, celle de la dialectique, du mythe, de la science, de la poésie.* »¹⁰⁸ Il s'agit là des théories développées par l'école des pyramides qui mettait en exergue une permanence.

La substance de sa pensée renseigne que la connaissance véritable se trouve dans le monde sublunaire ; celui de la permanence et de l'éternité plutôt que le monde supra lunaire, le siège de la corruption et du changement. Son disciple, Aristote, avait également contribué à développer une pensée qui s'appuyait sur une certaine transcendance. Ces courants philosophiques, repris respectivement par Saint Augustin et Saint Thomas d'Aquin contribueront au développement d'une idéologie dominante en instaurant la Toute-puissance d'un Dieu-créditeur de toute chose. L'être humain, est mu par une crainte permanente face à une pensée plaçant Dieu comme cause première, peine à s'affranchir de cette idéologie au prix des représailles qui s'abattaient sur lui. Le Moyen-âge chrétien a vu se pérenniser cette philosophie.

¹⁰⁷ Trinh Xuan Thuan, *La plénitude du vide*, Paris Albin Michel, 2018, p. 56 ;

¹⁰⁸ Roger Godel, François Daumas, « Platon à Héliopolis d'Égypte », In, *Bulletin de l'Association Guillaume Budé*, N°1, mars 1956. P. 85.

Il est important de noter que la construction d'une pensée subjective échappe totalement à une permanence, étant donné que l'être humain est essentiellement caractérisé par la liberté. Celui-ci ne se satisfait pas d'une pensée statique sur la nature. Il existe tout de même une invariance du sujet pensant, parce que le même sujet qui, suivant sa convenance et ses rapports au monde, développe une pensée qui, en un moment donné, peut paraître dominante capable de répondre à certaines questions temporelles. La prise en charge de son existence par la raison était perçue par des penseurs comme un facteur de compréhension et de maturité du sujet. L'être humain s'est montré capable de comprendre le cosmos sans Dieu. L'expression de sa subjectivité s'est vue engluer dans une nouvelle dynamique selon laquelle, la matière a une existence intrinsèque. Dieu serait donc celui-là qui engendre la matière. D'où la nouvelle approche subjective orientée vers une approche physicaliste du cosmos.

La raison de la décrépitude d'une pensée ecclésiale dominante est le refus de la cosmologie rationnelle. Ainsi, Aristote ne s'accordait pas avec l'idée avancée par l'Église telle qu'affirme le premier livre de la Bible, la Genèse : « *Au commencement Dieu créa le Ciel et à terre* »¹⁰⁹, parce que l'idée d'un vide ne convainc pas ceux pour qui, le vide n'est pas vide. Le vide est rempli d'énergie négative qui est le constituant de cet espace. La subjectivité des penseurs antiques s'opposait à l'idée d'un univers constitué à partir de rien. Cette approche n'était pas du goût des autorités ecclésiastiques de même qu'ils ont pensé un univers fixe non extensible qui se limitait à Rome. Il s'agit d'une considération purement locale de la perception de la réalité par les classiques. Mais, en marge de l'acharnement dont faisait montre l'Église, une pensée libre a prospéré sur la connaissance de l'univers. C'est le cas de la pensée impérialiste avec Christophe Colomb dont la présence aux Amériques marquait le début de la colonisation espagnole et de la révolution copernicienne et la découverte de l'imprimerie pour la diffusion des savoir, autant de faits historiques qui ont montrés que l'humain pouvait se prendre en charge sans convoquer une quelconque transcendance.

Cette dynamique impulsée par Galilée dont la pensée reposait sur le principe de l'observation et l'expérimentation, viendra changer le cours des choses. Nicolas Copernic, avec sa thèse héliocentrique et René Descartes connaîtront une ascension vertigineuse avec l'oubli de Dieu. Le philosophe allemand Friedrich Nietzsche parle à son tour de la mort de Dieu. Selon lui, l'être humain doté de volonté et de puissance est capable de se positionner et de comprendre la nature ; il n'est plus question de convoquer Dieu pour se réaliser. L'homme, en tant qu'un

¹⁰⁹ Genèse,1,1. *Sainte Bible* Paris, Société biblique française, 1985, p. 5.

être de volonté de puissance doit absolument, pour interpréter la nature, se doter des moyens devant lui permettre de construire une démarche objective sur la nature. Comme être de liberté, l'homme réussi à développer une philosophie qui se consacre à l'édification des personnes dénuées de leur Dieu. Ainsi, l'être humain se défait de toute idée de permanence au profit du changement. Le projet de voir prospérer une connaissance absolue sur la nature est un leurre. Cette conception d'un univers statique est bien rejetée par certains penseurs. Ruud Welten, s'agissant de la création de l'univers par un Dieu ultime, considère cette approche comme une onto-théologique. « *Le philosophe allemand Martin Heidegger a fixé honteusement un divin, de faire jouer à Dieu le rôle de l'Être ultime et de Le consacré, métaphysiquement comme cause ultime de toute chose.* »¹¹⁰ La vision d'un monde par une pensée dynamique place l'homme, être de liberté, comme centre ou mesure de toute chose disait Protagoras. La promotion de la pensée subjective a donné à l'homme les moyens de se projeter dans son univers.

La construction de la pensée par le sujet fut un tournant décisif dans la mise en place d'une pensée scientifique. Cette volonté s'est traduite en rupture avec la pensée mythique qui s'est fondée en idéologie. La mise en place d'une pensée subjective est le détachement total l'homme de son créateur vers son autonomisation. L'usage de la raison est la seule chose qui donne à l'homme la possibilité d'être le maître de l'univers. Toutefois, de l'Antiquité au Lumière, sa projection dans la maîtrise de l'univers ne s'est pas construite de façon linéaire, car la possibilité de concevoir un monde sans créateur peine à être acceptée à l'unanimité, Voilà pourquoi, le Moyen-âge chrétien a réussi à dominer les esprits. Mais, au nom de la liberté, l'homme a pu se soustraire de cette conception du monde et à développer une pensée libre à partir des sociétés savantes. De cette autonomisation du sujet émergera une pensée objective sur l'univers.

2- La fonction subjective de l'édification de l'objectivité

La philosophie de la nature a développé plusieurs courants de pensées divergentes sur la réalité des faits ou des éléments de la nature à décrire. La conséquence directe avec cette forme de pensée a été l'émergence du sophisme. Nous relevons que la subjectivité faisait la particularité de ces penseurs. Partant des récits mythiques, Thalès de Millet a réussi à penser que la matière primordiale était l'eau. Mais, cela n'avait pas fait l'unanimité ; Anaximène avait pensé l'air comme principe primordial ; pour Démocrite l'atome fût son principe primaire. Etant

¹¹⁰ Ruud Welten, *Phénomène du Dieu invisible : essai et Etude sur Emmanuel Levinas, Michel Henry, et Jean Luc Marion*, Paris L'Harmattan, 2014, p. 9.

donné que l'esprit humain est capable d'inclinations et des jugements de valeur, il était nécessaire d'établir un système de pensée, dépouillé de toute subjectivité.

Pour y parvenir, il fallait épurer le langage. Constatant que le langage conduisait à la promotion des jugements de valeur, à la séduction, au charme et à la persuasion, Platon s'insurgeait contre le discours poético-sophistique dont la finalité serait la persuasion et l'art de convaincre sans avoir raison, au profit d'un discours philosophique tourné vers la quête de la vérité ; c'est la naissance de la philosophie analytique. C'est un courant de pensée qui recherche la clarté du langage et recommande un discours basé sur un argumentaire bien explicité, universellement capable de surmonter les contradictions pour parvenir à la certitude. La philosophie a emprunté la rigueur de la logique mathématique pour construire un discours objectif en philosophie. Il se trouve que les raisonnements philosophiques ne suffisaient pas, par eux-mêmes à mener à la vérité. Dans cette perspective, Trinh Xuan Thuan affirme que : « *la résolution des problèmes de la nature ne pouvait s'accomplir sur la seule base d'arguments d'autorité.* »¹¹¹ Ainsi, pour avoir une interprétation des éléments de la nature, il était nécessaire de partir de l'observation, puis dégager une théorie sur la base des propriétés quantifiables du phénomène et toutes ces précautions mises ensemble par le sujet pourraient contribuer à l'édification de l'objectivité.

L'approche subjective de la réalité naturelle donne lieu à bâtir des systèmes de pensées rigides. Cette démarche a facilité l'émergence des idéologies dominantes sur des questions de portée universelle. Ainsi, L'histoire de la philosophie à ce sujet renseigne sur le fait que « *Empédocle (vers 490-430 av. J.-C.) fût le premier à postuler que la substance primordiale était composée non pas d'un seul élément, mais de plusieurs éléments : la terre, l'eau, le feu, l'air et une cinquième substance qui baignait l'univers tout entier.* »¹¹² Cette conception de la matière apparemment crédible, en ce temps-là, a bien traversé des âges et se présentait comme une vérité. La considération subjective de ce penseur antique, bien que cela a permis d'engluer la perception aussi crédible mais divergente qu'était l'atomisme, avait contribué à immobiliser la conception de la matière pendant un millénaire.

De ces pensées divergentes sur la nature devaient naître une philosophie qui ne s'appuierait pas sur le sujet. L'épistémologie d'Auguste Comte nous apprend que la pensée humaine a été structurée en trois mouvements ; l'état mythique ou théologie, l'état

¹¹¹ Trinh Xuan Thuan, *op. cit.*, p. 62.

¹¹² *Ibid.*, p. 50.

métaphysique et enfin l'état positif. Dans les deux états qui précèdent l'état positif, les penseurs faisaient entièrement confiance à une philosophie spéculative. Il n'y avait pas de méthode encore moins des moyens de disqualifier une autre philosophie ; cette période avait vu l'émergence des sophistes et des rhéteurs dont l'objectif était de convaincre sans avoir raison. Aristote par exemple, avait nommé le cinquième élément dans lequel baignait toute chose l'éther sans apporter un justificatif. Mais, progressivement, la pensée positive a pris le dessus sur la pensée spéculative parce qu'elle offrait plus de crédibilité et s'appliquait aux phénomènes vérifiables. Ainsi, certains penseurs à l'instar de Francis Bacon, Gaston Bachelard, Karl Popper viendront baliser le chemin pour construire une théorie de la connaissance crédible. Ayant observé que l'humain est plein d'inclinations Francis Bacon suggère d'évacuer les *idoles* dans le système de pensée, afin de laisser la raison seule se déployer. Gaston Bachelard, quant à lui, pense que notre subjectivité ne peut pas permettre de parvenir à la science véritable. Alors, il faut se défaire des obstacles épistémologiques qui constituent le blocage vers la connaissance objective. Karl Popper à son tour, s'oppose à toute idée de permanence dans la connaissance scientifique et avance comme critère de scientificité : la falsifiabilité.

Nous pouvons relever que la contribution de ces penseurs à savoir : Francis Bacon, Gaston Bachelard et Karl Popper a été comme un ferment pour l'éclosion d'une pensée à l'âge adulte ou à l'état positif. En substituant l'atomisme au profit de la conception de la matière selon Empédocle qui n'avait pas véritablement changé les choses, au contraire. La perception de la matière s'est plutôt stagnée. La particularité est que la forme des représentations avait donné lieu de construire un système de pensée unique sur la matière. L'idée d'une substance invisible qui entoure l'univers ne pouvait pas avoir meilleure explication, étant donné que notre subjectivité était influencée par les conceptions mythique, théologique et métaphysique de la matière selon laquelle, il existe une essence cachée qui gouverne toute chose. L'état positif ou scientifique avait finalement donné raison à Démocrite et Leucippe qui avaient vu l'atome comme le constituant élémentaire de la matière.

Toutefois l'approche subjective de ces penseurs avait dominé par la forme de leur représentation qui a vu en cet élément, des propriétés qu'il n'avait pas. L'atome était un élément insécable suivant le langage grec. L'évolution dans la conception de la matière a effectivement donné raison à ces penseurs dont l'expérience de pensée a permis de trouver quelque chose de fondamental pour la science. La conception de l'atome avait aussi évolué donnant lieu à des éléments primaires de la matière, avec de nouvelles caractéristiques telles les électrons qui gravitent autour et un noyau composé de neutrino et d'antineutrino.

L'être humain a réussi par l'usage de la raison, à déconstruire l'idée qui conférait l'univers comme un tout sacré. Il fallait solliciter la nature afin qu'elle réponde « *au soi de l'observateur* ». Il faut souligner que le sujet se mettait à l'épreuve des sens pour découvrir le comportement des éléments de la nature, en faisant appel à sa mémoire, donc à la forme de ses représentations, pour décider d'un résultat. Les difficultés observées à construire une pensée objective à partir de la seule expérience de pensée, c'est-à-dire du *soi de l'observateur*, n'étaient pas une activité évidente à première vue. Ainsi, Lorraine Daston et Peter Galison affirment que :

*Dans la célèbre expérience de pensée de Condillac, celle d'une statue privée de tous les sens sauf l'odorat qui acquérait toutes les capacités cognitives humaines une par une, la première sensation d'un parfum de rose ne suffisait pas à reproduire une idée du moi. Ce n'est qu'après avoir fait l'expérience de plusieurs odeurs et l'avoir comparé dans la mémoire, que la statue prenait conscience de sa continuité dans le temps et acquérait le sentiment d'avoir un moi.*¹¹³

Il est important de relever ici la place du sujet dans l'expérimentation ; la connaissance et la maîtrise de l'environnement qui permettait de construire à partir du soi de l'observateur, une pensée objective sur une certaine réalité. Condillac, pour accéder à la réalité, fait preuve d'expérience des faits. Sa démarche consistait à ne pas se fier à la seule interprétation de sa conscience, mais à la diversification pour être en mesure de construire un jugement dans le temps. La nature étant variable, l'expérience de pensée doit être soumise à l'expérimentation formelle en vue de produire une théorie de la connaissance. Cette démarche de l'observateur vers la nature vise à déceler la connexion nécessaire qui lie le sujet à l'objet. Selon Jean Senebier, « *l'observateur avait à l'égard de la nature l'attitude d'un aimant qui contemple avec avidité l'objet de son amour.* »¹¹⁴ On se rend compte que l'observateur, dans son projet, vise à faire fléchir l'objet afin qu'il intègre l'accomplissement de son désir de forcer la nature à se manifester.

Dans cet effort constant de l'édification de la pensée objective, des penseurs soutiennent l'idée que la mémoire n'est pas fidèle pour reproduire les phénomènes observés. Pour eux, notre mémoire est toujours conditionnée par le soi de l'observateur. Or, la pensée objective se traduit par la neutralité, l'universalité et la nécessité. Dans cette perspective, Michael Faraday tente dans sa démarche, d'éliminer le sujet pour parvenir à une connaissance objective. Il ne fait pas confiance à la mémoire et suggère ainsi que l'expérimentateur doit être « *munie, de la plume et*

¹¹³ Lorraine Daston et Peter Galison, *L'objectivité, op cit.*, p. 273.

¹¹⁴ Jean Senebier, *L'art d'observer*, Genève, Chez Philibert et Chirol, 1775, t. 1, p. 145.

de l'encre, il faut inscrire les résultats qui méritent d'être rappelés au moment même où l'expérience a lieu et tandis que les objets sont encore sous les yeux et qu'on peut les examiner de nouveau s'ils s'élèvent quelques doutes. »¹¹⁵ Michael Faraday ne fait pas confiance au soi de l'observateur et pense que la forme des représentations peut apporter un résultat préjudiciable, contrairement au donné de l'expérience. Ainsi, la prise de notes à l'immédiat pourrait être signe de crédibilité du résultat scientifique.

Les dispositions prises par la philosophie de l'expérience ne se limitent pas seulement sur le sujet dans l'édification de l'objectivité scientifique. Il se trouve que les précautions prises par les classiques pour construire une connaissance absolue sont restées un idéal inatteignable grâce à la subjectivité. La saisie du réel est restée une simple volonté qui anime l'observateur. Une autre interprétation montre que la nature ne se laisse pas totalement séduire par le sujet pensant. Les efforts de l'homme dans la tentative de soumettre la nature ne donne pas toujours les résultats escomptés. À ce sujet, la position de Bernard d'Espagnat traduit bien la subjectivité de la nature. C'est même un argument de scientificité sinon, l'idée de permanence sur la théorie de connaissance scientifique déboucherait sur l'idéologie ce qui est contraire au critère de falsifiabilité énoncé par Karl Popper. Suite à notre volonté de soumettre la nature, « *elle paraît consentir parfois, après sollicitations pressantes de notre part, à nous un peu un pan de ce qu'elle n'est pas.* »¹¹⁶ Autant le sujet ne détient pas tous les moyens pour traquer le réel, autant la nature répond seulement à nos sollicitations pour donner satisfaction au besoin de notre temps.

L'observateur faisait donc usage des sens pour traduire la réalité. Cette interprétation répondait au besoin temporel du sujet. Nous remarquons dans ce sens que Emmanuel Kant va circonscrire un cadre *a priori* de l'expérimentation dans le temps et l'espace, toutes deux réalités subjectives. Malgré ces dispositions, il est important de relever que c'est bien le sujet qui fixe les règles du temps ou de l'espace. Ainsi, Lorraine Daston et Peter Galison empruntant la méthode kantienne affirment que « *l'objectivité scientifique ne consiste pas à voir la nature dans telle qu'elle était en réalité [...] l'objectivité résidait plutôt dans la réalisation invariable entre les sensations, entendues comme les signes abstraits d'un langage et non comme des images du monde.* »¹¹⁷ À ce titre, la subjectivité reste le principe fondateur de l'objectivité scientifique. Car, au nom de la liberté, l'être humain s'oppose à toute idée de permanence.

¹¹⁵ Michael Faraday, *Manipulations chimiques*, trad. Maisseau et Bussy, Paris, Sautet, 1827, t. 2, p. 182.

¹¹⁶ Bernard d'Espagnat, *Traité de physique et de philosophie*, op. cit., p. 11.

¹¹⁷ Lorraine Daston et Peter Galison, op. cit., p. 294.

L'idée d'une certaine transcendance horizontale tirera ainsi sa force de l'émergence d'une pensée subjective sur le réel.

L'épistémologie kantienne sur la question de l'objectivité est connue par ses avancées sur la conception du réel. Le souci de restreindre l'objectivité aux phénomènes physiquement perceptibles pose un problème de traduction des faits objectivement circonscrits. On peut voir que les dispositions prises ont décelé la décrépitude de la conscience du sujet dans la description d'un phénomène des conditions de l'expérience qui sont le temps et l'espace dans l'interprétation d'une réalité objective. Le concept objectif dans son sens scolastique désignait une représentation de l'esprit. En s'appropriant ce terme, l'épistémologie classique a réussi à l'émanciper du sujet au profit de l'objet.

Selon Gottlob Frege, la décrépitude de la pensée kantienne s'illustre comme « *obstacles à la communicabilité soulevé par la subjectivité des processus mentaux.* »¹¹⁸ C'est-à-dire que dans l'acception frégréenne, en marge des phénomènes, l'abstraction occupe une place importante. Nous remarquons qu'en voulant soustraire les noumènes du champ de l'expérience sensible, Emmanuel Kant n'avait pas tenu compte d'autres phénomènes dont la nature complexe comme l'atome qui est onde et particule. Dans ce sens, n'implique pas l'existence réelle, Gottlob Frege définit le réel comme « *un sous ensemble de ce qui est objectif, l'objectif est ce qui est conforme à une loi, ce qui peut être le contenu du jugement et se laisse exprimer par les mots.* »¹¹⁹ La démarche frégréenne prend en compte le réel mathématique qui n'est pas perceptible physiquement mais qui a un sens dans la quête et l'objectivité. La communicabilité ici place le sujet au centre de la connaissance objective. Le réel apparaît de ce fait comme une réalité subjective, relative à la conscience humaine. Cette perception du réel rejoint le principe de complémentarité de la matière selon Niels Bohr.

Notre regard sur la philosophie des sciences montre que la connaissance objective s'obtenait aux prix de la volonté d'éradication de la subjectivité comme tension permanence qui anime le sujet connaissant en vue d'atteindre les certitudes. Cette démarche reste une simple aspiration. Car, l'être humain au nom de l'erreur et de la vulnérabilité ne peut produire qu'un résultat temporel sur les phénomènes de la nature. L'erreur installe donc une dynamique dans la quête objective du réel. On remarque qu'aucune théorie n'est définitive sur les phénomènes de la nature. La perception du sujet peut se modifier au gré de sa capacité, de représentations.

¹¹⁸ *Ibid.*, p. 309.

¹¹⁹ Gottlob Frege, *Les fondements de l'arithmétique : recherche logico-mathématique sur le concept de nombre*, trad. Imbert Claude, Paris, Seuil, 1969, p. 154.

« *L'objectivité scientifique n'était pas pour Poincaré qu'une manière de surmonter le caractère privé des sensations subjectives : c'était un pont jeté entre les générations successives de scientifiques.* »¹²⁰ Cette interprétation de Henri Poincaré montre l'invariance du sujet comme maître de toutes choses. Face aux questions existentielles, l'homme se positionne pour donner sens à une préoccupation particulière quitte à ce qu'elle soit obsolète.

3- De la non-absoluité du temps et l'espace

Le courant philosophique matérialise réaliste suppose le primat de la matière sur la pensée avait dominé le monde depuis les îles ioniennes, jusqu'à la fin de la mécanique newtonienne. Cette interprétation s'opposait au courant idéaliste pour qui, c'est au contraire la pensée qui prime sur la matière. Ce dernier courant préscientifique ou théologique, considérait la matière comme subordonnée à une certaine essence ; d'où la nécessité de rompre avec une telle conception du monde au profit d'une considération scientifique ou positiviste et quantifiable. Dans cette quête de compréhension de la nature, les classiques avaient projeté le temps et l'espace comme entités objectives, absolues, indépendantes de la matière et cadre idoine de l'expérimentation évoqué par Emmanuel Kant. Cette intégration s'était achevée avec le déclin la mécanique newtonienne. Dans cette arène se déroulaient les évènements de l'univers matériel. Avec l'espace euclidien, il n'était pas possible de voir la nature autrement que sous ce prisme. Dans cette mise en œuvre concrète de la physique classique, la matière était mise en relation avec des entités mesurables et quantifiables. Or, les éléments d'interprétation de la nature le temps et l'espace absolus, à la solde d'Isaac Newton ne donnaient pas l'opportunité à ce savant de voir les choses autrement. Le début du XX^e siècle se situe comme point de rupture entre la mécanique classique devenue statique et la naissance de la physique moderne pour comprendre le monde.

L'univers pendant la période préscientifique était défini comme un tout fini. L'espace géométrique reposait sur l'univers intuitif. Cette condition avait favorisé quelque modalité dans la conception de la nature. L'histoire des sciences montre une dynamique dans la conception de l'espace qui est devenu variable passant par la géométrie non euclidienne. D'un point à l'autre, l'être humain tentait de répondre à la question existentielle. L'univers a ainsi évolué de l'espace intuitif abstrait vers un espace géométrique objectif avec des outils topologiques améliorés. Selon Jean Jacques Demaret et Dominique Lambert,

¹²⁰ *Ibid.*, p. 334.

s'il est possible d'apprécier objectivement les galaxies, celle de l'Univers, forme des formes nous reste inaccessible sinon par le biais des outils mathématiques [...] on a successivement fait appel au Dodécaèdre régulier, à la sphère, aux cinq polyèdres emboîtés au sein d'une sphère, à l'espace euclidien et à l'espace à quatre dimensions.¹²¹

Ces savants montrent que le travail sur la compréhension de l'univers est loin d'être achevé. Il repose sur la capacité de l'homme à se projeter dans l'univers. Cette conception est contraire à celle attribuée à l'espace euclidien comme espace absolu. C'est dans ce cadre que Isaac Newton avait réussi à déceler les lois de l'univers.

La tradition classique a vu ainsi la nécessité d'abandonner l'espace absolu, parce qu'elle considérait sa surface plane. En envoyant une flèche dans l'espace, à l'aide des lois de la physique classique, il était possible de savoir quel serait son point de chute ? La mécanique classique ne pouvait plus répondre avec certitude à de nouvelles préoccupations scientifiques. Bien plus, considérant que tous les corps graves tombent, on se posait la question de savoir pourquoi les autres planètes qui gravitent autour du soleil ne tombent-elles pas. Ces interrogations ont amené bien des scientifiques à envisager la flexibilité des postulats classiques pour tenter de répondre à de telles préoccupations.

Albert Einstein a eu le privilège en ceci est qu'il est héritier de la culture scientifique déterministe, sa lecture ne s'écartera pas beaucoup de celle de Isaac Newton. Cependant, en mettant à profit les avancées de la géométrie sur la description de l'espace, il établira une théorie qui viendra révolutionner la conception absolutiste de l'espace : c'est la découverte de la théorie de la relativité restreinte. Pendant que les classiques voyaient le temps et l'espace comme des entités absolues, la théorie de la relativité y verra un lien étroit entre ces deux entités. Ainsi, Albert Einstein avait finalement montré que l'énergie est structurellement liée à la masse lorsque la vitesse avoisine celle de la lumière, d'où la formule mathématique $E= MC^2$.

Einstein qui veut révolutionner la conception du réel est prisonnier d'une tradition qui ne considère plus l'espace absolu. Depuis Hermann Minkowski et Georg Bernhard Riemann, notre subjectivité ne se limite plus à l'espace intuitif absolutiste. La limite de la topologie classique sur la base expérimentale, a permis de faire une nouvelle projection sur la nature de l'espace. L'application des équations de Georg Bernhard Riemann et Albert Einstein a révolutionné le principe de gravitation universelle élaboré par Isaac Newton. La nouvelle

¹²¹ Jacques Demaret et Dominique Lambert, *Le principe anthropique. L'homme est-il le centre de l'univers ?* Paris, Armand Colin, 1994, p. 57.

conception de l'espace physique montre que c'est l'existence de la matière qui, dans une théorie détermine la théorie de l'espace-temps. Ainsi, un système physique est déterminé par une quantité d'énergie située dans un espace et dans un temps qui lui sont propres, dans la philosophie dite *spéculative* sur la considération de la matière. Les penseurs dans cette configuration vont généraliser cette conception scientifique en disant que tout est énergie. En marge de celle-ci, Ilya Prigogine avance une explication scientifique, ce qui est à l'origine de la courbure de l'espace-temps. Ainsi affirme-t-il :

*De manière précise, l'équation fondamentale de la relativité relie deux objets mathématiques appelés tenseurs, le tenseur métrique décrit la courbure de l'espace-temps dans une région donnée de l'univers concerné et le tenseur impulsion d'énergie qui décrit le contenu matériel de cette région en termes de densité et de pression qui y règne.*¹²²

Malgré ce résultat, Albert Einstein avait toujours voulu maintenir dans la tradition déterministe, mais considérait que le temps et l'espace n'étaient pas absolus ni invariables comme pensait les physiciens classiques. Ainsi, les distances spatiales et l'intervalle de temps dépendaient du mouvement relatif de l'observateur.

Les découvertes de Isaac Newton avaient révolutionné la conception de la nature au point de penser qu'il n'y avait rien à découvrir en physique. Son travail était focalisé sur les éléments macroscopiques essentiellement locaux avait suffisamment influencé la pensée philosophique de l'époque. De même cette idéologie a failli affecter certains penseurs à l'instar de Max Planck qui caressait le rêve d'étudier la physique et de comprendre le fonctionnement de la nature, afin d'y laisser sa marque. Il fut débouté par un de ses professeurs de l'Université de Munich de la manière suivante : « *Cela ne vaut plus tellement la peine de faire de la physique par ce qu'il n'y a plus rien à découvrir.* »¹²³ Le jeune scientifique ne s'était pas découragé. Il nourrissait une ambition démesurée d'apporter sa contribution à la construction de la physique, surtout de comprendre le fonctionnement de l'univers. Pour lui, il était nécessaire de sortir des sentiers battus pour faire un nouveau portrait de l'univers. Dans la démarche de ce penseur, il ressort clairement que le travail et la volonté étaient le ferment de son projet. Car, ne sachant pas ce que pourrait être la nature de sa découverte, Max Planck pouvait être perçu comme prétentieux et en voulant ouvrir la porte de l'infiniment petit, qui fera une nouvelle peinture sur les lois de la nature.

¹²² Ilya Prigogine, Isabelle Stengers, *Entre le temps et l'éternité*, Paris Flammarion, 2009, p. 151,

¹²³ Manjit Kumar, *Le grand roman de la physique quantique : Einstein, Bohr et le débat sur la nature de la réalité*, trad., Bernard Sigaud, Paris, Jean-Claude Lattès, 2011, p. 27.

Le problème de la nature du temps dans le domaine de la physique théorique et expérimentale, au même titre que l'espace ont subi diverses modifications au cours de l'histoire. Dans le cadre de la physique traditionnelle, le temps était une dimension non liée à l'espace. C'était des entités autonomes jusqu'à Isaac Newton. Avec Galilée, le temps permettait déjà de mesurer le mouvement et intervenait dans les équations fondamentales de la dynamique. Aristote définissait « *le temps comme le nombre de mouvement selon l'avant et l'après.* »¹²⁴ Mais, avec la loi de la gravitation universelle, on supposait qu'un corps qui tombe sans vitesse initiale suit une trajectoire à un temps donné. On pouvait ainsi voir ces entités se conjuguer dans un mouvement physique. Ce même corps sera donc mu par une énergie engrangée suite à l'action du mouvement. Avant la chute, c'est l'énergie potentielle qui se transformera pendant le mouvement en énergie cinétique. Dans cette dynamique à l'équilibre, il y a conservation d'énergie au cours du mouvement. Ce fut la première loi de la thermodynamique.

Le travail de Isaac Newton sur la matière au niveau macroscopique fût immense, il avait même fait une incursion au niveau optique en décomposant la lumière blanche et avait découvert que la lumière est une onde. Mais, il se trouve que ses lois ne pouvaient pas s'appliquer à l'échelle microscopique. C'était le statu quo général en physique. Seulement, le jeune chercheur trouvera un nouveau cadre d'expérimentation à l'Université de Bonn à Berlin où il fût immédiatement subjugué par « *le style lucide* » de Rudolf Clausius, physicien. Exposant sur la thermodynamique dont les fondements s'intéressent à l'énergie et ses rapports avec d'autres formes d'énergie, sa théorie se résumait en deux formules : la première fut le principe de conservation des énergies et la seconde énoncée par Clausius fut « *la chaleur ne passera pas spontanément d'un corps plus froid à un corps plus chaud.* »¹²⁵ Cette seconde loi de la thermodynamique provoqua un déclic dans la conscience du chercheur qui s'intéressera aux microparticules invisibles, mais quantifiables.

Max Planck constate que la deuxième loi de la thermodynamique n'était pas un état absolu, il se rend compte au cours de l'expérience que cette loi est évolutive et constate qu'au cours de l'expérience le désordre augmente toujours. Ce constat s'oppose au postulat existant comme l'affirme Jean Walch « *la tradition déterministe et son corollaire, la réversibilité du temps, se heurtait déjà, depuis Clausius, à une théorie difficilement conciliable avec les principes admis jusque-là.* »¹²⁶ Il se trouve que l'énergie d'un corps (T_1) à un temps (T_n) d'une

¹²⁴ Jean Walch, *Le temps et la durée*, Paris, L'Harmattan, 2000, p. 176.

¹²⁵ *Ibid.*, p. 29.

¹²⁶ Jean Walch, *op. cit.*, p. 178.

forme (X) a une forme amoindrie (Y). Par exemple lorsqu'une tasse de café chaud se refroidit, l'air environnant se réchauffe tandis que l'énergie se dissipe et ce par irrémédiablement. Or, le processus inverse ne pouvait se produire, cette variation d'énergie retenait l'attention du chercheur.

Le second principe de la thermodynamique est fondé sur les travaux de Carnot relatif à la machine à vapeur. Il y introduit l'entropie comme la propriété la plus importante en physique. Clausius, à son tour, fera intervenir ce principe mathématique dans ses travaux. L'entropie ou désordre est « *comme la quantité de chaleur qui entre dans un corps ou dans un système ou qui en sort divisée par la température à laquelle se produit le processus.* »¹²⁷ Les résultats des travaux de Planck furent appliqués à l'échelle microscopique plus tard pour comprendre l'origine de l'univers. Partant de l'infiniment petit, les astrophysiciens ont appliqué le principe d'entropie à l'univers pour tenter de comprendre objectivement son origine. La théorie du *big bang* fut ainsi déduite.

L'étude de la lumière débutée au XVII^e siècle par Isaac Newton montre que celle-ci est une mitraille de corpuscule qui se propagent dans l'espace fut ainsi complétée par cette révolution sur la nature de la réalité apportée par Max Planck. Ainsi, les travaux d'Albert Einstein dans ce sens démontraient dans un article qu'il publia que la lumière est constituée de petits paquets appelés quanta. Bien entendu, cette considération ne fera pas l'unanimité aussi. Mais, au XIX^e siècle, à la suite des travaux de Thomas Young en Angleterre et Augustin Fresnel en France sur le comportement des microparticules viendront montrer que la matière est à la fois onde et corpuscule. De manière générale, la considération de la matière par Isaac Newton était fondée sur la configuration de la géométrie euclidienne. Toutes les lois du mouvement des corps sur le plan macroscopique répondaient valablement aux postulats de cette mécanique classique. L'espace euclidien ici était un espace absolu non flexible. La modification de la réalité impliquait absolument le changement dans la considération de la matière, il fallait imaginer, voire concevoir un champ nouveau dans lequel devait se déployer, les éléments microscopiques.

Les scientifiques modernes ont trouvé un espace non euclidien dans lequel les mouvements des particules élémentaires devaient être appréciés. Grâce à David Hilbert, il était possible de construire une géométrie dans laquelle on pouvait décrire les éléments invisibles répondant quantitativement au mouvement aléatoire. La particularité de cette approche que les

¹²⁷ Manjit Kumar, *op. cit.*, p. 30.

éléments microscopiques n'ont pas une représentation locale et ne sont pas divisibles. Ce que nous pouvons relever dans cette conception de l'espace par la science moderne est loin d'être perçu comme un supplément d'information dans la conception de la réalité. Niels Bohr pense à ce sujet qu'il ne s'agit pas d'un cadre nouveau, c'est une conception complémentaire dans l'interprétation du réel qui vient ainsi donner une lecture plus complète.

Penser un temps et un espace absolus, revient à revoir ou à interroger l'origine de notre univers. Pour certains philosophes classiques ou les penseurs religieux comme Saint Augustin, Dieu aurait créé l'univers à partir de rien. Cette affirmation est loin d'être réaliste. Les travaux scientifiques sur la nature de l'univers, avec la découverte de la théorie de la relativité restreinte par Albert Einstein et la découverte de quanta par Max Planck invitent, de façon significative à révolutionner notre conception de l'univers comme simple événement physique. Si nous considérons l'univers comme une entité achevée, le temps et l'espace seront des instances absolues. Avec le déclin de la physique classique, nous comprenons que, grâce au concept de liberté, le temps et l'espace sont nécessairement des entités flexibles. Ce sont des variables temporelles qui permettent à l'humain de se situer dans un point de l'univers. La physique quantique permet de remonter le temps vers l'origine de la création et de donner ainsi l'opportunité de se demander ce qu'il y avait avant l'atome primordiale.

B- LA RELATIVITÉ EN SCIENCE

La théorie de la connaissance sur la compréhension de l'univers s'exprime comme un état de nécessité. Ses résultats répondent à un besoin en fonction du temps. Toute volonté visant à construire une science solide et stable qui échappe à l'usure du temps s'est vue plongé dans un credo épistémologique.

1- L'inopérationalité du déterminisme d'Isaac Newton

Avant Isaac Newton, on supposait que le temps et l'espace fixes. Ils formaient la scène sur laquelle se déroulait sans fin le théâtre des phénomènes de l'univers. C'était une arène où l'espace, le temps et la matière étaient absolus et invariables. À partir des travaux scientifiques de ses prédécesseurs, Isaac Newton avait développé une théorie rationnelle sur la nature de l'univers qui paraissait mieux élaborée. Son succès reposait sur le déterminisme, lequel concevait l'univers comme un système isolé et fixe. Par exemple, Johann Kepler, en observant les planètes et les étoiles, pensait que ces objets suivaient une trajectoire elliptique.

Quant à Galilée, observant le mouvement de la chute des corps, il pensait que ces derniers suivent une trajectoire parabolique. Avec la révolution copernicienne, les scientifiques ont compris que la terre est une planète du système solaire. Il n'est pas possible d'avoir des théories qui fonctionnent sur terre et d'autres au ciel. La mécanique classique, sur la base des théories de Isaac Newton s'est vue révolutionnée : la loi de la gravitation universelle, le principe d'inertie, la force d'attraction des corps ; à partir des notions clés que sont l'espace, le temps la causalité et la matière. La nature n'était vue que sous le prisme de ces lois, lesquelles répondaient à toutes les préoccupations sur les questions de la physique fondamentale. Le principe déterministe qui permettait la prédictibilité d'un système de connaissances des lois, semblent ne plus donner satisfaction au début du XIX^e siècle. Avec la découverte de l'hyperespace et de l'infiniment petits, il était urgent de faire le portrait de l'univers en dehors du cadre conceptuel de la mécanique classique. D'où la nécessité d'une révolution conceptuelle sur la nature de l'univers.

Deux théories nouvelles viendront révolutionner la physique fondamentale et améliorer notre perception des phénomènes de la nature : la théorie de la relativité générale et la physique quantique. Pour la première, l'espace et le temps ne sont plus désormais liés. L'énergie est fonction de la nature de la matière et de sa densité en un temps donné, lorsque la vitesse approche celle de la lumière, l'énergie augmente. La particularité d'Albert Einstein était qu'il était resté figé sous le prisme d'une vision déterministe de la mécanique classique, mais considérait le temps et l'espace comme des entités relatives. Cette théorie vient ainsi palier à la conception classique de la loi de la gravitation universelle. Dans l'hyperespace on pourrait expliquer que le mouvement de rotation des planètes autour du soleil est dû à la courbure de l'espace en fonction de la masse du soleil et de la terre à travers une force d'attraction qui agit à distance de façon mystérieuse.

La physique classique montre que les lois sur la matière sont les mêmes pour tous les observateurs en possession du bon sens. Cette considération a favorisé la construction d'une objectivité absolue sur le réel. Ce qui est important de relever est que le cadre topographique dans lequel ce postulat s'énonçait était celui de la géométrie euclidienne. Ainsi, dans la théorie newtonienne de la gravitation, la force s'exerçant entre deux corps de masse distincte est proportionnelle au produit de leurs masses respectives et inversement proportionnelle au carré de la distance séparant leurs centres de gravités. La particularité est la suivante, sans contact Isaac Newton a réussi à dégager l'existence d'une force entre deux corps de masses quelconques. Seulement, on constate que dans l'infiniment grand, l'espace et le temps

deviennent relatif. Voilà pourquoi : « *du point de vue d'un jumeau resté sur terre, pour un astronaute voyageant à une vitesse proche de celle de la lumière, le temps se ralentit, l'espace se contracte, la masse de ce voyageur s'accroît.* »¹²⁸ Au bout de ce voyage, l'observateur constatera que son jumeau du retour de l'espace a pris un coup de vieillissement. C'est le principe de la relativité restreinte. Une telle description de la matière ne pouvait se faire avec les lois de la mécanique classique. Tous les observateurs ne peuvent plus avoir la même perception de la matière.

La découverte de l'espace microscopique viendra également élargir notre conception de la matière. Il s'agit de la théorie des quanta dont les postulats de la mécanique classique ne donnaient plus satisfaction. La mécanique quantique se caractérise par son étrangeté. Entendu que les éléments quantiques sont contre intuitifs et non prédictibles. Cette mécanique qui décrit très bien l'infiniment petit a bien bouleversé notre conception de la matière. Il est impossible de connaître la position d'une microparticule dans un espace donné avant la mesure. Les travaux scientifiques de Werner Heisenberg sur l'atome ont permis de poser les jalons de la nouvelle théorie de la matière. Selon lui, au cours d'une même expérience, on ne peut avoir la vitesse et la position d'une particule comme cela se passait en mécanique classique partant d'un principe d'inertie. Soit on a la position, soit on a la vitesse : c'est le principe d'incertitude. Cette théorie sur la matière posait déjà celui de l'indéterminisme de la matière. Louis de Broglie à son tour viendra étendre la nature ondulatoire des électrons aux particules massiques et par extension sur la matière en général. L'infiniment petit devient pour les scientifiques une terre nouvelle à explorer entraînant la découverte de nouvelles lois applicables à la matière.

Le déterminisme en mécanique classique assurait la crédibilité. À chaque instant, il était possible de prédire le comportement d'un corps connaissant les lois qui l'entourent. La physique moderne est en désaccord avec cette conception laquelle n'est plus opérationnelle dans le cadre microscopique. En physique classique, la force gravitationnelle s'exerçant sur un corps occasionnait la chute de ce dernier à l'instar d'une pomme. On remarque que la causalité occupe une place importante dans ce cadre de travail. Au niveau atomique, les scientifiques ne s'accordent pas sur la nature probabiliste attribuée au mouvement des microparticules. En l'occurrence Albert Einstein s'offusque contre l'idée selon laquelle l'application du principe du hasard et la probabilité occupent une place de choix dans la physique atomique. Au demeurant, la trajectoire d'une particule microscopique ne peut être prédictible, son interprétation n'est

¹²⁸ *Ibid.*, p. 157.

possible que dans le cadre d'une géométrie projective. C'est en partant d'une loi de probabilité qu'on peut estimer sa position possible. En revanche, la physique quantique invite à renoncer totalement à la causalité, c'est cela qui embarrassait les penseurs héritiers de la tradition déterministe.

Si la gravité agit immédiatement sur la pomme et la fait tomber en un point stable du sol, tous les observateurs pourront bien apprécier le point de chute. En transposant cette expérience sur le rayonnement du corps noir, il est impossible de savoir à quel moment l'atome se détachera ni quel lieu sera son point d'impact sera perçu. Le point de chute ne pourra se calculer qu'en termes de probabilité dans une région de l'espace de travail donné. Dans sa correspondance à Max Born repris par Kumar, Albert Einstein expose son inquiétude au sujet du rayonnement : *« je trouve intolérable l'idée qu'un électron exposé à un rayonnement choisi de sa propre initiative, non seulement le moment où il sautera, mais aussi sa direction. »*¹²⁹ L'expression de son angoisse traduit la défiance de loi de la mécanique classique et tente à attribuer aux particules élémentaires un état de conscience caractérisé par une émotion propre et incontrôlable. Toute chose qui n'arrange pas Albert Einstein.

Le cadre conceptuel de la mécanique classique était un système fermé. Il répondait aux lois macroscopiques suivant les principes de la géométrie euclidienne. Ses résultats donnaient satisfaction à l'homme ordinaire. Par exemple, la théorie fondamentale de la dynamique stipule qu'à l'équilibre la somme des forces est égale à zéro. Cette théorie ne peut plus être opératoire dans le cadre microscopique. Avec la première loi de la thermodynamique qui porte sur le principe de la conservation d'énergie et la seconde loi ou l'entropie qui stipule que dans tout système isolé, l'énergie se dégrade au fil du temps, on comprend que ces théories montrent qu'un système isolé ne peut trouver un système d'équilibre absolu, ce qui convient de relever les limites de la théorie fondamentale de la dynamique, étant donné qu'on ne peut connaître la position de la particule avant la mesure parce que la matière revêt un statut plus complexe : c'est le principe de complémentarité des particules élémentaires qui se traduit mieux par la fonction d'onde. En réalité, la matière est dotée d'un couple d'énergie positive et négative variables pour traduire explicitement le comportement dans l'infiniment petit, c'est-à-dire à la fois particule lorsqu'on est en présence de l'observateur et onde sans observateur.

Certains penseurs n'hésitent pas à faire intervenir le côté corrosif de l'histoire à dissoudre tout ce qu'elle touche. Pour Isaac Newton, la matière était fixe et stable dans le temps ;

¹²⁹ *Ibid.*, p. 160.

l'on pourrait se demander si l'émergence historique n'était pas une menace à la permanence de la vérité. Est-il possible d'éviter à une théorie d'entrer dans l'histoire ? Nous répondrons par la négative, en convoquant le syllogisme, Aristote pour qui, « *tous les hommes sont mortels, Newton est un homme, donc mortel.* » il semble impossible à un être temporel de définir une théorie qui échappera à l'usure du temps. Cependant, si l'épistémologie trace le chemin le plus fiable pour la constitution des vérités, comment son cours peut-il changer régulièrement sans se détourner de sa voie ? La réponse à cette préoccupation pourrait être l'angoisse et l'inquiétude qui caractérisent un homme libre. Le travail scientifique de Newton a bien eu ses lettres de noblesse. La critique à lui adresser est une ouverture, non pas seulement pour la remise en cause, mais pour perfectionner son œuvre et améliorer son cadre conceptuel. Cependant, pouvait-il répondre à toutes les questions sur la nature de la matière ? Telle est l'énigme. D'où l'angoisse qui animait Max Planck dans sa quête de compréhension du fonctionnement de la nature. L'épistémologie a donc pour rôle d'œuvrer à sécuriser les résultats existants parce qu'elle a facilité la rupture avec la vision classique devenue idéologique au profit d'une autre nature non encore explorée.

2- L'idée d'une dynamique dans la perception du réel scientifique

Le projet de l'homme est de dominer la nature. La science est l'une des possibilités lui permettant de réaliser son rêve. Gaston Bachelard renseigne à ce sujet que l'histoire des sciences connaît trois grandes articulations : la période préscientifique, la période scientifique et le nouvel esprit scientifique. La première phase qui tirait sa source des mythes et la religion n'avait pas donné l'opportunité à l'humain de s'opposer à la nature qui, selon lui, était sacrée. Avec les présocratiques un changement s'est opéré dans la conception de la nature. Platon pour sa part avait construit sa véritable vision du monde au niveau idéal. Le monde sensible ne méritait pas un attachement certain, parce qu'il était perçu comme le siège de la corruption et du changement. Seulement, ces mêmes idées ne furent pas partagées par son épigone Aristote, considéré comme l'un des pères de la science classique. Celui-ci fonde sa science sur l'observation. À l'aide des organes de sens et de l'expérimentation, Aristote parvenait à l'élaboration d'une connaissance objective de quelques phénomènes tout en rejetant l'idée selon laquelle, la nature aurait une essence cachée. À ce niveau, nous remarquons déjà une rupture entre la philosophe platonicienne et celle de son disciple qui développe la conception du réel sur une base physicaliste.

Les idées d'Aristote ont trouvé un écho favorable pour la construction de la science classique. Le nouvel esprit scientifique enfin marque la prise en compte de l'homme comme

auteur et créateur de la réalité en physique. La révolution du système cognitif de l'humain a modifié de façon conséquente la forme de nos représentations de la nature. En se référant par exemple sur « *la figurine en ivoire d'homme-lion en provenance de la grotte de stadel,* »¹³⁰ en Allemagne montrait déjà selon Yuval Noah Harari montrait déjà que l'homme, exerçant l'expérience de pensée, a la capacité de d'extérioriser son imagination les choses qui n'existent pas vraiment ou qui n'ont qu'un sens esthétique. La nécessité de soumettre la nature à l'épreuve de l'expérimentation posait déjà les jalons d'une science qui s'autocritique et s'évaluait pour de meilleurs résultats plus adaptés. Nous pouvons admettre que le soi de l'observateur change en fonction de notre subjectivité et crée la mutation vers de nouvelles théories mieux adaptées. Aussi, on peut admettre que la nature ne cède pas totalement à la sollicitation humaine.

La philosophie classique de la connaissance présentait déjà la décrépitude d'une raison pure capable d'accéder à la réalité dans sa totalité. Si on s'accorde avec la tradition classique sur le fait que la mécanique newtonienne avait atteint son apogée, parce que les physiciens de l'époque avaient prédit qu'il n'y avait plus rien à découvrir en physique, Emmanuel Kant, dans son entreprise philosophique procédait à une critique de cette raison qui prétendait donner à l'homme les moyens de saisir le réel dans son entièreté. Ainsi, le temps et l'espace seraient propres à la raison elle-même sans avoir sa propre existence. Cette philosophie a contribué à l'émergence d'une objectivité absolue en science tout en croyant exclure l'être humain du champ de la connaissance. Avec la naissance de la physique moderne et son évolution, l'humain est réhabilité, le sujet connaissant ne saurait être en marge de l'objet observé. Il existe une influence particulière entre l'objet et le sujet qui forme désormais un tout. Ceci traduit que nos ressources cognitives ou instrumentales permettent à l'humain de résoudre un problème d'existence. Le résultat de cette entreprise peut être soit modifié, soit rejeté lorsqu'une théorie mieux élaborée voit le jour car, la réalité atomique était perçue comme la non-réalité du fait qu'elle ne pouvait entrer dans les catégories de pensée que sont le temps et l'espace.

Les progrès scientifiques sur la maîtrise atomique et subatomique ont également affecté les sciences de la vie, notre perception de la vie, jadis confiée à la transcendance s'est vue améliorée. L'homme s'écarte progressivement de la sélection naturelle grâce au développement du génie génétique, la découverte d'une médecine méliorative et prédictive, donne à ce jour à l'humain la possibilité d'avoir les bébés sur mesure. Si la nature ne se livre pas totalement à l'observateur. Nous pouvons être préoccupés par l'instant qui suscite le déclic d'aller vers un

¹³⁰ Yuval Noah Harari, *Sapiens, une brève histoire de l'humanité*, Paris, Albain Michel, 2015, p. 27.

objet par notre orgueil en tant qu'être humain en quête du savoir. Jean Pierre Changeux reste constant sur la question. Selon lui, c'est une activité de notre cerveau seul instance capable de conduire vers la connaissance. Comment comprendre que les états mentaux nous livrent certaines formes du réel qui parfois peinent à se soumettre au crible de la raison scientifique. En regardant la figurine homme-lion du masque *stadel datant de 32000 ans*, c'est-à-dire à une période préscientifique et les progrès engrangés, avec le génie biologique qui consiste en une intervention humaine délibérée, par exemple l'implantation d'un gène en vue de modifier ou de produire un organe. Pour Bernard d'Espagnat, « *la prise de conscience étant la notion première* »¹³¹ que manifeste le sujet en vue d'entrer en relation avec le réel marque son autonomie et sa liberté. Il est vrai que ce projet du sujet sur la nature ne peut donner un résultat sur la totalité du réel.

Pour rendre crédible notre conception du réel, l'épistémologie poppérienne définit comme la falsifiabilité critère de scientificité. Ainsi, une théorie scientifique qui ne s'expose pas au changement c'est-à-dire à l'usure du temps risque de devenir une idéologie. Karl Popper pense que l'être humain ne peut élaborer une théorie infaillible sur le réel. Si tel est le cas une théorie pareille ne relèverait pas de l'humain. Le souci d'objectivité scientifique, se traduit par la prétention de définir l'objet sans le sujet comme « *un procès sans sujet* », ce qui semble absurde. Cette volonté avait circulé dans la période classique pour construire une science crédible.

La théorie de la science classique était fondée sur la capacité du sujet à se projeter dans la nature pour y dégager une théorie. Ainsi un énoncé d'observation vise à décrire la situation observée. Selon Alan Chalmers, « *un énoncé d'observation, exprime en termes publics pourra être soumis à des tests qui en permettront la modification ou le rejet.* »¹³² Notre perception à l'égard « *des énoncés de base* »¹³³ ou énoncés d'observation directe résultent d'un accord d'une communauté d'observateurs. À cet égard, ces énoncés tombent sous le prisme d'une convention, ce qui n'empêche de les soumettre plus tard à d'autres tests d'observation avec des instruments nouveaux. Cette position s'inscrit en droite ligne de l'épistémologie de Popper qui rejette toute idée de permanence d'une théorie scientifique.

¹³¹ Bernard d'Espagnat, *Traité de physique et de philosophie, idem.*, p. 464.

¹³² Alan Chalmers, *Qu'est-ce que la science, idem.*, p. 89.

¹³³ Karl Popper, *La logique de la découverte scientifique*, trad. Nicole Thyssen Rutten et Philippe Devaux, Paris Payot, 1984, p. 105.

Dans la même perspective, le projet de Karl Popper visait à ce que *les énoncés de base* soient les moins subjectifs possibles. C'est pourquoi, ils les exposent au test, il considère l'énoncé de base comme une hypothèse de travail dont les tests pourront conduire à sa validité ou au rejet total ou partiel d'une théorie. À titre d'illustration, la théorie de gravitation universelle élaborée par Galilée annonçait que les corps graves suivent la trajectoire parabolique au moment de la chute. L'élément nouveau apporté par Isaac Newton est que la trajectoire des corps grave est verticale. Ce qu'il y lieu de constaté est que le cadre d'observation avait été amélioré. En revanche, Albert Einstein à travers sa théorie de la relativité générale avait perfectionné ce que Newton et ses prédicteurs n'ont pas réussi à voir.

Ce qu'il faut noter est que l'espace de travail des Anciens était un espace fini, calqué sur une métrique stable. Le changement paradigmatique opéré par Albert Einstein a systématiquement révolutionné la théorie de la gravitation. C'est ainsi que Albert Einstein avait à son tour implémenté sa théorie au niveau de l'hyperespace. Il en ressort que tous les corps graves ne tombent pas, mais décrivent plutôt une trajectoire courbe autour du soleil à l'instar, de la lune et de la terre. La nécessité de soumettre les énoncés de base au crible d'une critique sans faille contribue, à n'en point douter au progrès scientifique. À ce sujet, Karl Popper met en relief cette quête inachevée du réel scientifique sous forme de métaphore :

La base empirique de la science objective ne comporte donc rien d'absolu. La science ne repose pas sur une base rocheuse. La structure audacieuse de ses théories, s'édifie en quelque sorte sur un marécage. Elle est comme une construction bâtie sur pilotis. Les pilotis sont enfoncés dans le marécage mais pas jusqu'à la rencontre de quelque base naturelle, et lorsque nous cessons de les enfoncer davantage, ce n'est pas parce que nous avons atteint un terrain ferme. Nous arrêtons, tout simplement parce que nous sommes convaincus qu'ils sont assez solides pour supporter l'édifice, du moins provisoirement¹³⁴.

Cette perception du paysage empirique décrit par Karl Popper contient en son sein les germes de la destruction de toute théorie scientifique. La falsifiabilité, à son tour, tombe sous le coup d'un rejet ou d'une mutation. Ceci tient précisément du fait, que les énoncés d'observation sont faillibles et que leurs acceptions ne peuvent avoir lieu qu'à titre d'essai et qu'elle est sujette à révision. Ainsi, les théories d'observation peuvent être falsifiées de façons confiantes parce que les énoncés qui forment la base de falsification peuvent, eux-mêmes, se révéler faux à la lumière des développements ultérieurs.

¹³⁴ *Ibid.*, p. 111.

Malgré les dispositions prises pour élaborer une théorie parfaite sur le réel, les efforts de l'être humain sont limités dans le temps et l'espace. La théorie einsteinienne de la relativité générale ou la mécanique quantique, qui semblent à ce jour mieux élaborées pour comprendre que le réel ne peut échapper à l'usure du temps. Conscient de ce que l'humain ne peut atteindre la vérité absolue. Au regard de l'imperfection et l'erreur que traîne une œuvre humaine, Karl Popper développe l'idée d'une approximation de la vérité. C'est pourquoi, la théorie de Isaac Newton sur le réel, était une meilleure approximation de la vérité que celle proposée par Galilée. Ou encore, la relativité d'Albert Einstein était une meilleure approximation de la vérité sur la gravitation universelle de Isaac Newton. Karl Popper appellera cette approximation de la vérité la verissimilité. Il pense au contenu d'une théorie qui peut être vraie ou fausse. Aussi affirme-t-il :

Si l'on suppose les contenus de vérité et les contenus de fausseté de deux théories, t_1 et t_2 sont comparables, on pourra dire que t_2 ressemble plus étroitement à la vérité ou correspond aux faits que t_1 si et seulement si.

- 1) *Le contenu de vérité de t_2 est supérieur à celui de t_1 , sans qu'il soit de même pour son contenu de fausseté.*
- 2) *Le contenu de fausseté de t_1 est supérieur à celui de t_2 , sans qu'il aille de même pour son contenu de vérité¹³⁵.*

La dynamique du développement de la science porte en elle les marques d'une dégénérescence de la verissimilarité. Il faut voir que le contenu attribué au réel scientifique reste temporel. Avec Albert Einstein, la théorie de l'espace avait changé de contenu, parce qu'elle offrait un espace nouveau. Une révolution conceptuelle avec des lois mathématiques a donné lieu au changement d'espace à trois dimensions au profit d'un autre à quatre dimensions, lequel a offert une explication plus crédible de la loi d'attraction universelle.

L'entreprise épistémologique de Karl Popper est de définir le critère de scientificité sur le principe de la verissimilarité. La théorie de la connaissance de Popper est tombée dans l'usure du temps. Grâce aux progrès engrangés par la science, d'autres théories plus élaborées par les épistémologues ont vu le jour. Nous parlerons ici du concept de paradigme de Thomas Kuhn. Pour lui, le paradigme signifie que « *les découvertes scientifiques universellement reconnues qui pour un temps, fournissent à une communauté de chercheurs des problèmes types et des solutions.* »¹³⁶ Il se dégage dans cette définition la notion de la temporalité d'un paradigme,

¹³⁵ Karl Raymond Popper, *Conjectures et Réfutations : La croissance du savoir scientifique*, Paris, Payot et Rivages, 1985, p. 355.

¹³⁶ Thomas Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983, p. 11.

dont la crise entraîne, de façon systématique, la recherche d'un nouveau paradigme pour faire face aux problèmes spécifiques et solutions.

L'idée d'une conception dynamique du réel est consubstantielle au compte de la temporalité et par-dessus tout, du paradigme ancien. À titre d'illustration, l'univers aristotélicien était divisé en deux régions distinctes, le monde sublunaire, interne, qui comprend la terre occupant une place centrale caractérisée par le changement, les générations et la corruption et la région supra lunaire qui constituait le reste de l'univers fini qui s'étendait de l'orbite de la lune aux étoiles et était fait de matériaux inaltérables appelés l'éther ; c'était le siège de la perfection et de la permanence. Ce paradigme des développements de la science future a imposé son changement.

Cette conception de l'univers par Aristote répond bien à la définition kantienne du paradigme. C'est la crise en effet qui favorise le progrès scientifique dans ce sens que lorsqu'une théorie ne peut plus répondre à certaine préoccupation de son temps elle devient invalidante. La révolution copernicienne vient sonner le glas de la vision de l'univers par Aristote en rejetant la thèse du géocentrisme au profit de l'héliocentrisme mieux élaboré. L'être humain, défini dans le temps ne peut également répondre aux types de problèmes qu'il rencontre et y apporter des esquisses de solution. Le changement d'un paradigme peut être dû à ses arguments peu convaincants, ne peuvent pas se soumettre au crible de la raison scientifique. L'univers aristotélicien était astronomique et tenait pour vrai la position des astres et des étoiles dans le ciel, alors que celui de Nicolas Copernic beaucoup plus complémentaire, se traduisait en langage mathématiques.

La force des arguments mathématiques peut être aussi victime de la dégradation du paradigme. Ceci se traduit également dans les lois de la mécanique de Isaac Newton qui présentait en son temps, une meilleure théorie rationnelle sur les lois de la nature. Mais, la force de ses arguments n'a pas convaincu la physique moderne ; il se posait ainsi l'urgence d'un changement paradigmatique pour répondre aux problèmes nouveaux. Nous pouvons comprendre qu'avec Thomas Kuhn que sa théorie de la connaissance a permis de comprendre la dynamique nécessaire dans la conception du réel scientifique.

L'idée que la science et ses méthodes ont quelque chose de particulier semble être largement partagée. On remarque que ses résultats, sans cesse croissants affectent notre existence et améliore notre compréhension de l'univers malgré ses errements. Nous pouvons voir que ce travail est loin d'être achevé au regard de la complexité du réel. En revanche, les

scientifiques ont adopté la posture selon laquelle la nature ne peut se livrer totalement à l'observateur, mais également qu'aucune théorie sur la nature ne peut être définitive. C'est une illusion de penser que les lois fondamentales aussi bien élaborées suffiraient pour nous livrer les clés de compréhension de l'univers. L'esprit scientifique accorde une place de choix aux possibles développements futurs au nom de la liberté.

À titre d'illustration, les instants de gloire qu'avait connue la mécanique Newtonienne auraient conduit Albert Einstein à l'idée selon laquelle, aucun corps ne peut aller plus vite que la lumière. Cependant, les progrès de la mécanique quantique ont montré l'indivisibilité de la matière, et aussi *les états enchevêtrés* distants. Roland Omnès entend par états enchevêtrés « *des états de superpositions quantiques qui mettent en jeu deux systèmes physiques distincts.* »¹³⁷ Il expose sa théorie de la réalité microphysique à partir d'une expérience de pensée appelée idée EPR: Einstein, Podolski et Rosen. Il est important de noter que ces penseurs sont sous l'emprise d'une longue tradition déterministe car, il n'était pas possible de voir le monde autrement. Son idée pouvait s'illustrer en trois hypothèses :

- a) *Les prédictions de la mécanique quantique sont correctes ;*
- b) *Aucun signal, aucune interaction ne peut se propager plus vite que la lumière.*
- c) *Lorsque deux objets (par exemple deux particules sont très éloignés, l'un de l'autre,) on peut parler séparément de certains éléments de réalité qui appartiennent à chacun d'eux*¹³⁸.

L'idée EPR s'illustre comme un solipsisme naïf face à la mécanique moderne. Albert Einstein justifie à son tour le principe d'incertitude de Heisenberg par la présence *des variables cachées*. De son point de vue, l'incapacité à saisir la vitesse et la position au cours d'une même expérience relèverait des paramètres supplémentaires qu'ils sont à découvrir dans un avenir certain. Le développement des méthodes nouvelles en science ne devait-il pas mettre en marge ou suspendre la tradition déterministe ? Malgré sa théorie de la relativité, Albert Einstein n'avait pas appréhendé tous les contours de la matière. Bernard d'Espagnat montre que le réel est nécessairement dynamique, aussi affirme-t-il « *Nous nous sommes aperçus que l'itinéraire menant en ces lois au phénomène à notre échelle, ou à l'échelle de l'univers, foisonne en authentiques problèmes scientifiques, d'une portée bien supérieure à ce que l'on pouvait imaginer.* »¹³⁹ Dans son expérience de pensée, Albert Einstein affirme que deux corps mis ensemble, lorsqu'ils sont séparés, ont une réalité distincte quelle que soit la distance qui les

¹³⁷ Roland Omnès, *Comprendre la mécanique quantique*, Paris, EDP sciences, 2001, p. 243.

¹³⁸ *Id.*,

¹³⁹ Bernard d'Espagnat, *Traité de physique et de philosophie op. cit.*, p. 505.

sépare. Or, les développements ultérieurs avaient démontré le contraire c'est-à-dire que ces réalité communique quelle que soit la distance.

La quête pour la maîtrise du réel est loin d'être épuisée. Le réalisme physique projeté pendant la période classique sur les phénomènes macroscopiques n'avait pas envisagé l'univers autrement. Parce que le réel était perçu comme une entité local, c'est sans doute ce qui avait aussi conduit Albert Einstein à ses conclusions au sujet de la gravitation. La mécanique quantique viendra révolutionner notre regard sur le réel. Dans un contexte où le réel est enchevêtré, le *Réalisme ouvert* un concept exposé par Bernard d'Espagnat dans son ouvrage *Le Réel voilé*, donne plus de lisibilité lorsqu'on veut comprendre le réel. Par réalisme ouvert, il entend : « *il y a quelque chose dont l'existence ne procède pas de l'existence de l'esprit humain.* »¹⁴⁰ Avec les lois de la non localité, la non séparabilité et l'indivisibilité de la matière John Bell viendra démontrer par une étude expérimentale, qu'une paire d'atome séparée communique nécessairement quelle que soit la distance. Bell montre qu'il existe une corrélation permanente dans le réel quelle que soit la distance.

Le progrès scientifique s'impose au chercheur comme une nécessité, au nom du principe de la liberté et la curiosité, l'homme cherche toujours à comprendre l'univers. Bohr, sortant du cadre spéculatif vers le champ expérimental au sujet de l'expérience de pensée d'Einstein, affirme que la mécanique quantique n'est pas séparable. Avec le principe de complémentarité de la matière illustré par le vecteur d'état ou la fonction d'onde, la matière est à la fois particule et onde. Les travaux Bell et d'Aspect sur le principe de la non séparabilité que la matière a été confirmée qu'il faille reconnaître et admettre que les états enchevêtrés existent, il faut désormais s'accoutumer à l'admettre. Notre perception d'un réel dynamique en science est plutôt une ouverture d'esprit pour le mieux se positionner sur le monde et le comprendre, c'est plus qu'une nécessité. Toutefois, cette perception affecte les états de la matière qui semble discontinue.

3- De la discontinuité de la matière

Depuis l'état présocratique, l'homme pensait que la nature était l'émanation d'une certaine transcendance. Avec les présocratiques, en l'occurrence les savants ioniens, l'être humain réalise que la nature était connaissable. L'idée de Leucippe et Démocrite affecta la suite de l'histoire en désignant l'atome comme élément de base de la matière. Cette considération de la matière fût remise en cause par Aristote qui, à son tour, décrivait un univers fini en deux blocs. La région de la perfection et de l'éternité comme monde supra lunaire et, la région de la

¹⁴⁰ Bernard d'Espagnat, *Le réel voilé*, op cit., p. 335.

corruption de la permanence des générations ou monde sublunaire constituée de cinq éléments l'air, l'eau, la terre, le feu et l'éther. Cette conception fut entérinée par le courant augustinien et thomiste qui a meublé la période médiévale. Toutefois, le paradigme de l'espace euclidien a donné lieu à construire une cosmologie rationnelle qui semblait mieux répondre aux préoccupations de la mécanique classique. Mais, l'idée de Démocrite refit de nouveau surface au XVII^e siècle. Les théories scientifiques développées en vue de comprendre la nature montrent fort opportunément que beaucoup restait à faire.

La découverte des phénomènes électromagnétiques montre que les efforts consentis pour la compréhension de la matière étaient inachevés. On s'était aperçu que la conception du monde à l'aide de la mécanique classique était appauvrie. Il était nécessaire de modifier l'espace intuitif classique rigide pour céder à la fécondité de la subjectivité. Entre autre, s'est développée la théorie de la relativité et l'incursion dans l'infiniment petit. À ce niveau, que pouvait devenir la conception de l'univers pour l'homme ordinaire et par ce fait même sa conception de la matière ? La maîtrise de la matière comme un corps situé dans l'espace sous l'influence de lois mécanique, était devenue confuse lorsqu'on changeait de paradigme. Ces lois classiques avaient en toile de fond la notion de la prédictibilité avec la causalité comme cordon ombilical. La crise observée dans la non application des lois de la mécanique classique aux phénomènes corpusculaires ou à l'hyperespace, avait donné lieu à l'ouverture de l'espace métrique non euclidien, également à la découverte des lois y afférentes. La modification de l'espace est donc liée à la modification des états de la matière.

La conception physique de la matière s'est réellement précisée avec la mécanique rationnelle de Newton qui mettait à son actif les résultats des travaux de ses prédécesseurs, soit en les améliorant, soit en les modifiant. Ainsi, on s'accorde avec Michel Bitbol qu' « *un corps matériel est un objet occupant à chaque instant un certain secteur de l'espace tridimensionnel.* »¹⁴¹ Michel Bitbol convoque ici l'espace classique qui était l'unique moyen par lequel il était possible de situer un objet. L'autre élément sous-jacent dans cette définition est la nature locale de la matière qui peut aussi se traduire par l'inertie et l'impénétrabilité. L'épistémologie classique sur la notion de matière montre que c'est un corps fini. Cette philosophie a donné lieu de bâtir une objectivité absolue dans un espace fini qui a connu son apogée avec la physique de Newton. Le projet de l'humain de sortir d'un espace confiné a donné

¹⁴¹ Michel Bitbol, « Le corps matériel et l'objet de la mécanique classique », in *Qu'est-ce que la matière ? Regard scientifiques et philosophiques*, Francois Monnoyeur, (dir), Paris, La Flèche, 2000, p. 187.

naissance à d'autres ouvertures et par conséquent, d'autres théories sur la matière et des lois en vigueur étant devenues hors d'usage.

En revanche, la mécanique moderne a conduit à payer un prix épistémologique très élevé pour son affirmation, à côté d'une mécanique qui avait convaincu les savants. En se référant à l'entreprise philosophique d'Emmanuel Kant, il ressort que le temps et l'espace préconditionnent nécessairement, notre perception de la matière extérieure. Autrement dit, la matière telle que définie par la mécanique classique, ne pouvait plus permettre l'interprétation dans d'autres secteurs de l'espace, il fallait nécessairement considérer le temps et l'espace comme des variables, contrairement à Newton qui les avaient considérés comme de simples constantes, en vue d'un saut vers les secteurs de l'univers non encore exploré.

Pour donner une notre interprétation de la loi de gravitation universelle, Albert Einstein avait considéré l'espace et le temps comme relatifs et non comme des constantes. Bien plus, il fera sienne l'équation mathématique de Minkowski selon laquelle, espace plus temps égale espace-temps ; ce qui a donné naissance à la quatrième dimension. Toutes ces préalables concouraient à la découverte de la théorie de la relativité générale, laquelle avait apporté une interprétation plus plausible sur la loi de gravitation universelle en montrant que l'espace est courbe et non plane comme l'avait pensé Isaac Newton. Cette modification conceptuelle a donné lieu à une rupture systématique avec des considérations classiques non applicables à l'hyperespace. Il faut que le sujet, être de liberté ne soit pas totalement lié à des considérations statiques car, la dynamique de notre perception des objets repose sur des conjectures, mais aussi des réfutations.

Les progrès de la mécanique quantique ne faisaient pas l'unanimité. Il y avait une volonté réelle d'appliquer quelques lois anciennes au niveau de l'infiniment petit. Ce courant était soutenu par Albert Einstein, Louis de Broglie et Erwin Schrödinger. Concevoir un système physique, fût-il dans l'infiniment petit, devait être soumis à la prédétermination. Nous avons relevé dans la mécanique classique qu'un corps qui se déplace suivant une trajectoire, a une certaine vitesse ; admettre le contraire au niveau quantique, relève de l'ignorance de certains paramètres. Par contre la mécanique quantique obéit à une loi de probabilité.

Avec Emmanuel Kant, nous avons remarqué que l'espace reconditionne notre perception de la matière. L'espace associé pour répondre au besoin de la mécanique moderne est celui de David Hilbert où la particule est une fonction onde sous la forme $(A+Bi)$, la partie (A) représente la position de la particule au moment de la mesure et la partie (Bi) la partie

imaginaire lorsqu'on ne la regarde pas. L'observateur, incapable de dire avec exactitude le comportement d'un élément corpusculaire peut au contraire donner la probabilité de trouver un atome dans une région de l'espace donné.

Erwin Schrödinger, dans ses travaux scientifiques, s'évertuera à travers des calculs mathématiques, particulièrement la fonction ψ à faire passer ses idées déterministes et de causalité dans un contexte où ces principes n'avaient plus une importance. Ainsi, écrit-il à Margeneau le 12 avril 1955 : « *selon moi, abandonner la trajectoire équivaut à abandonner la particule.* »¹⁴² La particularité en mécanique classique était que le mouvement d'un corps était fonction d'une trajectoire. Il était convaincu que son projet devait démonter les idées développées relativement au statut non local, de la non séparabilité des éléments corpusculaires. Toutefois on pouvait se rendre compte de ce que tout corps en mouvement est susceptible d'avoir une trajectoire imaginaire. En revanche, les travaux de Werner Heisenberg et Niels Bohr soulignent sans risque de se tromper l'impossibilité principielle d'une trajectoire en mécanique quantique ; ce qui conduit même à admettre que « *la particule dans le sens naïf d'antan n'existe pas.* »¹⁴³ Il est possible de croire que la nature de la réalité était mise en cause ; ce que les partisans du courant déterministe n'admettaient pas. Erwin Schrödinger pensait à une réalité physique accessible à l'homme ordinaire.

La question de la réalité se pose avec acuité en physique, et les défenseurs du courant réaliste ont contribué, à leur manière à faire avancer la conception de la matière. Pour Niels Bohr et ses épigones, l'espace de David Hilbert était le nouveau lieu d'objectivité en physique. Bernard d'Espagnat parle dans ce contexte d'objectivité faible, parce que le sujet fait partie intégrante du système. Mais, Erwin Schrödinger a toujours eu l'audace intellectuelle de contester l'ordonnement donc les défenseurs de l'indéterminisme et la causalité de la mécanique quantique comme projet insoutenable. Dans sa spéculation, il développe une expérience de pensée comme une hypothèse de travail irréalisable dans le souci de balayer d'un revers de la main, le travail abattu par les défenseurs de la double nature de l'atome onde et particule.

Erwin Schrödinger imagine une caisse contenant un chat, un élément radioactif qui est susceptible de se désintégrer au bout d'un temps. Lorsqu'on ouvre la caisse, on pouvait voir que le chat dans ces conditions est susceptible d'avoir une double nature à la fois mort et vivant.

¹⁴² *Ibid.*, p. 200.

¹⁴³ Erwin Schrödinger, « L'image actuelle de la matière », in *Gesammelte Abhandlungen*, F. Wieweg & Sohn, (dir) 1984, vol. IV, p. 506.

Ceci fait suite à la nature de l'atome qui est une fonction d'onde, c'est-à-dire onde et particule. La particule représente le chat vivant avec son énergie, le chat mort représentant l'onde avec une énergie faible polarisé négativement. Erwin Schrödinger est bien convaincu de l'impossibilité de parvenir à la réalisation de cette double nature était de la matière. Son expérience de pensée est une négation de la théorie des quanta sur la double nature des atomes, nie une possible superposition des états de la matière.

Si la nature ne peut se livrer en totalité à l'observateur, nous mentionnons aussi que nos erreurs et notre subjectivité entravent nos efforts à la saisie d'une réalité permanente. Malgré les prouesses et les explications du principe de complémentarité de la matière par Niels Bohr à ce savant aux idées déterministes, il ne daignera point abandonner son projet sur la nature statique de la réalité physique. Toutefois, son expérience de pensée vient sans le vouloir, défoncer une porte ouverte de la mécanique quantique ; chose qui sera démontrée 35 ans après son décès par physicien Hug Everett III.

Les résultats engrangés à ce jour portent à croire que c'était une illusion pour les classiques de vouloir s'enfermer dans les dogmes de Newton, dont les orientations à son époque étaient célébrées et ont encore pignon sur rue considérant un réel indépendant. Ces réussites étonnantes pouvaient-elles traverser tous les âges ? Il était nécessaire de rappeler le cadre épistémologique qui avait cours en cette période et qui aurait affecté le développement de la physique moderne que certains penseurs ont érigé comme un paradigme indépassable.

Depuis Galilée, les philosophes de la nature pensaient que la pensée scientifique reposait sur un triptyque : « *l'expérience et la nécessité, le caractère spatio-temporel enfin la complétude des lois assurant que rien dans la nature n'est non physique.* »¹⁴⁴ Ces quelques principes fondamentaux ont perduré pendant des siècles, influençant toutes les transformations scientifiques au cours de l'histoire. Les chantres du déterminisme avaient donc du mal à se désolidariser de ces principes aux profits du nouvel paradigme caractérisé par la relation d'incertitude.

Le caractère fluctuant des éléments corpusculaires célébré par Heisenberg et Niels Bohr n'effleurait pas Erwin Schrödinger. Il n'accordait pas du crédit au principe de discontinuité de la matière. Car, le propre de la physique classique était d'isoler, au moins par la pensée, l'objet qu'on veut étudier. Nous pouvons admettre que Erwin Schrödinger était traversé par le credo

¹⁴⁴ Michel Paty, « Einstein et la pensée de la matière », in *Qu'est-ce que la matière ? Regard scientifiques et philosophiques*, François Monnoyeur, (dir), Paris, La Flèche, 2000, p. 187

épistémologique des classiques lequel ne croyaient pas en l'existence d'une réalité non physique propre. Certes, sa capacité de faire des représentations mathématiques de la mécanique quantique, pour lui, restait invisualisable. L'atome pouvait-il avoir une réalité formelle, se demandait-il ? Impossible de représenter un quantum de façon ordinaire.

Le courant réaliste semble tirer sa force dans la science classique. Aussi, pensent-ils que l'univers, régit par la transcendance, ne pouvait admettre l'existence des phénomènes aléatoires. Ce qui justifie le rejet de la relation d'incertitude en science. Convaincu de ce qu'il détenait la certitude, au cours des échanges, Paul Ehrenfest s'adressait en quelques mots à Albert Einstein : « *Ne riez pas ! Il y a au purgatoire une section réservée au professeur de la mécanique quantique théorique, ou ils sont obligés d'écouter les cours de physique classique, douze heures par jour.* »¹⁴⁵ Cette sortie de Paul Ehrenfest met sur la table une question de foi, le sous-entendu selon les théoriciens déterministe est l'annulation de la cause première. Ainsi admettre une mécanique qui invalide la causalité revient à valider l'absence d'un Dieu créateur. Voilà pourquoi Albert Einstein reste dubitatif au regard des lois de la mécanique quantique. Le concept de la réalité physique pour ces théoriciens était la réalité physique existe au sens formelle. Ils pensaient pour ces raisons évoquées que la description de la réalité physique par la théorie des quanta ne peut être complète.

Un point d'honneur qui préoccupait les penseurs partisans de la mécanique moderne viendra trouver solution dans l'interprétation traditionnelle dite de Copenhague qui stipule que l'état d'un système quantique décrit par un objet mathématique, une fonction d'onde ou un vecteur d'état, qui permet de calculer les probabilités des différents résultats que peut donner une mesure une fois un résultat est obtenu. Il se produit dans cet environnement une mystérieuse réduction du paquet d'onde, c'est-à-dire que le principe d'intersubjectivité change ainsi que l'état du système.

La démarche de Erwin Schrödinger sur la théorie physique semble rejeter une démarche ontologique. Il s'est conforté certes à développer un formalisme mathématique impressionnant, mais n'a pas abandonné les idées déterministes. L'hypothèse du chat de Erwin Schrödinger trouve sa probable explication dans cette interprétation. La probabilité de voir un chat vivant est le résultat de la mesure que la conscience de l'observateur a accès à un instant donné et le chat vivant est aussi le résultat de la mesure que perçoit un notre observateur. Il s'agit simplement de la superposition d'état de la matière.

¹⁴⁵ Manjit Kumar, *op. cit.*, p. 316.

Chaque fois qu'on procède à la mesure, on a un nouveau résultat. Préoccupé par l'expérience de pensée de Schrödinger au sujet de la nature de la matière, Hug Everett III physicien et mathématicien américain a lancé les travaux scientifiques ont permis de mieux appréhender la question. Il cherche à comprendre la nature de la réalité, son atout dans sa quête est que la mécanique quantique signifie la mort du réalisme physique, c'est-à-dire une réalité extérieure à l'observateur sur laquelle on peut acquérir des certitudes. Il part d'une hypothèse dénommée « *la théorie des états relatifs*. »¹⁴⁶ En supposant que la particule préexiste avant la mesure comme le souhaite Albert Einstein, ramenant ainsi cette expérience au niveau microscopique, nous savons que le photon a une nature ondulatoire avant la mesure et corpuscule au moment de la mesure. Le cas du chat de Schrödinger expérience imaginaire au niveau macroscopique traduit favorablement les deux instants des observateurs et leurs consciences en tant que système physique dans la théorie. Lorsqu'on ouvre le dispositif expérimental, on trouve un chat vivant une réalité situé dans la région de l'observateur qui est une réalité physique et un chat mort de l'autre région qui est invisible qui a une autre réalité non physique.

L'entreprise scientifique que Hug Everett III illustre l'existence d'un méta-espace à partir de l'idée du chat de Erwin Schrödinger que la matière est discontinue et comporte comme des univers multiples. Avec sa « *théorie des états relatifs* », nous pouvons dégager une philosophie nouvelle dans la perception de la matière dont la saisie n'est que parcellaire. Parce que les moyens dont dispose l'observateur limitent sa projection dans l'autre espace, si nous considérons l'univers tout entier comme une fonction d'onde de l'univers. Sur le référentiel quantique, le résultat de la mesure nous donnant l'opportunité de décrire la voie lactée, est une réduction du paquet d'onde, c'est-à-dire un point quelconque dans une région de l'espace.

Une autre mesure de probabilité donne aussi un nouveau résultat dans une autre région qui est un autre univers. Ainsi, chaque mesure qui produit une nouvelle qui en réalité engendre nécessairement un univers nouveau. La théorie des univers parallèles est la conséquence de l'absence de la trajectoire en mécanique quantique. L'existence formelle de la théorie des mondes parallèles a été expérimentée en 1990 par l'équipe de Serge Harroche, prix Nobel de physique, a démontré expérimentalement en 2012 que l'état de superposition des photons du type chat de Schrödinger. Il a vu que les atomes étaient superposés, il a même vu un atome disparaître et donné naissance à une réalité dans le monde qui est le nôtre.

¹⁴⁶ Bernard d'Espagnat, *Le réel voilé*, op. cit., p. 263.

Le principe d'incertitude de la mécanique quantique engendre un formalisme mathématique nouveau dans un espace aléatoire où seule la loi de probabilité donne la situation probable d'une particule dans une région de l'espace. Certes, nous n'allons pas aborder ici ces équations mathématiques, mais nous nous bornerons à exprimer des relations qui nécessitent l'usage de ces équations dans la mécanique quantique. Les univers multiples sont les résultats d'observation chaque fois qu'on cherche à obtenir une réalité quantique. Or, le réel quantique n'a d'existence formelle qu'au moment de la mesure. Il s'agit d'un accord intersubjectif entre l'observateur et l'objet. Tout autre résultat d'une mesure produirait un univers différent.

Dans cette même perspective, le physicien David Bohm pensait que cette onde serait une onde pilote dans laquelle se trouvent les particules dont les états sont réels, une fois qu'on change l'expérience, l'onde change également. La physique se contente donc de décrire les phénomènes de la nature. La complexité dans la physique moderne est d'avoir intégré en son sein un nouveau formalisme du réel non physique. C'est une conjecture qui s'apparente à une réalité ontologique qui s'écarte du formalisme traditionnel. Bien plus, il est possible que cela se justifie mathématiquement dans l'espace de David Hilbert. Dans la pratique l'homme ordinaire ne peut accéder à cet environnement qui n'a de sens que par l'expérience.

DEUXIEME PARTIE :
LA RÉVOLUTION QUANTIQUE OU RENOUVELLEMENT
DES FONDEMENTS DE LA MÉTAPHYSIQUE

Les progrès décisifs de la science au début du XIX^e siècle, imposent la cosmologie scientifique comme moyen pour décrire la réalité. Grâce à la mécanique quantique, la conception de la matière semble avoir été revalorisée. Désormais, elle est à la fois onde et corpuscule. Cette approche fait des principes d'incertitude et d'indéterminisme des caractéristiques du réel qui s'ouvrent vers une légitimation de la réalité non visible. L'hypothèse au sujet d'une réalité indépendante semble avoir plus de mise. Il s'agit de montrer en quoi la modernité physique peut être perçue comme une révolution dans la maîtrise du réel et pourquoi, malgré cette révolution, la nouvelle physique comporte en son sein des écueils théoriques.

CHAPITRE IV : L'INCIDENCE DU RÉALISME MICROPHYSIQUE SUR L'INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DU RÉEL

La microphysique a amélioré considérablement notre perception de la réalité physique. Elle rejetait la conception d'une réalité en soi. L'innovation est qu'elle conditionne la connaissance de la nature par l'expérimentation, gage de la possible description de la réalité non-visible et faisant de son interprétation un accord intersubjectif. Les savants de l'École de Copenhague semblent avoir trouvé l'itinéraire à suivre en vue de la compréhension de la mécanique quantique. Il s'agit de nouvelles dispositions qui constituent une invitation à une réévaluation de la métaphysique traitant l'essence comme élément primordial de la réalité en physique.

A- LA CRITIQUE DE L'INNÉISME MÉTAPHYSIQUE

La nature de la réalité physique se trouve au centre des préoccupations scientifiques et philosophiques. Pour les classiques, l'univers était perçu comme ayant une existence intrinsèque. Ils considéraient le sujet comme un spectateur passif dont la présence faisait obstruction à une description objective de la réalité véritable. Quant à la physique moderne, elle semble avoir imposé un changement paradigmatique sur les fondamentaux s'agissant de la double nature de la matière qui est à la fois onde et corpuscule.

1- L'intentionnalité husserlienne ou le prélude à l'objectivité en métaphysique

La science et la technique sont les moyens par lesquels l'homme s'est engagé à élaborer une connaissance objective de l'univers. Contrairement aux discours métaphysique et spiritualiste qui ne sont rien d'autre que des discours oiseux et spéculatifs sur la matière, l'univers des Anciens était sous l'emprise d'une pensée dogmatique. Grâce à l'appropriation de la culture scientifique, l'homme s'est donné la liberté de réaliser son dessein et se de s'ériger comme *maître et possesseur de la nature*. Au sujet de la question de la nature de la conception du cosmos, les penseurs classiques avait fait confiance à la raison autosuffisante en tant que l'unique instance leur permettant de saisir le réel. Mais, les apories de cette dernière ont donné lieu à un changement de vecteur épistémologique. Etant donné que l'homme est un être faillible et plein d'inclinations, il était impératif de soumettre sa subjectivité au crible d'une évaluation

sans faille afin de dégager une théorie plus crédible sur le sens de l'univers. Avec Edmund Husserl, la démarche expérimentale met en exergue l'objet et la capacité du sujet à séduire la nature afin de la plier à ses sollicitations. Cette approche devient l'élément fondamental pour construire une théorie scientifique. Cette démarche rigoureuse a contribué à l'émergence de la science classique.

L'intentionnalité husserlienne s'inscrit dans le prolongement de la pensée philosophique de son maître Brentano, philosophe médiévale, pour qui, l'intentionnalité a une dimension psychologique, ou un état de conscience. Il faut relever que l'émergence de la pensée philosophique de Edmund Husserl se situe entre le déclin de la mécanique classique et la naissance de la physique moderne. Les mutations qui ont émaillé la conception la réalité physique en science lui donnent les outils de se détacher de cette vision première de son maître à penser afin de construire une intentionnalité portée sur le réel. Ainsi, l'intentionnalité husserlienne a désormais une partie, ontologique, transcendantale et même épistémologique. « Elle caractérise un nouveau rapport entre le sujet et l'objet, entre la pensée et l'être, une liaison essentielle où ceux-ci sont inséparables et sans laquelle ni la conscience ni le monde ne seraient saisissables. »¹⁴⁷ À ce niveau, Edmund Husserl établit une corrélation entre le sujet et l'objet, sujet dans son essence et dans son existence. Cette interdépendance entre le sujet et l'objet est contraire aux idées des penseurs médiévaux pour qui la transcendance seule était au centre de toutes les attentions. La révolution de la pensée husserlienne vers la réalité consciente a ceci de particulier que tout vécu intentionnel doit être orienté vers une conscience de quelque chose.

La spécificité de l'entreprise philosophique husserlienne au centre des préoccupations philosophiques est qu'elle place l'homme au cœur de toutes les attentions. L'auteur restitue au sujet toute sa légitimité. Sa pensée philosophique n'est donc plus jamais orientée sur des faits extérieurs ou intérieurs. Edmund Husserl invite au contraire à faire taire provisoirement l'expérience en vue d'une parfaite expression de la réalité consciente. C'est ce que le penseur appelle aussi la suspension du jugement. Contrairement à l'idéalisme cartésien, la prise de conscience de l'être de l'homme est une décision qui le définit comme un être dans le temps et dans l'espace. À ce propos, on constate que René Descartes avait été avant-gardiste. Il a tôt fait de prouver sa capacité à s'autonomiser du joug médiéval et se placer en tant qu'être pensant. Seulement, il avait oublié de se définir comme un être dans le monde. De ce point de vue, la

¹⁴⁷Pierre Thévenaz, *Qu'est-ce que la phénoménologie*, <http://www.e-periodica.ch>, Revue de théologie et de philosophie, 1952, p. 46. 27.11.2019.

certitude de son existence en tant que première vérité devait être le point de départ d'une conscience orientée vers la domination et la compréhension de l'univers. Dans cette perspective solipsiste, l'humain pouvait prétendre comprendre l'univers par lui-même. Le recommencement radical pour Edmund Husserl est la mise en relief d'une philosophie de la nature au détriment de la philosophie aristotélicienne fondée sur une vieille tradition hippocratique avec un monde bidimensionnel.

Nous avons relevé que la philosophie médiévale avait favorisé la mise en place d'une pensée réductionniste sur la conception de l'univers en confiant son sort à la Puissance divine. Il se trouve que les moyens rudimentaires à leur disposition ne donnaient par l'opportunité de se défaire des vérités apodictiques sur la nature. Avec les progrès techniques et scientifiques, l'homme avait conclu que la raison à elle seule ne pouvait pas lui permettre de construire sa propre réalité. Si Aristarque de Samos n'avait pas les outils nécessaires pour justifier sa pensée au sujet de la rotation de la terre autour du soleil, les travaux de Johann Kepler, Galilée et Nicolas Copernic ont une fois de plus conforté l'humain au rejet d'une théorie traditionnelle sur un univers divisé en deux régions, le ciel et la terre. La science expérimentale devient donc le moyen par lequel l'homme parvient à la connaissance crédible de l'univers.

Il y a lieu de constater que malgré ces progrès scientifiques, l'Église était restée sur sa position selon laquelle *Seul, les élus de Dieu iront au Ciel*. Or, l'évolution technoscientifique avait donné l'audace à Galilée de s'adresser au clergé Catholique en son temps en ces termes : « *contentez-vous de nous dire « comment on va au ciel » et laissez-nous le soin de vous dire « comment va le ciel ».* »¹⁴⁸ Cette position montre que l'homme avait pris des libertés à l'égard de la pensée ecclésiale basée sur le dogmatisme. À l'aide de l'instrument du télescope en l'occurrence, la physique et l'astrophysique ont donné à l'homme les moyens de construire une démarche objective sur la position des astres dans l'espace. Il était désormais possible de connaître la position et même la trajectoire des planètes qui meublent le système solaire et par conséquent, de balayer d'un revers de la main les idées d'Aristote.

L'étonnement de l'être humain face à l'immensité de la nature est une invitation à une tentative d'explication de l'ordre et de sens de l'univers. L'humain est celui qui, par l'usage de l'intelligence, s'interroge sur son existence et son devenir. Par ce sursaut d'orgueil, il se déploie comme être de liberté, se projette comme être capable de se définir objectivement. Il rejette tout

¹⁴⁸ Galilée repris par Hubert Reeves, *Derniers nouvelles du cosmos, Vers la première secondes*, Paris, Seuil, 1994, p. 28.

lien vers une certaine croyance spirituelle, laquelle, érigée en foi religieuse se présente comme l'unique passerelle pour l'humain pour parvenir à la connaissance discursive et comprendre l'univers. L'autonomisation de l'humain donne lieu à construire une philosophie de la nature comme un nouveau credo épistémologique vers une science libre en vue de la promotion d'une culture nouvelle guidée et éclairée par la dynamique scientifique.

L'homme se considère donc comme celui qui est auteur et créateur de sa réalité physique. Il ne se limite plus à la simple observation directe des phénomènes de la nature. Il est acteur, pour cette raison, il doit rejeter toute philosophie médiévale entachée des préjugés sur la nature au profit d'une philosophie de l'expérience. La préoccupation de l'homme ici est de construire un savoir sur des réalités matérielles, non pas sur des essences qui échappent au contrôle expérimental et, s'illustrent comme connaissance première. En s'interrogeant comme Gottfried Wilhelm Leibniz sur le « *pourquoi y a-t-il quelque chose plutôt que rien.*»¹⁴⁹ L'homme pense qu'il a le devoir de comprendre pourquoi les choses sont ainsi faites. Cette considération réaliste s'écarte de la conception métaphysique classique de l'univers et invite à se libérer du joug idéologique du dogmatisme classique. Le monde est désormais accessible. L'humain a finalement enlevé son sort entre les mains des dieux ou de la transcendance et se donne par la science, des arguments de se présenter comme maître de l'univers.

Le retour vers l'objet ou le phénomène avait pour but de refonder la science en renonçant à tout ce qui se considère comme vérités premières. Cette démarche se trouve également dans la tradition hippocratique en prenant le déterminisme métaphysique comme principe fondamental de toute science. La phénoménologie husserlienne est aussi un retour aux vérités premières, il s'agit d'un retour aux fondamentaux qui repose sur une démarche traditionnelle. Selon Jean François Lyotard « *c'est par la volonté rationaliste que Husserl s'engage dans l'antirationnel.*»¹⁵⁰ Cette préoccupation d'accéder à *la chose-même* avait paru peu féconde bien que cette une nouvelle phénoménologie proposait une nouvelle appréhension de l'univers complètement dépouillé des conceptions naturalistes, ou la réalité de la conscience est privilégiée au détriment de la réalité objective. Voilà pourquoi, Jean François Lyotard pense à l'antirationnel. Il faut voir que la pensée husserlienne a une teinture mathématique. Pour y parvenir il s'inspirait donc de l'induction mathématique pour donner sens à sa phénoménologie.

¹⁴⁹ Leibniz repris par Issoufou Soulé Mouchili Ndjimom, *De la signification du monde et du devenir de l'existence*, Paris, L'Harmattan, 2017, p. 75.

¹⁵⁰ Jean François Lyotard, *La phénoménologie*, PUF, Col. Quadrige, Paris, 2011, p. 9.

Nous pouvons voir avec Thévenaz que les objets mathématiques portent sur des valeurs ou des essences idéales et n'ont pas besoin de correspondre à la réalité des faits.

L'être humain se trouve donc comme l'élément principal de l'univers capable de comprendre la structure de la matière. L'histoire des sciences montre les mutations qui avaient jonchées les différentes approches que l'homme s'est fait de l'univers. À chaque période, il était question d'abandonner un paradigme au profit d'un autre plus crédible en droit de donner une réponse plus adaptée. À titre d'illustration, l'univers mythique avait fait place à l'univers géocentrique. La mécanique galiléenne avait cédé la place à la mécanique newtonienne qui, à son tour, donnait lieu à la mécanique quantique. Il s'agit à ce niveau d'une volonté réelle de tenter de comprendre l'univers avec des outils plus crédibles.

Certes l'homme, un être temporel, peut seulement répondre au besoin temporel dans sa quête du sens de l'univers. C'est pourquoi ses réponses ne peuvent qu'être provisoires. La phénoménologie husserlienne se justifie dans le domaine de la mécanique moderne où les atomes n'ont d'existence formelle qu'à l'instant de la mesure. Seul le protocole mathématique peut justifier d'une probable existence des photons dans une région de l'espace donné. Sa méthode est venue répondre à un problème épistémologique au cœur de la microphysique en basant ses résultats sur la logique mathématique dans un espace quantique essentiellement probabilisé.

L'intentionnalité husserlienne est une sorte de lumière pour la philosophie en ce sens que, sa pensée avait permis d'élaborer une science crédible pour faire avancer, voire améliorer notre regard sur le monde. Cette philosophie a eu un écho favorable auprès de certains penseurs. Merleau Ponty, en l'occurrence, se distancie de Edmund Husserl qui, selon lui, semble prôner le *cogito* pur ou le moi transcendantal se trouve comme fondement d'une réflexion philosophique. Nous nous souvenons que chez René Descartes le *cogito* est la première certitude de notre existence. Or, le sujet pensant ou la conscience qui connaît n'a de sens que si cette activité se passe au sein d'un corps comme sujet pouvant être défini dans le temps et dans l'espace. C'est dans ce sens que Merleau Ponty pense que la perception husserlienne de la phénoménologie est quelque peu idéaliste. Elle accorde plus de place à la réalité conscience qui

n'est pas nécessairement une réalité formelle. À ce niveau, la philosophie de Merleau Ponty est « *une réflexion sur le corps vécu et ses possibilités intrinsèques.* »¹⁵¹.

Le sujet qui s'interroge au monde est préoccupé par un changement un souci d'améliorer son existence. Il manifeste sa présence au monde par l'activité de sa conscience qui n'est rien d'autre que le résultat des associations biochimique et électrique de son cerveau qui lui donne l'opportunité de se positionner comme être de liberté, ayant un langage, et menant des actions dans le temps. Il ne saurait construire une simple spéculation qui n'affecte pas concrètement son vécu quotidien. Le sujet qui pense est porteur d'un projet de société, il est au monde et entend apporter une pierre à l'édifice.

En regardant cet effort constant de l'être humain, nous pouvons aussi lire la question d'intentionnalité dans la philosophie d'Arthur Schopenhauer qui considère la science comme un moyen par lequel l'homme doit désormais regarder le monde et sans lequel il reste aveugle. L'action du sujet comme être au monde est devenue une politique pour dominer la nature, mais surtout pour la transformer. Face à la philosophie spéculative du Moyen-âge chrétien, l'homme s'est doté des instruments nouveaux comme leviers permettant de se positionner dans le monde. Dans son ouvrage intitulé *Le monde comme volonté et comme représentation*, Arthur Schopenhauer expose son plaidoyer visant à célébrer l'action de l'être humain sans laquelle le monde ne connaîtrait pas de développement. Il considère les théories classiques d'obscurantistes et les adeptes à cette idéologie comme des malades atteints de *la cataracte* qui nécessite urgemment une intervention chirurgicale par des experts. Aussi, affirme-t-il : « *mon but ici est de prouver que j'offre aux personnes délivrées de la cataracte par l'opération, des lunettes comme on en fait pour des gens de leur cas, qui ne sauraient être utilisées, évidemment avant l'opération même.* »¹⁵² La science est un pouvoir, elle donne à l'humain l'opportunité non seulement de découvrir les erreurs, mais aussi de se rectifier afin de poursuivre son interrogation sur l'univers et de construire un discours nouveau et objectif sur le réel.

L'action de l'homme au cœur de la philosophie de Arthur Schopenhauer, se détache de l'influence de l'idéologie spiritualiste, teintée d'une pensée idéaliste dont la promotion a été à l'origine de l'émergence de ce qu'il appelle « *la fausse et mauvaise philosophie* » qui ont placé le monde pendant près de mille ans dans une période sombre de l'histoire. L'Église semblait

¹⁵¹ Antoine Welo Okitawato Owandjalola, *L'idée de philosophie chez Merleau Ponty, introduction générale à la philosophie phénoménologique, de Merleau Ponty : Analyse des concepts*, Thèse de Doctorat, Université de Genève, Suisse, 2004, p. 16.

¹⁵² Arthur Schopenhauer, *Le monde comme volonté, et comme représentation*, trad. Auguste Burdeau, Paris, Librairie Felix Alcan, 1912, p. 8.

détenir la vérité absolue sur l'univers, aucune autre connaissance ne devait se prévaloir détenir la vérité des Saintes Ecritures. La philosophie expérimentale est devenue la boussole des temps nouveaux que l'humain doit emprunter pour s'orienter en rejetant toute idéologie défendue par l'élite religieuse. Ainsi, Arthur Schopenhauer affirme que : « *jamais, je ne recours à l'inspiration, qu'on décore du titre d'intuition intellectuelle ou de connaissance absolue, le véritable nom serait jactance vide et charlatanisme.* »¹⁵³ Il trouve que la philosophie spiritualiste et idéaliste avait oublié l'homme comme un être vivant au monde capable de s'autodéterminer. Elle a préféré véhiculer plutôt une idéologie eschatologique.

La promotion d'une philosophie réaliste a été favorable à la promotion d'une pensée féconde sur la nature à côté des fausses doctrines et des mauvaises philosophies orientées vers l'aliénation du sujet. Nous pouvons croire que cette dynamique a fortement influencé Emmanuel Kant qui justifie le temps et l'espace comme cadre a priori de l'expérience sensible. La réalité consciente n'a pas de place dans la représentation du monde si elle n'est pas en rapport avec la réalité extérieure. Nous voyons en cette pensée un élan utilitariste. Il faut seulement orienter la pensée vers les phénomènes perceptibles par le sujet. Selon Arthur Schopenhauer, « *Kant a entièrement et définitivement interdit l'intelligence humaine sur le domaine situé au-delà de toute expérience possible.* »¹⁵⁴ Nous remarquons que Emmanuel Kant adopte quelque peu un élan protectionniste et voudrait limiter, sinon réduire, les théories relevant de l'intuition intellectuelle ou de l'expérience de pensée qui, quelques fois, pouvaient perdre l'être humain. La conséquence de cet encadrement sur le plan macroscopique a été à l'origine de l'émergence de la mécanique newtonienne dans une dynamique où la matière était perçue comme une réalité locale. Mais, la naissance de la physique théorique viendra violer toutes les considérations absolutistes sur le réel classique au profit de l'existence d'une réalité consciente comme une réalité parfaite et non physique : la fonction d'onde dont la position est accessible à l'aide des outils mathématiques permettant d'avoir une connaissance probable des microparticules dans une région de l'espace.

Le déclin de la mécanique classique a affecté la considération absolutiste qu'on avait de la science. Au début du XIX^e siècle, l'être humain disposait déjà des outils pour décrypter l'activité interne du cerveau. L'activité consciente du sujet était au cœur des débats, la psychologie par exemple ne semblait pas avoir un contenu suffisamment crédible pour parler de la réalité. C'est-à-dire qu'elle était incapable de fonder ou d'éclairer l'objectivité absolue

¹⁵³ *Ibid.*, p. 16.

¹⁵⁴ *Ibid.*, p. 22.

inhérente à la science positive. Au contraire, toute explication psychologique sur le réel tendait fatalement à ruiner l'objectivité absolue dans une sorte de subjectivisme relativiste.

Ce revirement capital de la science au début du XIX^e siècle ouvre de nouveau le débat sur la question même de la nature de la réalité en physique. Les résultats de la mécanique moderne exposaient une corrélation factice entre le sujet et l'objet. Bien plus, la position de Merleau Ponty selon laquelle le sujet est un « *corps vécu* », a évolué. La psychologie a désormais une nouvelle percée en ce sens que l'analyse des états de conscience peut aussi conduire à une réalité certaine compte tenu de ce que la pensée peut être interprétée comme une fonction d'onde, donc comme une réalité microphysique.

Lorsqu'on mesure une microparticule, le résultat obtenu est une réduction d'un paquet d'onde qui donne l'opportunité de voir la particule comme fixe en un point donné en termes de statistique de probabilité. Cependant, en l'absence de l'observateur, nous avons seulement la fonction d'onde qui est présente partout. En s'engageant ce processus pour connaître la localisation de la particule à l'aide d'une autre mesure, le résultat de la position obtenu sera différent de la première. Cette impossibilité que présentent les éléments quantiques est l'expression de la liberté qui caractérise la matière. Par contre l'espace mathématique donne les moyens de saisir cette réalité à travers une distribution statistique et le calcul de probabilité quantique. La psychologie à ce niveau est une réponse à une préoccupation épistémologique sur les fondements logiques de la réalité. La science moderne est constante sur la question. La réalité en microphysique n'est pas formelle comme le prévoyait la physique classique. Elle est une réalité dont la connaissance repose sur des éléments immatériels, la justification probabiliste donne l'opportunité dans une région de l'espace de localiser une particule. La fonction d'onde semble offrir une interprétation objectivement vérifiée de la métaphysique contemporaine.

2- Des suppositions métaphysiques sur la fonction d'onde

Notre univers a connu plusieurs grandes périodes révolutionnaires. Certaines sont restées des repères historiques. La révolution copernicienne en l'occurrence fut un grand tournant pour l'humanité. Situé au début du XVI^e siècle, c'est une période au cours de laquelle les théories aristotéliennes de l'espace, du temps et du mouvement furent écartées. Le point culminant de ce grand tournant scientifique était l'émergence de la mécanique de Isaac Newton dont la théorie physique fut publiée en 1687. Une autre révolution aussi importante avait vu le jour au début du XIX^e siècle avec la découverte de Max Planck de la formule décrivant la

distribution de l'énergie de spectre de la radiation microscopique, c'est la naissance de la théorie des quanta. Cette seconde révolution avait engendré plusieurs problèmes au sein de la physique parmi lesquels la nature même de la matière est gouvernée par le principe d'incertitude. Cette nouvelle perception de la matière laissait croire que la physique classique était inachevée. Elle avait élaboré des théories qui, jusqu'à la découverte de la physique théorique, répondaient favorablement à la description macroscopique de la matière et des mouvements de corps comme une réalité fixe. Seulement, le changement de vecteur épistémologique avec la découverte de la physique des microparticules ouvre le débat sur la nature du réel en suscitant des interrogations philosophiques au cœur même de la physique.

En microphysique, nous avons affaire à des éléments comme des électrons, des protons, des neutrons et bien d'autres particules dont le comportement est différent des éléments de la mécanique classique présentable comme des billes ou des points. En revanche, ce que nous appelons réalité en physique quantique est la fonction d'onde. Martin Bojowald définit la fonction d'onde comme « *un objet étendu et flou du fait de son caractère ondulatoire : on peut lui attribuer une limite nette comme pour une boule.* »¹⁵⁵ On peut remarquer une apparence métaphysique de la réalité microphysique à cause de son omniprésence dans l'espace. Le caractère imprécis, voire flou, des particules élémentaires avait suscité des débats philosophiques au sein de cette physique.

Il se trouve que la particule élémentaire n'a pas une existence intrinsèque. Il est seulement possible d'estimer la localisation lorsqu'on procède à une opération de mesure de la vitesse ou de la position, car impossible d'avoir les deux à la fois au cours d'une même expérience. *Le mur de Planck* c'est un milieu virtuel, entendu comme la frontière entre le monde physique formel et le monde abstrait perçu comme le monde de mathématique pur. Il s'agit d'une limite inférieure d'approximation du produit de ces deux variables de base. La longueur de Planck est estimée à 10^{-33} cm alors que l'ère de Planck est la période avant le temps qui s'exprime à l'ordre de 10^{-44} secondes, toutes les lois de la mécanique classique et quantique perdent de leur autorité.

La microparticule se présente par un formalisme mathématique appelé fonction d'onde. Elle est une équation dans un espace de David Hilbert avec deux variables : composées de deux parties, une réelle et l'autre, imaginaire appartenant à l'ensemble des nombres complexes. Le rapprochement possible de la fonction d'onde à la métaphysique est dû à sa dispersion dans

¹⁵⁵ Martin Bojowald, *L'univers en rebond*, Paris, Gallimard, 2009, p. 60.

l'espace, contrairement à la métaphysique classique fondée sur les essences dont la composition n'était pas déterminée et apparemment impénétrable. Or, dans le contexte corpusculaire, il est possible de soumettre la réalité abstraite à la connaissance en convoquant le vecteur d'état à l'expérience. Les travaux de Werner Heisenberg, Louis de Broglie et Niels Bohr avaient montré qu'il n'y avait pas une autre façon de représenter la particule élémentaire dont la nature corpusculaire et ondulatoire ne peut se présenter autrement que grâce à la notion de réalité imaginaire. Voilà pourquoi l'interprétation orthodoxe de la théorie quantique postule que la connaissance du système microphysique n'est possible qu'après avoir effectué la mesure. Autrement dit, il n'est pas possible de savoir la position exacte de l'électron mais seulement la connaissance. Il est important de signaler que l'outil mathématique indispensable à la connaissance des éléments corpusculaires est sans signification physique particulière.

La conception de la matière dans le contexte microphysique devient controversée pour l'homme ordinaire qui s'était habitué dans le formalisme classique à la réalité indépendante de l'observateur. À titre d'illustration, lorsqu'on exerce une pression sur deux boules de billard, nous savons naturellement qu'après le choc, chacune d'elle prend sa trajectoire animée d'une force précise. En ramenant cette expérience en microphysique, en remplaçant des boules de billard par deux photons, après le choc on aura une fonction d'onde. Étant donné que chaque photon est une fonction d'onde. Le constat est que ce résultat d'une fonction d'onde est paradoxal et étrange pour un observateur ordinaire. Ce qu'il y a lieu de noter est le principe de la complémentarité et la superposition des états de la matière qui existe en physique quantique. La mécanique classique ne nous avait pas habitués au principe de superposition. Avec les lois de Isaac Newton, le chercheur avait été familiarisé à concevoir un objet à un point donné, suivant les principes d'inertie des corps physiques. En mécanique quantique il existe le principe de la non inertie de la matière comme caractéristique fondamentale, aussi le principe d'incertitude est la règle et peut se justifier mathématiquement par le principe de superposition qui est une réalité non formelle. Ces changements au cœur de la microphysique invitent les physiciens et philosophes à interroger les fondements de la matière.

Nul ne peut douter aujourd'hui de l'existence d'un électron ou de la nature des protons, quand on sait que la production de l'énergie électrique n'est rien d'autre que la mise en mouvement des électrons. Le phénomène de la bombe atomique de la seconde guerre mondiale reste encore en mémoire comme le résultat de l'activité atomique. Il s'agissait de l'enrichissement de quelques grammes d'uranium donc les conséquences sur la nature sont encore d'actualité. Il y a lieu d'interroger le projet cartésien de considérer la métaphysique

comme fondement de toute science. Aussi affirme-t-il : « *toute la philosophie est comme un arbre donc les racines sont la métaphysique, le tronc est la physique et les branches qui sortent de ce tronc sont toutes les autres sciences.* »¹⁵⁶ Cette considération a eu ses lettres de noblesse jusqu'à la fin de la mécanique classique.

La difficulté sur cette approche essentialiste est qu'il n'y avait pas la possibilité d'évaluer cette conception traditionnelle de l'origine des choses. Mais, avec l'avènement de la physique moderne au contraire, le monde connaît des mutations au niveau de la physique des particules élémentaires dont l'existence est abstraite et susceptible d'être vérifié par l'expérience, La peinture cartésienne de la philosophie s'agissant de la métaphysique connaît dans le contexte de la physique quantique une nette évolution dans ce sens qu'il est possible de voir et la racine des choses. Cette nouvelle opportunité qu'offre la microphysique sur la conception du réel donne lieu de revisiter les fondamentaux de la philosophie.

Pour saisir la réalité microscopique, la fonction d'onde était l'unique moyen par lequel le scientifique opérait pour parvenir au résultat escompté. Mais, son existence se justifie par les des outils abstraits. C'est à ce niveau que la physique moderne semble donner de nouvelles orientations à la métaphysique avec la possibilité d'investigation dans l'infiniment petit. Nous avons souligné que la particule élémentaire s'illustre aussi par le principe de complémentarité. La fonction d'onde ayant un effet fantôme a un statut métaphysique. En conséquence, la physique moderne semble devenir le point de départ d'une réflexion philosophique sur le concept de réalité. Parce que les travaux de la mécanique moderne nous conduit à la découverte du réalisme non physique.

Le formalisme mathématique nous livre avec certitude le résultat escompté sur les particules microscopiques au-delà du mur de Planck. Nous sommes ainsi en droit de nous poser la question de savoir si la science peut véritablement se prononcer sur la réalité au regard des mutations que nous observons sur le réel, compte de tenu de ce que l'infiniment petit portant sur des réalités non physique est un espace qui n'avaient livré ses secrets. Or, parlant de la mécanique quantique, Niels Bohr nous dit « *la mécanique quantique porte non pas sur la réalité mais sur la connaissance que nous en avons.* »¹⁵⁷ Cette position semble reconforter l'aspect métaphysique qu'offre la fonction d'onde qui ne porte pas nécessairement sur une réalité matérielle.

¹⁵⁶ René Descartes, *Discours de la méthode*, op. cit., p. 44.

¹⁵⁷ Jean Staune, *Notre existence-a-t-elle un sens ? Une enquête scientifique et philosophique*, op. cit., p. 75.

Les objets mathématiques sont au cœur de la mécanique quantique en ce sens qu'ils constituent le moyen d'expression crédible de la réalité atomique. Les atomes sont représentés uniquement par le formalisme abstrait. Cette nouvelle physique rejette toute conception idéaliste du réel. A ce niveau comment comprendre le projet d'un monde pur parfait décrit par Platon comme une réalité céleste ou les géomètres seul peuvent avoir accès. L'infiniment petit entendu comme le monde de mathématique pur semble rejoindre le monde parfait que décrivait Platon dans l'allégorie de la caverne. Dans les deux cas il s'agit d'un seul et même univers. La microphysique est une repose aux errements platoniciens dans ce sens ou l'héritier de la philosophie des pyramides, voulait illustrer une certaine permanence dans la description de la réalité non visible.

On ne suppose pas l'existence des atomes sans le test expérimental. La particule en mécanique classique est définie par la vitesse, la trajectoire et la position dans un espace euclidien fini. Pendant trois siècles de succès, la physique classique avait rendu très simpliste la conception du réel qui s'illustrait par l'usage quantitatif des données de la physique qui, en tout lieu, devait être décrite en nombre fini. L'approche métaphysique classique militait pour la conception du réel sans l'homme, il fallait juste se projeter vers le monde intelligible pour le contempler. À ce niveau, René Descartes restait parfois partant de l'intuition intellectuelle, on pouvait nécessairement aboutir à un résultat. L'idéalisme cartésien a plutôt créé le solipsisme qui n'avait pas aidé l'homme à avoir une connaissance crédible de la nature.

Dans le même sens, on pouvait remarquer que les objets mathématiques sont des êtres de raison qui n'existent que dans la pensée du mathématicien. Ce qui semble extraordinaire est que ces objets, jadis abstraits avaient une réalité qui pouvait se justifier dans le cadre de la physique quantique. René Descartes se référait à la métaphysique à propos des objets mathématiques. À titre d'illustration, les figures géométriques ont seulement une existence idéale. « *Lorsque j'imagine un triangle, écrivait-il, encore qu'il y ait peut-être en un lieu au monde hors de ma pensée une telle figure, (...) Laquelle est immuable et éternelle que je n'ai point inventé et qui ne dépend en aucun cas de mon esprit.* »¹⁵⁸ Quelle que soit la neutralité des objets mathématiques, leur existence propre se trouve dans le cerveau du sujet pensant. La physique moderne venait ainsi démolir l'édifice scientifique classique qui avait bâti le réel extérieur à l'humain. Ce changement paradigmatique semble également affecter aussi les bases de la métaphysique classique qui puisaient leurs sources sur rien. Nous réalisons que la fonction

¹⁵⁸ René Descartes, *Les méditations métaphysiques*, Gallimard, Paris, Coll. Pléiade, 1970, p. 311.

d'onde est une donnée purement métaphysique avec ceci de particulier qu'elle offre une possible connaissance du réel à partir des éléments abstraits.

L'existence de la réalité atomique en tant qu'entité formelle préoccupait bien des scientifiques au début du XIX^e siècle. À partir des idées reçues, les théoriciens classiques pensaient que tous les résultats de la mécanique classique s'illustraient par des nombres finis. Mais, le Lauriat du prix Nobel de physique, Steven Weinberg, émettait des réserves quant à l'utilisation du formalisme mathématique pour traduire une réalité idéale. Aussi affirmait-il, « *notre erreur n'est pas que nous prenons nos théories trop au sérieux, mais que nous les prenons pas assez au sérieux. Il est toujours difficile de se rendre compte que les nombres et les équations avec lesquelles nous jouons dans nos bureaux ont quelque chose à voir avec le monde réel.* »¹⁵⁹ Steven Weinberg prenait en compte les mutations observées, au sein de la matière. La physique quantique à une réalité abstraite différente de celle définie par la physique classique. En l'absence des résultats expérimentaux ou observationnels, on ne peut rien dire sur la mécanique quantique.

La fonction d'onde était le moyen par excellence pour décrire les particules élémentaires au moment de la mesure. En admettant que les objets physiques doivent être décrits par des objets de la pensée purement mathématique, Paul Dirac souligne que les particules élémentaires obéissent à un champ, ils n'ont plus de trajectoire au-delà du mur de Max Planck, ils devaient avoir un formalisme différent que celui proposé par la mécanique classique. La matrice de Werner Heisenberg était perçue comme le noyau dur de la mécanique quantique. Aussi affirmait-il « *les notions qui permettent de représenter les particules, ou si l'on préfère les quantités physiques qui les caractérisent, sont des objets mathématiques qui ne réduisent pas à des nombres ordinaires.* »¹⁶⁰ Avec la fonction d'onde, la réalité quantique est restée un résultat formel sur le plan intellectif.

Le réalisme non physique avait affecté la culture occidentale, laquelle était construite sur une fondation jadis solide faisant ainsi la promotion des sciences exactes. Celle-ci avait érigé la matière comme élément essentiel pour l'être humain qui veut comprendre l'univers. L'émergence d'un réel non physique semble venir remettre en question le matérialisme classique devenu un facteur de puissance et de domination. La fracture entre la mécanique classique et moderne avait installé une crise conceptuelle du réel. Cette crise au sein des

¹⁵⁹ Steven Weinberg repris par Brian Greene, *La réalité cachée : Les univers parallèles et les lois du cosmos*, Robert Laffont, Paris, 2012, p. 279.

¹⁶⁰ Roland Omnès, *Comprendre la mécanique quantique*, Barnéoud, Laval, 2001, p. 37.

sciences dures avait entraîné considérablement la conception du monde extérieur. Bernard d'Espagnat semblait se pencher sur le nouveau paradigme, selon lui, l'être humain a la capacité de soulever un pan du voile de la nature pour contempler une portion de la réalité. Voilà pourquoi il pense que la société occidentale a fait une fausse route en érigeant le matérialisme comme l'unique moyen pour connaître le monde.

Nous vivons dans l'illusion classique qui nous avait donné le moyen de construire une réalité extérieure à l'humain comme moyen adéquat, pour comprendre les phénomènes de la nature. À l'échelle quantique nous nous accordons avec Trinh Xuan Thuan qu'il existe le chaos et l'harmonie en permanence. En revenant sur le plan macroscopique nous avons l'illusion d'une stabilité sur la matière. L'expérience de pensée de Erwin Schrödinger sur le chat qu'il suppose dans son hypothèse à la fois mort et vivant justifie de façon crédible l'état de superposition de la matière. Ses conclusions montrent qu'à l'instant (A) qu'on observe le chat vivant, à l'instant (B), on observe le chat mort. Ces deux états traduisant la réduction du paquet d'onde qui dans un cas permet de voir le chat vivant, dans l'autre le chat mort. Pourtant, nous avons été habitués à voir des choses fixes si bien que notre conscience a développé les stimuli ne peut admettre facilement cette double nature de la matière d'où le paradoxe du réel microscopique qui prêtait le flan à certains physiciens à un état incomplet.

Le principe de stabilité des phénomènes observés sur le plan macroscopique était dû à la limite des outils de la mécanique classique pour décrire la réalité. C'est par acquis de conscience que nous percevons le monde ainsi. La mécanique moderne nous avait donné des arguments pour comprendre que les choses ne sont pas aussi stables que nous le pensons. Toute la physique quantique repose sur une théorie dont l'effet à la base est le principe de superposition des états de la matière. Cependant, l'expérience ordinaire à notre échelle ne laisse présager aucune trace de cet état de la matière. À partir du formalisme mathématique en 1954 que : « *Van Kampen l'avait noté pour la première fois qu'en terme de micron résulte de l'accumulation de phase dans un environnement. En outre, ces fluctuations proviennent de l'interaction entre le sous-système collectif et l'environnement, il s'agit donc bien de l'effet de décohérence.* »¹⁶¹ En effet, notre perception d'une stabilité du réel macroscopique est due à la méconnaissance de la physique quantique. L'illusion optique nous donne l'impression de voir des objets de la nature stable. Ce n'est pas à l'échelle de Planck que ces changements de phase peuvent être observés. L'effet décohérence est une simple perte pratique et complète de la

¹⁶¹ *Ibid.*, p. 185.

cohérence de phase entre deux fonctions d'ondes. C'est ce qui traduit cette apparente stabilité sur laquelle la mécanique classique s'était développée.

Le formalisme mathématique au cœur de la physique moderne actualise les considérations que Platon accordait aux objets mathématiques comme étant purs, René Descartes, dans un autre sens, confirme cette position et avance que les lois de la théorie quantique doivent être de nature statistiques comme élément susceptible de conduire à une certitude. À ce sujet, René Descartes écrit : « *Je me plaisais surtout aux mathématiques à cause de la certitude et de l'évidence de leurs raisons.* »¹⁶² L'auteur du *Discours de la méthode* emprunte la logique mathématique pour fonder son entreprise philosophique et scientifique. Si les mathématiques occupent une place importante dans l'implémentation de la physique classique, cette formulation ne pouvait pas aller loin quant à leur application aux variables indéterminées qui deviennent un état de nécessité au sein de la physique moderne à l'instar des lois statistiques et l'introduction des variables imaginaires comme réalité à part entière.

La mécanique quantique est comparable à un système dont la connaissance est incomplète à partir du principe d'indétermination. Mais le degré de clarté qu'offrent les objets mathématiques donne la crédibilité à la physique moderne. Cette assurance est appelée fétichisme mathématique par John Stachel « *J'appelle fétichisme mathématique, la tendance à donner à des constructions mathématiques issus de l'esprit humain une vie autonome et une puissance propre.* »¹⁶³ Les objets mathématiques prennent le dessus sur l'intuition intellectuelle qui parfois pouvait se confondre aux pulsions psychologiques qui sont parfois teintées de subjectivité. L'intuition mathématique dans sa démarche méthodique et abstrait au contraire donne pour la plupart des résultats satisfaisants.

La perception mécaniste de la réalité avait contribué à forger en nous des états de conscience stable sur notre vécu quotidien. La conséquence immédiate de cette mécanique avait été le développement de l'idéologie mécaniste dans le monde. Mais, avec la découverte de la physique théorique, la conception du réel a considérablement évolué vers une approche qui donne lieu de comprendre la matière physique. Dans cet environnement, les microparticules ne sont pas perceptibles à l'échelle humaine. Les théoriciens de cette nouvelle physique fixent le cadre normatif dans lequel il était possible de parler valablement des éléments corpusculaires. L'outil de travail était la probabilité quantique. La conscience individuelle cédait place à la

¹⁶² René Descartes, *op cit.*, p. 74.

¹⁶³ Martin Bojowald, *op. cit.*, p. 96.

conscience collective, dans ce cadre l'objectivité faible qui tient compte de tous les observateurs.

Avec Niels Bohr, la nature de la véritable réalité était celle dont nous avons connaissance. On peut ainsi dédouaner les théoriciens de la physique classique inspirés par le réalisme métaphysique. Pour Platon l'on pouvait seulement accéder à ce monde pur par la contemplation. Sa démarche confirmait notre incapacité à saisir la réalité pure. Voilà pourquoi leurs théories développées à l'issue de cette conception essentialiste postulaient à l'existence d'une réalité indépendante extérieure au sujet pensant ce qui avait abouti à la construction de l'objectivité absolue en science. Avec la physique quantique, dont l'interprétation faisant jouer un rôle central à la conscience individuelle comme étant à mesure d'atteindre des certitudes absolues a du plomb dans l'aile, à cause de l'effet de décohérence. En revenant à l'expérience de pensée dit du chat de Erwin Schrödinger, notre conscience individuelle pourrait-il nous commander de se limiter à la première phase d'expérience où nous voyons le chat vivant ? Alors qu'au nom de la liberté une autre possibilité se présente, permettant à un autre observateur de voir le chat mort. Il se trouve que la décohérence élimine la conscience individuelle au profit de la conscience collective.

Cette interprétation des états de consciences avait permis à Hug Everett III de construire un cadre théorique plus élaboré pour justifier la nécessité du principe de décohérence. Il s'agit des états relatifs de la matière. Nous avons situé la physique quantique dans un cadre particulier ayant recours aux outils mathématiques pour justifier ses résultats. Nous avons également souligné que c'est la mesure qui permet de donner la position d'un électron par exemple. Sachant qu'à la prochaine mesure on aura affaire à une autre position d'électron dans un autre point donné de l'espace, ainsi de suite. Cette méthodologie everettienne avait permis de voir que la mesure des phénomènes microscopiques donne à chaque instant un état relatif de la matière. Mais bien entendu, il s'agit là les caractéristiques que nous avons du comportement de la matière dans le même monde. Cette interprétation remet en cause la conception d'une pluralité des mondes. Nous pouvons plus donner du crédit au concept mathématique de dimension et qu'au fur et à mesure qu'on évolue vers une dimension on a plus d'opportunité et d'ouverture par rapport à la conception du réel.

C'est à partir de ce niveau qu'Hug Everett III a élaboré sa théorie des mondes multiples. Il faut voir ici, que la divergence des résultats de mesure des particules d'un système quantique donne des résultats comme s'il s'agissait d'un univers particulier à chaque instant. À partir du formalisme mathématique, la méthode everettienne semble être convaincante. Toutefois, sa

démarche physique suscite un questionnement philosophique quant à l'existence véritable de ces univers parallèles. Mais il ne s'agit pas d'univers à part comme on pourrai le voir dans le contexte macroscopique, Avec la fonction d'onde, il n'est pas superflu de voir le fondement de la métaphysique contemporaine au cœur même des préoccupations physiques. La fonction d'onde reste totalement abstraite mais fournissant des résultats connaissables.

Nous pouvons à partir des travaux de la mécanique quantique affirmer, que la fonction d'onde peut être considérée comme matériau de base de la métaphysique moderne. Sa dimension abstraite et mathématiquement déterminée semble être porteur au regard des résultats qu'elle offre. Si avec le formalisme mathématique de la fonction d'onde on peut justifier la nature primordiale de la matière avec la possibilité d'investigation dans l'espace projective, le succès de la mécanique classique était basé sur l'existence de l'espace métrique clairement définit. Par contre, à l'échelle atomique, la trajectoire est plutôt aléatoire. Voilà pourquoi les scientifiques avaient emprunté les données statistiques pour résoudre les préoccupations des particules élémentaires.

L'interprétation du réel atomique est une sorte de phénoménologie, bien différente de la phénoménologie en philosophie qui revoit et pense les objets de la conscience, ce qui est proche des noumènes. En revanche, la phénoménologie quantique se rapporte aux observables, c'est-à-dire aux résultats de la mesure des phénomènes quantiques donc à la connaissance possible des outils abstraits pendant la mesure. Nul ne doute aujourd'hui de l'implication de la physique moderne dans la vie quotidienne.

La physique classique avait donné l'opportunité à l'homme de se forger une conscience individuelle capable de décider *ex cathedra* sur ce qu'est la réalité. Sur le plan macroscopique, aucune remise en question n'était possible, parce que tous les résultats de la physique étaient quantifiés en nombres finis, elle se prêtait à une lecture naïve qui en fait une description des propriétés en soi d'un objet. Seulement, certains théoriciens de la philosophie restaient confus. Ils s'interrogèrent sur le fait que la nature semblait livrer un système de résultat définitif. Sachant que l'essence de la physique est métaphysique, il y a lieu de questionner l'avenir même de la physique. Ainsi Martin Bojowald affirme que : « *la foi en la science établit, un autre monde que celui de la vie, de la nature et de l'histoire ; s'il établit cet « autre monde comment le fait-il ?* » *Ne doit-il pas en contrepartie, nier ce monde, le nôtre?*»¹⁶⁴ Une telle interrogation peut absolument être préoccupante s'agissant de nos représentations sur la nature des choses.

¹⁶⁴ *Ibid.*, p. 95.

La découverte de la mécanique moderne, si elle ne nie pas l'univers classique traditionnelle, elle permet au contraire d'avoir une approche complémentaire pour comprendre certaines lois dont les moyens à l'époque classique ne donnaient pas la parfaite compréhension. L'introduction des objets mathématiques au sein de la mécanique moderne suscite le questionnement sur la véritable nature même du réel. L'élément atomique qui a statut dynamique ouvre le débat sur le fixisme matérialiste classique.

3- Interprétation de la non-localité ou dépassement du fixisme classique

La révolution de la mécanique des particules, avec ses théories, a imposé que nous abandonnions la logique d'une réalité indépendante. Ainsi, les constituants de l'espace comme les planètes, la lune ou encore les objets que nous utilisons au quotidien à l'instar du ballon, les pierres, les pommes, les mangues, obéissaient bien aux lois de la mécanique newtonienne en termes de description et de prédiction quant à leurs mouvements et positions. La formulation mathématique des lois, selon la théorie des quanta, était une invite d'abandonner le déterminisme pur. Un bouleversement était observé dans la compréhension du réel depuis la découverte de la physique moderne. Ce changement s'est soldé par une offensive contre la réalité extérieure, locale qui a fini par isoler le sujet. Désormais, la science des particules s'est montrée contre intuitive et cette description n'était pas du goût de certains experts à l'instar d'Albert Einstein qui ne partageaient pas totalement les résultats de ces avancées scientifiques. Ils restaient accrocher aux lois déterministes qui, selon eux, semblaient mieux répondre à toutes les préoccupations de la mécanique.

La préoccupation majeure qu'il faut souligner dans cette révolution est la nature de la réalité. En faisant une incursion dans le monde microscopique des électrons, molécules et particules subatomiques, il y a lieu de constater l'effondrement du déterminisme, de la causalité et de l'objectivité dans l'interprétation de la réalité physique qui se justifie par la double nature des particules élémentaires qui sont à la fois ondes et particules. Nous avons relevé que l'incidence de la mécanique classique sur la vie quotidienne a conduit inéluctablement l'émergence à de l'idéologie physicaliste, laquelle s'est érigée comme forme de représentation des consciences individuelles et des peuples. La nouvelle donne de la réalité quantique vient donc briser ce mythe de la connaissance absolue avec l'attitude du sujet comme bruit. La structure conventionnelle de la connaissance classique du monde « *en sujet et objet, en monde extérieur et monde intérieur, en corps et âme ne peut plus s'appliquer et soulève des*

difficultés. »¹⁶⁵ Cette considération du réel impose à l'humain un regard nouveau sur le monde, la nature des microparticules dont la relation avec le sujet est un accord intersubjectif. À ce sujet, Werner Heisenberg pense que « *l'homme, de nouveau ne rencontre ici que lui-même.* »¹⁶⁶

La maîtrise de la science des particules élémentaires a donné lieu à mieux comprendre la nature de la réalité physique. Les résultats de la mécanique classique semblent n'avoir pas suffisamment exploré tous les pans du réel. Grâce à la chimie, l'homme a eu d'autres ouvertures. Cette discipline avait très tôt ouvert la voie sur la réalité virtuelle. Gaston Bachelard pensait que la chimie a une conception plus enrichie de la matière. Voilà pourquoi Werner Heisenberg affirme que : « *Les expériences faites avec la bobine d'induction et la pile de Volta donnèrent pour la première fois un aperçu des phénomènes électriques encore inconnus de la vie quotidienne d'alors.* »¹⁶⁷ Par cette expérience, l'homme a réussi à mettre en mouvement des électrons créant ainsi la lumière. Il s'agit là d'une représentation nouvelle de la réalité invisible dont l'être humain avait entièrement connaissance. Sa description obéit à l'utilisation des outils mathématiques. Les scientifiques se mettaient à l'évidence que la nature de la réalité physique avait changée et qu'il fallait désormais étendre les champs de la physique vers un champ non physique pour mieux saisir ce qui est convenu d'appeler réel en physique et ses propriétés.

Les courants progressistes de physique moderne défendus par Niels Bohr et Werner Heisenberg, montrent que la particule n'est plus connaissable totalement. C'est à partir des calculs de probabilité qu'on peut prétendre à la localisation d'une particule élémentaire. La relation d'incertitude de Heisenberg semble plus décrire la situation de l'homme comme être de liberté. Cette position place donc le principe d'indéterminisme au cœur de la physique moderne et fait également tomber les lois rigides de Isaac Newton qui constituaient des arguments de faveur pour le développement des sciences exactes. À l'opposé, par ces théoriciens en l'occurrence Albert Einstein, David Bohm, Erwin Schrödinger, l'indéterminisme n'est rien d'autre que l'insuffisance des paramètres physiques au moment de la mesure des éléments corpusculaires. Ces physiciens, rompus à la tâche, n'admettaient pas une réalité non physique. Ces scientifiques, très croyants pour la plupart, remettaient en question la nouvelle théorie de la matière dont les orientations semblaient affecter leur foi. L'absence de causalité caractérise ainsi l'essentiel de la physique atomique. Suspendre le principe causal risquerait de remettre en cause la façon de représenter le monde, dans ce sens, les particules élémentaires ne

¹⁶⁵ Werner Heisenberg, *La nature de la physique contemporaine*, Gallimard, Paris, 1962, p. 29.

¹⁶⁶ *Idem.*

¹⁶⁷ *Ibid.*, p. 14.

disposent pas de trajectoire. Cette disposition des éléments atomiques avait amené Erwin Schrödinger à penser que l'absence de la trajectoire serait l'absence de la microparticule.

Les débats au sein de la physique moderne ont donné lieu à définir un cadre de travail nouveau, malgré les objections sur l'itinéraire des particules atomiques s'agissant de cette nouvelle discipline. Werner Heisenberg, mieux outillé dans l'interprétation de la mécanique quantique, propose à la communauté scientifique une démarche qui repose sur le principe du philosophe Søren Kierkegaard qui s'énonce ainsi : « *Tout champ d'expérience nouveau ne peut être analysé qu'à l'aide de concepts et de principes qui lui soient propres : il n'est donc pas possible d'employer des concepts et des principes utilisés auparavant dans d'autres contextes.* »¹⁶⁸ Dans la même perspective, il faisait sienne le point de vue d'un professeur de l'Université de Göttingen, le philosophe Husserl, fondateur de la phénoménologie, « *Il faut revenir des discours et opinions aux faits.* »¹⁶⁹ Dans les deux cas, Werner Heisenberg montre qu'il fallait, nécessairement pour les scientifiques soucieux de comprendre la mécanique moderne, d'oublier les anciennes théories, c'est-à-dire de sortir des sentiers battus pour se frotter à la réalité des faits. Il était temps pour les partisans du principe déterministe d'abandonner la conception d'une réalité indépendante et d'admettre les dispositions de la nouvelle mécanique pour admettre le statut abstrait de la matière.

Il n'est pas aisé pour un scientifique convaincu, de balayer ses théories reçues d'un revers de la main. Si la mise au point de Werner Heisenberg avait été saisie par ses pairs, elle n'avait pas réussi à déconstruire définitivement les convictions qu'Albert Einstein s'était faites au sujet du réel local. Selon lui, il était encore possible d'inclure dans une théorie physique des grandeurs observables. Malgré ces invitations à un changement de credo épistémologique, Albert Einstein réussira tout de même à élaborer une autre théorie sur le réel physique qui avait une portée philosophique pour illustrer son caractère constant. Il se servira d'une intuition intellectuelle pour montrer qu'aucun corps ne peut aller plus vite que la lumière. Albert Einstein en compagnie de ses assistants, Podolsky et Rosen, sa théorie qui porte le nom de EPR avait plutôt donné la possibilité de connaître la nature de la matière au niveau de l'infiniment grand. Il faut comprendre qu'Albert Einstein avait été fortement influencé par la théorie rationnelle de Isaac Newton et la considérait comme suffisamment élaborée. Mais, dans une certaine mesure, sa méthode était à parfaire. La mécanique classique considère que la matière est divisible.

¹⁶⁸ Michel Gondran et Alexandre Gondran, *Mécanique quantique. Et si Einstein et de Broglie avaient aussi raison ?* Matériologiques, Paris, 2014, p. 22.

¹⁶⁹ *Ibid.*, p. 23.

La mécanique moderne avait des principes contraires à ceux de Newton. Il était impératif de modifier radicalement le cadre spatio-temporel pour prétendre comprendre la nouvelle physique. Niels Bohr pensait que la matière était régie par le principe de complémentarité, ce qui n'était pas du goût d'Albert Einstein qui demeurait attaché au principe déterministe. Seulement son article sur l'idée EPR introduisait cette notion dans l'état intriqué du photon montre que deux particules de corrélations fortes, même si elles sont éloignées ne peuvent interagir. C'est une démonstration par l'absurde que le principe de localité est incontournable en physique, car quelle que soit la nature d'un corps, sa vitesse ne saurait être au-dessus de celle de la lumière. C'est la condition nécessaire qui faisait croire au savant l'impossibilité de sortir du cadre classique. Albert Einstein avait oublié que le progrès scientifique ne s'accorde pas avec l'idéologie partisane. Il était convaincu que la mécanique quantique était en train de faire fausse route et qu'un jour les penseurs progressistes s'arrimeront à la conception orthodoxe de la mécanique classique. Albert Einstein était aussi convaincu que son formalisme était correct et répondait mieux au problème de la nature de la matière, totalement locale. Voilà pourquoi, il proposait une interprétation déterministe et réaliste de la mécanique quantique.

Les travaux de la physique quantique avaient entraîné une mutation irréductible de la représentation de la réalité. Le physicien John Bell dans sa tentative d'apporter sa contribution à la compréhension de la mécanique quantique, fait sienne l'hypothèse d'Albert Einstein sur le concept des variables cachées était seulement une insuffisance au niveau de la compréhension des théories de la physique quantique pensait-il. Ainsi, s'interrogeant sur la corrélation possible des particules intriquées quelle que soit la nature de la distance qui les sépare, cela remettait en cause les lois classiques. John Bell, après avoir soumis les particules intriquées à l'expérimentation, relève une interaction entre les particules microscopique et conclu qu'il faut renoncer à la vision locale de la réalité. Les conclusions de John Bell remettaient en cause les prédictions d'Albert Einstein de la mécanique quantique.

En 1978, John Bell présentait ses résultats au physicien Alain Aspect qui les reprit en 1980. Il obtenait des résultats expérimentaux qui validaient sans ambiguïté les prédictions de la mécanique quantique en faveur de la non localité. A partir des travaux scientifiques de ces deux physiciens sur la mécanique quantique, on pouvait lire l'aporie d'une théorie générale de la mécanique. Enfin de compte, on pouvait affirmer, sans aucun doute, que la particule élémentaire a un caractère non local. Pour Albert Einstein, même si le test expérimental fut

vérifié, il était totalement en accord avec de la nature réalité indépendante et ne voulait pas souscrire à une réalité objective non observée.

L'interprétation de la non-localité quantique montrait le nouveau statut de la réalité physique entièrement différente de celle présentée par la théorie de Isaac Newton, reprise par Albert Einstein. Les travaux scientifiques de Bell et d'Aspect ayant permis d'abandonner le critère de réalité d'Albert Einstein ou d'accepter une forme d'action à distance. C'est pourquoi l'expérience de pensée d'Albert Einstein était devenue un paradoxe pour la science. En 1979, Bernard d'Espagnat prend position sur cette question en ces termes

... je ne vois pour ma part d'autre solution que d'abandonner le principe de séparabilité. Cela signifie, schématiquement, soit que certains systèmes actuellement éloignés les uns les autres sont uns, soit que les systèmes éloignés existent des influences plus rapide que la lumière. Ces deux termes de l'alternative n'étant que deux manières d'expliquer la même situation.¹⁷⁰

La double nature de la microparticule donne une existence à des états intriqués, ce qui n'était pas possible en physique classique. De plus, concernant la vitesse, la transmission de la perturbation est instantanée et non contrôlable, il se trouve que la perception de l'univers à l'état macroscopique ne donnait pas une interprétation assez précise sur les états de la matière. On est resté à étudier la matière comme des éléments libres sans influence les uns sur les autres. Pourtant la dimension ondulatoire ignoré par la mécanique classique réservait bien des surprises quant à la connaissance du réel en physique constitue une ouverture à la métaphysique contemporaine.

B- LE MILIEU QUANTIQUE OU POINT DE DÉPART DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE

L'évolution de la perception de la réalité dans le contexte de la physique moderne semble avoir déplacé les fondements de la métaphysique. La fonction d'onde s'illustre comme l'expression de la réalité au-delà des perceptions macroscopiques.

1- Le débat Bohr-Einstein sur la question de la réalité

Le regard sur la matière change considérablement avec l'ouverture que les physiciens avaient eue pour comprendre l'infiniment petit. Cette mutation avait suscité des controverses

¹⁷⁰ *Ibid.*, p. 162.

au sein de la physique moderne avec pour conséquence, un bouleversement conceptuel du réel. Ces divergences de vues avaient entraîné des débats autour de la question de la réalité qui avait largement dépassé le seul cadre physique comme l'évoque Etienne Klein « *Dès ses balbutiements, la mécanique quantique a jeté le trouble dans l'esprit des physiciens. Ils ont été confrontés à de redoutables questions. Certains les ont amenés sans échappatoire possible sur le terrain philosophique.* »¹⁷¹ Cette question de la physique quantique rejoint les problématiques anciennes de la philosophie sur la nature du réel. Le réel est-il connaissable ? Ces divergences de vues, de perceptions de la matière, ouvrent un débat qui opposera les grandes figures de la physique contemporaine à savoir Niels Bohr et Albert Einstein, dans une discussion autour de la question de la réalité ayant entraîné l'édification de la mécanique quantique. Leurs préoccupations au cœur de la philosophie et de la nature des rapports que l'homme entretient avec le réel qui est une interrogation sur lui-même en se rappelant que la mécanique classique avait réduit le sujet au silence.

Il n'est pas superflu de relever que la pensée philosophique classique avait influencé la physique. Les Anciens pensaient que l'essence de la matière était métaphysique. Cette école de pensée, comme sous le nom du positivisme logique, suggérait que la science était la forme légitime de la connaissance. Selon elle, toute connaissance devrait se référer à la logique, aux mathématiques ou à d'autres connaissances expérimentales. Malheureusement, la naissance de la physique moderne n'avait pas permis à cette théorie de prospérer. L'introduction des variables aléatoires avait donné lieu à revisiter cette conception de la réalité scientifique. En revanche, la volonté des penseurs appartenant au Cercle de Vienne à l'origine du positivisme logique était de formuler une science complètement unifiée. Mais, le réel étant voilé, tout projet visant l'élaboration d'une théorie complète susceptible d'expliquer désormais ce qui devait être convenu comme réel, était resté une illusion.

Les changements au sein de la physique moderne débutent avec la théorie de la relativité restreint d'Einstein en 1905 qui se solde avec le temps et l'espace perçus comme un continuum. Ces variables ne sont plus des réalités absolues comme le prétendait la philosophie kantienne. Un autre fait majeur, fut la découverte des mouvements électromagnétiques qui posait déjà le problème de la nature des microparticules par James Clerk Maxwell. Mais avant cela, il était important de mentionner que ces mutations avaient commencé avec Newton qui avait découvert la nature corpusculaire de la lumière mais il n'avait pas décelé l'aspect vibratoire. Le point

¹⁷¹ Etienne Klein, « Introduction au débat quantique », in *Etude*, t.135, N° 6 ; Dec 1991, p. 364.

culminant dans cette dynamique visant la compréhension des phénomènes de la nature, fut la découverte de la théorie des quanta par Max Planck. Jean Pierre Ymelé affirme que : « le 14 décembre 1900, journée mémorable où Max Planck, devant la société de physique de Berlin, émit l'hypothèse des quanta résolut l'énigme du corps noir. Un corps qui absorbe en totalité les radiations qu'il reçoit. »¹⁷² Cette perception fut reprise par d'autres théoriciens, en l'occurrence Albert Einstein, qui dans ses travaux découvrit de l'effet photoélectrique d'un corps. Cette nouvelle façon de percevoir la matière ouvrait une nouvelle perspective sur l'interprétation de la matière.

Niels Bohr, dans son entreprise scientifique avait eu une position réaliste et phénoméniste du réel quantique. Le phénomène quantique ne se définit pas de la même façon que par les classiques. C'est la mesure qui conditionne ce qui peut être la position probable de la particule élémentaire. Albert Einstein, au contraire, était resté dans une posture idéaliste et partageant l'idée selon laquelle le réel peut être interprété de façon déterministe. Ce dernier, à partir de son intuition intellectuelle, espérait avoir la capacité de saisir la véritable nature de la matière. À titre d'illustration, cet érudit de la physique avait pensé qu'aucun corps ne peut avoir une célérité supérieure à celle de la lumière. Il s'est construit une fiction méthodologique comme si, tous les contours de la matière étaient au bout de ses doigts. Les travaux de Niels Bohr avaient montré sur cette question que l'intuition intellectuelle est trompeuse parce qu'elle se fondait sur des suppositions de la raison autosuffisante comme une instance permettant une connaissance absolue.

Dans le même ordre, la mécanique classique avait passé le temps à décrire un système physique en dehors du sujet. Cette mise à l'écart avait pour objectif de réduire l'observateur au silence total en vue d'avoir le meilleur résultat possible du dispositif expérimental. Toutes ces précautions faites avaient eu pour finalité la construction d'une objectivité absolue en science. Etant héritier du réalisme métaphysique, Albert Einstein pensait que l'intuition intellectuelle pouvait permettre la découverte de la nature de la réalité en physique comme René Descartes découvrait le *cogito*. Cette méthode peu crédible, ne lui avait pas donné l'opportunité de saisir les *choses-en-soi*. À l'inverse, cela pouvait bien être crédible si cette démarche venait à être confirmée par les données de l'expérience. Le paradoxe entre ces deux éminents physiciens est qu'ils n'arrivaient pas à s'accorder sur la nature du réel.

¹⁷² Jean Pierre Ymelé, *Le débat Bohr-Einstein et le problème de la réalité en physique contemporaine*, mémoire de Maîtrise de philosophie, Université de Yaoundé 1, p. 5.

La science classique poursuivait une essence métaphysique en dehors de l'observateur. Cette position était largement partagée par Albert Einstein, voilà pourquoi, il pense à une explication possible des phénomènes de la nature à partir de l'activité consciente. Le point d'ancrage de cette philosophie est le développement du physicalisme tout azimut qui a gagné toute la société occidentale. Avec la physique contemporaine, Niels Bohr rejette cette conception classique au profit d'une réalité non physique. Dans ce contexte, la connaissance du réel n'est possible qu'à travers des variables statistiques. En tenant compte de l'impossibilité de saisir le réel dans sa totalité, sa connaissance ne peut être objective au sens faible.

L'idée d'introduire les mathématiques remonte depuis l'Antiquité grecque, Démocrite et Leucippe admettaient que le processus à grande échelle résulte de multiples processus irrégulier à petite échelle écrivait Werner Heisenberg. Cette tendance scientifique progressiste postule qu'aucun fait scientifique crédible ne peut s'accorder sur les données d'une simple activité consciente, elle diffère de l'intuition mathématique où le sujet connaissant manipule les objets mathématiques comme des objets ayant une réalité intelligible mais capable de donner la situation d'une macro particule.

Le crédit accordé à la position d'Albert Einstein avait tout son sens si nous restons dans le cadre macroscopique où la conception d'une science qui décrit la réalité extérieure s'était érigée en idéologie. Ce principe fondamental avait influencé plus d'un savant à l'époque classique et même pendant la physique contemporaine où les scientifiques comme Erwin Schrödinger, Louis de Broglie, et même Albert Einstein pensaient qu'il n'était pas possible de se déroger de ce principe qui semblait une propédeutique à toute entreprise physique. Albert Einstein reste constant dans cette perception de la science qui décrit les phénomènes de la nature lorsqu'il affirme que : « *Croire en un monde extérieur, indépendant du sujet qui perçoit, constitue la base de toute science de la nature.* »¹⁷³ Il se trouve la science classique avait pour assignation la tâche de décrire objectivement la réalité extérieure à l'observateur. Cette considération montre qu'Albert Einstein était en quelque sorte resté prisonnier de la culture classique où les lois de Simon Pierre de Laplace et Isaac Newton étaient des facteurs dominants de sa démarche.

Pourtant, l'évolution de la mécanique quantique est contre intuitive, elle prend en compte la présence de l'observateur comme faisant partie du système observé, il n'est pas possible de réduire les sujets à un élément neutre, il s'agit de relever que le projet classique

¹⁷³ Albert Einstein, *Comment je vois le monde*, Paris, Flammarion, 1979, p. 212.

d'éloigner le sujet était une simple illusion ou une conjecture de travail. Nous nous penchons sur la seconde approche parce que les outils classiques ne pouvaient pas donner une meilleure interprétation de la nature qu'en faisant semblant de neutraliser le sujet. En considérant le sujet comme bruit, ou comme *espion* comme Issouffou Soulé Mouchili Njimom, ou *Neutre* comme Jean Pierre Ymelé, ou même le vide. La mécanique contemporaine donne la grille de lecture plus crédible sur l'état du réel à ce jour. Tout élément est constitué de microparticule, il se trouve que dans un système, il y a interaction permanente avec tous les éléments du système : c'est un accord intersubjectif. Si nous considérons l'observateur comme un ensemble vide, nous pouvons dire, sans risque de nous tromper, que le vide n'est pas vide, il est constitué de microparticule comme l'antimatière qui s'entrechoque et donne naissance à la particule microscopique pour interagir avec le système.

La théorie de la relativité générale avait fini par établir un lien d'indépendance entre la matière et l'énergie. Seulement, Albert Einstein pensait la matière comme une réalité extérieure. Or, la matière dans l'infiniment petit à une nature ondulatoire et corpusculaire, ce qui traduit un certain enchevêtrement de fait dans l'environnement quantique. Ce comportement semble être identique dans le plan macroscopique. Louis de Broglie, à son tour, a fini par admettre que toute la matière à grande échelle se comporte de manière ondulatoire, ce qui avait semblé confondre Albert Einstein. Il semblait donc négliger l'infiniment petit. Le principe d'incertitude de Werner Heisenberg montrait que la matière ne peut plus être connue au cours d'une même expérience comme ce fut le cas dans la mécanique d'Isaac Newton. Ces considérations s'illustrent comme des insuffisances de cette nouvelle mécanique et prédit qu'à l'avenir, les défenseurs de cette théorie finiront par se remettre en question.

La position d'Albert Einstein sur la nature de la matière reste plus philosophique que physique ; Son idéalisme est en rapport avec la nature de la réalité locale présentait bien des insuffisances qu'il n'arrivait pas à déceler. Il voulait bien admettre la révolution de la physique. Mais, s'agissant des particules élémentaires, il présumait que les électrons par exemple, préexistent à tout acte de mesure. Sa position était inflexible, car la nature répondait, pense-t-il, à une logique purement rationnelle et que l'univers serait créé par un Grand Architecte, à partir des lois stables et non à partir des variables aléatoires. C'est la raison qui avait permis au scientifique pendant la modernité d'introduire les variables statistiques dans les phénomènes corpusculaires, parce qu'elles sont susceptibles de conduire à des affirmations à un degré de probabilité si élevé proche de la certitude. Voilà pourquoi, il soutient que *Dieu ne joue pas au dé*. Il est certain que, ne maîtrisant pas la structure totale de la matière, sa déclaration sur la

position de créateur était péremptoire. Dans une correspondance à Max Born en décembre 1926, Albert Einstein exposait son malaise en face du rôle des probabilités et du hasard dans la mécanique quantique d'une part, et son rejet total de la causalité et du déterminisme, d'autre part. C'est cela qui le laissait sombrer dans l'angoisse, l'idée de savoir que ses convictions même devaient être attaquées. Mais, malgré sa position inflexible, Niels Bohr avait des arguments en faveur d'un réalisme non physique, telle était là désormais la nouvelle approche de la matière qui prend en compte la présence de l'observateur.

Les échanges entre les deux éminents scientifiques ont bien alimenté les débats physique et philosophique sur la nature du réel en créant des ouvertures favorables à la compréhension de la mécanique quantique. Sauf qu'Albert Einstein n'avait pas réussi à dépasser son cadre matérialiste traditionnel. Aussi, considérant la mécanique quantique incomplète, contre toute attente, il n'a non plus proposé une démarche visant à résoudre cette incomplétude. Sa grande difficulté restait autour d'un réel non physique dont l'existence s'exprimait seulement à partir des lois statistiques. Or, l'application des lois statistiques en mécanique quantique a tout son sens, ceci à cause de la double nature des particules élémentaires qui favorisait l'introduction de la statistique dans la mesure du réel atomique selon Werner Heisenberg, « *les lois statistiques signifient d'habitude que l'on ne connaît qu'incomplètement les systèmes physiques dont il s'agit.* »¹⁷⁴ Ce qui était pour cet érudit de la physique comme une chute libre dans un trou noir.

Ce que nous pouvons relever est que l'expérience de pensée EPR a donné aux scientifiques des arguments pour donner sens à la nature de la matière, Comme nous l'avons évoqué avec les travaux de John Bell et Alain Aspect, ils ont largement démontré que les hypothèses EPR violent le théorème d'inégalité de Bell. Aujourd'hui nous pouvons nous féliciter des usages que cela a entraîné sur le plan scientifique, on peut parler de la cryptographie quantique, grâce au système d'intrication, on arrive à ce jour à mettre en place des codages informatiques pour protéger des données émises à distance.

Albert Einstein avait fini par militer en faveur du réel non physique. Sa conjecture sur la nature de la réalité sans, le vouloir avait donné lieu de répondre aux questions de téléportation. Si la nature fantôme de la matière ne fait plus l'ombre d'aucun doute, sa propagation ne fait pas l'unanimité au sein de la communauté des savants. En revanche, comment comprendre l'action à distance ? Effectivement, à partir des éléments enchevêtrés, les microparticules communiquent instantanément, quelle que soit la distance qui les sépare. La

¹⁷⁴ Werner Heisenberg, *op. cit.*, p. 43.

mécanique quantique donne aujourd'hui la clé de compréhension des actions à distance ou des phénomènes dit paranormaux qui relèveraient du domaine inexpliqué. Manjit Kumar sur cette question, affirme que : « *La téléportation quantique exploite le phénomène de l'intrication [...] deux équipes physiques réussirent à téléporter une particule. La particule ne fut pas physiquement transportée. Mais son état quantique fut transféré à une particule située à ailleurs.* »¹⁷⁵ Cette révolution de la physique moderne donne des arguments pour mieux comprendre certains phénomènes qui échappent à notre conscience individuelle.

La nature de la matière préoccupe plusieurs savants. André Comte-Sponville reste dubitatif. Il pensait que la réalité physique seule ne suffit pas pour rendre compte du réel. La physique classique a donné lieu de saisir le réel physicaliste. À l'inverse, la mécanique moderne présente un réel non physique et montre que l'univers classique était une illusion. Selon cet auteur,

*Un courant d'air n'est pas moins matériel qu'un caillou, ni une onde ou un flux d'énergie moins matériels qu'une chose ou qu'une particule. La vraie question n'est pas de savoir quelle est la consistance de la matière, Mais, s'il est de nature spirituel, idéale ou de nature physique.*¹⁷⁶

Sa volonté est de voir la matière au service de l'esprit, car c'est la conscience qui permet à l'être humain de s'interroger sur son existence. Voilà pourquoi, André Comte-Sponville se demande s'il n'est pas nécessaire d'introduire une autre dimension dans la quête de la compréhension de la matière, à savoir l'esprit. À ce niveau, la matière et la conscience ne risquent-ils pas d'avoir une base commune ?

Le réalisme non physique serait proche de l'ontologie de type platonicienne qui ne se fonde pas sur un principe matériel, mais sur le monde intelligible. La réalité de Niels Bohr reste au niveau de la conscience et est valable pour tous les observateurs. Elle ne s'appuie pas sur une réalité physique. Bernard d'Espagnat le souligne de la manière suivante :

*Les Idées de Platon ne sont pas dans l'espace-temps, mais elles existent indépendamment de l'esprit humain et sont les causes des phénomènes, c'est pourquoi on parle à propos du platonisme, du réalisme des essences. Le réalisme philosophique d'un physicien peut difficilement ne pas être un peu platonicien. Les objets perçus sont seulement des projections de ce qui est*¹⁷⁷.

¹⁷⁵ Manjit Kumar, *op. cit.*, p 427.

¹⁷⁶ André Comte-Sponville, Luc Ferry, *La sagesse des modernes*, Paris, Robert Laffont, 1998, p. 46.

¹⁷⁷ Bernard d'Espagnat, *op. cit.*, p. 125.

Cette perception semble dévaluer les idées de André Comte-Sponville qui, rattache nécessairement la matière à un esprit. Or, nous savons bien que notre pensée émerge d'un mécanisme des neurones de notre cerveau. L'intuition intellectuelle qui a donné naissance à l'idée EPR est le résultat d'une activité conscience qui est une pâle copie de la réalité. Nous avons vu qu'à partir de son hypothèse, les scientifiques ont mieux saisi le comportement des particules élémentaires.

Le regard des savants sur la question de la réalité quantique s'était plutôt transformé en un débat philosophique. Dans un effort de lucidité épistémologique, deux grandes écoles ont vu le jour sur la question. L'école des expérimentalistes, avec Niels Bohr, Werner Heisenberg et Wolfgang Pauli, dont le souci était de débarrasser la science des préjugés, des apparences et considérait la mécanique quantique comme une science achevée. L'école idéaliste à l'inverse, postule qu'il y a encore du chemin à faire pour libérer cette physique moderne. Ses théoriciens sont Albert Einstein et Erwin Schrödinger. Ce qui traduit l'incomplétude de cette science. « *A travers un échange dialectique, ou le seul but de chacun était la quête de la vérité.*»¹⁷⁸ Ecrivait Roland Omnès, et non une question de point de vue, Ils s'étaient évertués de façon significative à contribuer à la compréhension du réel en physique. Dans leurs divergences se dégagent un contenu heuristique conduisant à l'appropriation de la réalité quantique. Compte tenu des avancées observées dans la science moderne, l'interprétation de l'école expérimentaliste a été érigée comme principe fondamental permettant de parler du réel en toute crédibilité.

2- L'interprétation de Copenhague-Göttingen

La naissance de la mécanique quantique était perçue par certains physiciens comme une réponse à la crise que traversait la physique au début du XIX^e siècle. Ne pouvant pas appliquer les lois d'Isaac Newton à l'infiniment petit, la conception du réel au-delà du mur de Max Planck était devenue paradoxale à l'homme ordinaire, y compris des scientifiques qui ne s'accordent pas sur le sens à donner à cette nouvelle discipline. En 1927, les scientifiques se posaient déjà la question de l'interprétation du réel en physique. Il fallait définir un cadre normatif dans lequel on pouvait parler des microparticules en toute autorité. Pendant ce temps, il y avait d'autres courants opposés cette volonté de donner une nouvelle interprétation du réel en physique. Pour bien définir les contours de la mécanique moderne. Le quatuor Niels Bohr, Werner Heisenberg, Max Born et Wolfgang Pauli décidèrent d'établir un programme de travail en vue de sortir cette science nouvelle de la zone de turbulence. Max Born, enseignant à l'Université Göttingen,

¹⁷⁸ Roland Omnès, *op. cit.*, p. 48.

rencontrait souvent à Copenhague, dans le laboratoire de Niels Bohr en compagnie des autres chercheurs, d'où le nom de l'interprétation de Copenhague-Göttingen ou l'école de Copenhague. Cette interprétation fut enrichie par plusieurs autres scientifiques qui partageaient l'idée qu'on ne peut pas valablement parler de la réalité en physique avant l'expérimentation, mais ce nom est resté l'unique identifiant pour connaître la position des expérimentalistes au sujet de la réalité quantique.

L'interprétation de Copenhague s'était chargée de fixer des préalables pour tout scientifique qui veut parler objectivement de la réalité quantique. Si la physique classique avait une position tranchée entre le sujet et l'objet ou entre l'observateur et l'observé, force est de constater que cette disposition n'était plus valable en physique quantique. Niels Bohr identifiait ces préalables par essence de la physique comme des « *postulats quantiques* ». Ces postulats montraient qu'il n'est pas possible de faire une distinction claire entre l'observateur et l'observé. À partir des résultats expérimentaux les scientifiques de Copenhague se rendent compte que l'observateur modifie le réel. Il était temps de réviser la conception du réel en général. Ces scientifiques voulaient enfin faire une sorte de mise au point. En partant sur la base du principe de la non-localité des microparticules, il est impossible de parler de la réalité intrinsèque en physique moderne.

Cette interprétation de Copenhague-Göttingen ne faisait pas unanimité au sein de la communauté scientifique. Albert Einstein, se manifeste comme l'un des contradicteurs du réalisme non physique, n'a pas marqué son adhésion à ces différents postulats au sujet de cette nouvelle conception qu'on attribuait à la réalité. Il prenait la position des savants de Copenhague comme un dogme. Son opinion était illustrée dans sa correspondance adressée à Erwin Schrödinger en mai 1928. Aussi, écrivait-il, « *cette interprétation de Copenhague ressemblait à un oreiller douillet sur lequel on peut s'endormir sans se poser la question sur la réalité.* »¹⁷⁹ L'analyse d'Albert Einstein laissait croire que la considération de Copenhague n'est pas justifiable et offrait une certaine légèreté parce qu'elle ne donnait pas une interprétation physique. Il n'arrivait pas à accorder une matérialité à un état de matière virtuelle. Car, selon lui, la physique s'occupe des choses palpables. La particularité était que le réel, à l'échelle de Planck, n'avait plus le même comportement auquel la mécanique classique nous avait

¹⁷⁹ Albert Einstein, « Lettre d'Einstein à Schrödinger 1928 », in *Letters on wave mechanics : Schrodinger, Planck, Einstein, Lorentz*, Philosophical Library 1967, p. 31.

familiarisé. Voilà pourquoi, son interprétation avait un caractère dogmatique selon d'Albert Einstein.

La question de la mécanique quantique s'était aussi complexifiée par la nature du langage employé par les scientifiques. Il se trouve que les éléments langagiers utilisés par la mécanique classique n'avaient pas changé sauf leurs contenus dans le cadre de la physique moderne. À titre d'illustration, les éléments, à l'échelle atomique, n'ont pas une réalité formelle. L'atome ou l'électron n'est pas perceptible à l'œil nu, mais seulement par un système d'appareillage on peut ainsi avoir la probabilité de localiser la particule élémentaire dans une région de l'espace donnée. À ce sujet, Marc Levy-Leblond adresse une critique à son tour à Albert Einstein dont la théorie semblait plus idéologique qu'heuristique. Ainsi, l'hypothèse fixant la vitesse de la lumière comme une barrière infranchissable n'est plus tenable sur le plan épistémologique. Son idée n'avait aucun rapport avec l'expérience. Il pensait, à son tour, avoir découvert une super loi sensée régir tous les phénomènes de la physique. Dans sa démarche, Albert Einstein présumait avoir réduit le réel physique au point de se donner la prétention d'avoir la nature la maîtrise des choses même à partir de l'intuition intellectuelle. Ce qui au fil du temps s'est avéré un leurre.

Il y avait également une insuffisance dans sa description physique ancienne. L'emploi des nombres réels pour matérialise la réalité bute devant la physique moderne qui légitime le principe du hasard comme composante favorisant la description d'un élément ondulatoire. L'interprétation de Copenhague vient ici confirmer la réalité abstraite dont la matérialisation n'est crédible que sous la bannière des objets mathématiques, c'est-à-dire au formalisme qui n'a rien avoir avec les objets matériels. Pour les savants Niels Bohr, Werner Heisenberg, Max Born et Wolfgang Pauli, la relation d'incertitude est comme le principe fondamental de la physique moderne. Parce qu'il n'est pas possible de présenter la particule de manière intuitive comme on l'aurait fait dans le contexte classique, car l'idée d'une trajectoire n'est plus justifiée. Il se trouve que le concept de particule au sens où on l'attendait classiquement est rejeté. Voilà pourquoi, les théoriciens de l'interprétation de Copenhague accordent un regard sur les concepts utilisés. La particule ne représente pas une entité palpable, mais une entité idéale, qui prend en compte la présence de tous les observateurs et non un observateur individuel.

À Copenhague, les savants rejetaient totalement l'idée d'une réalité extérieure au sujet connaissant. Ils affirmaient que l'expérience était le seul moyen qui décide ce que nous devons dire de la réalité. C'est l'une des résolutions de l'interprétation de Copenhague-Göttingen majeur. Niels Bohr avec ses épigones, affirmaient d'après leurs travaux que la matière est

indivisible. Cette conclusion est valable aussi bien au niveau macroscopique que microscopique. À titre d'illustration, sur le plan macroscopique. Le comportement du pendule de Foucault montrait cette corrélation qui existait entre les éléments du cosmos. À ce sujet, Trinh Xuan Thuan affirme que :

*le pendule de Foucault oscille en ignorant superbement son environnement local, faisant fi de la Terre, du Soleil du groupe local et du superamas local. Il ajuste son comportement en fonction des galaxies lointaines ou, puisque la totalité de la masse visible de l'univers se trouve dans les galaxies, de l'univers tout entier.*¹⁸⁰

Que faut-il comprendre dans cette interprétation ? Sinon que ce qui se trame chez nous se décide de façon mystérieuse dans l'immensité du cosmos. L'interaction entre le pendule de Foucault et l'univers échappe aux lois de la physique classique et confirme la dimension ondulatoire de la matière. Telle est la conclusion du philosophe et physicien Ernst Mach qui souligne que : « *l'univers est connecté.* »¹⁸¹

Il nous semble que les travaux d'Isaac Newton n'avaient pas envisagé le caractère vibratoire de la matière au niveau macroscopique. Le pendule de Foucault nous avait permis de comprendre que l'univers est interconnecté. La matière a une existence fantomatique car, certains comportements sont au-dessus des lois disponibles comme la force, le mouvement ou même l'énergie. Sur le plan microscopique aussi, tout est indivisible, nous l'avons déjà évoqué avec l'expérience EPR, que cette fameuse expérience de pensée de microparticules intriqués est finalement devenu le paradoxe. Car, Albert Einstein et ses assistants ont fait confiance à l'intuition. Mais, des applications expérimentales de John Bell, et Alain Aspect plus tard, ont confirmé que la matière est belle et bien indivisible. Les dispositions classiques de la mécanique avaient juste considéré l'espace physique visible comme un espace fini à l'intérieur duquel les phénomènes physiques se limitaient nécessairement à ce qui peut avoir une influence sur nous ou à l'inverse ce que nous sommes capable d'influencer. À ce niveau, l'observateur comme nous l'avons souligné, devait se considérer comme absent. L'interprétation de Copenhague-Göttingen donnait des orientations pour la nouvelle mécanique une méthode pour comprendre et interpréter le réel qui est non séparable. Le pendule de Foucault et l'expérience EPR nous ont contraint à dépasser nos notions habituelles de l'espace et du temps.

Les savants de l'école de Copenhague ont trouvé la nécessité de placer l'homme au cœur de la connaissance scientifique. La pensée de Protagoras à ce sujet est encore d'actualité

¹⁸⁰ Trinh Xuan Thuan, *Les mélodies secrètes, ...et l'homme créa l'univers*, Fayard, Paris, 1988, p. 337.

¹⁸¹ *Id.*,

lorsqu'il dit *l'homme est la mesure de toute chose*. C'est son activité sur la nature qui lui donnait lui les moyens d'apprendre par l'expérience. La réalité n'est pas déjà tout faite, c'est l'être humain qui la crée. Malgré les difficultés que l'humain éprouve à déceler la véritable nature de la matière, il doit tout de même s'appuyer sur l'expérience, avoir la maîtrise du réel. Cette volonté remonte depuis Eudoxe qui pensait déjà en son temps que : « *La raison pure elle seule n'était plus suffisante de pour cerner la réalité.* »¹⁸² Cette mise en exergue de la connaissance scientifique n'avait pas empêché Albert Einstein d'avoir confiance en l'intuition. Il se trouve que la connaissance déductive était le chemin rassurant pour parler valablement du réel.

La physique classique ignorait ce qui se passe après le mur de Planck. Une brève incursion derrière ce mur pour certains scientifiques, ferait découvrir un univers chaotique. Il se cache une réalité encore inabordable, cette science, qui était jeune cherchait une orientation pour la communauté des savants. Les chercheurs de l'école de Copenhague étaient restés unanimes sur le fait que la mécanique quantique annule la causalité et que ses prédictions accordaient un rôle majeur aux variables aléatoires. Mais la spécificité était que ces prédictions étaient toujours confirmées par des expériences du laboratoire. Ainsi, Georg Wilhelm Friedrich Hegel postulait que l'être humain avait les moyens de devenir maître de l'univers malgré sa complexité, aussi écrivait-il, « *l'essence tout d'abord cachée et fermée de l'univers, n'a pas la force suffisante pour résister au courage de connaître.* »¹⁸³ L'homme est l'unique être de tous les instants qui manifeste et exprime par sa curiosité les limites de la nature. On observe la dynamique des recherches scientifiques dans ce sens qui vise l'amélioration des conditions de son existence. On peut voir l'attitude réductionniste de la science occidentale qui voulait se réduire la réalité formelle. Mais, l'ouverture qu'offrait la mécanique quantique montrait que la réalité est indivisible et abstraite, ce qui a permis de connecter le monde comme un seul village. Cette évolution avait donné l'opportunité à Trinh Xuan Thuan de faire siens les propos d'André Malraux pour qui « *la science du XXI^e siècle sera spirituelle, ou ne sera pas.* »¹⁸⁴

Les grandeurs physiques macroscopiques d'un système physique étudié sont déterminées à chaque instant à partir de la connaissance de l'état initial ou bien la condition d'équilibre d'où le déterminisme de la physique classique. Les résultats à ce niveau concernaient la position et la vitesse d'un corps s'il est en mouvement, ou, s'il est au repos, donc ponctuel. Selon l'école de Copenhague, le réel est indivisible. La fonction d'onde ou le

¹⁸² *Ibid.*, p 21.

¹⁸³ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Leçon sur l'histoire de la philosophie. Introduction : système et histoire de la philosophie*, Gallimard, Paris, 1954, p. 18.

¹⁸⁴ Trinh Xuan Thuan, *op. cit.*, p. 339.

vecteur d'état, détermine, de façon unique et complète, l'état du système quantique étudié. Sa connaissance ne nous permet que d'attribuer une distribution de probabilité aux valeurs que peut prendre une grandeur physique lors de la mesure. C'est cela qui confère l'indéterminisme à la mécanique quantique du fait de l'impossibilité d'avoir position définitive.

Au regard de ces transformations observées autour de la matière, peut-on dire que la physique est tombée dans un délire total ? Heureusement nous répondrons par la négative. Les éléments quantiques à l'instar des atomes, des électrons, des protons..., sont des particules virtuelles et ne peuvent être vues directement par l'homme ordinaire. En revanche, à partir d'un dispositif expérimental, leur présence peut être déduite de façon indirecte. Nous pouvons admettre que les scientifiques de l'école de Copenhague ont fait un travail considérable pour donner un autre aspect visible de la matière. Malgré des réserves formulées par l'invétéré déterministe, Albert Einstein militait toujours pour l'existence d'une réalité indépendante du sujet connaissant. La physique moderne est venue recentrer l'homme et lui donne sa place de choix comme créateur de la réalité. Ces avancées scientifiques sur la nature de la matière semblent remettre en cause le réalisme métaphysique quant à l'origine de la matière. Pour les classiques l'essence de la physique se trouvait dans la métaphysique. Les progrès de la physique moderne semblent avoir déplacé les fondamentaux au sujet de l'origine de la physique.

3- Le réel microscopique ou objet de la métaphysique

Les problèmes que soulève la mécanique quantique se trouvent au centre de l'interprétation qu'il faut donner à la réalité en physique. Deux camps s'affrontent à ce sujet : l'école réaliste défendue par Albert Einstein et Erwin Schrödinger et l'antiréalisme défendu par les membres de l'école de Copenhague-Göttingen dont Niels Bohr fait d'office de pionnier. La querelle qui les oppose est plus métaphysique qu'épistémologique. Il s'agit de clarifier le cadre linguistique qui encadre les concepts utilisés. La réalité physique n'a pas la même signification lorsqu'on se trouve en physique quantique ou en physique classique. Pour la mécanique quantique, la réalité est abstraite, son expression est seulement connue après la mesure. Nous pensons que la complexité langagière de la mécanique quantique est causée par l'emploi des éléments du langage de la mécanique classique, ce qui est paradoxal. Parlant de cette ambiguïté langagière, Albert Einstein la considère comme symptôme de « *la maladie de la philosophie contemporaine.* »¹⁸⁵ Le second niveau permet de comprendre comment se comporte les particules lorsqu'on traverse le mur de Planck. La découverte de la mécanique quantique a

¹⁸⁵ Bernard d'Espagnat, *op cit.*, p. 325.

entraîné des conséquences multiples dans l'interprétation du réel. Des lois de Simon Pierre de Laplace à Albert Einstein en passant par Isaac Newton, l'essentiel de la mécanique classique était remis en question par le caractère purement probabiliste de la mécanique quantique.

Malgré les subtilités de la pensée dont fait preuve chacun des protagonistes, l'entente possible sur la nature de la réalité quantique était sortie des laboratoires scientifiques pour se trouver sur le champ philosophique. Nous qualifions de position métaphysique la position de différentes écoles de pensée de la mécanique quantique. Dans le contexte quantique, nous entendons par réalisme une position métaphysique qui prône l'idée de l'existence d'une réalité indépendante de la perception humaine et possédant des propriétés intrinsèques. À ce sujet, Albert Einstein affirmait que : « ... *la lune est là même lorsque je ne la regarde pas* »¹⁸⁶. Cette conception appartenant à la longue tradition classique avait fortement influencé la position d'Albert Einstein. Quant à l'antiréalisme, c'est une position métaphysique qui nie le réalisme. Le réel ne peut avoir une existence sans le sujet. Il existe un lien entre le sujet et l'objet. Les objets quantiques comme les électrons ou les atomes sont les entités théoriques.

Nous pouvons seulement avoir connaissance de la réalité quantique à travers un dispositif expérimental. Les défenseurs de la théorie de Copenhague pensaient qu'il y avait un lien indestructible entre l'observateur et l'observé. À ce niveau, il n'existe pas une franche rupture, à première vue, entre l'univers classique et l'univers quantique. Pour illustrer ce lien, Niels Bohr emprunte l'image de l'aveugle et sa canne. « *Le monde commence-t-il au bout de la canne de l'aveugle ? Non, dit Bohr. C'est grâce au bout de sa canne que le toucher de l'aveugle appréhende le monde et l'un et l'autre sont inextricablement liés.* »¹⁸⁷ C'est de la même manière qu'un expérimentateur est lié à l'objet à l'instant de la mesure. Il existe une certaine fusion entre le sujet et l'objet de telle façon qu'il est impossible de dire avec précision où commence l'un et où finit l'autre.

La mécanique quantique propose une description d'une réalité non physique, indivisible et non-locale, ce qui est contraire à celle qu'offrait la mécanique classique dont l'existence était déconstruite. On observe une divergence de vue dans la manière de concevoir la matière. Pour les philosophes, la matière est définie selon l'idée qu'ils en font dans le temps et l'espace. Les scientifiques au contraire, la définissent en fonction du traitement qu'ils lui appliquent. Dans ce nouveau champ, la particule est abstraite se trouve dans une espace méta-physique, elle est

¹⁸⁶ Michel Gondran et Alexandre Gondran, *op cit.*, p. 3.

¹⁸⁷ Manjit Kumar, *op. cit.*, p. 380.

partout à la fois grâce à son caractère ondulatoire. La mécanique quantique ne parle pas de la nature de façon formelle, plutôt de la connaissance que nous en avons. Cette interprétation réconforte l'ouverture vers la métaphysique moderne qui a la capacité de donner une description des phénomènes virtuels à l'instar des particules élémentaires. La particularité est qu'il y a un moyen pour connaître expérimentalement l'élément atomique de façon quantitative. Or, les essences dans le contexte classique étaient juste des suppositions qui devaient être admises comme vérité sans convocation de la démarche expérimentale.

Le réalisme métaphysique chez les Grecques avait donné naissance à des entités physiques dont les fondements reposaient sur une entité créée et éternelle. Dans ce champ de la physique macroscopique au contraire, le chercheur était censé décrire les phénomènes physiques. Par contre, à l'échelle de Planck, il est impossible de parler de la réalité avant la mesure. Les débats autour de cette nouvelle conception de la matière sont controversés aussi bien pour les philosophes que les physiciens. Ils remettent en cause les fondamentaux quant à l'origine de la réalité. Le réel quantique est aujourd'hui le nouveau terrain métaphysique qu'il faut explorer. Il faut voir ici que la réalité microphysique est au-delà de la matière c'est-à-dire de la réalité palpable. Sa connaissance n'est possible que par des outils abstraits, même s'il est vrai que son action peut être aussi physique. C'est le cas du développement des technologies de l'information et de la communication dont la matière première met en scène l'aspect ondulatoire du réel.

Les pères fondateurs de la physique moderne, Albert Einstein, Max Planck, Niels Bohr, Max Born, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger et Wolfgang Pauli se sont divisés quant au sens de la réalité physique. Toutefois, les savants regroupés sous le nom de l'école de Copenhague nient l'existence des *choses en soi*. Ils ont emprunté le courant positiviste selon lequel le dispositif expérimental seul décide de ce que nous devons voir. La non-existence des particules avant la mesure pose ici un problème philosophique. Car, l'existence que nous avons de l'électron est abstraite. À ce sujet, Abner Shimony parle de « *la métaphysique expérimentale*. »¹⁸⁸ Il est possible qu'à partir du formalisme mathématique qui n'a aucun rapport avec la matière de justifier sa présence, la connaissance du système quantique valable pour tout individu en possession de son bon sens. Le savoir au niveau quantique reste plus élitiste. La difficulté qu'offre l'interprétation de la mécanique quantique pousse Erwin Schrödinger à se prononcer pour l'abandon des concepts classiques de position et quantité de mouvement lié au

¹⁸⁸ Jean Bricmont et Hervé Zwirn, *Philosophie de la mécanique quantique*, Paris, Vuibert, 2015, p. 15.

relation d'indétermination de Werner Heisenberg étant entendu que ces concepts ne garde plus la même pertinence.

En septembre 1927, Niels Bohr présente à la communauté scientifique sa thèse de la complémentarité en physique quantique qui stipule que les natures ondulatoires et corpusculaires des particules élémentaires quoiqu'exclusives ne sont pas contradictoires mais complémentaires. Il est impossible d'avoir en même temps, comme cela se faisait en physique classique la description causale et la description spatio-temporelle d'un phénomène quantique. Mais, les savants de l'école de Copenhague convenaient que la relation d'indétermination découle du principe de complémentarité. Certes, les dispositions de Copenhague sont d'un goût amer, s'agissant des défenseurs de l'école réaliste dont Albert Einstein était la figure de proue et n'accordait aucun crédit à ces dispositions. Malgré ses objections formulées sans argument scientifique solide. L'interprétation de Copenhague-Göttingen deviendra une action transformatrice standard et révolutionnaire de la physique quantique.

La physique moderne vient établir la possibilité d'action à distance d'une réalité virtuelle et objective. Les travaux scientifiques de Louis de Broglie sur la matière avaient également confirmé que cette nature double de la matière, à savoir ondulatoire-corpusculaire, se vérifie aussi au niveau macroscopique. Avec Albert Einstein, nous avons vu que la matière est l'énergie, celle-ci se situe dans tous les composantes de la matière et ce indépendamment de nous. Nous pouvons comprendre la démarche de Pierre Meinrad Hebga qui mène une réflexion sur les questions de son environnement en proie à certains phénomènes dit paranormaux. Seulement, ayant la maîtrise suffisante des concepts de la physique classique, il tentait de répondre à la question « *qu'est-ce que la matière ?* » En convoquant les fondamentaux de la physique moderne.

Il faisait également preuve de la connaissance de l'influence électromagnétique sur la matière par la théorie des champs. En convoquant Karl Popper, Pierre Meinrad Hebga faisait remarquer des mutations à l'intérieur des phénomènes atomiques que : « *La perturbation provient de la découverte de nouvelles sortes de forces particulièrement les forces nucléaires à courte portée, que l'on ne peut réduire à des forces électromagnétiques ou gravitationnelles.* »¹⁸⁹ Cette observation du prélat illustre déjà la possible action à distance entre deux entités à cause du principe de la non-séparabilité de la matière en mécanique

¹⁸⁹ Meinrad Hebga, *La rationalité d'un discours africain sur les phénomènes paranormaux*, Paris, L'Harmattan, 2012. p. 179.

quantique sans un organe témoins. On peut solliciter le concept d'intentionnalité pour justifier la relation entre le sujet et l'objet. Dans ce contexte, l'intentionnalité peut permettre de comprendre que les états de conscience qui se manifestent en termes de pensée orientée vers quelque chose, et dont les actions sont tournées vers un objet ou un sujet, peuvent donner lieu de répondre aux influences phénoménologiques distantes sur l'humain.

Le principe de localité étant violé dans le contexte quantique, il est possible de comprendre que la physique moderne dispose des arguments pour expliquer la métaphysique de l'action à distance. Nous avons relevé que le pendule de Foucault était mu par un mouvement interplanétaire. Cela avait permis de conclure que tous les éléments de la nature sont en corrélation. La pensée, le langage sont l'expression des microparticules, ils peuvent être perçus comme une fonction d'onde. On peut admettre que l'humain qui exerce l'activité de pensée orientée vers quelque chose ou vers son semblable puisse perturber son état mental. Ici, la physique quantique confirme dans un cadre expérimental, que la présence du sujet est un prolongement de l'objet. Dans ce contexte, le corps humain se comporte aussi comme un récepteur qui reçoit naturellement le rayonnement quantique émis par l'ensemble de l'univers et qui est censé influencer d'autres composantes de l'univers parmi lesquels l'humain. Voilà pourquoi, il est possible de remettre en cause le concept *d'ombre* comme instance habitant l'homme, capable de produire certains phénomènes paranormaux.

Nous comprenons que Pierre Meinrad Hebga avait voulu construire un corps spirituel doté d'un pouvoir extraordinaire capable d'agir sur la matière. Il appelle « *l'ombre ou instance ombre, c'est-à-dire à la personne comme agile et maîtresse du temps et de l'espace conviendrait également le concept image de champ.* »¹⁹⁰ Notre démarche heuristique nous permet d'évacuer l'existence d'un statut indicible en l'humain capable de poser les actes dans le monde réel. Le cerveau humain est le siège où s'élabore toute activité de pensée et du langage, susceptible d'avoir une influence sur un autre vivant et son environnement. Sur le plan quantique, la pensée est une réalité non physique qui peut aussi être quantifiable par les lois statistiques de probabilité au même titre que l'atome. Nous avons vu que l'homme a seulement la connaissance de l'électron sa nature n'est pas formelle son existence fantôme est controversé pour d'autres savants. Cette interprétation a pris du temps à être acceptée par la communauté scientifique.

¹⁹⁰ *Ibid.*, p. 190.

Notre regard sur l'action à distance était d'attribuer à *l'ombre* un pseudo pouvoir qui, de notre point de vue, serait vide de sens si l'on s'en tient au développement de la mécanique quantique. Il se trouve que le paradoxe EPR sur les éléments intriqués permet de justifier la relation susceptible d'avoir lieu entre deux sujets. Les expériences de laboratoire au sujet des particules élémentaires violent le principe de localité. La plupart de cas, les situations de *paranormalité* avaient toujours une relation directe ou indirecte entre l'émetteur ou le manipulateur et le récepteur ou la victime. Cette posture exprime un transfert d'information ou de radiation vers un objet récepteur en proie à une certaine influence de la part du sujet émetteur. Elle est comparable aux particules intriquées.

Nos états intentionnels sont susceptibles de produire des actes à distance, voire de créer une certaine réalité, Le phénomène *d'ombre* pourrait donc être perçu comme le reflet de la puissance combinatoire et intégrative des événements cérébraux dont l'effet peut se manifester à distance en tant qu'une réalité virtuelle voire physique. Le prix Nobel de médecine Gerald Edelman affirme que « *si notre description scientifique du monde porte sur la nature, notre créativité reflète l'aptitude de notre cerveau à donner naissance à une seconde nature.*»¹⁹¹ C'est à ce niveau que se trouve la controverse, autour d'un état mental qui se projette en toute liberté à l'extérieur, « *si tout acte de perception est à un certain degré est un acte de création, et tout acte de mémoire est à un certain degré un acte imaginaire,*»¹⁹² poursuit le prix Nobel Gerald Edelman. On peut comprendre l'instance *d'ombre* n'est rien d'autre que la production mentale du cerveau d'un état intentionnel.

À ce titre, nous ne pouvons plus admettre l'action à distance sur le sujet humain comme un phénomène mystérieux. Au contraire, le développement de la physique théorique montre qu'il s'agit d'un phénomène scientifiquement démontrable. Car, tout corps est susceptible de produire un état intentionnel que les physiciens appellent le rayonnement. Alain Aspect avait démontré que, quelle que soit la distance, les atomes intriqués sont corrélés. De même, cette corrélation existe bel et bien sur le plan macroscopique. Voilà ce qui peut donner sens à la nature des phénomènes *dits paranormaux* sur le plan épistémologique.

En convoquant la neurobiologie, Trinh Xuan Thuan soutient que le concept de réalité n'apparaît qu'aux êtres de mêmes espèces, doté du même système neuronal, mais cette réalité n'est pas identique chez tous les êtres d'espèces différentes. Si cette affirmation est crédible, il

¹⁹¹ Gerald Edelman, *La science du cerveau et la connaissance*, Paris, Odile Jacob, 2007, p. 120.

¹⁹² *Ibid.*, p. 121.

est possible tout de même de relever une certaine différence quant à la capacité des humains à connaître. Voilà pourquoi, « *Schopenhauer estime que la connaissance dépasse la représentation.* »¹⁹³ Mais, également dans le contexte de non-localité, le sujet influence l'objet. Les phénomènes de *paranormalité* sont en rapport avec le contexte culturel et social du sujet. Ainsi, il est nécessaire de faire une psychanalyse du sujet afin d'établir une distinction nette entre ce qui est tenue pour réalité et des pseudo-représentations qui n'ont aucune existence intrinsèque.

Nous avons l'impression que l'auteur de la thèse sur *La rationalité d'un discours africain sur les phénomènes paranormaux* avait bien cerné le problème de la réalité physique, mais voulait plus se pencher sur la dimension métaphysique au sens classique pour justifier sa position sur la réalité physique. Or, les avancées de la mécanique quantique donnaient lieu d'évacuer la question *paranormalité*, autour de certains phénomènes physiques dont l'observateur considérait comme une réalité locale. L'étude du quantum accorde les éclairages sur la situation du réel physique, parce que la réalité est inévitablement modifiée par le système neuronal qui la reçoit. De même qu'il existe une interaction entre l'observateur et l'observé. À ce jour, on trouve qu'il existe une relation directe entre une pensée et une réaction physique cohérente. La physique classique avait donné naissance à la physiologie avec des lois déterministes. En revanche, la physique moderne a favorisé l'émergence d'un système de santé sur des principes abstraits avec l'usage d'éléments atomiques et subatomiques, partant sur l'effondrement des barrières sujet et objet, corps et esprit. Le monde intérieur et le monde extérieur établit un lien direct entre tous les éléments de la nature.

Le débat Bohr-Einstein sur la question de la réalité permettait d'admettre que la physique est susceptible d'avoir également connaissance des choses abstraites. Aussi, pensons-nous que les phénomènes dits paranormaux ont un sens et une interprétation logique en mécanique quantique, leur matérialisation abstraite obéit à une distribution de probabilité statistique. Quant à leurs manifestations sur le plan macroscopique, l'interprétation est au-dessus de l'homme ordinaire. Il n'est pas aisé d'admettre les phénomènes d'intrications entre deux sujets bien distants. Werner Heisenberg parlant de la biologie affirme que : « *des phénomènes à l'échelle humaine sont gouvernés par des processus qui concernent les atomes isolés. C'est le cas lors des processus de l'hérédité.* »¹⁹⁴ Les corps biologiques se comportent comme des sources de radiation ou de spectre susceptible de perturber positivement ou

¹⁹³ Yves Pélicier, « L'origine » in *Les origines*, Philippe Brenot (dir), Paris, L'Harmattan, 1988, p. 26.

¹⁹⁴ Werner Heisenberg, *op. cit.*, p. 50.

négativement un autre corps, quelle que soit la distance. À partir de ces travaux, il est possible d'admettre une explication scientifique des phénomènes comme les lévitations. Nous avons vu la loi de gravitation universelle de Isaac Newton est resté célèbre pendant la période classique mais aussi des améliorations apportées par la théorie de la relativité d'Albert Einstein qui avait une meilleure compréhension de la nature. Dans les deux cas, nous comprenons qu'en l'absence d'interaction, le corps peut rester dans l'espace.

Niels Bohr, au regard des divergences qu'offraient l'interprétation de la mécanique quantique, insiste toujours sur le fait que les connaissances scientifiques exigent une description qui ne prête pas à équivoque. La physique classique avait isolé l'objet du sujet compte tenu de ses rapports qu'il avait vis-à-vis de la nature. Cette approche était confortable pour l'homme ordinaire. Mais, des suppositions d'une connaissance fondée sur la seule intuition intellectuelle étaient totalement rejetées. Le point culminant des deux écoles réaliste et antiréaliste comme nous avons vu fut l'interrogation formulée par Albert Einstein et ses assistants, à savoir : la description de la réalité physique par la mécanique quantique peut-elle être complète ? Cette préoccupation traduit les réserves qu'Albert Einstein avait quant à la nature de la réalité physique abstraite. À l'inverse, Albert Einstein croyait avoir la présomption d'accès à la nature des choses mêmes, c'est cela qu'il l'amène à l'affirme selon laquelle la vitesse de la lumière était une constante. Il met ainsi à l'épreuve la théorie quantique par rapport à l'expérience de pensée. Malheureusement, les résultats de l'expérience ont évacué cette hypothèse qui s'appuyait seulement sur sa seule conscience. Il se trouve que *la nature aime à se cacher* comme le disait Héraclite.

La description quantique par la fonction d'onde exprime aussi l'aspect métaphysique en physique théorique. Il ne faut pas penser ici que la probabilité des lois statistiques peut conduire à l'expression de quelque chose de concret, elle a une nature indicative. Le résultat de la réduction de paquet d'onde qui est perceptible par l'observateur en termes de probabilité. Cependant, en faisant une autre mesure, on aura toujours une réduction de paquet d'onde différent de la précédente mesure. Si on poursuit cet exercice, on aura toujours une mesure différente. Voilà pourquoi Hug Everett III a parlé d'états relatifs pour justifier les mondes multiples. Ces états quantiques sont perçus par Heisenberg comme des potentialités. Abner Shimony affirme à ce sujet que :

Heisenberg a tiré de la mécanique quantique une thèse métaphysique qui est profonde et radicale : que l'état d'un objet physique est une collection de potentialité.

*Mais sa découverte est incomplète, en ce sens que la transition de la potentialité à l'existence reste mystérieuse.*¹⁹⁵

Cette position de Werner Heisenberg montre que les résultats de la mesure ne sont possibles qu'à travers un formalisme mathématique. Cependant il présente toujours une connaissance partielle. Il n'est donc pas possible d'envisager un quelconque résultat exact dans la description de la réalité quantique.

En observant la démarche de Niels Bohr, il développe une certaine prudence quant à l'interprétation de la réalité microscopique, voilà pourquoi nous sommes en droit de le taxer d'expérimentaliste dans la mesure où il s'entoure des précautions avant de se prononcer sur la nature de la réalité. Les connaissances sont fondées sur les faits, c'est-à-dire sur l'expérience des phénomènes de la nature pour lequel la métaphysique classique ne pouvait formuler qu'un discours oiseux et spéculatif. Dans le contexte quantique, la nature de la métaphysique contemporaine donne lieu d'avoir une connaissance des réalités virtuelles de façon expérimentale. À ce niveau, la métaphysique moderne donne l'opportunité de connaître quantitativement les phénomènes abstraits et de les décrire objectivement, c'est ce que Bernard d'Espagnat avait qualifié d'objectivité au sens faible. Il n'est pas possible de séparer le sujet de l'objet, dans le cadre quantique, ils sont un.

¹⁹⁵ Abner Shimony, « Réflexion sur la philosophie de Bohr, Heisenberg et Schrödinger » in *Journal de physique Colloques*, 1981, p. 87.

CHAPITRE V : VERS UNE TRANSITIVITÉ ENTRE MÉTAPHYSIQUE ET MICROPHYSIQUE

Les travaux de la microphysique ont apporté des éléments complémentaires dans la conception de la réalité physique en science. Les dispositions méthodologiques dans la physique atomique montrent la possibilité pour l'humain de quantifier la réalité non physique et par-dessus tout comme une composante métaphysique. Dans ce chapitre, nous allons tenter d'établir une relation entre métaphysique moderne et microphysique.

A- INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DE LA RÉALITÉ QUANTIQUE

Les physiciens classiques ont longtemps entretenu un idéal de savoir, d'une théorie parfaite sur la réalité en physique. Il prétendait prévoir tout ce qui pouvait arriver et pensaient la matière selon les principes de causalité. Dans cette configuration, la réalité physique était essentiellement une réalité individuelle et locale. L'objet de la mécanique quantique étant microscopique, il en découle que les principes généraux appliqués aux corps matériels ne sont plus tenables. Cette nouvelle interprétation est devenue étrange dans la conception du réel atomique qui ne renvoie plus à une réalité formelle.

1- Le principe de complémentarité

Avec l'avènement de la mécanique moderne, l'activité des physiciens quant à la nature du réel était au centre des polémiques sans fin. La nouvelle conception de la matière reste assez difficile pour l'homme ordinaire. Ainsi, admettre l'hypothèse qu'un élément microscopique d'être à deux endroits à la fois est paradoxal, voire un événement impossible pour la mécanique classique. Niels Bohr, figure de proue de l'esprit de Copenhague, justifie la fluctuation que prend les particules élémentaires par le concept de complémentarité. En 1927, Niels Bohr expose sa thèse de complémentarité en mécanique quantique à la communauté des savants qui stipule de manière sommaire que la nature ondulatoire et corpusculaire d'une particule élémentaire quoiqu'exclusives ne sont pas contradictoires mais complémentaires, en d'autres termes, il est impossible d'observer les deux aspects de la particule simultanément avec précision comme ce fut le cas en mécanique classique.

Il est important de rappeler le contexte d'émergence de ce concept. Les débats autour de la réalité en physique préoccupaient les scientifiques dans un environnement en crise qui se situe au début du XIX^e siècle. Les lois d'Isaac Newton considérée pour l'unique modelé vrai n'était plus applicables à l'infiniment petit, il était nécessaire de mettre en place un cadre normatif permettant de répondre aux nouveaux défis que posaient la physique atomique. Albert Einstein, dans une vision déterministe, considérait que la mécanique quantique est inachevée, l'indéterminisme de son point de vue était dû à l'absence de certains paramètres qui seraient un jour susceptibles d'être trouvés. La position d'Albert Einstein idéaliste à ce niveau relevait aussi d'une simple intuition intellectuelle.

Parfois, les précurseurs dans le développement d'une théorie sont souvent vite oubliés, c'est le cas dans l'idée de complémentarité. Il se trouve que les scientifiques étaient majoritairement préoccupés de donner une description aux éléments atomiques en tant réalité physique. Vers la fin 1920, Paul Dirac se lance dans la recherche des équations pouvant décrire le comportement des microparticules. Il emprunte la théorie de la relativité restreinte d'Albert Einstein dans l'optique de contourner les équations de Isaac Newton. En fin de compte, il aboutit à un résultat paradoxal comme l'affirme Gabriel Chardin « *Après quelques tâtonnements, Dirac parvint à écrire une équation qui avait pratiquement la même forme que l'équation de Schrödinger, Mais il s'est aperçu qu'à chaque solution positive qu'elle lui fournissait, on pouvait associer une solution négative.* »¹⁹⁶ Paul Dirac était ainsi préoccupé par la recherche de symétrie. Le résultat de l'équation de Paul Dirac avait deux grandeurs l'une positive, l'autre négative. Ces solutions posaient déjà un problème majeur aux chercheurs à savoir, l'instabilité dans la nature de la réalité des microparticules. Ce qui modifiait nécessairement notre conception de la matière. De notre point de vue, Paul Dirac avait posé les jalons qui, à coup sûr, avaient influencé Niels Bohr plus tard pour développer le concept de complémentarité dans le comportement des particules élémentaires.

Que faut-il réellement entendre par complémentarité en physique ? Quelles sont les conditions de son émergence ? La complémentarité a été au centre des débats scientifiques sur la question de la théorie des quanta et l'avenir de la physique. Bernadette Bensaude Vincent rappelle qu'en septembre 1927, au Congrès International de physique et à Bruxelles lors du 5^e conseil de physique à Solvay, les scientifiques ont clairement défini le cadre normatif pouvant caractériser les aspects des particules élémentaires. Niels Bohr semblait bien maîtriser le

¹⁹⁶ Gabriel Chardin, *L'antimatière*, Paris, Flammarion, 1996, p. 15.

nouveau cadre d'expression de la physique atomique. Son orientation était traduite par trois idées essentielles.

L'existence de plusieurs descriptions nécessaires d'un même phénomène ;

L'idée qu'il existe des couples de descriptions mutuellement exclusives, qui ne peuvent être appliqués simultanément ;

L'idée que ni l'une ni l'autre n'est suffisante pour donner une explication exhaustive du phénomène en question, et que par conséquent, une description au sens classique est impossible¹⁹⁷

Voilà en quelque sorte les lignes directrices de l'évolution que la physique théorique devait emprunter pour se positionner comme une discipline purement scientifique. Il est vrai que le formalisme mathématique était au centre de ces débats. Pour reconforter la non-conciliation de la position et l'impulsion de l'atome. Niels Bohr, dans sa projection dans cet univers aussi complexe n'avance qu'une hypothèse personnelle. Aussi écrit-il « *j'espère que ce point de vue ne pourra que contribuer à concilier des conceptions apparemment contradictoires défendues par les différents physiciens.* »¹⁹⁸ Sa conjecture avait pris des allures de mise au point. Niels Bohr se donnait le courage de préciser que la complémentarité n'est pas fonction des insuffisances du dispositif expérimental ou une question de formulation théorique c'est-à-dire des insuffisances langagières. Mais, plutôt de la signification physique de la méthode de la théorie des quanta.

L'absence de trajectoire des particules élémentaires pose également un problème de localisation contrairement à la physique classique où les particules ont un point de départ. Il est impossible de connaître la position éventuelle en mécanique quantique. Nous avons vu que le principe de la réalité indépendante étant évacué et notre présence qui confère l'existence à la particule. Cette interprétation instrumentaliste de Copenhague a été instituée comme un principe absolu pour parler avec certitude des éléments microscopiques. L'aspect phénoméniste ici ne s'accommode pas au principe classique. Des éléments quantiques ont toujours ce double état lorsqu'ils doivent être représentés dans le laboratoire. Ainsi, la réalité physique dans ce cadre peut choquer certains esprits qui étaient habitués à la représentation classique.

La question de la réalité en physique reste par ce fait très préoccupante. La physique quantique ayant rejeté la causalité, il est impossible de décrire de façon distincte les éléments qui caractérisent une particule microscopique en mouvement. Dans le contexte moderne, le

¹⁹⁷ Bernadette Bensaude Vincent, « L'évolution de la complémentarité dans les textes de Bohr (1927-1939) ». In *Revue d'histoire des sciences*, tome 38, n° 3-4, 1985, p. 235.

¹⁹⁸ *Ibid.*, p. 236.

déterminisme n'a plus de place. En mécanique classique au contraire, l'état d'un système est défini par ses conditions initiales et finales. Dire qu'un système est déterministe signifie que son état à l'instant (t_0) est bien connu et il est possible prédire son état à l'instant ($t_0 + t$). Il se trouve que la mécanique quantique n'offre plus cette possibilité de prédictibilité. La connaissance de la position d'une particule élémentaire exclue nécessairement la connaissance de son impulsion.

Les physiciens, dans le contexte classique, étaient habitués à travailler en tenant compte de l'existence d'une réalité extérieure à l'observateur. Le rôle du physicien se limitait beaucoup plus à la description des phénomènes. Voilà pourquoi, « *la seule définition acceptable pour le physicien est que la causalité est la détermination rigoureuse de l'avenir par le présent, entraînant une prévisibilité parfaite.* »¹⁹⁹ Si la causalité reste de mise au sens de la réalité indépendante, les conditions de prédiction de l'état d'un système à un instant donné sont clairement déterminées. Or, dans le contexte de la physique atomique, une telle possibilité ne se présente jamais. Toute connaissance des conditions initiales est fondamentalement soumise à l'indétermination du fait même de la présence de l'observateur ou de l'instrument d'expérimentation. L'introduction des statistiques de probabilité est le moyen le plus crédible permettant de cerner la position éventuelle de l'atome dans une région de l'espace.

La complémentarité semble également être introduite dans le projet de mesures des particules élémentaires. La relation d'incertitude de Werner Heisenberg présente l'incapacité de cerner la réalité d'une particule au cours d'une même expérience. Roland Omnès affirme que : « *l'origine de la complémentarité réside dans la non-commutativité des projecteurs associés à des propriétés qui mettraient en jeu des observables différentes à un même instant, quand ces observables ne commutent pas.* »²⁰⁰ La base de réflexion renvoie à la physique classique. Le mouvement uniforme d'un corps était caractérisé par sa position en un temps donné et par sa vitesse. Au niveau corpusculaire, on ne peut parler à la fois de la position et d'impulsion au même moment. Dans l'impossibilité d'appliquer les conditions de la mécanique classique, il faut absolument avoir recours au principe de complémentarité qui caractérise sans aucun doute les aspects logiques des systèmes quantiques de la manière la plus spécifique. Certes, il faudra du temps afin de s'accoutumer à cette nouvelle considération de la matière. Mais la méthode paraît plus rationnelle.

¹⁹⁹ Louis de Broglie, *Continue et discontinue en physique moderne*, Paris, Albin Michel, 1941, p. 59.

²⁰⁰ Roland Omnès, *op. cit.*, p. 159.

Cette nouvelle description de la réalité au centre des controverses pose aussi des problèmes philosophiques. L'homme ordinaire reste suffisamment étonné des proportions que prend la réalité en physique quantique. La complémentarité semble néanmoins inévitable si on s'accorde que la mécanique quantique est complète, elle propose une description holistique de la nature. Louis de Broglie avait émis l'hypothèse selon laquelle, le comportement des particules élémentaires est identique au niveau macroscopique. Notre observation des phénomènes macroscopiques qui présente une certaine stabilité est une illusion optique de notre part.

La mécanique quantique a cette particularité d'avoir introduit en physique des êtres mathématiques nouveaux. Ces opérateurs mathématiques sont des objets idéels qui permettent d'exprimer des réalités abstraites. Platon voyait les mathématiques comme des objets purs, il leur attribuait le rôle de relais de l'univers. Le cas des électrons qui n'ont aucune matérialité sur le plan de la physique est illustratif. Dans cette perspective, la particule élémentaire est exprimée par la fonction d'onde qui n'est autre que l'expression d'une équation mathématique. Steven Weinberg dans le même sens que les autres scientifiques partagent la position de l'école de Copenhague-Göttingen selon laquelle les éléments corpusculaires ont une nature complémentaire au sens de Niels Bohr. Les éléments microscopiques à savoir la position et l'impulsion ne pouvant pas être connues de façon définitive comme cela se faisait dans le cadre de la mécanique classique. Voilà pourquoi Steven Weinberg trouve que « *la physique quantique a une interprétation relativiste de l'existence.* »²⁰¹

Niels Bohr avait tenté de généraliser la notion de complémentarité à l'échelle humaine. Contrairement à la physique classique, la présence de l'être humain était comme un élément perturbateur est plutôt revalorisé dans le cadre de la physique moderne. En sa présence, pensent les Classique, il impossible d'avoir une définition objective d'un phénomène. Ainsi, au niveau atomique tout tentative de séparation de l'objet et du sujet est impossible. Il existe un prolongement entre les deux entités : l'observateur et l'observé forment un tout inséparable. La complémentarité ici justifie la continuité qui existe entre les éléments d'un système de représentation. Par la complémentarité, Niels Bohr prétend lever le réductionnisme classique qui réduisait le sujet à un simple spectateur et l'objet physique comme une composante individuelle. En revanche, la complémentarité permet de résoudre le paradoxe des éléments

²⁰¹ Jean Walch, *op cit.*, p. 182.

exclusifs d'un même système, en montrant que cet état de chose n'est pas irrationnel mais plutôt normal.

Albert Einstein et ses épigones défenseurs du déterminisme, considéraient la théorie des quanta comme une science en gestation. Cette position semblait bien convaincre Erwin Schrödinger et Louis de Broglie qui tentèrent sans succès à résoudre cette énigme de la physique atomique. Niels Bohr en retour utilise la complémentarité pour répondre aux reproches s'agissant l'incomplétude formulée par Einstein, Podolsky et Rosen au sujet des états intriqués de la matière. Ces savants posaient la question de savoir si la mécanique quantique est capable de décrire la réalité physique. En convoquant le principe de complémentarité Niels Bohr démontre « *qu'il n'y a aucun arbitraire et que la mécanique quantique offre une description complètement rationnelle des phénomènes physiques tels qu'on les rencontre dans les processus atomiques.* »²⁰² À partir de cet instant on peut se permettre de dire que la physique classique était plutôt inachevée et donnait seulement une description partielle de la réalité.

La démarche de Niels Bohr sur la question de la réalité permet de remettre en cause l'expérience de pensée d'Albert Einstein et compagnie qui s'appuyaient seulement sur l'intuition intellectuelle. Du point de vue épistémologique, la généralisation de la complémentarité est une véritable promotion philosophique. Niels Bohr définit une position philosophique sur la réalité physique ; d'autre part il définit une nouvelle épistémologie. La méthode d'Albert Einstein permettant la description de la réalité présente une ambiguïté fondamentale. Ignorant l'irrationnel qui existe au niveau atomique. Albert Einstein ne savait pas que les états intriqués communiquent instantanément quelle que soit la distance qui les sépare. Les tests expérimentaux sur les états intriqués menés par John Bell et Alain Aspect ont donné la possibilité de redéfinir le concept de réalité. Cette circonstance, dit Niels Bohr, « *impose une révision radicale de notre attitude en ce qui concerne la réalité physique.* »²⁰³ La complémentarité s'illustre comme une nouvelle philosophie issue de l'échec des expériences classiques à l'échelle atomique. Les théoriciens de l'école de Copenhague-Göttingen auraient signé la condamnation de la tradition réaliste avec l'évolution de la physique quantique.

La considération que la physique contemporaine a attribuée à la réalité semble essentiellement anthropocentrique. L'état des connaissances que nous avons de notre univers actuel montre « *qu'il existe depuis 15 milliards d'années.* »²⁰⁴ Et « *que la vie y est apparue il y*

²⁰² Bernadette Bensaude Vincent, *op. cit.*, p. 241.

²⁰³ *Ibid.*, p. 242.

²⁰⁴ Jean Walch, *op. cit.*, p. 194.

a quelque 3,5 milliards d'année. »²⁰⁵ L'univers avait donc une constitution toute faite. Cependant la difficulté se trouve au niveau où la science classique s'est limitée à la réalité indépendante, c'est-à-dire à l'observation des phénomènes macroscopiques si bien que la représentation que nous avons des objets de la nature est restée calquée sur le réalisme classique sans se préoccuper de l'infiniment petit. Nous pouvons récuser la position d'Emmanuel Kant selon laquelle le temps et l'espace constituent le cadre *a priori* de la sensibilité. Son hypothèse est seulement favorable au niveau de la perception du sens commun où l'intuition naturelle peut avoir un sens. Jean Walch est constant, selon lui, « *le temps et l'espace ne sont pas des concepts mais des structures uniques, car il n'y a qu'un temps et un espace pour tout l'univers.* »²⁰⁶ C'est d'ailleurs cette structure qui donne l'opportunité de remonter vers l'atome primordial.

La recentration de l'humain comme élément essentiel de l'univers a donné lieu d'avoir une connaissance de l'univers fondée sur l'accord intersubjectif. Cette ouverture offre une compréhension plus élaborée de ce qu'est la réalité. À l'échelle de Planck dont le temps caractéristique est 10^{-43} secondes, nos intuitions ne peuvent rien dire sur la nature des choses. La réalité est décrite selon les idées orthodoxes de l'école de Copenhague. Bernard d'Espagnat, à ce niveau souligne la controverse, voire l'ambiguïté du formalisme quantique. En s'appuyant sur la position de la réalité quantique de Niels Bohr, « *on ne saurait exhaustivement décrire par la spécification des valeurs d'un seul jeu de grandeurs dynamiques simultanément mesurables.* »²⁰⁷ C'est la complémentarité qui est la conséquence directe du formalisme quantique. Le niveau de fluctuation ne permet pas la stabilisation possible des grandeurs dynamiques tout au plus, on peut avoir la position et non l'impulsion.

Le principe de complémentarité au niveau atomique permet d'éviter toute l'interprétation classique des phénomènes se rapportant sur les questions de causalité et du déterminisme. Niels Bohr rejette la description des objets indépendants des moyens d'observation. La relation d'incertitude de Werner Heisenberg se manifeste à chaque instant sur les éléments atomiques et prouve ainsi la difficulté d'une séparation possible entre le sujet et l'objet. En voulant promouvoir une nouvelle épistémologie, Niels Bohr veut ainsi remplacer le principe de causalité de la physique classique. Il conduit « *à prêter à la complémentarité la fonction explicative,* »²⁰⁸ de la relation d'incertitude de Werner Heisenberg. Il se trouve que les quantités conjuguées ne peuvent pas être fixées de façon définitive avec une grande précision.

²⁰⁵ *Ibid.*, p. 139.

²⁰⁶ *Ibid.*, p. 113

²⁰⁷ Bernard d'Espagnat, *op. cit.*, p. 240.

²⁰⁸ Bernadette Bensaude Vincent, *op. cit.*, p. 243.

C'est plutôt l'aspect complémentaire qui permet au moment de la mesure des particules atomiques d'avoir la position ou l'impulsion mais pas les deux à la fois.

La question fondamentale qui reste à la physique atomique est le langage, les concepts utilisés en mécanique classique sont restés valides dans le contexte atomique. La particularité est le contenu attribué à ces concepts qui ne décrivent plus la même réalité. C'est pour résoudre ces difficultés de langage que l'école de Copenhague s'est donnée la charge d'inventer l'art du discours condensé dans la complémentarité. Selon Werner Heisenberg « *le principe de complémentarité introduit par Bohr dans l'interprétation de la mécanique quantique a encouragé les physiciens à utiliser le langage ambigu plutôt que non ambigu, à utiliser les concepts plutôt vague en conformité avec l'indétermination.* »²⁰⁹ À première vue, le comportement des éléments atomiques à l'échelle de Planck est comparable pour l'homme ordinaire comme une zone de non droit si l'on se réfère à la mécanique classique à cause de l'absence de trajectoire. Au contraire, c'est une zone où le chaos et l'harmonie règnent. Cependant, l'incertitude qui persiste au niveau atomique donne lieu d'introduire la notion de variables aléatoires pendant la mesure pour avoir la probabilité de la localisation d'une particule microscopique.

2- Des points communs entre incertitude et probabilité

Grâce à la découverte de la physique contemporaine, l'être humain a eu une approche complémentaire de la réalité. Cette nouvelle ouverture vers l'infiniment petit a bouleversé la conception de la matière et a fait « *apparaître de nouvelles figures de la raison non réconciliable.* »²¹⁰ La découverte du principe d'incertitude a permis de reconnaître qu'il y a lieu de repenser la causalité qui était le principe fondamental pour décrire un objet. Cette nouvelle approche de la physique moderne a eu le mérite de faire voler en éclat l'interprétation physicaliste de l'univers qui se prévalait jusqu'alors comme la seule explication scientifique de l'univers. En revanche, la réalité quantique, n'ayant pas une existence formelle comme ce fut le cas avec la physique classique, tente de donner une description plus complète des phénomènes de la nature. Elle emprunte les objets mathématiques à savoir les statistiques de probabilité pour avoir un résultat interprétable physiquement. À cause de la double nature de

²⁰⁹ Werner Heisenberg, *op. cit.*, p. 238.

²¹⁰ Michel Bitbol, « Le corps matériel et l'objet de la physique quantique » in *Qu'est-ce que la matière ? Regard scientifiques et philosophiques*, dir Françoise Monnoyeur, Paris, La Flèche 2000, p. 189.

l'atome qui est à la fois onde et particule, quelles similitudes existe-t-il entre incertitude et probabilité ?

Depuis les travaux de Ludwig Boltzmann physicien et philosophe autrichien et Josiah Willard Gibbs physico-chimiste sur la matière, il s'est avéré que la connaissance d'un système est rendue possible par la formulation des lois de la physique statistique. Cependant, l'humain n'a que la connaissance superficielle de la nature qui l'entoure. Avec la découverte de la théorie des quanta, les scientifiques ont trouvé à juste titre d'abandonner la méthodologie traditionnelle selon laquelle pour décrire un phénomène, il fallait chercher la cause efficiente pour décrire les phénomènes de la nature. La démarche expérimentale avait donné la possibilité de comprendre qu'il existe un rayonnement au niveau atomique et, par ce fait, son énergie qui est émise de manière discontinue. À ce niveau, la relation d'incertitude justifie l'impossibilité d'avoir à la fois la position et l'impulsion qui sont des grandeurs complémentaires. Cette difficulté que présente l'élément quantique par la dualité onde particule limite notre capacité à saisir le réel dans sa totalité.

Cette fluctuation des microparticules à la fois onde et particule, qui se traduit par le rayonnement ne peut seulement être saisi qu'à travers un phénomène statistique. La particularité dans l'observation des éléments atomiques est qu'on ne parle pas d'incertitude au moment de la mesure. C'est en raison de cette incapacité à attribuer des grandeurs fixes que les scientifiques ont fait appel aux objets mathématiques, question de répondre logiquement à la connaissance des microparticules. Nous pouvons affirmer que la relation d'incertitude et les éléments statistiques de probabilité sont complémentaires et n'interviennent pas seulement à l'instant où il faut mesurer les phénomènes microscopiques. Il est impossible de parler de la nature des particules microscopiques a priori, à cause de leur nature fantomatique.

Le projet de l'humain de parvenir à la connaissance totale du réel a montré ses limites depuis la physique classique. C'est à partir des conventions qu'on tenait pour de vrai certains résultats en physique. Toute tentative de prendre la mesure d'un phénomène se solde par une approximation à cause du bruit ou de la perturbation qu'entraîne la présence du sujet ou l'instrument de l'expérience. La connaissance que nous avons de l'objet mesuré est toujours entachée d'une certaine incertitude. À ce sujet, Gaston Bachelard écrivait : « *l'objet mesuré n'est guère plus qu'un degré particulier d'approximation de la méthode de mesure.* »²¹¹ Dans

²¹¹ Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, J. Vrin, 1980, p. 213.

ce contexte, l'incertitude ne se rapproche pas de la probabilité mais plutôt de la méthode parce que le résultat escompté, quoique fini, n'obéit pas aux lois de probabilité.

Le développement de la physique moderne a sonné la fin de l'exactitude en science. C'est dans cette perspective que Karl Popper avance la thèse de la *verissimilarité*. Aucun système scientifique ne peut être décrit totalement. La physique atomique vient de donner l'occasion de panser les erreurs de la physique classique qui était jadis érigée en modèle vrai en physique. La description d'une particule élémentaire constituée d'un jeu de variables dynamiques, requiert une dualité de représentation mutuellement contradictoire. C'est la thèse de la complémentarité émise par Niels Bohr. Il se trouve que la connaissance des particules élémentaires relève toujours d'une approximation à partir des variables statistiques.

L'introduction des variables aléatoires dans la physique contemporaine participe de ce que leur description ne repose pas sur un espace intuitif. La trajectoire de la particule élémentaire n'est pas connue d'avance. Voilà pourquoi, les physiciens ont emprunté les outils mathématiques pour palier à cette insuffisance. Le système quantique n'est connu qu'en termes de probabilité à l'origine. Mais, la mise en place des lois de cette mécanique obéit au principe aléatoire qui avait été querellé par les pères fondateurs de cette physique théorique. Werner Heisenberg justifie l'introduction des statistiques de probabilité en physique quantique parce que l'on ne connaît qu'incomplètement les systèmes physiques dont il est question. Il est donc impossible, dans un contexte d'incertitude, de prétendre une description quasiment totale des particules élémentaires.

La théorie de la connaissance classique s'est juste limitée à la description de la réalité extérieure locale et perceptible par tous. Il y a lieu de remarquer que les savants de cette période n'avaient pas les outils nécessaires pour accéder et traverser l'échelle de Planck. Avec la mécanique quantique, les physiciens ont remonté le temps jusqu'à l'échelle de l'atome primordiale qui est comparable à l'atome d'hydrogène dont le diamètre est égal à la longueur de Planck soit 10^{-33} centimètre. Il se trouve qu'à ce niveau, il n'y a plus le temps comme Emmanuel Kant l'avait défini. À ce niveau, Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard affirmaient que : notre monde actuel,

se brise. Le temps cesse d'exister. Les concepts d'avant, de maintenant et d'après perdent toute signification. Séparé de son partenaire, l'espace n'est plus qu'une

*mousse quantique informe, sa courbure et sa topologie deviennent chaotique et ne peuvent être décrite en termes de probabilité.*²¹²

En somme, au niveau infinitésimal, tout est aléatoire. C'est un espace contre intuitif qui ne répond plus aux lois finis de la mécanique classique, seule la loi de probabilité nous donne la probable localisation d'une particule élémentaire à un instant donné pendant l'opération de mesure.

Il est difficile dans ce contexte, d'envisager une description exacte du réel microscopique. À cause de la fluctuation permanente, absence de trajectoire, et l'incapacité d'avoir une position exacte de la particule qu'on veut mesurer. Le constat que nous faisons est le suivant la description des particules ne se fait pas exactement comme dans la physique classique parce qu'elle dispose une dimension ondulatoire qui par le passé était ignoré. C'est l'expérience qui décide ce que nous devons dire de la nature. Etant donné que la relation d'incertitude gouverne les particules élémentaires, elle est suffisante pour éviter toute contradiction logique entre les différents états des particules. Ce n'est qu'à partir des statistiques de probabilité que nous pouvons supposer localiser la particule en un point quelconque de l'espace. À ce sujet, Werner Heisenberg affirme :

*Les lois de la théorie quantique doivent être de nature statistique. Voici un exemple : Nous savons qu'un atome de radium peut émettre des rayons α , la théorie des quanta est capable d'indiquer, par unité de temps le degré de probabilité, pour la particule α , d'abandonner le noyau, mais elle ne peut prévoir le moment précis de cet évènement, lequel est indéterminé par ce principe.*²¹³

Notre connaissance actuelle nous permet d'avoir la maîtrise des éléments atomiques qu'à travers le formalisme mathématique. La proximité qui existe entre la relation d'incertitude et la probabilité se fonde sur l'incapacité pour l'observateur de fixer l'atome et de lui attribuer une position définitive dans l'espace. On peut dire que cette conception est rétrograde et ne peut être valide dans le monde quantique où tout est en mouvement. Les objets mathématiques nous renseignent sur sa probable position à l'instant de la mesure. En dehors de cette opération de mesure, il est impossible de parler objectivement des particules élémentaires.

La physique contemporaine donne l'opportunité de mieux comprendre des questions qui se rapportent à l'échelle de l'être humain. Les sciences du vivant essayent de justifier, à l'aide de la physique quantique, les fluctuations qui occasionnent les mouvements des vivants. À titre

²¹² Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard, *op. cit.*, p. 46.

²¹³ Werner Heisenberg, *idem.*, p. 48.

d'illustration, le principe d'incertitude préoccupe bien des scientifiques. En l'occurrence, le biologiste Jacques Monod pense que nous sommes dans l'univers par un pur hasard ainsi affirme-t-il : « *L'homme est plongé dans l'immensité dans l'indifférence de l'univers où il a émergé par hasard.* »²¹⁴ Pour ce biologiste, il est impossible, de dire avec certitude, pourquoi nous sommes à un point et non dans l'autre. Nous avons été habitué à observer les éléments de la nature à partir des conditions initiales et finales ce qui nous permettait de décrire avec une extrême précision des phénomènes observés. Tel était le projet de la mécanique classique. Les similitudes qu'offrent la physique à la communauté scientifique en particulier, et à l'homme ordinaire d'avoir une ouverture d'esprit quant à la conception de la matière dont la mécanique quantique vient modifier nos schèmes de représentation de la réalité ; ceci grâce à la valorisation d'une réalité non physique.

Certes, certains scientifiques, à l'instar d'Albert Einstein et Erwin Schrödinger, persistent à décrire les éléments atomiques de façon réaliste. Ceux-ci considéraient la mécanique quantique comme un système incomplet et n'entendaient pas évacuer la causalité au profit d'un système de probabilité. Mais, cette interprétation répondait au principe expérimental qui donnait une meilleure lecture des phénomènes de la nature dont la mécanique quantique offrait une description holistique. Bernard d'Espagnat considère que ces « *scientifiques ne faisaient pas la distinction entre l'objectivité forte et l'objectivité faible dans leur esprit.* »²¹⁵ Selon eux, la nature ne pouvait pas fondamentalement être décrite de manière aléatoire. Voilà pourquoi, ils n'accordaient du crédit ni au principe d'incertitude ni aux probabilités pour décrire le réel.

Les théoriciens de la mécanique atomique fondent la connaissance des microparticules sur le principe expérimental. En convoquant une fois de plus l'expérience des fentes de Young, nous avons noté qu'en envoyant un photon sur ces fentes, en l'absence de l'observateur, il était impossible de savoir par quel fente le photon est passé. En présence de l'observateur, il observe un photon. Son expérience traduit la nature onde-particule du photon et par extension, tous les éléments microscopiques dont la mesure conditionne le sujet physique à se mouvoir comme particule. Enfin de compte, l'observateur qui regarde sur l'écran verra seulement les tranches d'interférences toute chose qui confirme la double nature des particules.

²¹⁴ Jacques Monod repris par Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard, *idem.*, p. 62.

²¹⁵ Bernard d'Espagnat, *idem.*, p. 37.

La place de l'humain est fondamentale en physique quantique parce qu'il existe une interaction entre l'observateur et l'observé. L'expérience dite du chat de Erwin Schrödinger justifie à suffire l'impossibilité de décrire objectivement l'état d'un système avant la mesure. Et dans le contexte quantique les particules s'entre choquent dans un chaos permanent. Son expérience de chat mort et chat vivant et la résolution de l'équation qui porte son nom, permettent de prédire le résultat statistique en un instant donné. De son point de vue, la notion du temps est primordiale. Voilà pourquoi, il pensait qu'il n'est pas possible de décrire, avec précision, à une date donnée l'instant où on trouvera le chat vivant ou mort. À ce sujet, les frères Michel et Alexandre Gondran affirment que, « *l'équation de Schrödinger est incomplète pour décrire un phénomène individuel et ne prédit que la statistique d'un ensemble de particules.* »²¹⁶ Dans cette démarche nous comprenons que le réalisme naïf n'a plus droit de cité dans l'infiniment petit à cause de l'incapacité à décrire les éléments de façon objective, sauf au sens faible.

Le principe de superposition des états de la matière peut bien expliquer l'incapacité pour Erwin Schrödinger de parvenir à une solution qui répond favorablement à ses aspirations. Albert Einstein, dans cette perspective, n'admettait pas l'état intriqué comme un état pouvant décrire le comportement de la matière. La relation d'incertitude et la probabilité constituent des outils idoines pour donner les caractéristiques d'un système quantique inobservable avec un maximum de crédibilité. Albert Einstein écrivait que : « *L'équation de Schrödinger dépendant du temps ne peut avoir qu'une interprétation statistique et ne peut donc pas être utilisée pour décrire le comportement individuel d'un électron. Dans ce cas, ce n'est pas l'interprétation qui est fautive, c'est l'équation à laquelle on l'applique qui n'est pas bonne.* »²¹⁷ Les limites de cette interprétation sont d'avoir introduit la variable temps dans l'infiniment petit et de vouloir aussi concevoir les microparticules comme des éléments locaux.

Nous devons rappeler que Erwin Schrödinger est héritier de la tradition déterministe au même titre qu'Albert Einstein. Pour décrire le mouvement des atomes, il s'est appuyé sur les équations mathématiques d'Isaac Newton comme le souligne Gabriel Chardin « *Schrödinger venait de construire l'équation [...] qui décrit le comportement des systèmes quantiques en s'inspirant sur des équations de la mécanique classique qu'avait bâti Newton.* »²¹⁸ Il se trouve qu'en voulant transposer les systèmes classiques finis aux éléments atomiques en mouvement

²¹⁶ Michel Gondran et Alexandre Gondran, *op.cit.*, p. 242.

²¹⁷ *Ibid.*, p. 244.

²¹⁸ Gabriel Chardin, *op cit.*, p. 15.

permanent, le chercheur courait le risque d'appliquer les lois statiques aux particules élémentaires dynamiques. Voilà pourquoi son projet visant à décrire le comportement des atomes comme éléments individuels et locaux n'avait pas connu une issue heureuse.

L'évolution permanente des sciences dures offre l'opportunité aussi bien à la communauté scientifique qu'à l'homme ordinaire, d'améliorer notre condition d'exister. Il n'est pas nécessaire de s'inscrire dans un système de réflexion statique qui se transforme au fil du temps comme des idéologies, voire des dogmes. L'indétermination traduit le fait que l'humain est incapable d'atteindre les certitudes. La vérité même en science est ce vers quoi on tend. Il ne faut pas oublier que les résultats de nos recherches permettent de répondre à une préoccupation temporelle. Voilà pourquoi, la probabilité est une chance pour la science en l'occurrence la physique contemporaine qui a donné lieu d'avoir une description objective au sens faible à partir des variables abstraites. Ce que nous appelons vérité n'est qu'une approximation du réel et son implémentation répond seulement à des critères spatio-temporels, il s'agit de la capacité dont nous disposons pour décrire un objet à un temps donné.

La physique classique voulait construire une science exacte. Mais, avec le temps, ce rêve est resté inatteignable. Ceci justifie le fait que la réalité physique n'est connue que de manière incomplète. La découverte de la physique contemporaine avec la relation d'incertitude et la loi de probabilité s'illustrent comme des outils complémentaires pour la prise en charge des phénomènes microscopiques. Dans cette perspective Henri Poincaré écrivait que : « *La pensée ne doit jamais se soumettre, ni à un dogme, ni à un parti, ni à une passion, ni à un intérêt, ni à une idée préconçue, ni à quoi que ce soit, si ce n'est au fait eux-mêmes, parce que, pour elle se soumettre c'est cesser d'être.* »²¹⁹ La connaissance du réel est un processus qui ne s'arrête jamais. Il n'est donc plus possible de fonder notre théorie de la connaissance sur le rationalisme traditionnel.

3- Le rationalisme critique de Popper

Ayant constaté que l'humain ne peut atteindre les certitudes, Karl Popper s'est engagé à élaborer une épistémologie sur la question de la vérité scientifique. De ce point de vue, Karl Popper suggère, par mesure de prudence, d'émettre les conjectures et de les soumettre à la critique. Dans cette démarche, l'expérience est le moyen idoine pour confirmer ou infirmer les hypothèses de départ. En fixant la base de sa réflexion sur l'approche expérientielle, Karl

²¹⁹ Henri Poincaré. « Libre examen en matière scientifique », in *Revue de l'Université de Bruxelles*, 2-3, 1955, p. 95.

Popper veut séparer la science de ce qui est non science, mais qui arrive à marquer l'opinion. Une hypothèse fautive est celle qui est fondée sur des idées reçues qui et ne peut être soumise à l'expérimentation. Ce type de connaissance est considéré comme un dogme. À titre d'illustration, la terre était perçue comme le centre du monde, c'est une hypothèse reçue qui avait été perpétuée sans vérification mais, elle s'était avérée fautive après vérification. Une hypothèse scientifique valide est caractérisée par sa capacité à être falsifiée. Sa formulation doit se faire de manière à pouvoir être réfuté par une autre théorie ou un dispositif expérimental mieux structuré.

Dans cette optique, l'entreprise philosophique poppérienne s'oppose à certains courants comme le platonisme et plus tard, le cartésianisme qui pensait que l'homme a les aptitudes de parvenir à la vérité absolue. Selon ces penseurs, à savoir Platon et René Descartes, la raison ne devait pas avoir recours aux objets extérieurs. L'humain a la possibilité d'accéder au monde intelligible, celui de la permanence. Il s'agit de l'innéisme. Selon David Hume « *nous entendons par inné ce qui est primitif, ce qui n'est que la copie de l'audace antérieur, nous pouvons affirmer que toutes nos impressions sont innées.* »²²⁰ Cette posture de David Hume montre que l'homme a cette possibilité d'établir une connexion nécessaire avec la chose même. En formulant la théorie scientifique sous la bannière de la posture de David Hume, nous risquons de tomber dans des systèmes de connaissance non falsifiables qui s'appuient sur des sujets non physiques et ne peuvent être soumis à l'expérimentation.

Karl Popper voudrait ainsi construire un cadre conceptuel pour établir la vérité en science. Pour se faire, il faut « *tordre le cou* » à la métaphysique classique qui est une connaissance spéculative et n'avait pas la main mise sur la réalité physique, ne pouvant pas être soumise à la réfutation. Dans ce sens, Lucien Ayissi précise que : « *l'innéisme cartésien et Leibnizien repose sur un argument métaphysique : la disposition naturelle de l'esprit à élaborer les idées par lui-même.* »²²¹ L'innéisme semble poser un problème de pertinence quant à sa capacité à construire le réel. Or, la vérité scientifique est sujette à la falsification par le temps et/ou par d'autres expériences, ce qui n'est pas le cas chez René Descartes et Georg Wilhelm Friedrich Leibniz. Les neurosciences n'ont pas encore localisé la place de l'esprit dans le corps humain. Par contre, les neurosciences renseignent que l'activité de pensée est logée à l'intérieur du cerveau qui n'est pas un espace vide, ni une table rase, par conséquent, à partir des formes

²²⁰ David Hume repris par Lucien Ayissi, *Hume et la question du sujet de la connaissance*, Paris, L'Harmattan, p. 67.

²²¹ Lucien Ayissi, *Hume et la question du sujet de la connaissance*, Paris, L'Harmattan, p. 66.

de représentation, il peut produire des arguments qui ne sont pas de nature à être réfuté. C'est pourquoi on traite ses productions spirituelles de non science.

Pour faire cette mise au point au sujet de la vérité scientifique, en tant qu'étudiant au début du XIX^e siècle, ce jeune chercheur qu'est alors Karl Popper, sera fasciné par d'importantes questions de son temps qu'il nomme « *théories nouvelles souvent échevelées.* »²²² Karl Popper avait convoqué pour cela quatre théories : Il s'agit de prime abord de la relativité d'Albert Einstein, la psychanalyse freudienne, la psychologie adlérienne enfin le marxisme. Selon Karl Popper les trois dernières doctrines « *en dépit de leur prétention de scientificité participaient davantage d'anciens mythes de la science,* »²²³ et ne répondent pas aux critères de scientificité. Les événements de l'actualité ou des problèmes pouvaient crédibiliser ces théories, mais elles ne pouvaient être soumises ni à la réfutation ni à l'expérimentation. Pour Karl Popper, il ne s'agissait de rien plus que des idéologies construites pour répondre à des questions précises sans rapport avec la démarche scientifique.

À l'inverse, la théorie de la relativité d'Albert Einstein était bien différente des autres doctrines et pouvait être soumise à l'expérimentation. Elle n'a réussi que parce qu'elle a résisté aux tests de l'expérience. Albert Einstein formulait les réserves au sujet de sa découverte, aussi écrivait-il : « *Si le décalage vers le rouge des lignes spectrales dû au potentiel de gravitation devrait ne pas exister, la théorie générale de la relativité sera insoutenable.* »²²⁴ Dans ce contexte, Karl Popper pensait que l'attitude critique qui admettait que l'on puisse infirmer une théorie était caractéristique de la science. Il met le doigt sur ce qui distingue les trois dernières théories de la première. Alors que les premières relèvent de l'idéologie, l'autre est une théorie scientifique proprement dite parce qu'elle résiste à l'évaluation et à l'expérimentation.

Dans son entreprise philosophique, Karl Popper était également préoccupé par l'idée d'induction en science. Il se rendait compte que plusieurs théories de la connaissance étaient formulées par simple induction plutôt que par déduction. Dans la formation de la connaissance scientifique, Gaston Bachelard considérait comme obstacles épistémologiques ce qu'il appelle *l'expérience première*, celle qui ne peut pas permettre d'accéder à la connaissance scientifique puisse qu'elle relevait de l'induction. C'est pourquoi il souligne qu'« *il faut accepter une véritable rupture entre la connaissance sensible et la connaissance scientifique.* »²²⁵ Les sens

²²² Karl Popper, *La quête inachevée*, Paris, Calmann- Levy, 1976, p. 60.

²²³ *Ibid.*, p. 61.

²²⁴ Albert Einstein repris par Karl Popper, *La quête inachevée*, *op. cit.*, p. 49

²²⁵ Gaston Bachelard, *op. cit.*, p. 239.

ne sont pas toujours à mesure de fournir des résultats crédibles. La connaissance que nous avons de l'induction ne peut être objective du fait de sa non-testabilité.

La connaissance inductive à un moment donné de l'histoire des sciences avait permis à l'humain d'avoir une connaissance sensible en ce qui concerne les lois de la nature. Isaac Newton en avait fait le premier pas en découvrant que les corps graves tombent. Karl Popper « *qualifie cette proposition de premier principe d'induction.* »²²⁶ Ce principe était si général qu'il ne révélait pas l'essentiel de la relation qui existe entre la chute et les corps grave. Nous pouvons, dans le sens de Karl Popper, qualifier cet énoncé de conjecture. En développant une théorie autour de la chute des corps, Isaac Newton s'était érigé en pionnier. Avec la théorie de la relativité générale, Albert Einstein est venu apporter une explication qui donnait l'opportunité de réfuter la théorie newtonienne de la gravitation universelle.

La théorie est donc un projet de changement ou d'explication de la nature. La théorie peut également être une réfutation de l'hypothèse antérieure dont les éléments ne donnent plus une crédibilité quant à la description de la nature. On peut le relever avec la géométrie euclidienne qui constitue un cadre intuitif à partir duquel Isaac Newton avait élaboré sa théorie rationnelle de la mécanique classique. Mais, avec la découverte un nouvel espace par Georg Bernhard Riemann, la mécanique classique est tombée sous le coup de la falsifiabilité. Pour répondre au besoin d'Albert Einstein de décrire les objets dans l'hyperespace, il fallait nécessairement rompre avec l'espace euclidien rigide. Ce changement paradigmatique s'était aussi opéré dans l'infiniment petit. Il fallait trouver le contexte idéal dans lequel il est possible de prévoir la localisation possible des microparticules. Nous remarquons qu'à chaque moment « *les scientifiques reformulaient de manière objective.* »²²⁷ Les anciennes théories en vue de répondre à d'autre interprétation de la nature.

Lorsque Karl Popper réfute la possibilité d'une connaissance inductive. Il s'inscrit dans une perceptivité humaine qui montrait déjà que l'induction est parfois fautive et n'est pas vérifiable scientifiquement. Il se trouve que le cerveau adore s'accommoder avec une certaine tradition de pensée si bien que toute rupture se présente comme une *blesse symptômale*. Dans ce sens, Gaston Bachelard se dresse contre le cerveau qui enlise l'humain et l'empêche d'aller vers une connaissance objective, aussi affirme-t-il « *Désormais le cerveau n'est plus absolument l'instrument adéquat de la pensée scientifique (...) Il est un obstacle en ce sens*

²²⁶ Karl Popper, *Les deux problèmes fondamentaux de la connaissance*, Paris, Sciences de l'art, p. 58.

²²⁷ Karl Popper, *idem.*, p. 115.

qu'il est un coordonnateur de gestes et d'appétits. Il faut penser contre le cerveau. »²²⁸ Penser contre le cerveau était pour Karl Popper une façon d'abandonner les idées reçues au profit d'une démarche scientifique à partir des énoncés qui traduisent les faits observés, ce qui donne lieu à la méthode déductive.

L'épistémologie poppérienne n'accorde de pas du crédit à la philosophie des penseurs regroupés sous la dénomination du Cercle de Vienne qui soutenait que l'induction permettait de découvrir les lois scientifiques. Sa reformulation de la science en tant que procédé déductif donne plus de crédibilité et de logique à son critère de réfutation par les tests expérimentaux. Karl Popper pense qu'il n'est pas évident de trouver une théorie qui peut décrire la marche du monde, En revanche la théorie scientifique doit satisfaire la logique de la réfutabilité. L'objectif du savant n'est pas de découvrir la vérité, « *les théories qui ont pour but de la proposer d'autres authentiques suppositions quant à la structure du monde.* »²²⁹ De tels énoncés seront considérés comme vrais seulement de manière provisoire.

Le jeune chercheur avait le sentiment de vivre une période en science en proie au bouleversement tel qu'il modifie en profondeur la compréhension de l'univers. Il y a la relativité où le temps et l'espace forment un continuum et la découverte de la théorie des quanta. Les lois de la mécanique classique exposées à la critique n'étaient pas applicables à l'infiniment petit. Ces mutations avaient joué un rôle déterminant dans l'éclosion de sa pensée. Il constate que « *pour les théories, l'irréfutabilité n'est pas une vertu, mais un défaut.* »²³⁰ Ces soubresauts engendraient en lui une conscience philosophique permettant de se positionner et de prendre une part active à la prise de conscience de son temps. Sa théorie philosophique est un plaidoyer pour établir les critères de scientificité. Afin de construire une ligne de démarcation entre ce qui est science et non science dont le résumé réside dans la possibilité d'invalider, de réfuter ou encore de tester une théorie.

Nous nous accordons avec Karl Popper que sa théorie scientifique au cours de l'histoire a tout son sens. Le déterminisme historique et la causalité sur lesquels s'était fondée la mécanique classique avait été invalidé au profit de l'indéterminisme et l'absence de causalité dans l'infiniment petit. Il confirme la thèse selon laquelle l'expérience seule doit décider de ce que nous devons savoir de l'univers. À ce niveau, l'induction naïve faisant référence à l'expérience première ou à la connaissance sensible cède place à la connaissance objective. Le

²²⁸ Gaston Bachelard, *op. cit.*, p. 251.

²²⁹ Karl Popper, *Conjecture et réfutation, idem.*, p. 362.

²³⁰ *Ibid.*, p. 64.

constat que nous avons de la nature est à juste titre une première hypothèse qui, suivant sa testabilité, peut être réfutée ou falsifiée. Dans cette perspective, les conclusions d'une théorie générale conduisent à la déduction dont le résultat donne lieu de connaissance objective. Cette philosophie fut adoptée par les partisans de l'école de Copenhague.

B- DE LA CONTINUITÉ LOGIQUE ENTRE RÉEL ET VIRTUEL

Les progrès observés dans l'interprétation de la réalité atomique invitent au changement de nos représentations sur le monde, les principes de non-localité et la non-séparabilité ont permis de savoir que toutes les composantes de la nature sont corrélées.

1- L'intuition intellectuelle d'Albert Einstein

L'intuition est une instance que l'homme utilise sans avoir recours à un support matériel pour fonder sa pensée sur un phénomène de la nature. Elle permet à l'humain d'être en contact avec le tréfonds des choses, l'essence. Cette conception des choses est défendue par le courant de pensée idéaliste. L'idéalisme est un courant philosophique qui justifie que l'univers n'est pas le produit d'un fait matériel. Selon Daniel Martin, la philosophie idéaliste « *postule l'existence d'une réalité immatérielle, non perceptible pour les sens de l'homme et ses instruments de mesure. Cette réalité est immatérielle est décrite par les concepts d'idée.* »²³¹ À partir de cette position de Daniel Martin, nous remontons à la philosophie platonicienne pour qui le vrai monde est celui des idées, c'est le siège de la permanence de la vérité. C'est dans ce monde intelligible que l'homme contemple le vrai, le beau et le bien. À l'inverse, le monde sensible est celui du changement et de la corruption, et ne peut permettre à l'homme d'être en contact avec la réalité en soi.

Le réalisme platonicien était célébré également par des mathématiciens sans rançons c'est-à-dire sans avoir recours à des objets extérieurs, l'humain peut être capable d'approcher l'Un. Cette philosophie platonicienne soutient l'idée qu'il existe un sujet mathématique indépendante. Les mathématiciens dans l'histoire avaient emprunté cette voie pour répondre favorablement à des questions précises de certains penseurs. Kurt Gödel, en l'occurrence, logicien et mathématicien du XX^e siècle, confirme que l'intuition est un argument logiciste. Il fit la déclaration suivante : « *Malgré leur éloignement de l'expérience sensible, nous avons*

²³¹ Daniel Martin, *Le déterminisme étendu pour mieux comprendre et prévoir. Une contribution à la pensée rationnelle entre science et philosophie*, www.danielmartin.eu/contact.htm, 2016, p. 45.

*certaines perceptions des objets de la théorie des ensembles : des axiomes s'imposent à nous comme étant vrais. Je ne vois pas la raison d'avoir moins confiance à ce type de perception. De plus, ils représentent un aspect de la réalité objective.»*²³² En convoquant Kurt Gödel, qui montre l'actualité qui existe dans cette démarche théorisé jadis par Platon, il est encore possible, comme à ce jour il le démontre à l'aide de l'intuition intellectuelle, d'avoir accès à une théorie idéale dont l'applicabilité à l'expérience physique a tout son sens sur plan scientifique.

L'humain qui veut connaître avait pris l'habitude de se servir de l'observation directe ou de l'expérience sensible pour comprendre comment fonctionnent les phénomènes de la nature. Cette approche reposait sur la démarche déductive pour éviter les apories de l'induction qui pourraient conduire à des dérives, surtout en ce qui concerne la connaissance scientifique. Etant donné que la connaissance scientifique repose sur le principe d'objectivité, de neutralité et d'universalité ; de conjecture et de réfutation selon Karl Popper ou de Paradigme selon Thomas Kuhn, il était nécessaire de se soustraire d'une démarche qui s'appuie sur la seule conscience humaine incapable de satisfaire les critères de scientificité. Certes, la méthode déductive est l'expression de la démarche scientifique. En revanche, il n'est pas superflu de noter que certaines découvertes scientifiques, au cours de l'histoire des sciences, avaient dérogé à la règle. Elles se sont fondées sur la rencontre entre l'humain et l'Être. Le problème dans cette méthode est l'absence de critères rigoureusement établis pouvant conduire à la connaissance de la réalité en soi.

L'histoire de la philosophie accorde une place à l'intuition qui, à un moment donné, s'est avérée être un facteur d'accessibilité à la vérité. Toutefois, il semble que l'humain y arrive lorsqu'il épuise toutes les possibilités en sa possession. Il s'impose une rupture avec le cadre expérimental ou d'observation existant, et fait un saut vers l'inconnu pour contempler une figure de l'Être ou *le vrai* de Platon ou il trouve une réponse à une préoccupation. Platon dans sa cosmologie, pensait un monde fini constitué par quatre éléments l'air, l'eau, le feu et la terre, auxquels était associés quatre polyèdres correspondant : l'octaèdre, l'icosaèdre, le tétraèdre et le cube. Il se trouve que ces figures géométriques disposaient des formules mathématiques permettant de calculer la surface ou le volume. Qu'en est-il de la surface informe qui n'obéit pas à la forme des polyèdres connus ? Les savants avaient donc recours à l'intuition.

Voilà la difficile équation que le mathématicien Archimède au III^e siècle avant J.-C. devait résoudre suite à la question que lui avait posé Hiéron II, roi de Syracuse au sujet du

²³² Herve Barreau, *L'épistémologie*, Paris, Que sais-je, PUF, 1985, p. 17.

volume de sa couronne fait d'alliage d'or et d'argent. Quelques scientifiques reconnaissent que sans l'intuition, sans l'éclair soudain qui illumine le cerveau humain, beaucoup de découvertes scientifiques n'auraient pas vu le jour. Pour ce cas précis, c'est pendant le bain que le mathématicien eut la perception de ce qui était la réponse à la question que lui avait posée le roi. « *En observant l'eau qui débordait de sa baignoire, le savant grec réalisa que, puisque la densité de l'or est supérieure à celle de l'argent, un volume donné de métal jaune déplacerait moins de liquide. Enthousiasmé, il sorti tout nu dans la rue en s'écriant : Eureka qui signifie en grec j'ai trouvé.* »²³³ Cette découverte est justement l'expression de la capacité humaine d'aller à la rencontre de l'être des choses.

Dans ce sens, Plotin, philosophe grec du II^e siècle, au sujet de l'intuition, soutient que « *l'intuition est la connaissance absolue fondé sur l'identité de l'esprit avec l'objet qu'il connaît.* »²³⁴ Le père de la théorie de la relativité générale se trouvait à la croisée des chemins lorsqu'il fallait que la science change de direction. Isaac Newton avait pourtant élaboré de belles lois pour décrire la réalité à partir d'un espace métrique absolu. Mais l'espace euclidien rigide ne permettait pas d'entrevoir le comportement des objets au niveau de l'hyperespace. Par exemple il fallait définir un nouveau cadre métrique afin de répondre à sa préoccupation. Grâce aux travaux scientifiques du mathématicien George Bernhard Riemann qui avait réussi à faire voler en éclat la géométrie euclidienne, Albert Einstein avait saisi l'occasion pour théoriser son idée. Il affirme qu'« *il n'y a pas de voies logiques conduisant à ces lois naturelles, seule l'intuition reposant sur l'entendement sympathique peut parvenir jusqu'à elles... C'est ainsi que je suis arrivé à la théorie de la relativité, qui est l'idée la plus heureuse que j'ai eue de ma vie.* »²³⁵ Le jeune chercheur fut frappé d'apprendre que sa théorie avait satisfait les conditions de l'expérience.

Le matériau de base ayant servi de fondation à Albert Einstein était la théorie de gravitation de Isaac Newton qui présentait des insuffisances. Il s'avère que le fondement de la mécanique classique était le fruit de l'intuition. Isaac Newton, seul, avait été préoccupé de comprendre pourquoi les corps graves tombaient. Certes, il a trouvé une solution temporelle qui avait permis à la science d'avancer. Sa découverte remplissait les conditions de scientificité

²³³ Claude Darche, *Développer son intuition. Suivre sa propre intelligence, suivre sa propre voie*. Paris, Eyrolles, 2009, p. 21.

²³⁴ Plotin, *Deuxième Ennéade*, Trad. Emile Brehier, Paris, Les belles lettres, 2002, p. 120.

²³⁵ Albert Einstein repris par Claude Darche, *op. cit.*, p. 23.

définies par Karl Popper, notamment la réfutabilité. La relativité d'Albert Einstein a permis à son tour de falsifier la théorie de gravitation pour donner une meilleure conception de la matière.

Empruntant la démarche inductive, Louis de Broglie, à son tour, est également préoccupé par la description de la réalité dans le contexte atomique. Il y parviendra par une démarche intuitive comme l'affirme Albert Einstein « *De Broglie a eu l'intuition de l'existence d'un champ d'ondes qui a servi à expliquer les propriétés quantistes de la matière.* »²³⁶ L'intuition mathématique de Louis de Broglie s'était appuyée sur ses idées pour se projeter vers le monde de la permanence et contempler ainsi le statut des particules élémentaires. Mais Jean Pierre Changeux nie l'existence d'un monde extérieur à l'humain, où il peut trouver une solution face à un problème précis. La solution pour lui se trouve à l'intérieur du cerveau humain qui n'est pas une table rase. Ceci signifie que lorsque l'humain se trouve devant une situation difficile, une région de son cerveau s'active en réponse à la question qui le préoccupe.

Point n'est besoin de convoquer une lumière extérieure qui viendrait illuminer le cerveau. La réponse à une question pour Jean Pierre Changeux, proviendrait à des connexions multiples entre les neurones, desquelles découle le résultat escompté. C'est exactement ce qui se passe lorsqu'on est fort préoccupé par une équation mathématique. À partir des connaissances acquises, ont réussi à activer de nouvelles connexions neuronales qui orientent tout droit vers le but visé. À la suite de ces travaux, Paul Dirac avait élaboré l'existence d'un champ d'ondes à partir d'une équation fondée sur l'espace à quatre dimensions dont les résultats montraient à la fois une solution positive et une solution négative.

Des penseurs montraient que des découvertes d'envergure étaient le fruit de l'intuition ou de l'imagination. Aussi qu'il n'existe pas de système théorique équivalent permettant d'accéder à ce degré supérieur de connaissance. Au regard des découvertes faites sur la seule base de l'intuition, il était difficile de nier que la perception détermine sans ambiguïté la théorie, et qu'aucune voie logique ne conduit à l'observation ou à la découverte de ces théories : « *Ce que Leibniz a si heureusement appelé l'harmonie préétablie.* »²³⁷ Il y a des regrets pour des physiciens à l'égard des théoriciens de n'avoir pas réussi à vulgariser les aptitudes de l'humain à pouvoir orienter la recherche en empruntant la voie de l'intuition pour solliciter la sympathie de la nature à notre endroit.

²³⁶ Albert Einstein, *Comment je vois le monde*, Paris, Flammarion, 1999, p. 170.

²³⁷ *Ibid.*, p. 155.

Dans le même sens, quelques mathématiciens pensent à l'identité des mondes comme étant un lieu où le mathématicien esquisse des formes et des empreintes en vue de répondre aux questions spécifiques à travers la perception sensible. René Thom en l'occurrence, voit que « *la dynamique intrinsèque de notre pensée n'est pas fondamentalement différente de la dynamique agissant sur le monde extérieur.* »²³⁸ La préoccupation est de faire disparaître l'étrangeté de la correspondance soulignée par Albert Einstein entre les idées abstraites et les processus concrets. Le point de vue de Albert Einstein sur la question est que les idées premières, c'est-à-dire les idées abstraites dérivent des secondes ou des processus concrets. Si par moment cette hypothèse donne des résultats satisfaisants, à quel niveau nous pouvons trouver le point de démarcation entre l'intuition intellectuelle et la connaissance objective ?

Nous avons souligné que Michel Faraday, par l'intuition intellectuelle, avait eu le privilège de jeter les bases de la théorie des électrons à partir de simples schémas. Il était également le pionnier de la découverte de l'interaction entre le champ magnétique et le déplacement des électrons sans être un érudit sur le plan scientifique. Ce que nous pouvons ajouter, qui est d'ailleurs le point commun de toutes ces découvertes, est la curiosité du chercheur. La découverte ne naît pas *ex nihilo*, c'est toujours une préoccupation qui habite son cerveau. À ce niveau il n'est pas possible d'affirmer qu'il s'était appuyé sur l'intuition mathématique pour parvenir à la découverte. À ce niveau nous émettons des réserves par rapport à la position de Jean Pierre Changeux qui nie l'existence d'un monde extérieur pouvant interagir avec le cerveau humain. Mais ses travaux ont satisfait les tests de scientificité. Plus tard, James Clerk Maxwell avait développé des équations mathématiques ayant justifié les schémas de Faraday qui sont encore d'actualité. Ce que nous retenons dans la démarche intuitive est l'absence de méthode. C'est ce qui constitue son énigme.

Construire la réalité sur la base de l'intuition intellectuelle, sans avoir recours à l'observation ou à la vérification expérimentale, ceci permet à la science de s'enliser dans la métaphysique classique. Le physicien autrichien Ernst Mach, pense que la masse d'un objet est le résultat de l'influence de l'univers tout entier sur cet objet c'est ce qu'on appelle le *principe de Mach*. Sur le plan expérimental, « *Mach n'a jamais formulé en détail cette influence universelle mystérieuse, qui est distincte de la gravité, et personne n'a su le faire depuis.* »²³⁹ Il semble que Mach s'est inspiré de l'interaction qui existe entre le mouvement planétaire et l'horloge de Foucault. Ici, le mouvement est un rapport direct avec la Terre, la Terre est en

²³⁸ Hervé Barreau, *L'épistémologie*, op cit., p. 18.

²³⁹ Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard, op. cit., p.103.

mouvement par rapport à quelque chose. Voilà pourquoi, on parle de référentiel en absence duquel il est impossible d'observer le mouvement en physique classique. Nous pouvons donc admettre le principe de l'indivisibilité de la matière et la relation qui existe entre tous les phénomènes de la nature.

Karl Paul Feyerabend semble donner raison à l'intuition intellectuelle. Selon lui, point n'est besoin de s'encombrer des méthodes pour parvenir au monde du beau, du vrai et du bien. Son ouvrage *Contre la méthode* s'illustre comme un plaidoyer vers un libéralisme épistémologique dans la quête des certitudes en science. L'idée restrictive vers une méthode ou d'un programme de recherche basée sur un chemin linéaire ne peut pas toujours faire prospérer la science. Aussi affirme-t-il, « *expert, profanes, professionnels ou dilettantes, fanatiques de la vérité et menteurs tous sont invités à participer au débat et à apporter leur contribution à l'enrichissement de la culture.* »²⁴⁰ La science évolue dans une dynamique qui ne peut s'arrêter, voilà pourquoi toute idée nouvelle ne saurait être balayée d'un revers de la main sans être soumise au crible de la testabilité.

Si aucune voie logique n'est établie pour parvenir aux découvertes des principes théoriques de la nature, le risque est grand quant à la possibilité d'ériger l'imagination ou l'intuition comme l'unique voie à suivre pour parvenir à l'harmonie préétablie. Qui pourra être éligible à utiliser ce canal d'investigation scientifique ? Dans quelle disposition intellectuelle pourrait-il être pour construire sa théorie ? Nous avons souligné qu'Einstein s'est forgé des idées préconçues, prétextant que la mécanique quantique était une théorie inachevée. Son expérience de pensée sur des états intriqués des particules élémentaires s'est avérée être un simple paradoxe. Il semblait ignorer que les particules intriquées communiquent quelle que soit la distance, par conséquent les microparticules ont une accélération supérieure à celle de la lumière. Cet exemple traduit l'échec de l'intuition à atteindre les certitudes.

Dans le même contexte, Erwin Schrödinger, subjugué par la tradition déterministe, avait des difficultés à concevoir une théorie atomique acceptable. Se fondant sur l'expérience de pensée comme Albert Einstein avait développé une hypothèse qui porte son nom. En utilisant symboliquement le chat à la place de l'atome qui, dans son dispositif expérimental imaginaire, pouvait revêtir l'état du chat mort et l'état du chat vivant. Sa théorie de façon immédiate n'avait pas été satisfaisante quant à la description des éléments quantiques. Selon lui l'absence de

²⁴⁰ Paul Feyerabend, *Contre La méthode*, trad., Baudouin Jurdant et Agnès Schlumberger, Paris, Seuil, 1979, p. 28.

trajectoire devait nécessairement impliquer l'absence de particule. Certes, son expérience avait permis de murir la réflexion pour découvrir l'état relatif par le chercheur Hugh Everett III. Le principe dans les cadres atomiques était qu'on ne pouvait connaître le comportement de la particule avant la mesure. Ce physicien a découvert qu'à chaque mesure correspond un état de matière qui sera différent à la prochaine mesure. Le théorème de John Bell a été une hypothèse pour falsifier l'expérience de pensée d'Albert Einstein.

2- De l'inégalité de John Bell

L'interprétation des résultats de la mécanique quantique était devenue préoccupante au sein des débats en physique au point où son implémentation faisait appel à la vulgarisation de ses lois. Certains physiciens, en l'occurrence, Albert Einstein et Erwin Schrödinger, voulaient étendre l'approche déterministe aux phénomènes corpusculaires. Ils considéraient que cette mécanique, auteure des mutations dans la vision des phénomènes de la nature était incomplète. À l'inverse, l'école de Copenhague avait avancé la nécessité d'intégration de la loi de probabilité statistique dans la description des éléments atomiques. Mais, cette démarche ne faisait pas l'unanimité. Le cas du paradoxe EPR (Einstein, Podolsky et Rosen) est évocateur. Il s'agit d'une expérience de pensée basée sur l'intuition intellectuelle formulée par Albert Einstein. Ce qui est important de relever est la question de la nature de la réalité en physique. Cette option avait fait naître au sein de la physique les préoccupations philosophiques sur la nature de la réalité quantique. La position d'Albert Einstein en 1935, se présentait enfin de compte comme un argument métaphysique qui ne s'appuyait sur aucune démarche scientifique. Seulement, en 1964, le physicien irlandais John Stewart Bell, conçut un théorème mathématique connu sous le nom de *l'inégalité de Bell*, pour tenter de justifier la théorie conceptuelle de la réalité formulée par Albert Einstein et ses assistants.

Quelles sont les conditions qui ont forcé Albert Einstein à concevoir la mécanique quantique comme une théorie incomplète ? Nous pouvons relever entre autres, l'expérience des fentes de Thomas Young qui avait permis de comprendre que la particule a la double nature corpusculaire et ondulatoire. Mais aussi, la relation d'incertitude de Werner Heisenberg qui se définit par l'incapacité d'avoir la position et l'impulsion au cours d'une même expérience. Cette formulation de la nouvelle mécanique atomique paraissait incomplète aux yeux de certains physiciens. Fondamentalement, Albert Einstein ne concevait pas que certaines données de la physique pouvaient être sujettes à une influence aléatoire. Henry Blumenfeld pensait qu'au moment où des réflexions fusaient sur cette nouvelle discipline, tous les jeunes chercheurs s'employaient à appliquer des nouvelles formules à la mécanique quantique pour rendre compte

des résultats expérimentaux en vue de donner une interprétation définitive de la réalité quantique. Selon Henry Blumenfeld, « *Einstein s'occupait à tester les fondements. Il fut un des premiers à comprendre que, dans certaines circonstances, la mécanique quantique violait localité et réalité, ce qu'il ne pouvait plus tolérer.* »²⁴¹ Cette étrangeté de la mécanique quantique préoccupait Albert Einstein si bien qu'il avait entrepris des démarches pour lever l'énigme.

La tradition classique avait favorisé auprès de quelques physiciens un regard tranché sur la conception de la réalité. Albert Einstein croyait fondamentalement au principe de séparabilité, d'individualité et de permanence de la matière, c'est-à-dire que la réalité avait absolument une existence locale et aucune interaction à distance ne pouvait être envisagée. Il accordait assez du crédit au principe de *contrefactualité*. De son point de vue, une quantité pouvait être attribuée contrefactuellement en se référant aux résultats certains, sans avoir recours à un test expérimental. Cette démarche avait un substrat métaphysique.

Poursuivant cet élan métaphysique, Trinh Xuan Thuan n'avait pas hésité à reprendre Karl Popper qui appelait déjà Albert Einstein « *le nouveau Parménide.* »²⁴² Sa considération de la réalité en science donnait l'impression que tous les phénomènes scientifiques avaient une existence intrinsèque. C'est dans ce sens que Parménide pensait que rien de ce qui n'existait pas ne peut commencer à exister. Ainsi, convaincu de ce que sa démarche était fondée sur une idée directrice, Albert Einstein formulait un crédo épistémologique pour justifier sa pensée : « *Croire en un monde extérieur indépendant de l'observateur, constitue la base de toute science de la nature.* »²⁴³ À partir de cette profession de foi, Albert Einstein s'écartait de la méthode scientifique au profit d'une approche métaphysique au sens classique.

L'économie de l'épistémologie poppérienne montre que le scientifique doit pouvoir distinguer une théorie scientifique, c'est-à-dire falsifiable, et une théorie non scientifique qui est une idéologie. Malheureusement, Albert Einstein semble avoir été subjugué par l'idéologie classique qui semblait avoir de son point de vue des avancées considérables sur la physique. À ce sujet, Karl Popper était conscient que la vérité scientifique est inatteignable. C'est pourquoi Claude Bernard l'affirmait avec une certaine emphase « *Toute théorie est provisoire, les progrès scientifiques étaient comparables à l'ascension d'une tour au sommet impossible*

²⁴¹ Henry Blumenfeld, *John Bell, de la philosophie naturelle à la physique*, trad. Sylvie Taussig, Université de Columbia US, Département de physique, Laboratoire Nevis Cyclotron, Janvier 2012, p. 2.

²⁴² Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard, *op. cit.*, p. 194.

²⁴³ Albert Einstein, *Comment je vois le monde, op. cit.*, p. 212.

*d'atteindre : l'homme est fait pour la recherche de la vérité et non pour sa possession. »*²⁴⁴ La témérité d'Albert Einstein sur l'existence d'une réalité indépendante se présentait comme un défi personnel face aux changements apportés par la physique moderne, pourtant les tests expérimentaux étaient contre sa vision du monde qui était restée une simple opinion.

Dans le même sens, les scientifiques du Cercle de Vienne avaient formulé des réserves au sujet de la métaphysique classique, qu'il qualifiait de discours oiseux parce que impossible de procéder à leur vérification. Niels Bohr, fondateur de l'école de Copenhague, fixait l'expérimentation comme principe de base de scientificité, cela évitait la prolifération des théories sans fondement Bertrand Russel s'interroge : « *Existe-t-il au monde une connaissance dont la certitude soit telle qu'aucun homme raisonnable ne puisse la mettre en doute ?* »²⁴⁵ L'intuition intellectuelle d'Einstein n'avait pas cette fois-là de rencontrer le *Vrai*. Au contraire sa position avait permis le développement des théories contraires lesquelles ont contribué au progrès de la science.

Albert Einstein fut l'un des pionniers à réaliser et s'interroger sur le paradoxe de la nature, les quanta comme Henry Blumenfeld l'a montré. Une nature abstraite donc certaines propriétés non réelles et non locales de la mécanique quantique devaient désormais figurer comme des composantes de la physique. Le problème d'Albert Einstein est que jusqu'à un moment de la mécanique classique, la physique avait des résultats exacts. La présomption selon laquelle la mécanique quantique devait aussi fournir des résultats corrects lorsqu'on la confronte aux résultats expérimentaux à l'échelle atomique ne fut pas le cas, il pensait que ces insuffisances devaient justement être une question d'incomplétude et par conséquent, on devait seulement trouver des paramètres responsables de ce handicap.

Trinh Xuan Thuan pense que le scientifique accomplit ses recherches dans un contexte social et culturel et ne peut s'empêcher de partager le substrat métaphysique de sa société de manière consciente ou inconsciente. Nous observons cette influence chez René Descartes lorsqu'il parle de la morale provisoire, et du respect des lois de son pays. Le jeune chercheur Albert Einstein semble avoir été fortement influencé par son environnement toute chose qui gouvernait sa conscience. Il s'était fondé sur une simple approche inductive. La préoccupation fondamentale du physicien avait pour objet de combler les variables responsables de la violation

²⁴⁴ Claude Bernard, *Cahier rouge*, Paris, Gallimard, 1965, p. 184.

²⁴⁵ Bertrand Russel, *Problèmes de philosophie*, Paris, Payot, 1989, p. 18.

de la localité c'est-à-dire le fait que des changements arbitraires ayant lieu dans une région puisse être corrélé dans une autre. C'est le cas de l'expérience de pensée EPR.

Par ailleurs, se rappelant de la théorie de la relativité générale, les tests de scientificité en 1919 à Eddington, avait permis de conclure que les résultats expérimentaux avaient corroboré les hypothèses de départ. À partir de ce moment, Albert Einstein pensait avoir le privilège, sinon le pouvoir d'étendre son intuition sur les résultats de la mécanique atomique qui, de son point de vue était une théorie à parfaire. De plus, ce physicien n'entendait pas inclure en physique une théorie mathématique basée sur des lois de probabilité pour décrire les phénomènes de la nature.

L'article EPR d'Albert Einstein avait suscité de vives émotions parmi les philosophes et les physiciens. L'interprétation orthodoxe de la réalité quantique se trouvait ainsi ébranlée, Avant Einstein, il semble que personne n'était préoccupé par une possible action physique à distance impliquant les composantes de la mécanique quantique. Il se trouve que la physique était présentée comme une discipline jouissant d'une rigueur absolue. Si la physique quantique présente une probable communication à distance, sans interaction. Cela pose un problème quant à l'interprétation de la réalité quantique. Or, l'interprétation de Copenhague avait fixé des conditions pour parler de la réalité. La réalité quantique est statistique et non certaine. Le phénomène n'est pas réel tant qu'il n'est pas observé, En fait, il n'est pas possible de parler des propriétés physiques d'un objet quantique sans spécifier le dispositif expérimental. Cette mise au point faisait du quantum une réalité métaphysique. C'est cela qui était à l'origine de la discorde entre physiciens et philosophes, chacun voulant donner une meilleure explication de la réalité quantique.

Dans le contexte classique, « *on appelle réalité objective le fait que si un évènement peut être décrit par certains paramètres, il ne change pas si l'évènement est isolé.* »²⁴⁶ Ceci signifie que l'objet a une existence intrinsèque et ne détient aucun rapport avec le sujet. Par ailleurs, les propriétés de cette réalité objective, appartenant à un système, ne peuvent muter qu'en cas d'interaction avec un autre système. La mécanique moderne ne donne pas l'opportunité de légitimer une telle interprétation de la réalité étant donné la corrélation qui existe entre les microparticules. Mais, Albert Einstein ne conçoit pas qu'un objet puisse se déplacer plus vite que la lumière. Se basant l'idée que sur la théorie de la relativité générale était parfaite, Albert Einstein pensait même être proche de l'absolu au point de parler en son

²⁴⁶ *Ibid.*, p. 3.

nom. Aussi, se donnait-il le privilège de dire « *Dieu n'envoie pas des signaux télépathiques.* »²⁴⁷ Selon lui, seule la pensée peut se transmettre instantanément d'un sujet à un autre. Convaincu de ce que l'intuition intellectuelle lui avait donné la possibilité de comprendre les phénomènes de la nature, Albert Einstein n'avait pas hésité de conclure que la mécanique quantique ne donne pas une description complète de la réalité.

Bernard d'Espagnat, sur le paradoxe des résultats de la mécanique quantique avançait l'idée que le réel est voilé. Selon lui, la science décrit bien la réalité empirique, mais elle ne nous donne que des aperçus de la réalité indépendante. Michel Bitbol, Niels Bohr, Werner Heisenberg, à l'issue des données expérimentales, avaient découvert le principe la non-séparabilité de la matière. À l'inverse, la question de la réalité quantique n'avait pas beaucoup évolué au niveau de son fondement philosophique. Mais John Bell, après avoir accumulé des informations et des résultats expérimentaux aux sujets de la mécanique quantique fondamentale, entreprenait un retour de rentrer au laboratoire en 1964 pour tenter de déconstruire les spéculations philosophiques autour de la violation du principe de localité par le sujet physique. Son théorème, plus connu sous le nom d'inégalité de Bell était un programme de travail qui se chargeait de vérifier les idées rigides d'Albert Einstein autour de la réalité quantique.

Pour résoudre cette énigme, le physicien se donnera pour mission de recenser comme conjecture les arguments qui militaient en faveur d'Albert Einstein dont la violation du théorème de John Bell réfuterait la conception traditionnelle de la réalité atomique. Entrant en scène, John Bell faisait appel aux états intriqués pour procéder expérimentalement à une série de mesure pour voir le comportement les particules élémentaires distantes. Mais qu'entend-on par intrication en mécanique quantique ? Selon David Bohm « *l'intrication est une propriété quantique suivant laquelle l'état de deux objets ne peut être décrit que globalement, sans pouvoir séparer un objet de l'autre, bien qu'ils puissent être spatialement séparés.* »²⁴⁸ La particularité avec John Bell était d'abandonner l'option philosophique de la question au profit de la physique.

Tous les physiciens de cette époque ont été influencés par des principes de la mécanique classique de Isaac Newton dont la description de la réalité était exclusivement faite de manière locale. Mais comme Albert Einstein, John Bell était aussi traversé par une idée selon laquelle

²⁴⁷ *Ibid.*, p. 97.

²⁴⁸ David Bohm, *Quantum Theory*, Princeton, Princeton University Press, NJ, 1951, p. 611.

la mécanique quantique présentait une certaine incomplétude. Par mesure de prudence, il opta pour un test expérimental quantitatif pour faire une différence fondamentale entre « *les rêveries philosophiques et la mise en œuvre physique.* »²⁴⁹ Mais la démarche expérimentale de John Bell fut jonchée d'embuche après plusieurs essais sans succès. John Bell eut le déclic en se rappelant de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein qui stipule que le temps et l'espace sont liés et que la notion de simultanéité est relative à un observateur donné. Ces postulats lui avait permis de conclure en fin de compte que la localité était incompatible en mécanique quantique, étant donné que le temps et l'espace forment un continuum cela entraîne nécessairement la violation de la localité par l'effet fantôme des atomes.

Albert Einstein croyait fondamentalement que le monde existe indépendamment de l'observateur, bouleversé par le principe d'indéterminisme de la théorie quantique. Il n'accordait aucun crédit à l'interprétation de l'école de Copenhague qui pense que le monde a besoin d'un observateur pour être objectif. À partir de cette mise au point, la mécanique quantique passe pour une théorie holistique qui offre une meilleure interprétation du réel. Le physicien John Bell a le mérite d'avoir pris le courage de partir des postulats philosophiques vers les laboratoires de physique pour tester expérimentalement le comportement des quanta intriqués. Il a fallu s'armer de l'audace pour faire face à ces savants fondamentalistes qui n'entendaient pas lâcher prise et soutenaient une théorie dont la scientificité s'appuyait sur des simples déductions se référant à l'intuition intellectuelle.

L'hypothèse de recherche de John Bell était identique à celle d'Albert Einstein, à savoir l'existence des variables cachées locales, c'est-à-dire qu'il existe une causalité locale qui serait à l'origine d'un phénomène. La particularité de cette méthode est que les deux chercheurs avaient emprunté des chemins opposés pour démontrer l'incomplétude de la mécanique quantique. John Bell établit une formule mathématique, une inégalité susceptible d'être vérifiée expérimentalement. L'expérience a été répétée plusieurs fois, environ une douzaine, jamais l'inégalité de John Bell, qui implique que la causalité locale, n'a pas été vérifiée. Il conclut que le monde ne connaît pas la causalité locale. Mais, John Bell, présentait ses conclusions à « *Alain Aspect et son équipe qui effectuèrent une série d'expériences sur des paires de photons afin de tester l'EPR, ils trouvèrent que l'inégalité de Bell était violée. Einstein s'était trompé et la mécanique quantique avait raison.* »²⁵⁰ Mais Albert Einstein qui, le premier, avait constaté l'étrangeté de la mécanique quantique avait refusé d'adhérer au nouveau progrès de la science

²⁴⁹ Henry Blumenfeld, *John Bell, de la philosophie naturelle à la physique, op cit.*, p. 5.

²⁵⁰ Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard, *op. cit.*, p. 98.

qui réfute toute idéologie. Toutes ces tentatives visant la compréhension de la réalité quantique montrent que le quantum est une réalité métaphysique.

3- Le quantum : un phénomène métaphysique

L'histoire des sciences montre qu'il existe une impermanence autour de la réalité physique. Historiquement, l'effort humain de comprendre l'univers s'articule autour de quatre axes majeurs : l'univers mythique, l'univers géocentrique, l'univers héliocentrique et enfin l'univers du *big bang*. Dans cette évolution, l'homme est parti du réalisme métaphysique pour concevoir l'univers à partir des essences et penser enfin un monde réel. L'essence est, selon Aristote, ce qui traduit l'être véritable d'une chose. Cette théorie idéaliste était formulée au V^e siècle avant J.-C. comme l'affirme Lucien Daly : « *les philosophes Leucippe et Démocrite qui enseignaient déjà que la matière est constituée d'éléments plus petits invisibles à l'œil nu. Cependant, cette conception purement métaphysique, ne reposait sur aucune preuve expérimentale.* »²⁵¹ Après cette période mythique, les philosophes de la nature opéraient ainsi une démarche rationnelle pour comprendre l'univers, laquelle avait abouti par la mécanique classique. La conséquence à ce niveau, est la croissance du matérialisme. Cette phase s'est illustrée une fois de plus par l'impermanence de la réalité. La découverte de la physique atomique avait remis en orbite la conception de la réalité en physique. Désormais, il faut admettre la réalité non-physique en science.

Partant de l'univers mythique pour penser l'univers, les classiques se sont appuyés sur un argument abstrait appelé substance primordiale à partir duquel tout a été engendré. Telle était la conception de la métaphysique classique. Mais, la découverte de la mécanique atomique a donné des éléments permettant de réfuter cette conception. Le commencement de notre univers ne pouvait donc pas être l'œuvre de rien, du vide ou une substance primordiale indéfini. Les travaux de Max Planck, Niels Bohr, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg ont permis de comprendre que l'univers était constitué des éléments très petits appelés quantum. Au niveau de l'infiniment petit, notre intuition ayant favorisé le développement de la mécanique newtonienne, ne pouvait plus prendre en compte l'ordonnement des microparticules à l'échelle microscopique. Au-delà du mur de Planck, les théories de la mécanique classique ne sont plus applicables. Ce qui a pour conséquence une nécessaire révision de certaines lois de la mécanique classique.

²⁵¹ Lucien Daly, *Découvrir Dieu grâce à la science : Itinéraire spirituel d'un scientifique*, L'Harmattan, Paris, 2010, p. 36.

À partir de la découverte de la physique des particules élémentaires, il y a lieu de récuser l'édifice métaphysique mis en place par les philosophes idéalistes, dont le fondement reposait sur des idées innées qui, selon eux, avaient la capacité de saisir l'essence des choses ou de contempler une des figures de l'être. Henri Bergson s'inscrit dans ce registre et définit l'intuition de la manière suivante : « *l'intuition, s'entend la faculté de saisir la vérité immédiatement sans que les raisonnements ou les motivations y participent de façon apparente. La révélation est subite au point que le savant se trouve dans l'impossibilité d'expliquer comment s'est opéré la découverte.* »²⁵² Certes, le point de vue de Henri Bergson ne pouvait pas donner la latitude de construire un édifice scientifique solide sur la seule faculté de penser, voilà pourquoi les scientifiques ont trouvé la nécessité de soustraire la métaphysique classique parce qu'elle ne répondait pas au critère de vérification.

La physique moderne, en revanche, vient remettre en cause la métaphysique traditionnelle qui avait favorisé la construction des postulats sur la réalité indépendante sans avoir recours à une expérience certaine. Le postulat parménidien, à titre d'illustration, semble avoir influencé les philosophes idéalistes. Lorsqu'il affirmait l'existence absolue de l'Être affirmant que : *l'Être est le non-être n'est pas*. Cette affirmation se présente comme une vérité apodictique qui n'avait point besoin d'être justifié. Or, la réalité atomique ne s'accommode pas avec des résultats non justifiés expérimentalement, mais accorde plutôt une place importante non physique. Il ne s'agit pas d'une réalité formelle au sens classique. Sa connaissance est basée sur le formalisme mathématique, nous est accessible à partir de l'opération expérimentale de mesure. Il est important de préciser que c'est l'expérimentation qui décide de ce qu'on peut voir dans le contexte atomique. À ce niveau, le sujet physique dans le contexte classique ne dispose pas une réalité en soi. L'homme ordinaire a des appréhensions au sujet de la matière à cause de son incapacité à saisir la réalité au-delà du mur de Planck. Ce qui signifie que la conception de la réalité sur le plan macroscopique était une simple opinion due à la méconnaissance des phénomènes quantiques.

La nature des particules élémentaires en physique moderne ouvre la porte vers une *métaphysique expérimentale*. Les équations mathématiques appliquées aux particules élémentaires montrent qu'elles sont détenteurs d'une nature fantôme. Le principe de l'indéterminisme ou la relation d'incertitude sont construits par une étude expérimentale. C'est cela qui avait permis à Werner Heisenberg de comprendre qu'au cours d'une même expérience,

²⁵² Alan. Soukhotine, *Les paradoxes de la science*, Trad., Oleg Pichouguine, Edition Mir, Moscou, 1983, p. 120.

on ne peut avoir au même moment l'impulsion et la position des particules. L'interprétation de la réalité classique a été possible à partir d'un espace métrique rigide et linéaire : c'est l'espace euclidien. Le physicien Simon Pierre de Laplace avait élaboré la théorie déterministe permettant la prédictibilité d'un phénomène naturel, c'est-à-dire que connaissant l'instant initial d'un phénomène, il était possible d'envisager son comportement à l'instant suivant. Or, dans l'infiniment petit les particules ne disposent pas de trajectoire par conséquent, il est impossible d'appliquer les lois de prédictibilité sur les atomes leur localisation est seulement possible à partir d'une distribution statistique de probabilité.

La question de la discontinuité de la matière a été résolue de façon technique par la physique moderne, en 1910 par le physicien anglais Ernest Rutherford, « *En bombardant de mince feuille d'or avec des particules très énergétiques, il s'aperçut que la grande majorité des particules traversaient la feuille d'or comme si de rien n'était, mais qu'une très petite fraction (0,01%) d'entre elle était réfléchi et revenait à leur point de départ.* »²⁵³ Si la feuille d'or était compacte alors aucune particule ne traversait, ce test expérimental de Ernest Rutherford avait permis de conclure que la matière n'est pas continue, elle est lacunaire. Progressivement, la mécanique quantique donnait les moyens de lever le voile sur les idées reçues de la mécanique classique au sujet de la nature de la matière.

La métaphysique classique était le fruit d'une raison autosuffisante et d'une certaine sacralisation de la nature. Mais, l'histoire de la philosophie est parsemée des apories de cette raison dont la prétention était de construire la vérité totale sur la nature à partir de l'expérience de pensée. Force est de constater la place de choix qu'occupe *le non-être* qui n'est pas un ensemble vide. Si notre perception traditionnelle ne pouvait rien dire au-delà du mur de Planck, cela ne signifie pas l'absence de la réalité. À ce jour nous avons la possibilité de dire avec autorité que le vide n'est pas vide et que le non-être joue un rôle déterminant autour de nous. L'avènement de la physique moderne avait permis de panser les errements des Anciens. Les physiciens de l'école de Copenhague fixaient alors la démarche expérimentale comme condition idoine pour parler de la réalité en physique. Ici, on se rend compte que le sujet et l'objet forment un tout contrairement à la mécanique classique qui considérait le sujet comme un acteur, dont la présence était source de bruit. La mécanique est venue restaurer la place de l'humain comme auteur de la réalité.

²⁵³ Trinh Xuan Thuan et Mathieu Ricard, *op. cit.*, p. 136.

Considérant que le quantum accorde une meilleure description des phénomènes de l'univers, il n'est plus possible d'avoir un regard sur le monde en se basant sur des simples lois déterministes de la mécanique classique. Il ne s'agit plus de soutenir une réalité en se référant simplement à l'essence qui ne peut être vérifiée par l'expérience, mais en convoquant le quantum qui semble répondre valablement à certaines questions en rapport avec notre existence. La fonction d'onde a un effet fantôme parce qu'il est partout à la fois ce qui lui confère un statut métaphysique. La particularité est que le réel quantique a un statut non-local et indivisible. Voilà pourquoi les physiciens héritiers de l'idéologie déterministe n'accordaient pas du crédit à la mécanique quantique qu'ils jugeaient incomplète. Albert Einstein, dans son article EPR, voulait démontrer les limites de la mécanique quantique à parler avec certitude du concept de réalité. Mais l'histoire ne lui avait pas donné raison. Car son argument philosophique avait été neutralisé par des preuves scientifiques réalisés par John Bell et Alain Aspect.

Albert Einstein avait réussi à déconstruire la théorie de la gravitation universelle de Isaac Newton en accordant une place importante à la dimension immatériel du sujet physique. Il s'était opposé à Isaac Newton sur la façon de concevoir la matière. Le physicien dans son approche classique, pensait que la matière n'existe pas en soi. Avec sa théorie de la relativité restreinte, il existe un lien direct entre l'énergie et la masse. Si l'énergie est nulle, la masse sera également nulle. La théorie d'Albert Einstein montre à suffire l'existence d'un lien entre l'énergie et la masse d'un corps. Ainsi, il affirme que la gravité produite par la masse n'existe pas en soi, mais dépend du contexte dans lequel on se trouve. À titre d'illustration, le parachutiste qui descend en chute libre dans le vide ne ressent pas son poids. Tout se passe comme si son champ de gravité est nul, le changement s'opère seulement lorsqu'il se rapproche de l'écorce terrestre.

Avec les avancées de la physique moderne, le monde perd progressivement la conception réductionniste d'une réalité physique tout faite, dont la source émergerait d'une substance immanente insaisissable totalement par l'humain. La découverte du quantum par Max Planck s'illustre comme la matière première, la composante fondamentale à partir de laquelle les phénomènes de la nature émergent. Ce changement de vecteur épistémologique a suffisamment influencé le paysage physique avec l'intégration d'un réel non physique. En somme, la mécanique quantique a donné à l'humain l'opportunité de revisiter les fondements métaphysiques de la réalité en physique. Il ne s'agit plus de faire référence aux essences pour parler valablement du réel, mais de s'appuyer sur un matériau qu'on peut quantifier à partir des objets mathématiques.

CHAPITRE VI : LA MÉTAPHYSIQUE OU LA SAGESSE DE LA SCIENCE

La sagesse des Anciens semble être au fondement de la science. Ils avaient une vision holistique du monde. Ils présentaient une conception interdépendante de tous les phénomènes où l'homme était le centre de toute chose. Une fracture avait été imposée par la philosophie newtonienne qui décrivait un monde local et rigide. Seulement, on s'est rendu compte de ce que son approche sur la connaissance de la matière était incomplète d'où la naissance d'une nouvelle mécanique. La physique moderne s'illustre à nouveau comme un retour à la métaphysique, à la sagesse des Anciens avec pour particularité, la possibilité d'une quantification du réel non physique.

A- LA MÉTAPHYSIQUE AU FONDEMENT DE LA SCIENCE

La science classique avait entretenu l'idéal d'un achèvement du savoir fondé sur une théorie permettant de tout prévoir sur la nature. Cette conception était l'héritage des mythes et de la religion selon laquelle l'origine de la matière reposait sur un substrat métaphysique.

1- L'antimatière : fiction ou réalité

Pouvoir se projeter afin de contempler la véritable nature des choses est une valeur ajoutée dont dispose l'humain. Dans le souci de comprendre de quoi sont faites les choses, les savants ioniens avaient compris tôt que la matière était au fondement de l'univers. Dans l'Antiquité grecque, les philosophes empruntaient une démarche contemplative pour comprendre l'être, ceci à l'inverse total de la conception ionienne orientée vers la matière. Il se trouve que Parménide avait réussi à dégager la permanence de l'être. Selon lui, il y avait une réalité métaphysique dont l'existence ne faisait aucun doute. Toutefois, l'idée d'une nature connaissable n'était possible que grâce à la compréhension matérialiste de l'univers qui était selon Newton, composé d'un ensemble de particules inertes régies par des lois stables et aveugles. Pendant trois siècles, cette vision newtonienne sur la nature avait légué à la postérité un univers mécaniste, construit sur les principes déterministes.

Cependant, la vision classique avait présenté un univers rigide où la créativité et l'innovation n'avaient plus de place et que la présence de l'humain était perçue comme perturbateur. Il était nécessaire de se frayer un chemin vers des espaces non explorés pour parler valablement du réel. La découverte de la physique atomique est perçue comme un bol d'air dans l'étude des composantes de la matière en physique. Ainsi, l'opportunité de replacer l'humain au cœur de toute activité physique s'illustre comme un moyen de réparer les erreurs des Anciens au sujet de l'interprétation objective du réel. Cette nouvelle physique avait donné lieu de comprendre que les Anciens n'avaient pas épuisé la maîtrise de la nature. L'interprétation réductionniste d'un univers rigide déterministe et deshumanisant cède place au début du XIX^e siècle à la géométrie du hasard comme une approche complémentaire conduisant désormais à la découverte d'un réel qui est connu de façon parcellaire. Dans cette dynamique que s'inscrit l'idée d'une nature symétrique à celle visible émerge dont les particules seraient disséminées dans la nature.

L'idée d'un monde statique inerte ne faisait pas l'unanimité entre les scientifiques, ce qui impliquait que la nature ne pouvait pas totalement livrer son secret. Les nouvelles hypothèses de la physique quantique mettaient ainsi la puce à l'oreille des physiciens pour explorer l'existence probable de l'antimatière. Le monde des chercheurs entraînait ainsi au cœur d'une polémique sans fin quant à la véritable constitution de la matière. Ainsi, Sir Franz Arthur Friedrich Schuster physicien germano-britannique. Ses travaux s'inscrivent dans la recherche des phénomènes radiatifs de l'univers. Dans cette perspective, il illustre perçu comme pionnier sur la question de l'antimatière. Dès la fin du XIX^e siècle, il avait pensé l'existence d'un monde miroir, composé d'antimatière dont les antiatomes possèderaient de propriétés contraires à celles de la matière ordinaire. Mais, faute de preuves et du véritable formalisme pouvant justifier cette sortie imaginaire, sa déclaration fascinante est restée sans suite.

L'état de la recherche montre que l'être humain avait beaucoup fait de progrès dans la compréhension de la matière par des travaux en chimie et en physique, particulièrement au début de XIX^e siècle. Avec la découverte de la théorie de la relativité générale et de la théorie des quanta, celles-ci ont permis de comprendre les phénomènes naturels à grande et petite échelle. Les molécules et atomes aux particules subatomiques. L'ensemble a autorisé une description précise et une intime compréhension des phénomènes multiples avec à la clé de spectaculaires confirmations expérimentales. Progressivement, ces nouvelles lois ont permis de parfaire l'interprétation du réel amorcée par Isaac Newton.

L'avènement de la physique quantique en particulier, au début du XIX^e siècle, avait donné l'opportunité de ressusciter de nouveau cette idée d'antimatière qui, développée subjectivement sans arguments scientifiques, devenait une préoccupation importante au milieu de chercher en physique. Considérant la double nature des microparticules, on pouvait montrer que contrairement à la mécanique classique dont la matière comme particules avaient une seule nature fixe ou locale, les atomes ont une nature ondulatoire et corpusculaire. De même la lumière présente une double nature, une lumière rayonnante et une lumière non rayonnante selon Schubert. Les développements observés en physique des particules ont donné lieu de parler de la complémentarité. Le principe de complémentarité selon Niels Bohr explique que la description de la réalité quantique requiert en fait une dualité de représentation mutuellement contradictoire ceci apparaît comme un début de réponse à la question de l'antimatière évoqué par Arthur Schuler.

Dans une perspective utilitariste, les scientifiques voulaient jouer le rôle de pionnier dans la description de la réalité de la physique microscopique par la présentation des résultats scientifiques. Ceux-ci semblaient donner satisfaction sur la véritable nature du réel. Certains chercheurs trouvaient la physique quantique inachevée et se précipitaient ainsi pour lever l'énigme. Avec Erwin Schrödinger, physicien, qui venait de construire des équations qui portent son nom pour tenter de décrire le comportement des systèmes quantiques s'inspirant des équations de la mécanique classique d'Isaac Newton. Malheureusement, l'issue n'avait pas été favorablement acceptée étant donné que ce formalisme s'appuyait sur une tradition déterministe.

En revanche, en faisant un changement de variable, Paul Dirac, vers la fin de 1920, tente à son tour de résoudre ces équations en faisant appel aux équations de la relativité d'Albert Einstein. Après quelques tâtonnements, Paul Dirac parvint à la résolution de l'équation d'Erwin Schrödinger, mais il trouve quelque chose d'étrange, deux solutions complémentaires, l'une solution d'énergie positive et l'autre d'énergie négative. Ce résultat avait permis à Paul Dirac de comprendre que l'antimatière n'était rien d'autre que l'image de la matière, ce qui reconfortait les idées émises par Arthur Schuler au sujet d'un monde miroir. Enfin de compte, il s'était donné le privilège de clamer que « *l'existence de la matière impliquait même la présence de l'antimatière.* »²⁵⁴

²⁵⁴ Trinh Xuan Thuan, *Le Chaos et l'harmonie : la fabrication du réel*, Paris, Fayard, 2001, p. 188.

Cette découverte de Paul Dirac dans la tentative de description du comportement du système quantique remettait dans l'arène la question d'antimatière évoquée plutôt sans fondement. Seulement si on admet l'existence d'un monde miroir aussi important que le nôtre, où peut-il se cacher et comment s'organiser pour avoir la maîtrise des lois qui le composent ? Pour Paul Dirac, la solution à cette préoccupation serait la solution d'énergie négative qui résultant de l'instabilité du vide étant donné que le vide n'est pas vide. Mais, les résultats de recherche de Paul Dirac avaient entraîné beaucoup de méfiance et de critiques au sein de la communauté scientifique. Selon Gabriel Chardin, « *Dirac imagina que les solutions d'énergie négative en fait toutes occupées par les particules et que, pour observer l'une de ces particules négatives il fallait d'abord commencer par déloger une particule installée dans l'un des états d'énergie négative.*»²⁵⁵ Dans ce contexte, l'observateur devrait nécessairement évacuer la particule d'énergie positive pour décrire la particule d'énergie négative.

Autour des années 1920, les débats au sujet de la réalité quantique n'avait pas encore fait du chemin, toute chose qui ne donnait pas suffisamment du crédit aux expériences de Paul Dirac s'agissant du comportement du système quantique. Il faudra attendre 1932, année où le physicien américain Carl Anderson, selon Gabriel Chardin, « *confirmait de façon éclatante cette hypothèse en observant le rayonnement cosmique une particule qui avait la même masse que l'électron mais de charge opposé.*»²⁵⁶ Cette production d'élément contraire était une antiparticule dont les propriétés étaient semblables à la particule initiale. Toutefois, le niveau de recherche ne permettait pas de dire avec précision le lieu où éventuellement, on pouvait loger ce monde miroir qui préoccupait tant les chercheurs.

Pour avoir une meilleure compréhension sur l'antimatière, la sagesse recommande de lever le paradoxe qui existe entre la matière et l'antimatière dont la cohabitation amènerait à une conflagration d'une extrême violence, voire à l'élimination totale en raison d'une explosion semblable à celle de la bombe atomique. Il se trouve que la matière, en rencontrant l'antimatière s'annihilerait instantanément entraînant un déchainement d'énergie aboutissant en une fraction de seconde, à une température d'un milliard de degré environ et dont l'explosion provoquerait une combustion comparable à une bulle de feu donc les particules s'échapperaient à une vitesse proche de celle de la lumière. En réalité, cette déflagration pourrait être imaginée lors de l'explosion de l'atome primordial. Ce scénario catastrophique serait irréalisable. Du point de vue de Gabriel Chardin « *l'antimatière ne peut exister dans notre voisinage qu'en*

²⁵⁵ Roland Chardin, *L'antimatière*, Paris, Flammarion, 1996, p. 17.

²⁵⁶ *Ibid.*, p. 18.

faible quantité.»²⁵⁷ Il n'était pas possible d'imaginer un monde qui se logerait quelque part dans la nature constituée seulement d'antimatière.

La cosmologie la plus crédible au sujet de la description de l'univers est le *big bang*. L'homme est un être historique, la physique seule ne suffit pas pour percer le mystère de la nature. Sur cette question, deux courants de pensée émergent, excluant un troisième qu'est le créationnisme. À ce sujet, Trinh Xuan Thuan développe une entreprise philosophique qui montre que le réel est le fruit d'une contingence, aussi affirme-t-il « *il fallait faire surgir de l'ombre un acteur tout à fait inattendu et qui allait jouer un rôle essentiel dans la fabrication du réel: le chaos.*»²⁵⁸ Dans cette perspective, l'atome primordial est un ensemble de facteurs qui a contribué à l'expansion de l'univers jusqu'à nous. En revanche, Jacques Monod dans sa tentative d'interprétation de la nature pense que l'univers n'est rien d'autre que le produit du *Hasard* et de la *nécessité*. Étant donné que le déterminisme avait montré ses limites, le hasard fut considéré comme une démarche rationnelle dans la tentative d'interprétation du réel. De la matière minérale à la biologique, la transformation semble être une étape très étrange. Seulement il est possible d'admettre que l'expansion a contribué au développement des êtres vivants.

Si l'on s'accorde avec Gaston Bachelard selon qui, la connaissance générale constitue un obstacle épistémologique, alors cette perception qui avait cours depuis Aristote ne pouvait plus tenir pour comprendre l'univers avec ses composantes. La philosophie qui, en toute circonstance est la quête du sens de l'existence n'a pas suffi pour répondre à la question de la connaissance de la nature. Pour avoir meilleure appréhension il fallait avoir recours aux sciences dures. C'est à dire il a fallu convoquer la physique et l'astrophysique pour tenter de répondre aux interrogations sur la composition de l'univers primordial. Ou bien existe-il un monde miroir au nôtre. Les investigations sur l'univers primordial permettent de comprendre que pendant le temps zéro, notre univers traversait des moments d'ionisations avec des températures atteignant des milliers de degrés, températures engendrées par des fissures nées des collisions entre des particules en présence qui était composé de particule et d'antiparticule.

Cette chute de température de 1200 à 800°C, a provoqué une brusque condensation de la vapeur d'eau et la constitution des océans. Selon Jean Walch « *C'est probablement lorsque la température, continuant à baisser, est descendu entre 100 et 30°C que le gaz carbonique et*

²⁵⁷*Ibid.*, p. 7.

²⁵⁸ Trinh Xuan Thuan, *Le Chaos et l'harmonie : la fabrication du réel*, op. cit., p. 117.

l'ammoniaque de l'atmosphère se sont combinés avec l'eau des océans et ont donné naissance aux premiers êtres vivants, tous aquatiques. »²⁵⁹ Cette grande mutation avait eu un impact sur la nature de la matière, particulièrement la baisse drastique des températures avait donné naissance à de nouvelles particules susceptibles d'être générateur de la vie. Cette baisse drastique de température dans la nature avait certainement contribué à la diminution de l'antimatière dans l'organisme.

Lorsque Démocrite et Leucippe découvrent l'atome comme constituant primordial de la matière, ils n'avaient pas autre mesure que cette projection métaphysique, une explication scientifique, mais des recherches avec les progrès scientifiques ont donné raison non pas en considérant l'atome dans sa version première d'insécable, mais de matière connaissable avec ses constituants. La physique atomique a permis d'aller un peu plus loin dans la connaissance de l'infiniment petit. Elle a permis de comprendre que le photon est la particule élémentaire constitutive de la lumière et que l'électricité est composée d'électron, de positron. À l'aide du rayonnement cosmique et plus tard avec l'accélérateur de particules, les chercheurs ont détecté des antiprotons et antineutrons ce qui serait la réponse au petit monde symétrique tant évoqué : Gabriel Chardin affirme que « *Trente-trois ans après la découverte du positron qu'Emilio Segrè, Owen Chamberlain, Clyde Weigand et Tom Ypsilantis découvrent, en 1955, l'antiproton, puis l'année suivante, l'antineutron.* »²⁶⁰

Il y a lieu de relever que l'antimatière qui peut être détectée dans la nature ne pouvait pas être un monde symétrique au nôtre, mais plutôt asymétrique car on ne peut avoir un lieu dans l'espace géographiquement défini où il est possible de trouver l'antimatière concerné. Des physiciens considèrent comme improbable la possibilité d'existence de grandes régions d'antimatière dans notre univers. À l'inverse, ce qui est le plus certain est l'impossibilité de décrire objectivement au sens fort la localisation des antiparticules. L'état de la recherche nous permet de justifier que la présence de l'antimatière existerait après le mur de Planck par conséquent, son comportement serait similaire aux particules élémentaires qui sont dans le chaos et l'harmonie en permanence. Mais le volume de ces microparticules semble négligeable dans la nature à ce jour.

L'idée d'un univers symétrique a été défendue par des scientifiques, en l'occurrence le français Roland Omnès, dans les années 60. Ce chercheur s'appuie sur le premier instant de

²⁵⁹ Jean Walch, *Le temps et la durée, op. cit.*, p. 173.

²⁶⁰ Gabriel Chardin, *L'univers de Dirac-Milne, un univers symétrique matière-antimatière*, Paris, Michel-Ange, 1996, p.7.

l'univers. Selon lui, peu avant que l'univers ne parvienne plus à remplir l'espace de matière nucléaire, alors à quelques cent millièmes de secondes matières et antimatières se neutralisaient mutuellement dans une rencontre suicidaire entraînant ainsi des températures. Malheureusement cette explication n'avait pas été confirmée par un dispositif expérimental. Ce qui est crédible à ce jour est que la quantité de matière et d'antimatière capable de résister après cette collision primordiale reste extrêmement faible et, bien plus, la chute de température du milliard à peine 3 degrés Celsius de notre univers éloigne beaucoup plus les particules d'antimatière éparses et de matière si bien que d'autres chocs sont presque rares pour permettre que la matière et l'antimatière se détruisent encore comme par le passé.

La sortie métaphysique de Sir Arthur Schuster en quête de sens au sujet de l'antimatière par rapport à l'existence d'un monde miroir identique au nôtre, avait donné des années plus tard matière à réfléchir à la communauté scientifique qui reprenait l'interrogation de Leibniz, *pourquoi il y a-t-il quelque chose plutôt que rien ?* Les investigations menées à cet effet montrent que le niveau de température qui pouvait engendrer la déflagration de l'atome de base était l'entrée en scène de la matière et l'antimatière. Ce comportement avait été localisé à la genèse de l'atome primordiale si bien qu'avec la chute des températures, il n'était plus possible d'envisager cette hypothèse de nouveau. Il y a lieu de constater que l'antimatière existe, certes à des quantités extrêmement faibles dans la nature sans toutefois avoir une région fixe. Parler d'un monde symétrique serait assimilable au projet de monde parallèle, dans ce contexte est une simple vue de l'esprit. Les petits mondes miroirs seraient juste des états relatifs à l'intérieur desquels il est possible de parler d'une antiparticule comme l'antiproton ou l'antineutron. Dans cette quête de sens, on ne peut qu'interroger les possibles limites de notre curiosité.

2- De l'infinité complexe de la curiosité scientifique

La science physique est un moyen de lutter contre l'esprit naïf installé par les scories de la métaphysique traditionnelle dont la tendance est à l'explication finale et du fétichisme. Convoquant la théorie des trois états sur l'évolution de l'esprit humain, Auguste Comte situe au fondement de la pensée humaine l'esprit théologique, c'est-à-dire la tendance d'expliquer toute chose par la transcendance. Cette pensée a été très vite abandonnée au profit de l'esprit métaphysique et enfin l'esprit positif qui est l'esprit à l'âge adulte où l'humain, grâce à la curiosité scientifique, s'oppose aux croyances, à des frayeurs irraisonnées pour tenter de donner une explication objective sur le sens à donner aux phénomènes de l'univers. Selon Alexis Carrel : « *la curiosité est une nécessité de notre nature. Elle est une impulsion aveugle qui*

*n'obéit à aucune règle.»*²⁶¹ À l'inverse, la curiosité scientifique sonne comme une véritable psychanalyse de la connaissance scientifique dans une dynamique impliquant la prudence, le discernement, la rigueur et l'esprit critique. Elle nous détermine à connaître véritablement et rend apte un type d'explication de la nature différent de ce que proposent les mythes et la religion.

La curiosité scientifique est aussi l'expression de la fécondité de la raison humaine si l'on s'en tient à l'interprétation que lui assignaient Platon et Aristote. Ceux-ci pensaient que « *la raison représente plutôt une sorte d'aspiration sans fin à la connaissance et à la sagesse qui a besoin d'être cultivé par la jeunesse par l'éducation et plus tard par l'accumulation par l'expérience.»*²⁶² À ce niveau, on peut noter que cette instance a également besoin d'être cultivée par l'éducation pour permettre de répondre à la question existentielle par le biais de la science. Nous pouvons comprendre déjà ici que cette fécondité est visible déjà depuis la période préscientifique où la science ne se trouvait pas comme un outil capable de réaliser les finalités humaines.

Mais il fallait faire une distinction dans la production de la pensée. Ainsi, comment faire une clarification, étant donné que les vices du raisonnement où l'intuition ont eu recours au langage ambigu tenant lieu d'argument implacable ? La méthode scientifique obéit toujours au critère de réfutation ou de falsifiabilité, elle se déroge des principes métaphysiques classiques qui vantaient les mérites des vérités apodictiques. Dans une perspective visant la purification du langage contre les vices au moment de la production de la connaissance, Gottlob Frege conçoit l'idéogramme dont le but serait d'établir une distinction fondamentale entre « *la représentation mentale d'un contenu déterminé ou d'un état de chose et le contenu jugeable.»*²⁶³ Ainsi, Gottlob Frege assigne à ce langage symbolique un rôle déterminant pour purger l'esprit des mots et des images « *Pour que quelque chose d'intuitif ne puisse pas s'introduire de façon inaperçue, tout devait dépendre de l'absence de lacune, dans la chaîne des déductions.»*²⁶⁴ L'humain dans sa quête de perfection du langage, tente de purifier et de limiter des erreurs en vue de produire un discours logique et crédible sur le réel.

De manière générale, l'histoire des sciences montre que le progrès de l'esprit humain ne s'est jamais estompé, car il y a toujours lieu d'observer les découvertes dans plusieurs

²⁶¹ Alexis Carrel, *L'homme, cet inconnu*, Paris, Plon, 1935, p. 70.

²⁶² Francis Fukuyama, *La fin de l'homme, les conséquences de la révolution bioéthique*, Paris, Gallimard, 2002, p. 246.

²⁶³ Lorraine Daston et Peter Galison, *L'objectivité*, Paris, Les presses du réel, 2012, p. 314.

²⁶⁴ Frege Gottlob, *Idéographie*, Trad., Corine Besson, Paris, Vrin, 1999, p. 7.

domaines, ce qui justifie la fécondité de la pensée humaine. Ces découvertes scientifiques sont en quête de réponse aux besoins intarissables face aux préoccupations humaines. Malgré quelques dérives qu'engendre la curiosité scientifique, Francis Fukuyama montre avec emphase que le bien-être de l'homme a toujours été au cœur des préoccupations humaines, aussi l'affirme-t-il « *Depuis l'époque de Francis Bacon, la recherche scientifique a toujours été considérée comme porteuse de sa propre légitimité.* »²⁶⁵ L'homme veut pouvoir répondre aux interrogations qui jonchent son existence. Aussi, il ne cesse d'œuvrer au quotidien malgré la résistance de la nature, de ne pas se laisser séduire par ses sollicitations, pour avoir une vie contraire aux dispositions que proposaient l'état théologique.

Bien que des dispositions ont été prises pour que la curiosité scientifique permette aux chercheurs de se défaire de l'esprit naïf ou de la connaissance première. Il est resté un côté aussi important qui mérite d'être élagué, non pas comme une erreur, une idée fausse ou dogme, mais comme la question des systèmes de pensée instituée comme des passerelles pour prendre position dans l'arène philosophique. Michel Fabre soutient qu'il ne s'agit plus des lacunes, mais au contraire de « *trop pleins de la pensée* » de système de connaissance polymorphe souvent chargés affectivement qui permettent au sujet d'appréhender les phénomènes et d'orienter son action. »²⁶⁶ Certes, le développement d'une pensée scientifique bénéficie d'un substrat métaphysique et même théologique qui a tendance à laisser les traces dans des théories émises par les chercheurs, En revanche, Michel Fabre évoque l'attachement à ces systèmes de connaissance, parce que du point de vue de la fécondité intellectuelle, leurs influences positives expliquent leur résistance au changement et surtout à la réfutation.

La curiosité scientifique est un facteur déterminant dans la promotion de la connaissance nécessaire pour la marche de l'humanité. Dans une perspective essentiellement utilitariste, des penseurs soutiennent qu'il ne faut pas avoir peur ou des réserves, s'agissant cette tentative scientifique de comprendre l'univers. À ce niveau, Francis Fukuyama a une vision téléologique. Incapable de cerner ou encore de mettre des censures sur la qualité de la recherche et sa finalité pour l'humain. Il y a lieu de constater une impossible tentative d'encadrement des chercheurs dans un laboratoire. Les résultats de la découverte scientifique montrent que le scientifique est quelque fois surpris de sa trouvaille, dans cette optique, les projets visant à accorder un supplément d'âme à la recherche scientifique sont utopiques. Toutefois, les réserves formulées par le penseur tiennent de ce que, quelque résultat de recherche aurait conduit à la destruction

²⁶⁵ *Ibid.*, p. 322.

²⁶⁶ Michel Fabre, *Bachelard l'éducateur*, Paris, PUF, 1995, p. 24.

de l'humain ou même des usages ont conduit à des dérives ayant des impacts environnementaux à titre d'illustration, les séquelles de la bombe atomique de la seconde guerre mondiale sont toujours perceptibles au Japon. Cette vision éthique ne peut tenir dans un contexte où il est presque impossible d'encadrer la fécondité intellectuelle.

La réfutation de la théorie rationnelle sur la nature de la matière développée par Newton montre que la curiosité scientifique est une instance dont l'expression est une réponse temporelle. Bernard d'Espagnat soutient que le tréfonds des choses n'est pas accessible à la connaissance discursive. Parfois l'infinie complexité de la fécondité intellectuelle amène le chercheur à s'opposer à sa trouvaille. Ceci peut être observé dans l'ouvrage de Alan Soukhotine intitulé *Les paradoxes de la science*, il se trouve que Max Planck a été révolutionnaire malgré lui. Influencé par une longue tradition philosophique gouvernée par les idées déterministes de Isaac Newton, le jeune chercheur, au début des années 1900, avait développé une hypothèse défiant la raison. En définissant que le rayonnement d'un corps est composé de microparticule indivisible appelé quantum.

Selon le mot de l'académicien Landau, Max Planck avait installé en physique *l'alogisme*. La particularité est que la fécondité intellectuelle obéit à une démarche non rationnelle et répond nécessairement à un besoin quelconque. La théorie est comparable à une bouteille jetée à la mer étiquetée dessus avec mention « *attrape qui peut* ». Il faut donc comprendre l'échec des efforts fournis par Max Planck pour mettre fin à sa théorie des quanta. « *Einstein expliquait que Planck avait souffert mort et passion en recherchant le moyen de tirer la physique de la mauvaise passe où il l'avait conduit sans l'avoir voulu,* »²⁶⁷ toute chose qui justifie la complexité de la curiosité scientifique qui anime le chercheur. On peut comprendre que c'est une source intarissable qui contre toute attente, permet, malgré une tendance catastrophiste dont l'objectif serait l'encadrement de l'activité scientifique, se présente comme un projet sans issu.

Le caractère perfectible de l'humain est au centre de l'infinie complexité de l'émergence de la pensée dans l'optique, soit de réfuter les systèmes de pensée, soit par l'innovation d'apporter un regard nouveau. Dans ce contexte, la curiosité scientifique est ainsi saluée parce qu'elle a permis d'avoir un regard pluriel sur la matière et sur l'univers. Certes, il n'est pas toujours aisé d'abandonner des anciennes théories, mais l'innovation technoscientifique est garant de l'amélioration de notre perception de la nature. À titre d'illustration, Sir James

²⁶⁷ Alan Soukhotine, *op. cit.*, p. 75.

Lighthill déclarait « *Nous sommes très conscients, de ce que l'enthousiasme que nourrissaient nos prédécesseurs pour la réussite de la mécanique newtonienne dans le domaine de la prédictibilité, que nous savons désormais fausses.* »²⁶⁸ La curiosité scientifique a permis de percer le mystère et de voir que la conception de la matière n'était pas totalement définie, qu'il y avait encore du chemin à faire. Les travaux sur l'infiniment petit nous ont permis de comprendre une fois de plus, qu'une théorie ne pourrait être définitive car la nature se révèle toujours de façon parcellaire.

C'est dans cette même perspective qu'une certaine génération de chercheurs du XIX^e siècle ont formulé des théories sur la nouvelle configuration de la matière, dans un contexte nouveau qui ne cadrerait plus avec des idées anciennes basées sur la théorie mécanique de Isaac Newton. Ainsi Werner Heisenberg découvrait le principe d'incertitude et Niels Bohr, la relation de complémentarité qui étaient des facteurs caractérisant le comportement des particules élémentaires. Aussi découvraient-ils d'autres aspects tels que la non-localité, la non séparabilité et l'indicibilité de la matière, mais surtout l'introduction des variables aléatoires dans la physique des microparticules. Ces progrès multiformes ne sont que l'œuvre de cette capacité dont dispose l'homme à pouvoir se projeter vers l'inconnu en vue d'apporter une nouvelle réponse au sens de l'existence.

La découverte des particules élémentaires a une fois de plus apporté un regard complémentaire sur la matière. Subjugués par le regard newtonien de la nature que Bernard d'Espagnat a appelé le réalisme naïf, les scientifiques classiques ont fait promouvoir l'idée selon laquelle la nature a une réalité formelle indépendamment de la présence d'un observateur. Avec la physique des particules, on s'aperçoit que cette conception de la matière n'est plus tenable. Werner Heisenberg, dans ce sens, affirmait :

*La conception de la réalité objective des particules élémentaires s'est donc étrangement dissoute, non pas dans le brouillard d'une nouvelle conception de la réalité obscure ou mal comprise, mais dans la clarté et la transparence d'une mathématique qui ne représente plus le comportement de la particule élémentaire mais la connaissance que nous en possédons.*²⁶⁹

Au nom de la liberté, les scientifiques, par la curiosité, ont réussi dans leurs travaux à relever le niveau de notre perception du réel.

²⁶⁸ Jean Bricmont, « Déterminisme, chaos et mécanique quantique », in *Le déterminisme entre sciences et philosophie*, Pascal Charbonnat et François Pépin (dir), Revue d'épistémologie N°2/2012, p. 241.

²⁶⁹ Werner Heisenberg, *La nature de la physique contemporaine*, Gallimard, Paris, 1962, p. 18.

L'infinité complexe de la fécondité intellectuelle peut également être perçue comme une action morale, dans un contexte où l'être humain est toujours en état de parfaire son existence. À ce sujet, Emmanuel Kant situe l'action de l'homme sous l'influence de la Providence. Il se trouve que la recherche des indices dans l'histoire des sciences et de la technique, du droit ou des institutions politiques justifie l'hypothèse naturelle de l'humain comme un être de progrès. Au regard de ces dispositions présentes chez l'humain, Jean Mathias Fleury, convoquant Emmanuel Kant, affirme : « *dans divers usages de la raison pratique, qu'il s'agisse de ses applications instrumentales ou ses usages, l'homme exerce sa liberté. Chaque découverte et chaque innovation devenant la marque d'une avancée dans la réalisation de la perfectibilité humaine.* »²⁷⁰ La liberté dont jouit l'être humain traduit son statut d'être perfectible, ainsi la curiosité scientifique ne pourrait s'estomper ni connaître une quelconque saturation étant donné que l'expression de la fécondité intellectuelle est individuelle.

3- Le réalisme met-il fin au subjectivisme ?

La philosophie est une quête permanente de la sagesse, ceci se traduit par des efforts que le sujet déploie pour comprendre les phénomènes de la nature. Par l'expérience sensible, l'homme est allé au contact de la nature. Cette méthode fut appelée le réalisme. Ce courant de pensée affirme que les choses existent indépendamment du sujet qui serait là pour l'observer. Il s'agit là d'une vision ontologique du réel qui montre que les phénomènes soumis à notre observation existent intrinsèquement qu'on observe ou pas. En revanche, la révolution scientifique avait donné plus de crédibilité au réalisme. À côté de l'expérience première qui se traduit par le système cognitif, Francis Bacon pour structurer le fait scientifique, avait bien voulu soustraire le sujet. Considérant que celui-ci est plein d'inclinations. Ainsi, un phénomène devait être déclaré scientifique s'il est soumis aux tests de l'expérience. Malgré ces dispositions et les résultats engrangés, il n'est pas superflu de noter qu'il s'agissait toujours de l'expression du sujet connaissant.

Pendant la période préscientifique, les philosophes des sciences avaient pris des dispositions pour éloigner de façon significative le sujet de l'entreprise scientifique, l'objectif étant d'obtenir enfin de l'expérimentation, un résultat exact. Cette démarche avait prospéré jusqu'à la fin du XIX^e siècle. Mais il y a lieu de constater qu'en s'appuyant sur l'observation directe ou sur la méthode expérimentale, certains philosophes ont formulé une critique à l'égard

²⁷⁰ Jean Mathias Fleury, « Histoire contrefactuelle et nouvelles perspectives sur le déterminisme historique » in *Le déterminisme entre sciences et philosophie*, Pascal Charbonnat et François Pépin (dir), Revue d'épistémologie N°2/2012, p. 173.

du réalisme en proposant le courant idéaliste au motif que l'expérience sensible implique une naïveté et est susceptible d'être mis en doute. Dans cette perspective, René Descartes avait eu le privilège d'inverser la tendance en ne partant plus de l'expérience première mais de l'intériorité du sujet lui-même, c'est dans cette logique qu'il découvre le *cogito ergo Sum* comme première certitude.

Dans le même sens, emboitant le pas à René Descartes, Edmund Husserl développe une conception complémentaire qui consiste à aller au-delà du simple système cognitif pour décrire l'objet. Selon lui, tout vécu intentionnel doit avoir une référence consciente et des propriétés eidétiques, c'est-à-dire qui renvoient à une conscience de quelque chose. Grâce à la réduction eidétique, Edmund Husserl dépouille la réalité de son existence extérieure au profit de la conscience de son existence psychologique. Il s'agit pour Edmund Husserl de suspendre le jugement sensible en faisant un retour réflexif sur soi afin d'entrer en contact avec les régions de la conscience transcendantale constituante pour avoir l'opportunité de distinguer le monde physique ou le monde des apparences de la réalité des essences qui est le monde de la permanence. « *L'essence du vécu lui-même n'implique pas uniquement que le vécu soit conscience, mais aussi cela même de quoi il est une conscience et en quel sens déterminé ou indéterminé il est tel.*»²⁷¹ Ces philosophes de la subjectivité défendent l'idée d'un accès immédiat et intuitif aux essences. Mais, il y a lieu tout de même de s'interroger si cette approche idéaliste pourrait en elle seule faire avancer la science.

La sagesse dans ces deux approches pour concevoir la réalité au-delà de l'expérience sensible, le courant idéaliste a forgé dans l'histoire la construction d'une pensée spéculative qui, dans bien des cas, ne pouvait pas être soumise à l'expérience physique. Certes, quelques fois, on peut remarquer que l'usage de l'expérience de pensée effectivement avait permis la découverte de certaines théories qui ont été approuvées scientifiquement. C'est le cas de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein. En revanche, la sagesse recommande qu'on adopte le courant réaliste pour la promotion de la science. Si à l'enfance de la science il avait beaucoup retardé la dynamique de la recherche, l'introduction de la méthode expérimentale avait facilité l'atteinte de la maturité. Le point d'ancrage dans ces différents courants est l'expression de la subjectivité. Il s'agit ici, de la perfectibilité de la nature humaine qui est toujours en quête de la sagesse universelle.

²⁷¹ Edmund. Husserl, *op. cit.*, p. 117.

Durant la période classique, la physique a traversé plusieurs marches, de l'observation directe à l'expérimentation. Cette période s'est soldée par la mécanique de Isaac Newton perçue comme l'apogée de la science de cette époque. Il est facile de se rendre compte qu'au début du XIX^e siècle, « *la physique s'est immensément développée au cours des récentes décennies et peut donc être considérés comme atteignant seulement maintenant son âge mûr.*»²⁷² Pour la période classique, le réel était décrit indépendamment du sujet connaissant comme si celui-ci avait une existence propre. Cela avait permis d'une part de construire une connaissance absolue du réel et d'autre part, l'émergence d'une objectivité forte. Cette volonté première des classiques visait bien l'atteinte de la vérité en science. Seulement, à l'âge mûr, l'être humain constate qu'il y a encore un vaste champ non encore exploré. Par la fécondité intellectuelle du sujet humain l'exploration de ce vaste champ a donné lieu d'avoir une compréhension plus approfondi du réel.

En regardant les progrès engrangés par la mécanique classique, la réalité traduisait un phénomène ayant une nature formelle. Michael Dummett, parlant du réalisme, pense qu'il concerne les objets matériels. Faisant ainsi référence aux énoncés, il présente le réalisme comme l'idée qu'il existe des énoncés « *qui ont une valeur de vérité bien définie, indépendante des moyens utilisés pour la connaître : ces énoncés sont vrais ou faux en vertu d'une réalité existant indépendamment de nous.*»²⁷³ Il faut comprendre dans cette interprétation que ces énoncés sont l'expression des faits réels. Seulement, cette considération de la réalité avait largement changé avec la découverte du quantum qui est une réalité donc l'existence n'est pas formelle mais abstraite.

La découverte de l'infiniment petit a donné lieu dans une certaine mesure de revoir certains critères de crédibilité scientifique classique qui, certes, donnaient satisfaction à l'époque classique, mais méritent d'être révisés. C'est le cas de la théorie de la non-localité de la matière, du principe d'incertitude ou même de la relativité générale d'Albert Einstein. La sagesse recommande de sortir des systèmes de connaissances polymorphiques non pas à cause des lacunes, mais parce qu'ils ne permettent pas au sujet d'orienter son action. Nous faisons référence ici à la mécanique classique qui a réussi à s'imposer dans le substrat de certains chercheurs comme l'étalon de toute la science. Quels que soient les progrès engrangés, le sujet est perçu comme acteur principal.

²⁷² Bernard d'Espagnat, *Le réel voilé*, *op. cit.*, p. 33.

²⁷³ *Ibid.*, p. 345.

Les philosophes de la nature avaient construit la science sur la base de l'expérience sensible du monde, avec les révolutions scientifiques cette conception première était perçue comme le réalisme naïf. En s'écartant des théories empiristes au profit de celles idéalistes pour tenter de comprendre le monde, certains philosophes pensaient déjà une certaine mutation dans la construction de la philosophie spéculative. Les limites de celle-ci, face à la construction de la pensée scientifique, faisaient déjà problème. Dans cette perspective, Gaston Bachelard avait vu juste ces mutations quand il écrivit en 1934, « *tôt ou tard, c'est la pensée scientifique qui deviendra le thème fondamental de la polémique philosophique ; cette pensée conduira à substituer aux métaphysiques intuitives et immédiates des métaphysiques discursives objectivement rectifiées.* »²⁷⁴ Il se trouve que la science s'impose comme le tremplin sur lequel le philosophe doit désormais s'appuyer pour parler valablement des questions existentielles. Toutefois, le discours métaphysique classique oiseux ne peut plus permettre de parler avec autorité face aux questions de notre temps.

Gaston Bachelard a été pionnier, surtout que son discours émerge dans une période où la théorie des quanta ouvre de nouveaux horizons dans le champ scientifique. Il semble aussi avoir anticipé un aspect fondamental de la situation épistémologique actuelle, puisque la polémique philosophique était déjà présente au cœur de la pensée scientifique à laquelle on voulait contester la réalité de ses objets. Cette polémique portait sur la nature de la réalité en science. La nouvelle réalité dans le cadre de la physique des particules n'a plus une réalité au sens formel comme l'avait défini la mécanique classique. C'est une réalité dont l'existence s'exprime à partir des objets mathématiques. À l'inverse, pour les classiques, la réalité était locale et avait une existence indépendamment de l'observateur. Or, avec la physique de particule la disposition pratique est claire, on ne peut parler d'une particule avant la mesure. Dans ce sens, John Bell illustre cette position lorsqu'il écrit : « *Il semble que la théorie porte exclusivement sur les résultats de mesures et n'ait rien à dire sur quoi que ce soit d'autre.* »²⁷⁵ Dans le cadre de la physique atomique, c'est l'expérience qui décide de ce que nous pouvons dire de la matière alors que ce ne fut pas le cas lorsque la physique newtonienne avait pignon sur rue. Ces polémiques ont fini par trouver une entente à savoir, le développement *d'une métaphysique discursive objectivement rectifiée.*

Les débats autour de la question du réel étaient de mise pendant la période classique. Chaque courant présentait des arguments qui justifiaient la position adoptée. Quel que soit le

²⁷⁴ Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, PUF, Paris, 1934, p. 2.

²⁷⁵ Bernard d'Espagnat, *op. cit.*, p. 348.

bord de réflexion emprunté, il est nécessaire de noter qu'il s'agissait bel et bien de l'expression du sujet. Mais, le réalisme scientifique classique avait bien un substrat métaphysique en ce sens qu'il avait conduit à l'élaboration d'une théorie de la réalité en totalité. Avec Bernard d'Espagnat, nous avons constaté que la mécanique classique avait favorisé l'émergence d'une objectivité forte. Or, l'humain ne peut parvenir à la connaissance du réel dans sa totalité comme le prétendait le courant idéaliste. Dans cette perspective, Heinrich Schmidinger pense qu'il ne faut pas blâmer les philosophes classiques, leurs entreprises philosophiques répondaient aux questions liées à leur temps aussi écrit-il « *Les philosophes classiques comme Platon, Aristote, Thomas d'Aquin ou Kant n'ont rien perdu en voulant maintenir la métaphysique au milieu des défis de leur temps.* »²⁷⁶ Car avec l'intuition ces philosophes pensaient qu'il était possible de penser au réalisme métaphysique lequel a contribué à la mise en place de la physique classique. Mais, la dynamique des révolutions scientifiques avait donné lieu de comprendre que l'innovation est au centre de la prospérité de la culture scientifique.

Le défi devant lequel s'est trouvée la métaphysique classique est que sa prospérité avait été observée pendant la période préscientifique. En ce temps, l'objet avait une existence intrinsèque. Selon John Benoist « *La vérité vaut indépendamment de la capacité de certains agents cognitifs de l'appréhender* »²⁷⁷. Les philosophes de la nature, sous l'influence de la métaphysique, pensaient que le réel avait une existence propre. Cette interprétation du réel classique prendra fin avec la découverte de l'infiniment petit qui apporte une nouvelle conception de la matière. Ainsi, devant l'expert scientifique dont les actions se définissent comme l'outil indispensable que le philosophe devra emprunter pour comprendre la nature et améliorer son existence. Il est nécessaire d'envisager une nouvelle métaphysique cette fois non spéculative, qui cadre avec la nouvelle approche du réel. Ces mutations de la nature du réel se traduisent par la fécondité de l'esprit humain qui est de nature perfectible. Au nom de la liberté, l'humain ne saurait être tenu dans des systèmes de pensée qu'en fin de compte se transforment en idéologie.

Le réalisme classique avait abouti à une prétendue connaissance absolue de la matière avec des implications d'une objectivité absolue sur le plan scientifique. Malheureusement, c'était une compréhension de la nature fondée sur un espace intuitif. La découverte de la relativité générale par Albert Einstein montre la nécessité d'envisager un espace variable. Une

²⁷⁶ Heinrich Schmidinger, « Métaphysique et science », in *Autres Temps : Cahier d'éthique sociale et politique*. N°41, 1994, p. 56.

²⁷⁷ John Benoist, *L'adresse du réel*, Paris, Vrin, 2017, p. 25.

autre préoccupation, pas des moindres, était une tentative d'exclusion du sujet perçu comme perturbateur ou auteur du bruit dans la construction du réel classique, ce qui a conduit à sa réduction en un silence total. La somme de ces précautions visait la production d'une science exacte. Il se trouve que l'innovation et la curiosité avaient contribué à la découverte du nouveau monde qui viendra désormais sortir le sujet de sa cachette en vue de le présenter dans l'espace public scientifique comme acteur et auteur de la réalité, c'est le nouvel esprit scientifique. Dans cette perspective, Werner Heisenberg montre que le sujet n'est pas un acteur passif aussi écrit-il « *Lorsque nous observons des objets de notre vie quotidienne, le processus physique qui rend possible cette observation ne joue qu'un rôle secondaire. Mais chaque processus d'observation provoque des perturbations considérable dans les particules élémentaires de la matière.* »²⁷⁸

B- L'OBJECTIVITÉ FAIBLE OU L'AVEU D'UNE SUBJECTIVITÉ DANS LES SCIENCES CONTEMPORAINES

L'échec de la science classique à décrire de façon significative certaines facettes de la matière a contribué à donner une place au sujet, qui est devenu un spectateur engagé. Avec la mécanique moderne, la physique s'est donnée les moyens de percer les profondeurs de la matière à la recherche de l'essence fondamentale, les briques dont tout serait fait.

1- Interrogation de la crédibilité fondée subjectivement

En faisant table rase de la conception aristotélicienne de l'univers, composé distinctement du Ciel et de la terre régit par des lois différentes, Isaac Newton, au XVII^e siècle, a réussi à mettre sur pied une méthode permettant d'expliquer et d'interpréter de manière satisfaisante les phénomènes épistémiques à savoir l'observation, la causalité et la réalité. Il a su justifier par ces principes la théorie de la chute des corps, le principe d'inertie, la force d'attraction. Pour rendre effective ses découvertes, Isaac Newton s'est appuyé sur l'espace intuitif statique découvert par Euclide. Certes cet espace fixe a favorisé l'avancée dans la perception de l'univers mais en même temps il a été une barrière infranchissable, d'où l'échec des lois newtoniennes sur d'autres espaces. Les recherches scientifiques sur les sciences dures poursuivaient un but ultime : l'exactitude dans les sciences physiques. Voilà pourquoi la théorie de la connaissance de son époque était basée sur la recherche d'une objectivité absolue dans les

²⁷⁸ Werner Heisenberg, *La nature dans la physique contemporaine*, op. cit., p. 126.

sciences. De manière générale, l'humain est toujours au centre de toutes les actions visant la maîtrise de la nature.

Les moments de gloire observés en science par l'implémentation des lois stables sur les phénomènes de la nature ont duré le temps de trois siècles. Il est certain que, quelques aspects de la matière, non encore envisagés devaient faire appel aux lois inconnues. Il se trouve que par la suite, la croyance s'était fermement établie qu'on n'arrivait pas à comprendre la nécessité de renoncer aux principes de la science classique. Il est vrai qu'il était bien difficile qu'un phénomène épistémique interprété au moyen de lois existantes pendant des siècles soit remis en question aussi facilement. La raison de cet enlèvement était que l'esprit humain adhère facilement à des systèmes de connaissance stable qui ont fait leurs preuves. Au nom de la liberté, l'être humain a su découvrir qu'il existait des aspects des phénomènes de la nature totalement incompatible à la science classique.

L'action de l'homme est au centre des bouleversements vécus au début du XIX^e siècle, cela pouvait être apprécié dans des secteurs de la vie aussi prestigieuse que la science et la technique. Avec la découverte de la relativité par Albert Einstein, le monde entre dans la première phase de la modernité scientifique, laquelle montre que l'action de l'homme est toujours perfectible. Des tentatives faites pour comprendre le comportement des phénomènes dans l'hyperespace n'ont été possibles que grâce à l'abandon des croyances accordées aux lois anciennes. La théorie de la relativité vient démontrer que les lois supposées définitives à savoir la mécanique classique, pouvait être infirmé presque du jour au lendemain. Alors se pose le problème de la crédibilité de l'action humaine. Il semble que toute tentative de connaissance des phénomènes de la nature est dynamique et indéterminée, car la nature ne se livre pas totalement à l'observateur.

L'interrogation sur la crédibilité de l'action humaine dans sa quête de la compréhension de la nature est une volonté permanente qui habite le sujet connaissant. Pour se rendre plus crédible, la science a voulu emprunter une méthode objective. Or, la science classique était sous l'emprise de la métaphysique traditionnelle où l'intuition seule pouvait conduire à la connaissance de l'essence des choses. Cependant, le discours métaphysique classique sur le réel était spéculatif et vide de sens, voilà pourquoi, elle ne pouvait pas contribuer à l'érection d'une connaissance objective au sens fort sur les phénomènes de la nature. Seulement, les scientifiques regroupés autour de la société savante dénommée le Cercle de Vienne se sont donnés pour mission d'épurer la science de la métaphysique afin d'avoir une discipline crédible,

mais aussi d'unifier le langage afin d'éradiquer toute confusion dans les énoncés ambigus. Le but poursuivi visait à ce que l'énoncé puisse traduire la réalité des faits.

Dans cette perspective, l'être humain animé d'un esprit de liberté, est un acteur infatigable dans sa quête du sens de l'existence. Certes, ses efforts ne pouvaient seul suffire à la saisie totale du réel. C'est pourquoi l'appropriation de la théorie de la connaissance est progressive. À travers le langage, l'humain a réussi à établir les canons de la scientificité d'un discours. Si les autres vivants peuvent avoir une méthode de communication, l'être humain a un langage plus élaboré, disposant des codes pour se faire entendre universellement. Cela justifie l'exclusivité à lui réservé de poursuivre une objectivité dans son discours. L'objectivité étant le facteur essentiel d'une connaissance crédible. Dans ce sens, l'objectivité scientifique c'est la pureté d'un discours construit par le sujet connaissant. Toutefois, le rôle assigné à l'homme semble se limiter à la description des phénomènes de la nature par l'observation directe.

Si scientifiques du Cercle de Vienne ont fourni des efforts pour la construction d'une science universellement acceptable, unifiée par un langage unitaire, c'est parce que la métaphysique classique semblait être contaminée par un langage non authentifié et plein d'inclination du sujet. Voilà les raisons qui ont motivé Otto Neurath, Rudolf Carnap et Moritz Schlick à extirper la métaphysique pour élaborer les énoncés sans ambiguïtés accessibles à tous. La volonté de ces experts était de construire un univers scientifiquement acceptable, telle fut la volonté de Rudolf Carnap dans son ouvrage intitulé *la Conception scientifique du monde* que Soulez résume de la manière suivante « *Toute science a pour but une connaissance intersubjective, c'est-à-dire valable pour tous les sujets.* »²⁷⁹ Il n'est pas superflu de noter que l'intersubjectivité est ce qui traduit même l'objectivité scientifique. Dans ce sens, c'est le sujet qui donne sens à la science.

Malgré les dispositions formulées pour construire l'objectivité absolue en science, il se trouve que la tentative de compréhension de la nature par l'humain reste une quête inachevée. Si cette hypothèse était vraie la science serait une activité statique dans ce cas, il n'y aurait plus rien à trouver après les travaux importants de Isaac Newton. La structure des révolutions scientifiques édictée par Thomas Kuhn montre que lorsqu'un paradigme est épuisé ou ne peut plus répondre au concept nouveau, il cède place au paradigme nouveau plus à même de décrire les phénomènes de la nature. Nous l'avons vu avec la thèse du théocentrisme qui a muté en

²⁷⁹ Alexandre Soulez, *Manifeste du Cercle de Vienne*, Paris, PUF, 1985, p. 132.

héliocentrisme, la mécanique newtonienne est devenue la mécanique moderne. Dans cette optique, certains penseurs en l'occurrence, « Carnap, Hempel, Nagel justifient l'objectivité de la science en la fondant sur « un noyau ferme de connaissance indubitable », d'une conception dynamique, évolutionniste et indéterministe de la science. »²⁸⁰ Ainsi, la question d'objectivité est l'essentielle en science, parce qu'elle fait d'elle une discipline impersonnelle, neutre et crédible. Elle se construit pendant la période classique autour des efforts de l'humain à saisir un réel extérieur à lui ; c'est pourquoi la curiosité humaine qui se traduit dans l'innovation et la perfectibilité susceptible d'ouvrir des champs de connaissance encore non explorés dans l'optique d'améliorer les conditions de son existence.

La construction du monde scientifique par l'humain dans sa première phase avait donné lieu au développement de l'objectivité absolue. Bernard d'Espagnat, à son tour, dans son entreprise philosophique, s'est rendu à l'évidence que le réel n'est pas saisissable par l'humain. Dans son ouvrage intitulé *Traité de physique et de philosophie*, l'auteur montre que toute tentative de séduire la nature par l'humain se solde par un résultat qui n'est pas le réel recherché. À cet égard l'édifice scientifique érigé par Isaac Newton avec des lois statiques sur le phénomène de la nature ont permis la construction d'une science objective au sens fort ; cela a été possible grâce à l'exclusion du sujet dont la présence semblait corrompre l'environnement expérimental.

En se référant au caractère dynamique du progrès scientifique, et surtout du caractère fugace du réel, les scientifiques se sont rendus compte de l'impossible application des lois de Isaac Newton aux phénomènes électromagnétiques. C'est le début d'une nouvelle ère en physique qui conduira à la découverte de la physique quantique entraînant une complémentarité dans la conception du réel. L'élément fondamental dans ce nouvel aspect de la physique de la nature est la disparition de la frontière entre le sujet et l'objet. Contrairement à la mécanique classique qui décrivait la réalité extérieure, la physique quantique exclue toute l'existence d'une réalité hors du sujet. Ces nouvelles dispositions admises en physique moderne ont permis de conclure que l'humain était une composante à part entière du système d'expérimentation, parce qu'il existe une interaction permanente entre tous les composants de la nature. Il n'est donc pas possible de penser l'exclusion du sujet pour prétendre avoir un résultat crédible. À ce

²⁸⁰ Emmanuel Malolo Dissakè, « L'objectivité-pureté, le cercle de vienne et son opposition officielle », in *Maât Revue philosophique africaine*, Dianoia, 2^e année – N°2, Janvier 2000, p. 65.

niveau, Bernard d'Espagnat postule que l'objectivité est un accord intersubjectif dans ce sens que ce qui est vrai, l'est pour tout sujet en possession du bon sens.

La volonté pour la science classique d'exclure le sujet était basée sur le principe d'objectivité forte. Les Anciens avaient imaginé que la matière était la chose primordiale et permanente à laquelle il fallait s'attacher pour comprendre la nature. Mais comment isoler l'acteur qui est susceptible en première analyse de donner une description des composantes de la nature ? C'est peut-être ce rêve qui est à la solde de la construction d'une science déterministe. Pour Simon Pierre de Laplace, par exemple, connaissant les lois qui régissent un système, il était possible de prévoir son comportement à un temps initial et à un temps final. En somme, l'humain se présentait juste comme un acteur passif sans influence sur le réel. Cette conception a eu ses lettres de noblesse pendant la période classique. On admettait que ces efforts pour saisir le réel en ce temps avaient toute sa crédibilité et répondaient nécessairement au besoin temporel du moment.

La première phase de la science ou l'Age classique fut une période de *désalliance*. Contrairement aux apparences, toute science n'a d'autre objet que l'homme. Les scientifiques de la première heure ont trouvé nécessaire d'exclure le sujet en vue de construire l'objectivité absolue. L'histoire de la science montre en effet que l'absence de l'humain était la masse immergée de l'iceberg invisible, présentant un petit sommet visible dont l'emprise est palpable et relativement assurée. À titre d'illustration, nous avons vu la découverte de la force gravitationnelle qui a fait son temps par la suite la théorie de la relativité. L'une et l'autre théorie n'a de place que grâce à la fécondité de l'esprit humain. L'homme est un être historique, depuis la naissance de la science classique, et tout le chemin parcouru avait tendu vers le but unique, à savoir déshabiller la nature pour découvrir le réel. À ce niveau, la pensée de Protagoras selon laquelle l'homme est la mesure de toute chose reste d'actualité. Certes les choses ont leur propre mesure. Dans ce sens, Blaise Pascal affirme qu'« *il ne faut pas juger la nature selon nous mais selon elle* ».

2- La valeur intrinsèque d'une essence non perceptible

Les Grecs avaient pensé que la nature avait une existence locale à laquelle ils vouaient culte et respect à son essence sacrée. À cet égard l'action de l'humaine par rapport à cette réalité de la nature se limitait à la contemplation à juste titre. Quant à la philosophie dont l'essence est la recherche de la vérité, l'histoire nous renseigne que le philosophe se donne inlassablement les moyens de poursuivre cette quête permanente en vue de donner sens à son existence. Cette

quête perpétuelle pose le problème de la valeur même de l'essence qui reste fugace malgré toutes les dispositions méthodologiques et intuitives. On a observé diverses mutations au cours de l'histoire sur les états des choses que pouvaient emprunter l'essence, chaque fois l'humain tentait une approximation des objets qui ont donné lieu en science à l'adéquation de la pensée réelle.

Dans cette dynamique scientifique, il y a lieu de relever un fait majeur observé dans la conception de l'essence des choses. Platon avait imaginé une essence infinie non saisissable par les sens. Le monde par excellence de la vérité est celui des Idées, il est le facteur déterminant de la permanence. Y accéder nécessite une authentique ascèse spirituelle au cours de laquelle il faut se méfier des informations fournies par les sens. Dans son contexte, la non-perceptibilité de l'essence réside dans l'atemporalité. Le vrai monde est donc le lieu où il n'y a pas de corruption ni de changement. L'accès à cet univers n'est possible que grâce à la raison. Le monde sensible, à l'inverse, n'est rien d'autre que le reflet de celui de la permanence. Cette essence platonicienne ne peut être limitée ni dans le temps et dans l'espace, mais sa portée réside dans l'usage d'une exaltante raison se manifestant comme un chemin vers à la contemplation de l'Être.

Cette conception de l'essence chez Platon n'avait pas totalement été admise par Aristote qui, à son tour, proposera une théorie de la connaissance empirique, fondée au contraire sur l'expérience. C'est à lui que nous devons la théorie de la vérité comme « *ce qui est* » et qui selon lui, est la seule réalité. Il faut également une distinction entre réalité en acte, c'est-à-dire qui est présent et la réalité en devenir dont le substrat reste l'essence. Aussi, Aristote convoque la toute-puissance de la raison humaine comme élément fondamental dans la compréhension de la nature.

Ces idées contrairement à celles de Démocrite et de Leucippe sur l'atome, furent par les autorités de l'Église au Moyen-âge pour fonder l'existence d'une essence sacrée, génératrice de toute chose. Thomas d'Aquin renchérit cette conception de la vérité et formule qui selon lui, est « *l'adéquation entre la chose et l'intellect.* »²⁸¹ Cette représentation du sens commun et complètement imprégné la civilisation occidentale. Cette perception de l'Église avait suscité des différends entre les scientifiques et les autorités religieuses qui pensaient que la valeur de la vérité pouvait également être liée aux expériences humaines de l'intérieure et sociale à notre

²⁸¹ Frédéric Lenoir, *La guérison du monde*, Paris, Fayard, 2012, p. 172.

être au monde. « *La vérité cesse d'être seulement géométrique, pour devenir existentielle.* »²⁸²
Voilà ce qui avait suscité la rupture, étant donné que le modèle ecclésial n'avait pas contribué véritablement au développement de la société occidentale.

L'un des acteurs de cette rupture de la pensée ancienne d'avec l'Église fut René Descartes. Remarquant que le modèle de la philosophie spéculative jusque-là enseigné au Moyen-âge était incapable de produire un savoir de type opératoire, aussi que l'essence sacrée présentée par les autorités ecclésiales, n'avait pas facilité la promotion de la raison, il était urgent selon lui, d'avoir recours à la raison pour construire des savoirs opérationnels comme la physique et la médecine, car dit-il, « *ces savoir m'ont fait voir qu'il est possible de parvenir à des connaissances qui soient fort utiles à la vie, au lieu d'une philosophie spéculative.* »²⁸³ Il avait constaté que les cours dispensés étaient sans consistance et ne pouvaient permettre à l'homme de connaître la véritable nature de l'univers ou de faciliter la promotion de la santé. Pour prendre des libertés vis-à-vis de l'autorité virulente de l'Église, René Descartes s'est montré capable de faire usage de la pensée, s'opposant à la volonté de l'Église et défendant un dessein intelligent, il se rend à l'évidence que cet exercice rend l'homme indépendant. Ceci signifiait que l'exercice de la pensée n'est pas soumis à une puissance extérieure. Le « *je pense* » est devenu le point de rupture totale avec la pensée ancienne.

La pensée statique du Moyen-âge conduisait, sans le vouloir, au dépérissement d'un dogme relatif à la promotion d'une essence sacrée constitutive de toute chose. Cependant, eu égard à l'histoire humaine de la nature, quelque chose de fondamental changeait dans l'émergence de la compréhension physique de la nature. Avec ce déploiement de la toute-puissance de la raison. Il semble que la science classique qui paraissait aussi solide, avec des lois crédibles soit née dans un contexte où l'univers apparaissait comme constitué d'objets, sur lesquels portaient des investigations mathématico-expérimentales. C'est dans cet environnement d'une pensée fixiste que se développe la raison autosuffisante avec pour conséquence la mécanique classique. La science classique, de Isaac Newton à Albert Einstein, a été l'apogée de la vision statique de l'univers, avec la constitution d'une objectivité absolue.

Les idées révolutionnaires de Isaac Newton dans le domaine des sciences physiques montraient que l'univers était avant tout gouverné par des lois statiques permettant la promotion de la prédictibilité et du déterminisme. Malgré l'aspect fluctuant du réel, qu'au XVI^e siècle,

²⁸² *Id.*, p. 173.

²⁸³ René Descartes, *op. cit.*, p. 78.

Johannes Kepler était convaincu de ce que Dieu avait créé l'univers selon des principes mathématiques parfaits. Plus tard, Isaac Newton avait réussi à dévaluer les idées d'Aristote sur l'univers en démontrant que les mêmes lois qui s'appliquent aux cieux s'appliquent également sur terre. Il y a lieu de constater que l'essence de l'univers est une réalité atemporelle et immatérielle qui est le reflet de la réalité que l'humain poursuit toujours dans l'espace cette considération remonte depuis l'Antiquité grecque. Etant donné les difficultés observées dans l'usage de l'intuition intellectuelle, il était nécessaire de revenir sur l'interrogation de Emmanuel Kant lorsqu'il tente de fixer les conditions de la connaissance de la manière suivante « *Que m'est-il permis de savoir ?* » Une question qui permet de se rendre compte que la connaissance est un devoir d'existence et qu'elle se présente sous forme réfractée dans le temps et dans l'espace finis.

La promotion d'une pensée unique par la mécanique classique vient de ce que l'univers classique était perçu par les Anciens comme un idéal de description ininterrompue et continue de la matière. En raison de cette vision fixiste, Isaac Newton a su construire une pensée puissante à une période marquée par une entreprise de déification de la raison. Les lois de la mécanique newtonienne étaient perçues comme des éternels et stable sur les phénomènes de la nature. Contre toute attente, on s'aperçoit que des lois aussi pertinentes n'ont pas donné satisfaction à d'autres facettes du réel, non prévues par la mécanique classique. Selon Albert Einstein, la question du temps vécu posait déjà problème, reprenant ainsi une vision qui remonte aux Grecs, Albert Einstein fait siens les propos de Giordano Bruno : « *l'univers est donc un, infini et immobile... il ne se meut pas d'un lieu... il ne génère pas... il n'est pas corruptible...il n'est pas passible d'une altération, puisque rien d'externe n'existe par quoi il pourrait être affecté...* »²⁸⁴. Cette conception de l'univers statique par les Grecs a influencé Albert Einstein pour remettre en cause le temps vécu qui, en définitive est une illusion.

Revenant sur ses travaux de 1905, point de départ de la théorie de la relativité, Albert Einstein part de l'existence de la vitesse de la lumière dans le vide comme constante universelle. Ce constat donne lieu de revisiter le temps et l'espace, initialement perçus en mécanique classique comme éléments de base pour évaluer un objet : il était mesuré en termes d'espace parcouru par un signal ou un mobile. Les choses se sont présentées différemment à la suite des travaux de Hermann Minkowski et Albert Einstein, ils dégagent une nouvelle notion conceptuelle d'espace-temps, ils réussissent à montrer que l'espace est courbe ce qui a permis

²⁸⁴ Ilya Prigogine, « Un siècle d'espoir » in *Temps et devenir autour des travaux d'Ilya Prigogine*, Jean Pierre Brans, Isabelle Stengers et Philippe Vincke (dir), Paris, Herman, p. 146.

de revoir la théorie de la gravitation universelle de Albert Newton comme tributaire d'un effet d'inertie dans un espace-temps ainsi caractérisé suivant des régions et non d'une quelconque attraction du centre de la terre par une certaine force gravitationnelle.

Il y a lieu de remarquer que l'objectivité inconditionnelle qui ayant prévalu pendant la période classique et prête à répondre à tous les besoins de la science devait progressivement être revisitée. À cause des améliorations apportées par la théorie de la relativité, ce qui laissait croire qu'il y avait encore du chemin à faire par l'humain dans la connaissance de la nature. Le moment était arrivé d'interroger la conception de l'univers vu par Parménide et Platon repris dans un dialogue dont témoigne la phrase de Théétète : « *Il est, sans sa plénitude, immobile, pour la raison que son nom est le Tout.* »²⁸⁵ Cette assertion de Platon laissait entrevoir l'idée de permanence d'une essence infinie et insaisissable par l'humain. Le travail d'Albert Einstein viendra remettre en cause la conception du temps et l'espace comme des réalités absolues en remettant en cause les travaux de Albert Einstein à Isaac Newton dont les résultats semblaient figés.

En matière de savoir, depuis les Grecs jusqu'à Albert Einstein, l'être humain a toujours recours à l'une des facettes de cette essence non perceptible. Voilà pourquoi, à chaque moment les mythes, la religion et la science classique ont un point de convergence à savoir l'affirmation d'« *une vérité globale, immanente, éternelle, complète qui traite de la nature comme de l'homme.* »²⁸⁶ La philosophie première dans ce sens s'est appuyée sur cette force immanente pour décrire la nature, Or, l'homme a su à chaque instant donner une orientation dans ses rapports avec la nature, la transcendance ou avec lui-même. C'est de là qu'émerge la science dont l'objet est une construction du sujet. Grâce à la raison autosuffisante, l'être humain, progressivement, pensait avoir découvert le principe organisateur de toute chose, ceci grâce à la mécanique classique. L'histoire de l'humanité montre que les mutations dans la sollicitation de cette essence se sont manifestée par la rationalité dans les mythes, la religion et enfin par les lois de la mécanique classique.

Le but poursuivit dans la connaissance de la nature semble utilitariste. Il constitue l'effort déployé par l'humain en vue de saisir sa propre situation. Etant donné que la rationalité proposée par les mythes et la religion à l'homme ne lui avaient pas permis d'opérer un saut qualitatif, l'homme s'est tourné résolument vers l'interprétation logique et mathématique des

²⁸⁵ *Id.*,

²⁸⁶ Claude Allègre, *Dieu face à la science*, Paris, Fayard, 1997, p. 7.

choses ce qui avait donné lieu à la mécanisation de l'image du monde. La flexibilité de l'espace avait conduit inéluctablement à la découverte de la théorie de la relativité. Mais, l'avènement de la mécanique quantique se manifeste comme une sorte de remaniement de cette image du monde construit avec des lois rigides. En revisitant l'histoire de l'humanité, on constate que cette fébrilité de l'homme à dompter la nature s'est manifestée au XIV^e avec la propagation de la peste, présentée comme une colère divine sur l'humanité. Force est de constater que les comités scientifiques avaient réussi à renverser la tendance en démontrant qu'il s'agissait d'un agent pathogène responsable de cette pandémie et avaient proposé des solutions. Cela avait une fois de plus amené l'humain à émanciper de l'offre religieuse.

On retrouve une perspective semblable chez l'historien des sciences Thomas Kuhn. Selon lui, les révolutions scientifiques sont des changements de conception du monde. On peut voir que la mécanique classique avait cédé la place à une mécanique quantique plus élaborée. En apparence, écrit-il : « *Lorsque les paradigmes changent, le monde change avec eux... C'est plutôt comme si la communauté scientifique avait été subitement transporté vers une autre planète ou les objets familiers sont vus sous un éclairage différent tandis que s'y ajoutent des objets non familier.* »²⁸⁷ C'est le cas de la théorie de gravitation universelle qui est redéfinie avec la théorie de la relativité justifiant la chute des corps par la courbure de l'espace. Ce n'est pas seulement le monde qui change la façon dont on le regarde, il se trouve que la science y parvient aussi muni d'instruments intellectuels et physiques plus puissants, elle élimine les bévues passées, créent des concepts nouveaux pour décrire la réalité des outils régénérés. La mécanique quantique en est une illustration.

La découverte de la mécanique quantique avait permis de libérer la vérité occultée sur la matière par la mécanique classique devenue dogmatique. Elle a donné au scientifique des lunettes pour lire et discriminer finement des objets enfouis dans les profondeurs de la nature. Elle a donné l'opportunité de voir le comportement de la matière au-delà un mur de Planck où le chaos et l'harmonie se manifestent comme une seule et même réalité. Elle a donné lieu aussi à la possibilité d'admettre les structures aléatoires comme faisant partie de la réalité objective et s'ouvrant vers la constitution d'une réalité non physique. Face à cette conception améliorée de la matière, les scientifiques avaient pu remonter le temps pour découvrir que la première explosion de l'atome primordiale se situe à quatorze milliards d'années grâce à la manipulation de l'infiniment petit et la découverte de nouvelles lois sur le réel, telles la non séparabilité, le

²⁸⁷ Thomas Kuhn, *The structure of scientific revolutions*, The University of Chicago press, Chicago, 1962, p. 110.

principe d'incertitude, la complémentarité. Cette nouvelle description de la nature a donné à l'homme d'avoir une représentation meilleure du monde dont l'explication diffère de celle des mythes et de la religion.

3- La relativité ou la permanence de la métaphysique en science

Le concept de relativité est plus connu avec Albert Einstein. Mais avant lui, ce concept reposait sur la théorie de la physique galiléenne. La relativité était une sorte d'exigence naturelle visant à traduire la volonté de représenter le monde des phénomènes indépendamment de la situation des divers observateurs. La conséquence est qu'un simple décalage d'espace n'affecte pas les lois physiques. C'est à partir de cette interprétation que Isaac Newton avait découvert des lois qui répondaient favorablement à la description d'un univers statique sans pour autant saisir la totalité du réel. Il se trouve que dans cette vision, les classiques n'avaient pas envisagé la possibilité d'un univers en expansion.

Or, le propre de l'homme est de s'étonner. Face aux lois statiques, l'homme ne pouvait développer une angoisse existentielle compte tenu de ce que les postulats classiques ne décrivaient pas le réel rigide suivant une trajectoire, en tenant compte des conditions initiales. Aussi, le scientifique se situe dans une dynamique de perfectionnement et d'innovation pour approximer le réel, convaincu de ce que ses efforts ne lui livrent qu'une description réfractée de la réalité. L'être humain toujours animé par le désir de connaître, lui parvient par la contemplation de la beauté de l'univers comme le démontre Albert Einstein : « *il me suffit de pouvoir m'émerveiller devant ces secrets et de tenter humblement de saisir par l'esprit une image pâlie de la sublime structure de tout ce qui est.* »²⁸⁸ De tels propos, venant d'un scientifique aussi crédible, montrent à suffire que nos efforts pour saisir le réel reste relatif. Cela nous amène à se poser la question suivante : le réel est-il connaissable ? Nous remarquons à ce niveau que la découverte de la théorie de la relativité est venue bouleversée totalement la vision réductionniste et mécaniste de la science et de la philosophie.

La physique moderne avait révolutionné la perception du réel ? Hug Everret III, l'un des intervenants avait développé une des idées forces, à savoir la théorie des états relatifs ; il semble avoir eu la possibilité d'inclure l'observateur et leur conscience en tant que système physique dans cette théorie. Or, la réalité dans la mécanique quantique est décrite par une fonction d'onde. Il émit l'hypothèse que l'univers, y compris tous les observateurs, est entièrement décrit par l'onde dénommé la fonction d'onde de l'univers. Cette mesure ne peut

²⁸⁸Einstein, préface de Jean-Marie Vigoureux, *La quête d'Einstein*, Paris, Ellipses, 2005

avoir lieu. En somme chaque instant qu'il faudra procéder à cette mesure il découvrira une mesure déférente de la première. Cette interprétation est bien contraire à celle de l'univers simplifié de Isaac Newton qui dans ce qu'offrirait le même résultat à chaque mesure à cause de la conception du temps et de l'espace comme donnée factuel.

L'originalité de la théorie des états relatifs est fonction de l'idée révolutionnaire d'Albert Einstein qui avait découvert que l'espace et le temps ne sont pas des concepts absolus. Il avait réussi à mettre sur pied la conception selon laquelle l'univers va continuellement, se ramifiant en branche. Oui, nous-mêmes en tant qu'éléments de cet univers, nous nous ramifions constamment. Certes, cette philosophie de Hug Everett III ne peut être acceptée par tous, les partisans de la tradition déterministe sont parés à rejeter de telles idées. Mais, sa force vient de ce que la mécanique quantique ne s'accommode pas aux lois classiques. Aussi affirme-il « *Dans la mesure où nous pouvons être considéré comme des automates, les lois de la mécanique quantique empêchent d'enregistrer la moindre trace de ramification.* »²⁸⁹ C'est-à-dire d'en sentir l'effet. La théorie de John Bell montre que tous les parties de l'univers sont corrélés. À ce niveau, il n'y a pas lieu d'envisager la possibilité que les choses sont statiques. Voilà pourquoi, à chaque mesure de la réalité quantique, on obtient une réalité différente de la première, parce que la seconde mesure se passera toujours à un temps différent du premier, d'où la considération des états relatifs encore appelés univers multiples. Nous convoquons la théorie des états relatifs parce qu'elle semble traduire l'idée métaphysique d'une réalité expérimentale. Hug Everett III dans son entreprise décrit une réalité contraire à l'offre classique, on voit dans sa démarche que le réel ne peut être saisi dans la totalité.

Cette interprétation du réel quantique semble apporter une réconciliation entre le sujet et la matière. L'univers quantique ne se présente pas comme un monde simplifié où le temps et l'espace sont figés. Il se trouve que la science veut construire son objet et tente de décrire objectivement le réel, mais dans son déploiement, il semble à chaque fois qu'elle nous livre une copie édulcorée de la réalité. À ce niveau, il y a lieu de revoir la conception première de la philosophie première telle qu'énoncée par Aristote : comme *la science de l'être en tant être*. Dans ce contexte, il n'était pas aisé de saisir l'orientation de ce penseur. Le bibliothécaire Andronicos de Rhodes, dans son classement, avait jugé nécessaire de placer des documents se rapportant à cette science après la physique dans un rayon qu'il avait dénommé métaphysique. Mais la caractéristique principale chez Aristote est qu'il s'occupe directement des choses, il

²⁸⁹ Bernard d'Espagnat, *Le réel Voilé*, op. cit., p. 264.

pense que c'est de la connaissance sensible qu'émerge la connaissance intellectuelle. Sa conception s'oppose à celle de son à son maître Platon qui fonde la connaissance vraie sur le monde intelligible. À ce niveau, l'interprétation de la matière par la mécanique quantique apporte des conclusions qui ne s'écartent pas de la définition étymologique de la métaphysique. Force est aussi de constater que le réel non physique décrit par la mécanique quantique, répond favorablement aux idées anciennes avec valeur ajoutée en ce sens que cette réalité est susceptible d'être décrite expérimentalement.

La philosophie première semblait s'occuper de l'existence des choses en soi par opposition à la science qui fabrique son objet. À l'inverse, la physique moderne offre une proximité avec la métaphysique moderne, on peut se demander à ce niveau s'il est possible de nourrir un espoir raisonnable de disposer dans le futur d'une théorie ontologique scientifiquement et suffisamment démontrable pour être dite scientifiquement établie. Il s'agit en quelque sorte de la manifestation de l'angoisse qui caractérise le chercheur. « *La conception philosophique bohrienne appelé macro-objectivisme, conception selon laquelle, contrairement aux objets microscopiques, les objets macroscopiques obéissent à la mécanique classique et sont aussi ontologiquement interprétables.* »²⁹⁰ La première approche scientifique de la réalité construite dans le temps et l'espace avait donné lieu à l'émergence de l'objectivité absolue en science. Le réel était extérieur au sujet et décrit localement.

La théorie de la relativité d'Albert Einstein se situe à la genèse de la physique moderne. Dans son entreprise philosophique, il remet en question les concepts a priori de la sensibilité de Emmanuel Kant que sont le temps et l'espace et montre qu'il existe une corrélation entre les entités apparemment opposées que sont le temps et l'espace. Il présente comme hypothèse l'impossibilité pour un signal de se propager au-delà de la vitesse de la lumière. À partir de ce moment, il était possible de récuser la valeur et l'intérêt accordé au temps et l'espace comme des réalités ontologiques. Ainsi, Albert Einstein les présentait comme relatif, décrivant une objectivité forte en science classique. La nouvelle approche de l'espace et du temps avait diminué fort appréciablement le degré de confiance que la mécanique newtonienne leur avait attribué pour décrire valablement les phénomènes de la nature.

La révolution quantique exigera un changement de point de vue épistémologique pour décrire le réel. Les concepts nouveaux apportés par la physique moderne comme le principe de la non-localité, le non-séparabilité et l'indivisibilité de la matière ont donné lieu d'interroger le

²⁹⁰ *Ibid.*, p. 339.

réel décrit par les classiques. Les éléments mélioratifs mis en relief par la physique moderne nous permettent de conclure que la mécanique classique décrivait un monde d'apparence, un univers conventionnel. Le principe de la non-localité de John Bell montre qu'il était impossible de décrire objectivement le réel au sens fort, c'est pourquoi l'hypothèse de l'existence d'une essence non perceptible en science reste caduque. En revanche, la conjecture, qui dans certaines conditions semble raisonnable, est que le rôle de la physique n'est pas d'édifier une ontologie scientifiquement établie, c'est un but irréaliste, la physique se contente plutôt de décrire des phénomènes qui à un moment donné peuvent être falsifiés.

La physique moderne s'ouvre avec la nouvelle vision du monde présentée par Albert Einstein. Son approche viendra remettre en cause la conception traditionnelle de la réalité. Ce changement paradigmatique s'était fondé sur une conception absolutiste du temps et de l'espace. S'écartant des idées de la métaphysique classique qui décrivait une essence immatérielle non quantifiable. La physique moderne, en poursuivant ce but, croit devoir se focaliser sur une réalité métaphysique physicaliste. Il se s'agit plus de concevoir la physique comme décrivant une réalité qui a une influence sur nous ou ce sur quoi nous avons influence, la physique désormais, avec l'infiniment petit, traduit également une réalité non physique non prédictible. C'est ici que la métaphysique semble renaître de nouveau. Elle se donne désormais la possibilité de décrire objectivement des réalités scientifiques immatérielles. La physique quantique dans son déploiement semble réconcilier la physique de la métaphysique comme décrivant un même réel. Ceci s'illustre dans la manière qu'elle présente la matière qu'elle s'efforce à décrire comme une réalité non perceptible, mais dont on a conscience et quantifiable qui est par les objets mathématiques, ce qui n'était pas possible avec la métaphysique classique.

En revisitant les textes des Anciens on s'aperçoit que le regard qu'ils avaient de la nature s'apparente à l'interprétation de la matière par la physique moderne. Mais ils n'avaient pas certainement les outils nécessaires pour décrire objectivement le réel. Les Stoïciens pensaient que le monde qui nous entoure est pénétré par un principe de cohésion de mouvement et de vie. Cette description est conforme à celle de John Bell sur le principe de la non-localité de la matière. À ce sujet, Cicéron affirmait ce qui suit : « ... *La nature forme un Tout bien lié et cohérent [...] que tout l'univers soit un [...] que tout se tienne dans la nature universelle, de fait. Le flux et le reflux de la mer sont commandés par les phases de la lune...* »²⁹¹. Il y a lieu de voir que les Anciens poursuivaient le même réel qui est à ce jour décrit par la physique

²⁹¹ Cicéron, *De la divination*, II, 14 § 33-34

contemporaine. Avec cette interprétation, nous pouvons voir que la science et la métaphysique, depuis lors, tentent de décrire le même réel. Toutefois, l'approche scientifique est quantitative alors que la métaphysique classique décrit une réalité globale. Avec les éléments nouveaux, il semble exister un point de convergence entre leur approche en ce sens que la métaphysique moderne désormais décrit aussi un réel quantifié.

Les apories observées dans la maîtrise du réel, montrent qu'il ne se laisse pas séduire par l'humain. Les efforts de classiques pour parler objectivement de la nature sont devenus vains. Parce que l'indépendance des objets n'est qu'une apparence. Avec la physique moderne, nous constatons que les objets n'existent pas en soi, l'humain en sait un peu plus sur la constitution de l'univers. Ces efforts substantiels ont apporté dans la nature un souffle nouveau pour décrire l'univers quittant des lois déterministes vers le principe d'incertitude de la matière. Si les savants de l'antiquité voyait que la nature présentait une sympathie universelle, « *comme une unique corde qui, touchée à un bout transmet un mouvement à l'autre,* »²⁹² c'est-à-dire qu'elle se livrerait aussi facilement à nos sollicitations, que non. Car l'histoire des sciences est évolutive et présente les paradigmes qui parfois sont dévaluées au profit d'autre plus à même de répondre aux préoccupations existentielles. La mécanique quantique répond favorablement aux idées avancées par des classiques avec les principes de la non-séparabilité et l'indivisibilité de la matière.

²⁹² Plotin, *Ennéades*, IV 4, p. 14.

TROISIEME PARTIE :
MICROPHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE, DEUX
APPROCHES COMPLÉMENTAIRES DANS LA
COMPRÉHENSION DU RÉEL

En proclamant le requiem de la physique classique, les scientifiques ont découvert une interprétation nouvelle de la matière qui prend en compte des réalités non visibles faisant de l'objectivité en science une ouverture permanente à la rectification des vérités scientifiques. La théorie de la relativité d'Albert Einstein et la mécanique quantique s'illustrent comme de nouveaux outils pour la compréhension des composantes de l'univers. Aussi, doit-on nécessairement nous remettre aux enseignements de la mécanique quantique au sujet de la véritable connaissance de la nature du réel ?

CHAPITRE VII : LA MICROPHYSIQUE OU LE FONDEMENT DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE

En renonçant à l'existence d'une essence primordiale de la matière, l'homme a réussi à découvrir les particules élémentaires comme éléments fossiles de l'univers. Dans ce chapitre, nous allons tenter d'illustrer que la physique moderne donne les éléments de refonte de la théorie de la connaissance. À partir de la théorie des quanta, est-il possible de trouver des implications scientifiques modernes expliquant objectivement des phénomènes microphysiques considérés comme métaphysiques ?

A- LA MICROPHYSIQUE COMME FONDEMENT DE LA RENAISSANCE DE LA MÉTAPHYSIQUE

La physique moderne ouvre l'opportunité de s'intéresser à la réalité virtuelle comme partie intégrante de la connaissance du réel en science. Elle pose les jalons d'une métaphysique expérimentale à partir des outils mathématiques conduisant à la description d'une réalité virtuelle.

1- La conception moderne du temps et de l'espace

Pour comprendre la conception moderne du temps et de l'espace, il faut rentrer dans l'histoire afin de voir comment les Anciens avaient théorisé ces concepts et les raisons de leur orientation. La sagesse recommande de se référer à la gestion du temps et de l'espace depuis l'Égypte pharaonique. Le modèle du temps était comparable au principe d'éternité. Selon eux, le temps avait une existence *a priori*, c'est-à-dire quelque chose qui a une existence infinie. Toutefois, cette conception avait évolué au profit d'une approche phénoménologique. Dans ce sens, ils ont réussi la description d'un temps matériel fini. Cette configuration du temps et de l'espace était utilisée dans le cadre des réformes agraires. La nécessité d'une gestion d'espace équitable cultivable au bord du Nil avait donné lieu à l'usage de la géométrie. Cette définition spatiale reposait sur des lois mathématiques reconnues aujourd'hui sous le nom de géométrie euclidienne. Galilée, Isaac Newton se sont inspirés de cette méthode de gestion de l'espace pour élaborer des théories sur les phénomènes de la nature. L'évolution observée au sein de la

physique depuis la découverte de la relativité vient récuser la conception classique du temps et de l'espace.

Certes la considération de l'espace et du temps comme des données absolues avait permis à Newton de répondre à certaines préoccupations de son temps. Laquelle réponse était devenue le paradigme dominant au sujet de la mécanique classique. Force est de constater que la conception d'un univers mythique avait beaucoup influencé les variables temps et espace au point où les Classiques n'avaient pas perçu que ce cadre *a priori* de l'expérience avait suffisamment pris des rides. Il semble que Galilée, Simon Pierre de Laplace et Isaac Newton n'ont pas eu le courage de ne pas céder sans résistance aux charmes d'Euclide. L'étude des mouvements des corps étaient fonction d'une référence, laquelle s'appuyait sur un espace plat. Dans un espace fini, on pouvait décrire la position et la vitesse d'un mobile en mouvement. Cette stabilité observée dans le plan euclidien avait eu pour conséquence la découverte du principe du déterminisme par Simon Pierre de Laplace. Les variables temps dans un espace fini donnait la possibilité de fonder la prédictibilité en ce qui concerne les mouvements des corps.

L'implication de l'usage de la géométrie euclidienne est d'avoir influencé la configuration de l'univers qui était resté pour les classiques une surface plane. Toutefois, impossible de pouvoir, à partir des lois de Isaac Newton, décrire les objets lointains dans l'hyperespace donnait l'opportunité de revoir la nature de l'espace et du temps. La panne paradigmatique observée dans l'impossibilité d'implémenter des lois de la mécanique classique à d'autres phénomènes non envisagés par Isaac Newton fut un passage pour l'expert scientifique d'interroger les outils déployés dans la description d'un corps en mouvement dans un univers fini. Ce passage fut pour des scientifiques un « *pas sage* » pour envisager un univers flexible au profit d'un univers rigide dominé par des lois finis. Ce changement de vecteur épistémologique s'inscrit dans la logique du progrès scientifique. La science cherche parmi les explications de l'univers celle qui offre plus de crédibilité et refuse tout enfermement dans des théories qui s'accommodent aux dogmes.

Les mathématiciens avaient ainsi pensé que l'univers pouvait avoir une autre interprétation en marge de la théorie classique. Une nouvelle grille de lecture avait été possible grâce à la mise sur pied d'une géométrie variable. Ce fut le début de la modernité scientifique, celle qui avait donné l'opportunité d'une réinterprétation des phénomènes de la nature. Ce qu'il faut comprendre dans ce passage des classiques vers la modernité est l'amélioration des conditions d'observation de la nature. L'espace euclidien, pensaient les Anciens, était capable de nous livrer la totalité des informations sur l'univers. Une telle interprétation s'est avérée

caduque avec la découverte du lien qui existe entre le temps et l'espace comme une nouvelle réalité.

Les travaux du mathématicien Georg Bernhard Riemann ont permis de voir que le temps et l'espace ne peuvent pas être dissociés surtout lorsqu'il s'agit de l'étude et de la position d'un corps dans l'hyperespace. Cette perception fut enrichie par Hermann Minkowski qui soutient à son tour que « *désormais l'espace en soi et le temps en soi sont condamnés à s'évanouir comme des ombres et que seule une sorte d'union des deux gardera une réalité indépendante.* »²⁹³ Ce regard nouveau du temps et de l'espace apportera ainsi la lumière sur des conceptions *a priori* et donnera lieu de modifier la description de certains phénomènes de la nature et entraînera par ce fait même une altération de la structure que nous utilisons en physique. Ce saut vers l'inconnu avait permis de réaliser que l'espace est courbe contrairement aux idées reçues qui faisaient de l'univers une surface plane. La théorie de la relativité d'Albert Einstein avait permis d'attribuer un nouveau visage à la nature. La géométrie variable découverte avait donné les arguments pour concevoir désormais le temps et l'espace comme des variables relatives. En étudiant les phénomènes de la nature, la préoccupation première est de pouvoir attribuer un système métrique à partir de laquelle on peut évaluer son mouvement qui est toujours fonction de l'espace et du temps.

Avec la géométrie variable, nous sommes partie d'un espace géométrique à deux dimensions vers un espace à quatre dimensions. La modernité scientifique a donné l'opportunité de mettre de côté l'idée selon laquelle le temps a une existence intrinsèque. Avec cette approche, la flèche du temps envoyé dans l'espace à partir d'un coin de la terre volerait sans fin. Telle était la vision classique qui n'avait pas perçu une liaison entre le temps et l'espace. Or, avec la géométrie variable, les experts scientifiques ont découvert, à partir de l'expérimentation, qu'aucun corps ne peut aller plus vite que la vitesse de la lumière ceci à cause de la courbure et du lien entretenu par l'espace-temps qui forme désormais un continuum. La représentation de l'univers perçu par les Classiques comme un cercle cédait place à la forme sphérique d'un univers en expansion. Dans cette reconfiguration du cosmos mythiques, impose la nouvelle gestion de l'espace donnée et confère une redéfinition de la gravitation universelle dont l'explication a tout son sens à cause de la courbure de l'espace.

L'univers classique était incertain et sous l'influence de beaucoup de préjugés. La considération de l'espace à partir du modèle euclidien avait contribué à avoir un monde très

²⁹³ Fritjof Capra, *Le tao de la physique*, Paris, Sand, 1985, p. 172.

réduit. Cette perception rejoint la position de Ludwig Wittgenstein selon laquelle : « *les frontières de mon langage sont les frontières de mon monde.* » Il y a lieu de constater que l'espace euclidien, base de travail était détenteur des germes de destruction de la mécanique classique, son enferment dans un cadre définitif était en elle-même une position qui déroge aux règles de la scientificité. De même, la théorie de la relativité d'Albert Einstein s'était vite érigée en paradigme dominant pour répondre favorable aux questions de gravitation universelle. Mais à son tour elle est également tombée dans le discrédit avec la découverte des phénomènes électromagnétiques.

Dans le souci de répondre favorablement aux phénomènes microscopiques, il était devenu nécessaire, comme par le passé, de dégager la nature de l'espace dans lequel se déploie les microparticules. La particularité à ce niveau est que ces phénomènes électriques, de nature corpusculaire et ondulatoire, évoluent dans un environnement aléatoire. Voilà pourquoi l'espace euclidien, encore moins l'espace de Georg Bernhard Riemann à géométrie variable, ne pouvaient pas apporter une solution à cette préoccupation. Ceci est dû au principe d'incertitude des microparticules qui sont toujours en mouvement et peuvent seulement être localisées à partir de l'utilisation de la loi mathématique de probabilité. Les travaux du mathématicien David Hilbert sur les nombres aléatoires dénommés nombres de Bernoulli ouvrent la voie à une description logique et cohérente des phénomènes à l'infiniment petit, la découverte de l'espace qui porte son nom est l'aboutissement de ses travaux sur la nature de l'espace.

Nous pouvons comprendre, à la suite des différents travaux scientifiques, que la conception de l'espace a évolué en fonction de la pensée humaine. Emmanuel Kant, en voulant circonscrire le temps aux seuls cadres de la sensibilité, semblait en filigrane être influencé par le principe de causalité. Le but poursuivit dans cette démarche visait l'acquisition de la connaissance objective parce que les phénomènes de la nature et des lois se justifient dans un cadre monologique selon Hermann Cohen le cadre normatif kantien a établi « *l'inachèvement d'une connaissance rationnelle.*»²⁹⁴ Or, il ne connaissait pas ou n'avait pas envisagé le comportement de la matière lorsqu'on sortirait du cadre Euclidien. Toutes les relations logiques semblaient aller de soi sur un espace plat. À partir des travaux de Georg Bernhard Riemann sur l'espace courbe « *on y voit émerger, pour la première fois, la vision moderne de notre Univers.*»²⁹⁵ Cette interprétation révolutionnaire confère une autre conception du temps et un espace maîtrisable par l'homme. Les outils mathématiques de Georg Bernhard Riemann ont

²⁹⁴Hermann Cohen, *La théorie kantienne de l'expérience*, Paris Cerf, 2001, p. 512.

²⁹⁵Igor et Grichka Bogdanov, *Le visage de Dieu*, Paris, Grasset, 2010, p. 46.

confirmé l'intuition d'Albert Einstein selon laquelle notre univers a une forme sphérique et non plate.

La maîtrise du comportement des particules microscopiques à l'échelle du mur de Planck, a donné l'opportunité aux scientifiques de pouvoir remonter au rayonnement fossile afin d'avoir une interprétation plus objective de notre Univers. Avec la présence des photons, les chercheurs ont mis sur pied le système de datation à rebours permettant d'atteindre la première explosion de l'atome primordial. Ces scientifiques ont été motivés par la conception moderne du temps et de l'espace qui ne relève plus de l'éternité. C'est l'homme qui donne un sens au temps, dans cette logique, les chercheurs se sont rendus compte que la flèche du temps ne vole pas infiniment et par conséquent, le temps pouvait prendre nécessairement des rides. Mais, pour parvenir à l'atome primordial, il fallait faire intervenir l'abstraction beaucoup plus le système de comptage à rebours à l'aide du faisceau optique. Cela fut possible par le philosophe Descartes qui avait envisagé un temps imaginaire. Seulement, cette sortie du philosophe semblait sans importance, car de son point de vue un tel temps ne pouvait être possible parce qu'il n'était pas envisageable de rencontrer un nombre imaginaire.

Le progrès en mathématique avec la découverte des nombres complexes a permis de donner sens au nombre imaginaire ainsi, la sortie de René Descartes fut couronnée de succès. Il se trouve que le carré d'un nombre imaginaire donne un nombre négatif dans le cadre des nombres complexes. Pour les frères Bogdanov « *ce sont ces nombres pas comme les autres qui vont servir à mesurer la direction imaginaire du temps. Si le temps est une droite, alors le temps imaginaire est perpendiculaire à la droite du temps réel.* »²⁹⁶ Les travaux de Stephen Hacking dans ce sens ont confirmé cette approche. Pour lui, le temps imaginaire était la forme fondamentale du temps. En somme, les travaux de la physique microscopique ont donné la possibilité à l'homme d'avoir la meilleure conception du temps et de l'espace. Les physiciens ont sorti des variables du cadre de la sensibilité dont les implications ont contribué à l'érection de l'idéologie déterministe comme une vision achevée de l'univers. Mais, la modernité scientifique constitue une ouverture vers la maîtrise rationnelle d'un temps imaginaire.

2- Le réel : une construction de la pensée

Les Anciens avaient imaginé que le cosmos est un tout sagement orchestré par les dieux. Dans cette perspective, l'homme n'avait qu'un rôle, la contemplation. Cette perception se justifie également dans la conception grecque de la géométrie qui se prévalait d'être une

²⁹⁶ *Ibid.*, p. 223.

méthode parfaite pour décrire les phénomènes de la nature. La pensée philosophique grecque était meilleure parce que calquée sur ce modèle géométrique. On pouvait observer cette distinction dans la formation de l'activité intellectuelle chez Platon qui avait fait inscrire au fronton de son académie que « *Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre.*»²⁹⁷ La géométrie pour les Grecs était aussi la manifestation des vérités éternelles et immuables du monde sensible. Mais, contre toute attente, l'incapacité pour ces lois dites parfaites et assimilables aux vérités éternelles, d'interpréter des relations qui existent entre des phénomènes à grande échelle nécessitait absolument d'abandonner ce paradigme. L'histoire montre que les éléments de la géométrie euclidienne ont dominé l'école européenne pendant plus de deux mille ans, toute chose qui montrait les théorèmes d'Euclide comme symbole de vérité et d'exactitude. Mais la naissance de la théorie de la relativité imposait en fin de compte un changement de vecteur épistémologique dans la perception du réel.

Pour les Grecs, la géométrie était une révélation divine et l'expression de la perfection. En revanche, cette considération dont la conséquence d'une pensée platonicienne qui fondait la perfection sur le monde des Idées avait eu comme conséquence l'érection de la mécanique classique. Force est de constater que celle-ci n'avait pas donné satisfaction aux questions de la mécanique en générale. Il se trouve qu'Einstein, dans son intuition et avec l'aide des travaux mathématiques de Riemann suppose pour la première fois, la possibilité de substituer la géométrie de la nature à celle de la pensée dont la conséquence directe était l'imagination d'une géométrie non euclidienne. Selon Henri Margeneau « *La révélation centrale de la théorie de la relativité est que la géométrie est une construction de l'esprit.*»²⁹⁸ Pour la première fois, il était possible de se rendre à l'évidence que par la conscience, l'être humain était libre de toucher aux sacro-saintes notions de l'espace et du temps et révolutionner ainsi la conception du réel.

Désormais l'homme, en se désolidarisant des dieux, a la possibilité de décider la formulation qu'il doit donner à l'observation. Par cette révolution, le sujet a désacralisé la conception antique de la nature selon laquelle « *Dieu est géomètre* » du point de vue de Platon. Si cette affirmation était vraie pour les classiques, elle ne donnait pas satisfaction à la définition de l'espace et du temps qui sont devenus avec la modernité une construction du sujet. L'évolution de la pensée scientifique montre une proximité entre philosophie orientale et la physique moderne dans ce sens que les orientaux trouvaient une relation entre le temps et l'espace. Cette théorie philosophique s'oppose à la pensée grecque. Elle soutient que le temps

²⁹⁷ Fritjof Capra, *op. cit.*, p. 166.

²⁹⁸ *Ibid.*, p. 167.

et l'espace sont une construction de l'esprit. Dans ce cas, la nature a une existence intrinsèque avant l'observateur. Seulement, c'est bien sur cette hypothèse première que la mécanique classique avait été construite.

L'ouverture apportée par Albert Einstein vient reconforter la conception selon laquelle le réel est une construction du sujet. Car, très jeune, Albert Einstein essaya d'imaginer comment un rayon de lumière apparaîtrait à l'observateur se propulsant comme lui à la vitesse de la lumière. Ne disposant pas d'outils mathématiques pour répondre à la question à l'instant sa préoccupation est restée une question principale dans sa vie, celle qui a révolutionné les travaux de la physique. En marge de la théorie de la relativité, la découverte de la théorie des quanta constitue une valeur ajoutée dans cette interprétation du réel. Avec la physique microscopique, les scientifiques, en l'occurrence, Werner Heisenberg, Louis de Broglie et Niels Bohr, ont montré qu'il existe une interaction entre le sujet et l'objet observé. Mais, bien plus que le réel n'est rien d'autre qu'une construction de la pensée. Désormais l'homme fait partie intégrante du système d'observation.

Dans cette même perspective, il est possible de se rendre compte de ce que le principe d'incertitude pensé par Werner Heisenberg n'est rien d'autre que l'expression de nos limites macroscopiques provenant de la réalité ordinaire. Contrairement la mécanique classique, la notion d'une entité physique distincte est une idéalisation qui ne possède pas de signification fondamentale dans la microphysique. Dans le contexte de la microphysique, il n'existe pas de certitude en ce qui concerne la description des particules élémentaires. La pensée de Werner Heisenberg à ce sujet est la suivante : il est possible de localiser une microparticule à partir de la statistique de probabilité. Voilà pourquoi, il a développé le principe d'incertitude pour justifier la description des particules microscopiques. Ici, il n'est plus possible de parler d'une existence propre ou bien de position exacte de la particule comme ce fut le cas dans le contexte classique. La position de la particule se localise à partir de la mesure et non avant.

Niels Bohr, à son tour, viendra donner plus de confort au sujet de la compréhension de la physique des particules élémentaires. Sa position semble également confirmer que le réel est une construction de la pensée. Il se trouve que les particules élémentaires ont une double nature : corpuscule et onde. Etant donné que dans le contexte classique la description d'un objet faisait appel à la fois à la position et la vitesse, la physique moderne ne donne plus l'opportunité d'avoir au cours d'une même expérience ces concepts classiques. Niels Bohr avait donc introduit la notion de complémentarité, il considère que l'image de la particule et de l'onde comme deux descriptions d'une même réalité physique. Selon lui chaque image est nécessaire

pour décrire la réalité au niveau atomique et subatomique. Désormais, il faudrait voir le monde sous le prisme de la notion de complémentarité.

Les classiques avaient une conception mécaniste du monde et se fondaient sur les concepts de particule solide, indestructible évoluant dans le vide. Avec la physique moderne, cette conception de la mécanique avait largement été révolutionnée. Des idées nouvelles ont vu le jour pour décrire la réalité. Michael Faraday est l'un des scientifiques ayant contribué à la révolution des idées en physique avec la découverte de la théorie des champs électriques. « *Un champ électrique est une portion de charge autour d'un corps chargé qui exerce une force sur n'importe quelle autre charge dans cet espace.* »²⁹⁹ Dans cette dynamique, le réel n'a plus une existence intrinsèque. Il s'agit de la présence des charges électriques dans l'espace. Le mouvement de microparticules engendre un nouveau champ dénommé champ magnétique.

Toutefois, on peut s'interroger sur la portée de la théorie des champs et même son impact dans le développement de la physique. Ce qu'il y a lieu de remarquer de prime abord est que l'un des éléments majeurs que nous retenons des classiques est l'unité du cosmos. Les particules solides, indestructibles sont un ensemble de particules élémentaires soudées sous la pression des lois physiques, on peut donc voir que de manière générale le cosmos est composé d'un ensemble de particules élémentaires en corrélation permanente dans l'infiniment grand, mais aussi dans l'infiniment petit et se manifeste en champs de forces dans l'univers. Cette vision du monde est reconnue en astrophysique et en cosmologie moderne Selon Fred Hoyle :

*Les développements actuels en cosmologie en sont arrivés à suggérer avec assez d'instance que les situations quotidiennes ne pourraient persister sans les parties éloignées de l'univers, que toutes nos idées de l'espace et de géométrie seraient entièrement invalidées si les parties éloignées de l'univers étaient exclues. Notre expérience quotidienne, même jusque dans les infimes détails, semble être si étroitement intégrée à l'échelle de l'univers qu'il est presque impossible de considérer que les deux existent séparément.*³⁰⁰

Ce que nous pouvons remarquer est l'unité et l'interrelation entre les objets matériels. Sur le plan macroscopique, se manifestent par la théorie de la relativité générale, ils se manifestent aussi de manière plus saisissante à l'échelle atomique et subatomique. Grâce à la théorie des champs. À ce niveau, il est possible d'établir le lien entre les éléments éloignés de

²⁹⁹ *Ibid.*, p. 211.

³⁰⁰ Fred Hoyle, *Les frontières de l'astronomie*, Paris, Buchet Chastel, 1966, p. 304.

l'univers. Cet ensemble des choses autour des phénomènes de la nature montre que l'homme se situe comme acteur et auteur de la réalité qui l'entourent.

Un autre constat que nous pouvons faire à partir de la théorie des champs est que la physique théorique se voit révolutionner. La présence d'un observateur est en quelque sorte perturbateur des champs de forces. De sa position, le sujet met en mouvement d'autres champs sous adjacents. Par conséquent, notre conception de l'essence de la matière a considérablement évolué passant de la contemplation du visible à l'état de la matière dont on a connaissance avec les outils mathématiques comme éléments de matérialisation de ces derniers. Ici, les idées reçues de la métaphysique classique sur la matière n'ont plus droit de cité parce que la physique moderne offre les outils permettant de parler objectivement des réalités substantielles.

La physique moderne a révolutionné notre conception de la matière. Parce que la considération de l'univers à partir de l'essence primordiale avait montré ses limites avec la mécanique classique. La philosophie de la physique moderne s'accorde beaucoup avec celle du philosophe antique Héraclite qui concevait le monde en éternel devenir. Pour parvenir à ces mutations diverses en vue du changement paradigmatique, à plusieurs niveaux, l'homme a joué un rôle fondamental celui d'auteur et d'acteur de la réalité. Ainsi, la théorie de la connaissance de la nature est une construction permanente, elle est au centre de l'activité de la pensée. D'une manière générale, beaucoup de progrès technoscientifique intègre la physique microscopique. Cela a été observé à plusieurs niveaux partant de la théorie de la relativité, du principe d'incertitude, de la relation de complémentarité et enfin la théorie des champs. Cette dynamique qui s'observe dans le changement du réel ne peut s'estomper car l'homme lui-même est éternellement un être en devenir. L'émergence des phénomènes quantiques dans une certaine mesure semble être au cœur de l'atome fossile.

3- Le phénomène quantique : réalité primordiale

La physique moderne a donné la possibilité de reconfigurer la conception traditionnelle de l'univers qui était régi par des lois immuables. Grâce à la maîtrise des lois à l'échelle microscopique qui a aussi entraîné la compréhension de l'univers, de l'infiniment grand qui est devenu à notre portée. George Lemaître avec la théorie du *Big bang*, a inspiré des scientifiques qui, en confirmant expérimentalement ses idées, ont mis fin à l'idée de l'éternité de l'univers. Ce bond vers l'espace a été possible par les travaux du chimiste Gilbert Lewis qui découvre le photon. Dans ses conclusions, il affirme que ce matériau est un constituant de la lumière. Ainsi, l'hypothèse du *Big bang* admise, signifie que cette première explosion a

engendré la production des radiations et de la lumière, lesquelles pourraient être observées. En fin de compte, les recherches ont montré que ces radiations existent depuis environ 13,7 milliards d'années. Cette nouvelle réalité de la matière vient battre en brèche les théories classiques de l'univers immuable au profit d'une cosmologie scientifique comme l'affirment les Frères Bogdanov « *Mais voici la magnifique nouvelle : depuis la fin du XXe siècle, la cosmologie est entrée dans une ère expérimentale. Pour la première fois, il est possible de vérifier la validité des idées touchant la structure ou au destin ultime de notre Univers.* »³⁰¹

Les débats autour de la question des origines de notre univers posent des problèmes téléologiques, la métaphysique classique s'était donnée comme référence le principe d'éternité du cosmos. Avec la naissance de la physique microscopique, la recherche approche la question ultime de notre existence, il se trouve que les frontières de l'infiniment grand deviennent floues. Cette interprétation mécaniste de l'univers rejoint la position de Lucrèce qui, depuis l'Antiquité grecque, affirmait que : « *Je ne suis pas absolument d'accord avec cette idée que l'Univers est éternel, inchangées. Au contraire, je pense que l'Univers n'a pas toujours existé, et même, je pense qu'il est jeune !* »³⁰² Cette intuition de Lucrèce sur l'origine de l'univers confirme la position des scientifiques qui à partir de la théorie des quanta arrivent à remonter à « *l'ADN cosmique.* »³⁰³ Cette instant zéro confirme de manière expérimentale qu'après cet instant les éléments qui ont contribué à la première explosion n'étaient pas disponibles dans l'univers.

L'attribut donné au quantum comme expression de la réalité primordiale semble avoir tout son sens. Il constitue l'élément de base des chercheurs pour répondre objectivement à des questions téléologiques et des origines de notre système solaire. La cosmologie est au confluent de la physique, de la métaphysique et de la philosophie, elle ne peut plus être le domaine exclusif d'une discipline. Les recherches, plus actuelles, apportent plus d'éclairage sur l'origine de notre galaxie. L'astrophysicien Carme Gallart affirme que : « *le système solaire pourrait être né de la collision d'une autre galaxie avec la Voie lactée.* »³⁰⁴ Son affirmation découle de l'interprétation des scientifiques, de l'exploration des données d'une mission astronomique concernant la position et la vitesse des étoiles de la Voie Lactée. Les résultats de ses travaux montrent que : « *notre galaxie et sa galaxie naine elliptique satellite dite du sagittaire sont entrées en collision il y a 5,7 milliards d'années. Cette collision pourrait avoir amorcé [...]*

³⁰¹ Igor et Grichka Bogdanov, *op. cit.*, p. 132.

³⁰² Hubert Reeves, « Origine de l'Univers », in *Origine*, Philippe Brenot (dir), Paris, L'Harmattan, 1988, p. 52.

³⁰³ Igor et Grichka Bogdanov, *idem.*, p. 24.

³⁰⁴ Carme Gallart, « Nature Astronomy », in *Le système solaire pourrait être né de la collision d'une autre galaxie avec la Voie Lactée*, www.futura-science.com, 06/06/2020 à 18h45mn.

l'effondrement d'un nuage moléculaire et poussiéreux qui sera à l'origine du Système solaire il y a 4,56 milliards d'années.»³⁰⁵

Les résultats ce travail s'appuient sur la théorie élémentaire des gaz développée en 1902 par James Jeans. Les physiciens et les mathématiciens ont eu recours à sa méthode de recherche qui stipule que : « *un nuage de gaz de densité, de température donnée, va s'effondrer sous sa propre gravitation.* »³⁰⁶ La différence de température au niveau interstellaire à partir de ces nuages de molécules serait à l'origine de la naissance des étoiles et des planètes qui meublent notre système solaire. Ce qu'il faut voir dans cette exploration est qu'avant la découverte de la physique microscopique, une telle interprétation de l'univers ne pouvait pas être possible. Aujourd'hui, il existe des satellites que les chercheurs envoient dans l'espace en quête de la découverte des reliques cosmologiques projetées dans l'espace sur fond de rayonnement cosmologique. Le but serait à notre sens de pouvoir croiser les résultats des différentes missions. Toutefois, nous pouvons nous accorder avec Lucrèce au sujet de la jeunesse de notre univers. Grâce aux phénomènes microscopiques, nous pouvons affirmer que la compréhension du cosmos repose sur les données de l'expert scientifique.

La physique moderne nous ouvre les portes les plus insoupçonnables de l'univers. Elle permet aussi de toucher de plein fouet le statut des théories visant la description plus crédible des composantes de la nature. Souvenons-nous que la physique classique a été longtemps entretenue comme l'idéal parfait de la description de la nature, un achèvement du savoir et qu'elle s'est donnée enfin la capacité de promouvoir des lois déterministes. Elle fut pendant trois siècles le modèle de la vraie représentation de la nature. Cette super puissance de la mécanique classique tire sa légitimité de la rupture installée par l'école des Eléates qui admettait que l'unité du monde repose entre les mains d'un Dieu intelligent auteur de toute chose, elle a aussi développé l'idée selon laquelle la matière et l'esprit sont séparés. Cette vision des choses fut perpétuée par Platon et Aristote. Mais, la crise observée par des physiciens quant à l'application de cette mécanique si parfaite à d'autres phénomènes de la nature, donnait à Albert Einstein un goût d'inachevé de cette mécanique classique pourtant si vantée. Ce sentiment, devenu une préoccupation, aboutira à la découverte de la théorie de la relativité générale puis de l'effet photo électrique.

³⁰⁵ *Idem.*,

³⁰⁶ *Idem.*,

La découverte des particules microscopiques a apporté un changement radical dans nos idées sur la matière. Avec les phénomènes électriques, notre regard sur la matière fut révolutionné. Il se trouve que désormais des particules invisibles comme des charges électriques font également parti de la matière. Notre connaissance des phénomènes de la nature reposait sur le principe selon lequel la matière séparée de l'esprit, caractérisée par une masse, localisable dans un coin de l'espace, suivant une trajectoire et une vitesse déterminée sont des concepts qui ont largement évolué avec la naissance de la mécanique moderne. Pendant la seconde moitié du XIX^e siècle, la question de la matière occupait toute la société occidentale avec une particularité, l'exactitude et la prédictibilité des résultats de la recherche. Ceci faisait des sciences dures la branche de la science plus prisée pour sa perfection. Les améliorations apportées par la physique moderne feront évanouir les concepts de cause, d'effet, du déterminisme au profit du flou quantique.

Dans cette perspective, nous réalisons que le phénomène quantique donne une meilleure interprétation du réel. Voilà pourquoi, les scientifiques pour résoudre cette difficulté dans la saisie du réel, ont eu recours à la loi de probabilité. L'évolution des idées en sciences physiques montre à suffisance que le réel ne se livre pas totalement, c'est pourquoi Bernard d'Espagnat pense que le réel est voilé. Dans la mise en application de la théorie de la relativité, Albert Einstein avait eu le privilège de se rendre à l'évidence que les corps mis ensemble communiquent quelle que soit la distance qui les sépare. Seulement, héritier d'une longue tradition déterministe, le savant ne pouvait pas admettre une telle hypothèse. Cela se justifie en février 1917 avec la découverte de la constante cosmologique, il semble avoir l'argument en faveur d'un univers statique. La constante cosmologique est un paramètre qu'Albert Einstein a ajouté à ses équations de la relativité générale, dans le but de rendre sa théorie compatible avec l'idée qu'il avait d'un univers statique. La découverte des ondes gravitationnelles en 2016, viendra répondre à cette préoccupation et par ce fait, même légitimer le quantum comme la réalité primordiale.

Lorsque nous rentrons dans l'histoire, nous observons que Démocrite avait eu une idée révolutionnaire de la matière. Nous pensons même qu'en l'appelant le constituant élémentaire de la matière, l'était dû à une limite langagière liée à son temps, l'atome en ce moment représentait l'indivisible. Sa définition à ce sujet, de notre point de vue, exprime totalement son idée. L'idée de matière très dominante à l'époque ne donnait pas aussi la possibilité d'envisager le comportement qu'offre la physique moderne d'un tel objet. Protagoras, à son tour, développe une approche subjective de la question de la matière. Il élimine la chose au profit des sensations.

Là aussi, nous pouvons dire que la physique moderne nous donne les outils pour répondre valablement à cette préoccupation. La matière est lacunaire et a un rayonnement. Ce rayonnement des objets se manifeste suivant un certain champ électromagnétique. L'importance qu'accordait Protagoras aux sensations comme seules vérités, était seulement la manifestation de microparticule étant donné qu'en physique moderne, il n'y a pas de frontières entre sujet et objet.

La théorie des quanta, si elle vient répondre aux préoccupations à l'échelle microscopique, celle-ci donne également la possibilité, grâce à la théorie de la relativité générale, de répondre favorablement sur des sujets concernant l'hyperespace. Cette révolution de notre assiette de connaissance prend corps avec des travaux d'Albert Einstein qui montre que tout est énergie. En 1905, il montre que la masse et l'énergie constituent une seule et même chose. En revenant à la physique classique, laquelle avait développé et soutenu l'idée de la continuité de la matière, les avancées de la physique moderne montrent que cette idée n'est plus tenable. En d'autres termes, les quanta se présentent comme l'antidote contre les difficultés imposées par la continuité de la matière. Avec les travaux de Max Planck sur le rayonnement du corps noir et l'effet photoélectrique, les experts scientifiques s'aperçoivent que la matière est discontinue. La subtilité qu'on observe dans ce changement paradigmatique est la valorisation de la démarche scientifique et non la recherche d'une certitude absolue.

Si la physique moderne nous permet d'oublier la prédictibilité au profit de la probabilité, on pourrait s'interroger sur la nature que la matière prend désormais. À ce niveau, Erwin Schrödinger reste perplexe. Partant de son expérience de pensée du chat mort et chat vivant, le chercheur semble vouloir lever l'énigme quant à l'impossibilité de localiser objectivement la particule à un point donné, chose qui s'avèrera impossible à cause des idées déterministes qui le caractérisait, lui qui considérait la mécanique quantique comme une science inachevée. Cependant, une telle démonstration ne peut être possible que si l'on admet l'existence de mondes parallèles au nôtre, ce qui était largement impensable pour les classiques. Avec le principe de complémentarité Niels Bohr montre que les positions apparemment opposées de la matière traduisent une seule et même réalité. En physique moderne, il n'est plus question de projeter avec précision la description d'une particule élémentaire à cause du flou des éléments quantiques.

B- DE LA FONCTION D'ONDE AUX MONDES MULTIPLES

La configuration de la matière imposée par le quantum montre que la connaissance de l'univers est une quête permanente. Ainsi, la mécanique quantique a donné aux scientifiques, l'opportunité de développer des hypothèses au sujet de l'existence d'autres univers.

1- De l'expérience de pensée à l'expérience réelle

La mécanique classique s'est construite à partir d'un ensemble d'informations disponible au sujet de la nature. Dans cette perspective, Trinh Xuan Thuan, dans son ouvrage intitulé *les Mélodies secrètes*, dans lequel il expose l'organisation de l'univers autour de cinq grandes étapes, explique à son sens l'émergence de la mécanique classique. Ainsi, la première, est l'univers magique, les Anciens pensaient que l'homme vivait dans un univers peuplé d'esprit. L'univers mythique fut la seconde phase. Dans ce cadre l'homme voit l'immensité et pense à un surhomme auteur de toute chose. L'univers mathématique vient en troisième position dans laquelle, l'homme rejette la vision plate de la terre au profit de la sphère ceci par le concours des mathématiques qui présentaient les formes plus parfaite. L'univers géocentrique : la terre était toujours perçue malgré ces avancées comme le centre de l'univers avec les astres qui gravitent autour. Et enfin, l'univers scientifique qui avait réussi à donner une configuration de l'univers avec le soleil comme centre de l'univers. À partir de ce qui précède, nous pouvons nous apercevoir qu'il y a eu certaines accumulations de la connaissance sur l'univers qui était progressivement devenu un objet de savoir. En revanche, l'expérience de pensée, est une théorie solipsiste, n'ayant aucun rapport avec la connaissance empirique. Il ne s'agit non plus d'un simple usage de la raison autosuffisante. L'expérience de pensée est un accord parfait entre le sujet et le réel par le biais de l'imagination.

De manière générale, l'expérience de pensée n'est pas la seule affaire des scientifiques, tous les chercheurs, à un moment donné, ont recours à ce type d'expérience. La particularité dans cette sortie imaginaire est qu'elle a des implications dans la vie quotidienne et parfois, donne des orientations nouvelles au sujet du savoir existant. En d'autres termes l'expérience de pensée finit par devenir une loi applicable. À titre d'illustration, Galilée énonce en 1604 la théorie de la chute des corps. Dans sa théorie, il affirme que dans le vide, tous les corps tombent avec la même vitesse. Ce fut la première loi de la mécanique dans sa sortie imaginaire. La première remarque est que le savant à l'époque ne disposait pas des éléments expérimentations ou des outils d'observation pour justifier sa sortie. En ce moment, la physique n'était pas encore assez développée pour décrire objectivement la matière ni avoir un jugement sur la nature du

vide. Toutefois, l'histoire des sciences montre que cette théorie construite sans donnée, avait contribué à faire avancer la science.

Notre intérêt porté sur l'expérience de pensée est qu'elle permet de répondre aux préoccupations de la science. La difficulté est qu'il n'est pas aisé d'établir une démarche méthodique permettant de répondre à une telle préoccupation. Comme Galilée, René Descartes fera une sortie similaire en parlant de l'existence d'un nombre imaginaire. Certes, le savant n'avait pas bénéficié des fruits de sa trouvaille. Il a fallu attendre la physique moderne pour se rendre à l'évidence de l'existence possible d'un nombre imaginaire puis d'un temps imaginaire. Il s'agit du temps qui aurait prévalu avant la première explosion. Aussi, la mathématique n'étant pas assez évoluée, il faudra attendre la découverte des nombres complexes dont l'un des principes voudrait que le carré d'un nombre imaginaire est un nombre négatif ($i^2 = -1$), Stephen Hawking, dans sa réflexion sur la question de l'origine du monde, confirmera son existence, celui qui a préexisté avant l'atome fossile.

Contrairement à la mécanique classique, la physique moderne est née sans données, voilà ce qui justifie notre acharnement sur l'expérience de pensée aujourd'hui, on parle de Big data pour exprimer des stocks de données se rapportant dans plusieurs secteurs d'activités. S'agissant de la physique moderne, l'un des chercheurs qui apporte sa marque dans l'histoire fut Albert Einstein avec la découverte de la nouvelle théorie de gravitation universelle dénommée la théorie de la relativité générale. Le chercheur fera lui aussi une sortie imaginaire sur le comportement des objets dans l'hyperespace, il réussit à justifier la gravitation par la courbure de l'espace par des objets de masse importante. Selon lui, les objets ne s'attirent pas grâce à la loi de la pesanteur mais par la courbure engendrée par la masse de ces corps. Il se rendra compte plus tard que ses projections imaginaires ont corroboré les résultats de l'expérience. Sa sortie a démontré le lien espace-temps comme un argument responsable de la gravitation. Cette découverte permettra de faire l'étude de la cosmologie comme un objet physique et non comme une entité sacrée sous l'emprise d'un surhomme.

À partir des résultats engrangés par des sorties imaginaires des chercheurs, lesquels répondaient aux besoins des personnes en relation avec la connaissance de la nature, il n'était plus superflu de constater que le réel est une construction du sujet. Voilà pourquoi, les données héritées de la physique classique n'ont pas permis de répondre valablement aux préoccupations de l'univers. Il aurait fallu faire intervenir l'expérience de pensée pour résoudre l'énigme. C'est toujours dans la même circonstance qu'Albert Einstein avait imaginé en 1916 que notre univers était en expansion, cela entraînerait qu'il existe des ondes gravitationnelles qui traversent notre

univers. Sur le plan scientifique, il n'existait pas de satellite pour détecter les ondes traversant la nature. Mais, des études et des satellites qui sillonnent l'univers ont permis de découvrir la présence des ondes gravitationnelles un siècle plus tard, c'est-à-dire en février 2016 ; alors que sa sortie reposait simplement sur son imagination.

Ce qu'il y a lieu de souligner est qu'Albert Einstein fondait toute sa démarche à partir de l'expérience de pensée. Partant de sa théorie de relativité restreinte qui était basée sur l'ancien référentiel, le référentiel galiléen, il avait compris que l'espace et le temps étaient relatifs. La particularité est que les équations concernant la relativité existaient bien avant la découverte par Albert Einstein. Henri Poincaré et Hendrik Lorentz le savaient bien. Mais Albert Einstein avait eu seul la capacité d'en donner une interprétation objective à partir de l'expérience de pensée. Pourquoi se préoccuper tant de la trouvaille de ce jeune chercheur ? Ce qui le distingue est qu'il n'avait pas la maîtrise du langage mathématique comme Henri Poincaré ou Hendrik Lorentz, ceci signifie qu'il n'avait pas fait appel à un simple raisonnement logique pour trouver la solution. C'est seulement avec l'aide de l'expérience de pensée que la solution pouvait être possible. Plus tard, sa théorie fut généralisée à tous les référentiels pour devenir la théorie de la relativité générale.

Au XVII^e siècle, lorsque Galilée jette les bases selon lesquelles le réel est la construction du sujet, les scientifiques à l'époque n'avaient pas suffisamment d'informations sur la composition de l'univers. Seulement, sa théorie fut le point de départ de la modernité scientifique qui évacue tout principe d'immuabilité d'un univers préétabli selon les principes des lois finies. Cet instant sonne comme le point zéro de l'univers désormais est à la solde de l'homme. Certes, Isaac Newton avait déjà fixé les bases de la physique moderne à partir de quelques matériaux comme le photon. Il savait que la lumière était composée de particules microscopiques, mais ne partageait pas l'idée selon laquelle la lumière est une onde car il n'avait pas à établir le lien entre les particules et les ondes. Quant à Albert Einstein sa préoccupation sur l'expérience de pensée, il porte alors les questions du temps de la lumière, de la position dans l'espace. Ces questions n'avaient pas, jusqu'à son intervention, une solution empirique, et aucun dispositif scientifique n'avait pas vu le jour en marge des télescopes fabriqués par Isaac Newton.

La physique moderne, née sans données, viendra s'ériger en norme pour la compréhension des lois de la nature. L'homme est le constructeur de cette nouvelle conception de l'univers, son orientation complexifie l'observation que le scientifique a de la matière, ce qui entraîne des débats autour de cet univers en expansion permanent. Il ne s'agit pas d'une

accumulation de données mais, de la découverte des principes de la nature pouvant justifier la manière dont les phénomènes de l'univers se sont constitués. Le premier sur ce registre fut Max Planck devenu révolutionnaire malgré lui. Ses travaux, sans le vouloir, l'avaient conduit à comprendre que le corps noir émet un rayonnement c'est-à-dire qu'il existe un échange d'énergie discontinue entre la lumière et la matière. Ces échanges se font à travers des particules microscopiques appelées quantum.

Par la suite, il fallait voir comment la matière se comporte. En 1905, Albert Einstein affirme que le quantum est la lumière. Cette position est venue jeter le doute sur la conception classique du réel. Werner Heisenberg viendra résoudre le problème avec le principe d'incertitude, Niels Bohr à son tour, a mis en place le principe de complémentarité. Louis de Broglie quant à lui, viendra surprendre la connaissance que ses prédécesseurs avaient déjà de la matière en établissant un lien entre matière et lumière. Ainsi, formule-t-il l'hypothèse suivante dans sa thèse de Doctorat soutenue en novembre 1923 : « *Si la lumière est aussi une particule, alors pourquoi la matière ne serait-elle aussi pas une onde ?* »³⁰⁷ En fin de compte, le développement de la théorie des quanta lui avait donné raison sur le principe de la dualité onde-corpuscule. La conséquence de cette sortie fut le principe de superposition des états de la matière.

De ce qui précède, un certain groupe de physiciens, héritiers de la tradition déterministe, ont vu en la physique moderne une théorie incomplète. C'est-à-dire que selon eux, en l'occurrence, Albert Einstein et ses collègues pensaient que les principes d'incertitude, la relation de complémentarité résultent de l'existence des variables cachées et par conséquent, la mécanique quantique faisait fausse route. La réalité ne pourrait être décrite en termes de probabilité. Une autre catégorie de chercheurs, regroupée autour de Niels Bohr, sous le label l'école de Copenhague, sont venus fixer la nouvelle vision de la matière. Ils décidèrent ainsi des jalons pour décrire le réel. Car dans l'infiniment petit, la réalité n'est pas ce qu'on voit mais ce dont on a connaissance. Sa description repose sur la loi statistique de probabilité. Cette démarche avait été possible en ayant recours à l'expérience de pensée. Désormais, le rôle de la physique n'est plus ce que les classiques avaient pensé, à savoir la description d'une réalité extérieure. La physique de la réalité immatérielle impose le recours aux êtres mathématiques pour donner une description objective.

³⁰⁷ Roman Ikonicoff, « Entre onde et particule : Bohr et de Broglie apportent un nouveau grain de sel à la mécanique quantique », revue *Science & vie* online 05 juillet 2020, 22h57.

La mécanique classique avait une description *a priori* du monde. Elle se basait sur le principe d'observation et d'expérimentation, voilà pourquoi les Anciens ont pensé la description des phénomènes de la nature comme une réalité indépendante de l'observateur. L'expérience de pensée d'Albert Einstein et de ses assistants sur la question avait abouti à ce qui est appelé paradoxe EPR. En réalité, Albert Einstein avait bien réalisé qu'il existe une communication entre les éléments de la matière. Ce constat pour Einstein semblait un événement impossible. Car, il pensait que la matière existe seulement de façon locale. Or, les recherches ont confirmé le principe d'indivisibilité de la matière, ce qui explique la communication qui existe entre les éléments de l'univers même séparé. Ce groupe de chercheurs ignorait que l'acte d'observation modifie la réalité. C'est ce que nous enseigne la mécanique quantique. L'expérience EPR contraint à dépasser les notions habituelles de l'espace et du temps. Ce qui pourrait amener à voir l'univers comme possédant un ordre global et indivisible.

Les avancées de la physique moderne illustre que l'homme est en perpétuelle révision méthodologique pour comprendre l'univers. Toutefois, notre finitude ne peut pas nous donner l'opportunité de saisir le tréfonds des choses. Au prix de l'effort intellectuel, de l'imagination et de la créativité humaine, l'homme a pris sur lui le dessein de s'accomplir comme maître de l'univers. La science progresse ainsi par ses actions. Malgré ces avancées, il se trouve que l'esprit humain ne pourra jamais appréhender la totalité des phénomènes de l'univers. Ce qu'il y a lieu de retenir est que l'usage de la pensée, surtout de l'imagination, ont donné la possibilité à l'homme de développer des théories innovantes au sujet de la connaissance du réel, en vue de répondre à ces préoccupations dans le temps et l'espace. À travers ses recherches, le cosmos n'est plus un mythe dont la création relève du Demiurge, mais un espace avec lequel le sujet connaissant peut interagir.

La découverte de certaines lois de la nature à partir de l'usage de l'imagination a montré que le réel est une construction de l'esprit mais aussi, que la connaissance de la nature dépend de la capacité de créer une rupture avec des idées reçues pour découvrir de nouvelles lois. Il est possible de pouvoir justifier avec des arguments scientifiques que l'infiniment petit peut permettre de percer le mystère de l'infiniment grand. Albert Einstein en a fait l'expérience et ses sorties, à plus d'un titre, ont été démontrées scientifiquement. À partir de ce niveau, nous pouvons voir que le paradoxe au sujet de la communication instantanée était simplement un conflit personnel lié à l'habitude de la perception des phénomènes au niveau macroscopique. Sa dernière sortie fut la découverte des ondes gravitationnelles.

2- Les ondes gravitationnelles d'Einstein : une réalité transcendantale à notre univers

Les apories de la mécanique classique née de l'idéologie d'un monde immuable ont contribué au changement de vecteur épistémologique au sujet de l'interprétation du réel. Certes, la connaissance scientifique à l'expérience comme juge de la crédibilité des faits. Le constructivisme, à l'inverse, soutient que les lois naturelles ne sont que le fruit de l'imagination féconde des physiciens et n'ont d'existence réelle que dans les neurones et les synapses des scientifiques. Cette position qui traduit l'expression de notre subjectivité est également soutenue par Jean Pierre Changeux qui pense que l'activité de penser ne peut se produire ailleurs que dans le cerveau. L'idée de gravitation évoquée par Isaac Newton dont la paternité est de Galilée soutient que les corps tombent dans le vide sous l'effet de leurs poids, Il se trouve toutefois que ces chercheurs n'avaient que l'imagination comme matériau fondamental conduisant à une nouvelle orientation de la connaissance du réel. Ainsi, l'objectivité scientifique au sens fort qui s'occupait de la matérialité des phénomènes scientifiques sera dévaluée. La découverte matérielle des ondes gravitationnelles ne constitue-t-elle pas un argument en faveur du réalisme non physique avancé par Bernard d'Espagnat ?

L'entreprise scientifique d'Albert Einstein émerge dans un contexte bien particulier, à savoir la crise de la mécanique classique. Il s'agit pour lui de faire un toilettage de la conception absolutiste du temps et surtout de l'espace. Pour les Anciens, la lumière se propageait sur un constituant de la nature appelé l'éther. Faute de moyen pouvant décrire ce constituant, Albert Einstein a trouvé nécessaire d'évacuer ce constituant primordial. La naissance de la relativité restreinte a donc sonné le glas de l'éther. Il a su établir la relation entre l'énergie et la masse et, détruit par-là, le dogme newtonien de l'espace et du temps absolus. En revanche, La conception traditionnelle selon laquelle un corps animé d'une vitesse quelconque peut connaître une accélération jusqu'à l'infini est devenue une illusion grâce à la découverte de nouvelles normes décrivant l'espace et le temps.

La théorie de la relativité et la découverte de l'infiniment petit semblent avoir donné une meilleure interprétation du cosmos. Albert Einstein s'appuie sur le travail de Michael Faraday pour révolutionner la conception traditionnelle des phénomènes de la nature. Selon Michael Faraday, l'univers est traversé par des lignes de champs. Sa découverte se base également sur l'expérience de pensée. N'étant pas un féru de mathématiques, ses travaux ont satisfait les recherches scientifiques postérieures notamment l'électromagnétisme. La découverte de la relativité a permis de comprendre que la masse des corps crée une courbure de l'espace ce qui génère une force d'attraction entre deux corps de masse quelconque.

Cette observation d'Albert Einstein fut une grande révolution dans l'interprétation des phénomènes de la nature. Cette flexibilité de l'espace est appelée distorsion par Christian Huygens. La distorsion permet de modifier la forme de l'espace. En marge de cette découverte, Einstein parle également de l'existence des ondes gravitationnelles qui, pour les scientifiques de son temps était une simple conjecture dont l'expérimentation semblait impossible. Cette approche philosophique pourrait s'inscrire dans une logique idéaliste de type platonicienne. Les ondes gravitationnelles d'Albert Einstein s'illustrent comme une réalité transcendante de notre univers. Notre interrogation sur la question est comment le chercheur a réussi à établir un lien entre la rationalité et l'élément caractéristique de l'objectivité scientifique, et la logique de l'imaginaire ? À ce niveau, nous pensons qu'Albert Einstein s'est voulu parménidien, Il s'est inscrit dans une perspective métaphysique pour faire une interprétation *a priori* de la réalité. En l'absence du support matériel, il a réussi, par la conscience, à interagir avec cette réalité abstraite qu'est l'onde gravitationnelle.

L'évidence de cette subjectivité se traduit dans l'intercommunication de toute chose dont les prémisses se dessinaient déjà dans la transformation de la masse en énergie. Conscient de cette capacité humaine de surfer entre le rationnel et l'imaginaire, Edgar Morin illustre ce qu'il appelle le génie de l'homme de la manière suivante : « *l'intercommunication entre l'imaginaire et le réel, la logique et l'affectif, le spéculatif et l'existential, le sujet et l'objet, [...] Il est dans la brèche de l'incontrôlable où rode la folie, dans la béance de l'incertitude et de l'indécidabilité où se fond les recherches, la découverte, la création.* »³⁰⁸ Il n'est pas possible d'exclure l'apport de l'expérience de pensée dans l'activité scientifique. Voilà pourquoi, les adeptes de la philosophie platonicienne voyaient dans les mathématiques l'expression des formes parfaites de la nature.

L'entreprise philosophique d'Einstein s'inscrit également dans le prolongement de la philosophie cartésienne, et de la spiritualité orientale. Sa démarche pour découvrir les lois de la nature semble être teintée du solipsisme dans la mesure où le chercheur évacue l'interprétation empirique au profit de l'activité de pensée. De manière générale, nous pensons que la philosophie cartésienne a joué aussi un rôle déterminant dans le développement de la pensée occidentale, car elle sonne le glas de la dépendance à un créateur qui dicte la conduite. « *Je pense donc je suis* » est le moyen ultime qui montre que l'homme est investi d'une mission civilisationnelle et culturelle dans le monde.

³⁰⁸ Edgar Morin, *Le paradigme perdu*, Paris, Seuil, 1973, pp. 114-115.

La physique moderne s'est mise en place en faisant le plus souvent appel à l'imagination créatrice en vue de cerner certains angles du réel, Albert Einstein se trouve préoccupé par la vitesse de la lumière, il s'interroge sur la possibilité pour un corps en mouvement d'avoir une vitesse supérieure à celle-ci, ou alors à une possible jonction entre l'infiniment grand et l'infiniment petit, cette volonté d'unifier les deux infinis s'appellera la théorie du tout. Ainsi, l'intuition intellectuelle a permis à Albert Einstein de faire une sortie dans l'hyperespace pour parler de l'existence des ondes gravitationnelles. Parler valablement des ondes gravitationnelles revient à visiter les origines de notre univers. Il s'agit de voir les conditions qui ont favorisé l'explosion primordiale c'est-à-dire l'instant zéro de notre univers. Le chercheur pense qu'à l'origine le mouvement des trous noirs à l'origine de l'inflation cosmique a donné naissance au *Big bang*. Le trou noir est un objet optiquement invisible, doté de masse très grande ce qui pourrait être à l'origine de la première explosion dans un espace obscur.

La vision mécaniste du monde selon la mécanique classique a été un moyen permettant d'interpréter l'univers comme un ensemble d'éléments séparés les uns des autres. À l'opposé de cette vision mécaniste qui a dominé le monde occidental, la philosophie orientale avançait l'idée selon laquelle le monde est un tout. « *Pour la spiritualité orientale, tous les objets et événements perçus par les sens s'avèrent interdépendants et ne sont que les aspects ou manifestation d'une même réalité fondamentale.* »³⁰⁹ En somme, notre tendance à diviser le monde perçu en objet individuel et séparé relève simplement de l'illusion de notre mentalité portée vers la matière perçue comme finalité, une pensée qui s'est vue s'estompée avec la découverte des ondes gravitationnelles.

C'est dans cette mouvance qu'Albert Einstein a dû construire sa philosophie en considérant l'imagination créatrice comme l'unique moyen permettant de contempler la beauté de l'univers. Platon dans cette optique avait critiqué l'atomisme de Démocrite parce que la physique reposait essentiellement sur l'expérience sensible, Albert Einstein pense qu'il faut revenir aux principes premiers pour revoir les fondements de la physique. « *Aussi professe-t-il au début sont les principes.* »³¹⁰ Dans cette démarche méthodique, le chercheur s'entoure des garanties lui permettant de connaître le bon principe. Alliant la philosophie à la spiritualité, Albert Einstein pense que le premier critère de la vérité est d'ordre esthétique. Dans cette perspective, Trinh Xuan Thuan exprime des idées du chercheur, aussi affirme-t-il « *une théorie est vraie quand elle est belle ; parce que la nature est belle, les théories qui la décrivent doivent*

³⁰⁹ Fritiof Capra, *Le tao de la physique, idem.*, pp.23-24.

³¹⁰ Trinh Xuan Thuan, *La plénitude du vide*, Paris, Albin Michel, 2018, p. 153.

*l'être aussi. Pour le physicien, ce qui caractérise la beauté d'une théorie, c'est sa cohérence, son harmonie et sa perfection interne.»*³¹¹ C'est cette disposition intellectuelle qui a conduit à la découverte de la théorie de la relativité en s'appuyant sur la beauté de la nature.

Eduqué dans un contexte scientifique ou l'expérience décide de ce que nous devons dire de la nature, le jeune chercheur fera un revirement total. Il emprunte l'abstraction est le moyen qui permet de contempler les lois de l'univers. Voilà pourquoi, il réfute l'idée selon laquelle on doit partir des faits expérimentaux pour bâtir une théorie. Il privilégie ainsi les idées aux faits. Il se trouve que la méthode d'Albert Einstein est comparable à une ascèse au cours de laquelle le chercheur entre en communion totale avec le cosmos pour traduire l'unité de l'univers. Ainsi, Trinh Xuan Thuan affirme que : « *La nature n'est pas observée mais pensée par Einstein.* »³¹² Cet héritage de la philosophie classique couplé à la pensée spirituelle orientale donnera une longueur d'avance à ce penseur pour dévoiler certains pans du réel.

Partant du principe de la conservation de l'énergie et du fait que l'univers est traversé par les champs d'énergie, Albert Einstein se fait pionnier de la compréhension de l'origine de l'univers. À la question de savoir s'il est possible d'extraire de l'énergie à partir de rien, les scientifiques ont compris qu'une activité intense se passe dans le vide ce qui signifie que le vide n'est pas le néant. La conséquence de cette interprétation montre ce qui a poussé Albert Einstein a parlé des ondes gravitationnelles à l'époque où il n'existait pas d'appareil capable de procéder à la vérification de celles-ci, voilà pourquoi, nous pensons que son analyse qui lui permettait de parler des ondes s'était fondée sur trois piliers.

Le premier serait la loi des symétries. Emmy Noether mathématicienne découvre l'origine de la conservation de l'énergie, l'un des principes fondamentaux de la physique. Elle affirme que :

*... si les lois de l'univers restent les mêmes au cours du temps, alors le résultat est que ce système conserve son énergie. De plus, si les lois de la physique restent les mêmes quelle que soit la direction dans laquelle nous nous déplaçons, alors la quantité de mouvement sera elle aussi conservé dans toutes les directions. Et si alors les lois de la physique restent valables après une rotation quelle qu'elle soit, alors le moment angulaire est conservé.*³¹³

La possibilité qu'offrent les recherches scientifiques sur la nature de l'univers est d'admettre que la lumière émise par une galaxie distante de plusieurs milliards d'années-

³¹¹ *Idem.*,

³¹² *Ibid.*, p. 154.

³¹³ Michio Kaku, *La physique de l'impossible*, Paris, Seuil, 2011, p. 234.

lumière et détectable sur terre permet d'affirmer que « *Nous voyons des empreintes digitales caractéristiques du spectre de l'hydrogène, de l'hélium, du carbone, du néon etc.* »³¹⁴ Ce qui corrobore la théorie physique énoncée par Noether sur la loi de conservation des énergies.

Le second pilier repose sur l'existence de l'énergie noire. C'est une énergie négative qui semble avoir été à l'origine de l'inflation entraînant à son tour la naissance de l'univers observable. Il se trouve que notre univers était précédé d'une activité intense à l'intérieur duquel certaines composantes de l'univers furent en mouvement constant, ce qui sera plus tard à l'origine de l'inflation cosmique. Le dernier pilier enfin repose sur le vide. Dans la quête de la compréhension des composantes de l'univers, les scientifiques s'interrogeaient sur l'existence des objets dont la masse suffisamment grande capable de libérer une énergie importante dont la vitesse serait supérieure à celle de la lumière.

La découverte des ondes gravitationnelles s'inscrit dans la perspective d'une nouvelle métaphysique, celle qui relève du quantifiable, celle que le physicien et philosophe Abner Shimony appelle *la métaphysique expérimentale*. À partir de la nouvelle théorie de gravitation universelle, Albert Einstein semble avoir posé les jalons pour comprendre le cosmos. Il a su, à partir de l'expérience de pensée décelé que les corps noirs émettant un rayonnement sans en avoir une preuve expérimentale. Cette posture du savant qui par sa conscience a eu l'insigne honneur d'être en contact avec être, permet d'affirmer que l'onde gravitationnelle est une réalité transcendante de notre univers. Cela se justifie par l'existence d'une importante activité qui se passe dans le vide et aussi la loi de conservation des énergies qui est un principe de la thermodynamique.

La détection des ondes gravitationnelles, un siècle plus tard, montre que le réel est une construction du sujet. Ainsi nous pouvons noter que les efforts déployés par Emmanuel Kant pour résoudre la crise de la métaphysique classique au profit de la métaphysique contemporaine comme une science rigoureuse a vu le jour seulement avec la naissance de la physique moderne. Pour les classiques, la raison était perçue comme une instance autosuffisante permettant d'accéder à la réalité. Mais, les apories dans ses inclinations conduisent Emmanuel Kant à limiter les prétentions de la raison en relevant les illusions transcendantales. En revanche, le développement de la métaphysique moderne a eu pour matériau de base l'intuition intellectuelle. C'est également dans ce contexte qu'Albert Einstein a réussi à découvrir l'existence des ondes gravitationnelles.

³¹⁴ *Ibid.*, p. 235.

La physique moderne offre la possibilité aujourd'hui de parler de l'énergie noire. Celle-ci échappe aux lois de la mécanique classique. Toutefois, elle est à l'origine du mouvement des galaxies et des planètes dans l'espace. Selon le physicien Michio : « *lorsque les scientifiques analysent les données reçues des satellites en orbite autour de la terre, [...] ils doivent accepter l'incroyable conclusion que l'univers est constitué de 73% d'énergie noire.* »³¹⁵ Ce qui signifie que le plus grand réservoir de tout l'univers c'est le vide. Les éléments fondamentaux ayant été à l'origine de notre univers observable constituent, selon le principe de conservation de l'énergie semble être le cordon ombilical de notre univers avant le *Big bang*.

Ce rapprochement n'est possible que si nous faisons appel à la théorie de la relativité d'Albert Einstein. Les conclusions de ses travaux montrent que la masse d'un corps serait à l'origine de la courbure de l'espace. Cette courbure engendre la force d'attraction. À titre d'illustration, pour la terre, cette courbure qui se manifeste comme un puits dans lequel se trouve la terre crée une force d'attraction « *d'une vitesse de 11km/s et de 617km/s pour le soleil.* »³¹⁶ Dans cette perspective, les objets auteurs de la déflagration, semble-t-il, devaient avoir nécessairement une masse importante capable de générer l'expansion de l'univers en même temps que des ondes gravitationnelles.

Ces objets ont été appelés trou noir. Un trou noir est un objet dans l'espace ayant une masse importante. Le premier astronome à s'intéresser à ces objets de l'espace fut un soldat allemand du nom de Karl Schwarzschild. Il faudra attendre les travaux scientifiques de John Wheeler pour avoir le nom de trou noir. La gravité sera donc l'action de ces objets célestes noirs avec la matière normale, ce qui sera à l'origine des tonnes d'énergie. L'énergie initiale a mis en mouvement le rayonnement fossile, semble-t-il, avec une vitesse supérieure à celle de la lumière. Il se trouve que la découverte des ondes gravitationnelles peut permettre aujourd'hui aux chercheurs d'explorer le principe de symétrie de notre univers.

En marge de cette découverte remarquable des ondes gravitationnelles comme une réalité transcendante de notre univers, nous pouvons comprendre aujourd'hui que les éléments symétriques, source de notre univers actuel, existent bien aussi dans la nature. Si la découverte des photons a été possible avec la mécanique classique, la plus grande énergie qu'est l'énergie du vide est aussi celle qui compose l'essentiel de la nature. Il est vrai qu'au moment de l'inflation les débits vont dans toutes les directions sous l'effet de la gravitation. Albert Einstein

³¹⁵ *Ibid.*, p. 235.

³¹⁶ Jean Staune, *Notre existence a-t-elle un sens ? Une enquête scientifique et philosophique*, op cit., p. 181.

avait eu une idée révolutionnaire avec la création du concept de constante cosmologie. Celle-ci, pour le chercheur, avait pour but de stabiliser la gravitation et par conséquent, l'expansion de l'univers.

Dans un but esthétique, l'intuition intellectuelle d'Albert Einstein ne conduisait pas toujours à la saisie du réel. C'est le cas avec son interprétation de la constante cosmologique. Car la définition à lui accordée ne fut pas la meilleure. Pour lui, cette constante devait ralentir l'expansion de l'univers. En revanche, les scientifiques ont constaté que son intuition fut géniale. Il se trouve que la valeur attribuée à cette constante en réalité est contraire aux idées d'Albert Einstein. En fin de compte, les travaux expérimentaux ont démontré que la constante cosmologique était destinée à accélérer l'expansion de l'univers. Cette constante née de l'inflation, est à l'origine du rayonnement fossile. Aujourd'hui, il est possible de connaître le contenu de la matière noire toujours grâce à la théorie d'Albert Einstein selon laquelle toute masse est transformable en énergie, ce qui permet la détection de toute l'énergie de notre système solaire. Selon Jean Staune, l'énergie de l'univers est répartie de la manière suivante : « 70% d'énergie noire, 26% de matière noire et 4% de matière normale. [...] Tout le reste est constitué de matière et d'énergie invisibles d'un type radicalement différent. »³¹⁷ Certes, ces quantités diffèrent sensiblement d'un auteur à l'autre.

Ce qu'il faut comprendre ici, c'est que l'énergie du vide occupe une place importante dans l'univers, il faut absolument savoir en faire usage. L'énergie est vitale pour la civilisation. L'histoire renseigne que depuis les sociétés primitives, l'humain a toujours eu recours à l'énergie pour accomplir ses besoins vitaux. Il faisait usage de l'énergie musculaire qui, plus tard, a été substitué par la bête le bœuf ou le cheval dans le domaine agricole ou du transport. Avec la découverte du charbon et son usage, l'humanité a eu la possibilité de faire l'économie de l'énergie. La révolution industrielle était à la base de la construction des premières villes. Les progrès scientifiques et techniques ont favorisé une grande avancée dans la conservation et la maîtrise de l'énergie. En fin de compte, l'infiniment petit a favorisé la découverte d'autres types d'énergie qui entourent notre univers en l'occurrence l'énergie noire. Au regard de ce qui précède, il se trouve que la détection de l'énergie du vide ou encore l'énergie de rien n'est pas sans conséquence sur le progrès technoscientifique, cela a eu pour impact le développement d'applications nouvelles.

³¹⁷ *Ibid.*, p. 193.

À ce sujet, les travaux du physicien Nicola Tesla ont contribué à la découverte de la radio, la télévision et plus tard à la révolution des télécommunications. Etant donné son importance, le physicien a pensé qu'il pouvait produire de l'énergie électrique à partir de l'énergie du vide capable de satisfaire les besoins humains à grande échelle sans épuisement. Malheureusement, il n'a laissé aucune formule à ce sujet. Ce savant, aux idées révolutionnaires, avait pensé la possibilité de « *couper la terre en deux comme une pomme et concevoir une arme lumineuse capable de détruire 10 000 avions à une distance de 400 kilomètres.* »³¹⁸ Cette dernière affirmation était prise au sérieux dans les milieux scientifiques et sécuritaires. À titre d'illustration Michio Kaku affirme que : « *Le FBI prit cette dernière affirmation avec tant de sérieux que la plupart de ses notes et ses instruments de laboratoire furent saisis après sa mort, et une partie de ses recherches sont encore aujourd'hui classées top secret.* »³¹⁹ Persuadé que les travaux de ce chercheur révolutionnaire, capable de produire des éclairs de plusieurs millions de volts, le milieu sécuritaire américain avait pensé juste, d'y mettre une protection. En outre, Tesla défendait également l'idée selon laquelle le vide pourrait déceler une quantité d'énergie inconcevable. C'est dans cette perspective que ses travaux furent classés, protégés top secret. Le chercheur voyait le vide comme le cadeau-surprise capable de produire de l'énergie à partir de rien pour l'humanité.

Le développement de la mécanique quantique impose de revisiter notre conception de l'univers. Le fait est que la théorie de la relativité d'Albert Einstein a émergé dans un contexte solitaire, loin du monde académique, la mécanique quantique par contre a eu pour base l'intuition intellectuelle. La détection des ondes gravitationnelles nous donne les arguments pour s'inscrire dans le prolongement selon lequel le réel est voilé, inconstant et imprévisible. Par ailleurs, cette découverte offre encore plus de possibilités pour lever le voile sur notre univers. Il se trouve que les microparticules ayant contribué à l'inflation de l'atome fossile rayonnent sous l'effet de la masse en créant la courbure de l'espace. Avec la théorie de la relativité, nous pouvons noter notre vision succincte du monde, selon le physicien John Wheeler : « *La matière dicte la courbure de l'espace et l'espace dicte le mouvement de la matière.* »³²⁰ Les implications de cette découverte en physique peuvent permettre une fois de plus aux scientifiques d'avoir les outils nécessaires permettant de parler avec plus de certitude

³¹⁸ Michio Kaku, *La physique de l'impossible*, op. cit., p. 236.

³¹⁹ *Idem.*,

³²⁰ Trinh Xuan Thuan, *La plénitude du vide*, op.cit., p. 154.

de l'ADN de notre univers. En marge de cette découverte, il est possible de justifier que nous ne sommes pas seules, il existe plusieurs galaxies qui meublent notre système solaire.

3- La théorie de la réalité de Hugh Everett III

Hugh Everett III est un physicien et mathématicien américain né le 11 novembre 1930 à Washington. Il soutient sa thèse de Doctorat sous la direction de John Wheeler, l'un des théoriciens du trou noir. Hug Everett III est devenu célèbre par sa théorie des états relatifs plus connue sous le nom de théorie des mondes multiples. Sa théorie de la réalité prend corps dans un contexte où les scientifiques, regroupés sous le label d'interprétation de la réalité de Copenhague, semblent avoir donné une orientation au sujet de la conception de la réalité en science dans le contexte de la physique moderne. Cette conception du réel sera perçue par le chercheur comme dogmatique. L'interprétation la plus classique de ces savants, selon Niels Bohr stipule que : « *la physique quantique ne porte pas sur la réalité mais sur la connaissance que nous en avons.* »³²¹ Ceci signifie qu'on ne peut pas avoir une connaissance du réel avant l'observation. Ainsi, la physique quantique permet simplement à des observateurs disposant des appareils de mesure, de représenter correctement des observations. Ce qui pour Hug Everett III se trouve comme une épine au pied de la physique quantique.

L'auteur de la théorie des mondes multiples trouve l'interprétation de Copenhague comme une théorie relevant de la métaphysique classique, donc invérifiable. Convoquant le principe poppérien au sujet de la réfutation, une théorie est scientifique si et seulement si elle est falsifiable. En revanche, la théorie de la réalité proposée par les savants de Copenhague ne satisfait pas ce critère et décide unilatéralement de ce qu'est le réel quantique. Hug Everett III s'insurge contre le problème de la mesure en physique quantique. Comme argument, la physique quantique a tendance positiviste, est une représentation du monde réel, en laissant les mathématiques montrées la voie, ce qui semble paradoxal pour le chercheur. Selon lui, la démarche empirique est souhaitable, il est justifiable de partir plutôt des hypothèses aux théories mathématiques. Cette méthode est l'option par laquelle la science classique a connu ses lettres de noblesse mais elle ne corrobore plus avec l'interprétation dans l'infiniment petit.

Le chercheur, englué dans la tradition déterministe, pose le problème de la nature même de la réalité en physique quantique. Pour lui, il semble exister une contradiction entre la façon

³²¹ Jean Staune, *Notre existence a-t-elle un sens ? Une enquête scientifique et philosophique*, op. cit., p. 75.

dont les particules élémentaires interagissent au niveau quantique et quand ils sont mesurés en faisant appel aux appareils classiques. Il ressort de cette interprétation, de Hug Everett III, qu'il existe au niveau quantique un phénomène de superposition d'état de la matière qui se pose au niveau microscopique alors que cet état de choses n'est pas observable au niveau macroscopique pendant la mesure. Voilà ce qui deviendra la préoccupation majeure du chercheur qui viendra lever l'énigme d'une considération absolutiste suivant les savants de Copenhague.

L'argument de Hug Everett III s'appuie sur le principe de complémentarité et aussi sur la nature des particules élémentaires qui sont constamment en mouvement dans l'espace de David Hilbert. Ceci revient à dire qu'en observant un électron à une date donnée, à la prochaine mesure la même particule n'aura pas la même position. Pour ce chercheur, le cœur de l'argument revient à ce que les univers improbables existent réellement alors que suivant l'interprétation de Copenhague, ce sont des possibilités sans existence matérielle en général. Cette approche est comparable à l'interprétation de la réalité quantique selon Erwin Schrödinger qui postule une double nature à l'état quantique à travers son expérience de pensée du chat : le cas du chat mort et le cas du chat vivant.

Techniquement, au moment de procéder à la mesure d'une particule élémentaire, avec les appareils du système classique, il se produit une bifurcation au niveau des microparticules en plusieurs univers. Il se trouve qu'il y aura un univers où tous les observateurs verront un chat vivant dans le monde réel et un autre univers où d'autres observateurs verront le chat mort. Pour Hug Everett III, ces états traduisent la réalité du système observé. Le travail de ce chercheur n'est pas encore été prouvé scientifiquement selon les critères de falsifiabilité de Karl Popper. Toutefois, son interrogation sur l'option choisie par Niels Bohr et les autres chercheurs, met sur la table le débat autour de ce qu'on doit tenir pour réalité en physique quantique. Car pour ces savants, un système physique ne dispose pas généralement de propriété avant la mesure. Dans cette perspective, la mécanique moderne s'éloigne de la théorie classique de la réalité développée par Isaac Newton. Il n'est pas possible de parler objectivement d'une telle réalité, dans le contexte quantique, il s'agit plus de probabilité de certaines mesures.

La physique moderne rejette l'hypothèse classique de l'existence d'une réalité indépendante du sujet. Dans ce contexte nouveau, l'acte de mesure influence le système, ce qui implique l'introduction des variables aléatoires dans la connaissance de la réalité est une invite à revenir à une seule des valeurs possibles après la mesure. Cette caractéristique s'illustre comme l'effondrement de la fonction d'onde qui est l'expression même des particules

élémentaires dans la tentative d'interprétation de la réalité en science. En revanche, cette approche de la réalité semble être en phase avec l'atome primordial au niveau de l'espace interstellaire, il se trouve que le regard actuel sur l'univers montre que non seulement en dehors de la Voie Lactée, il existe d'autres galaxies qui meublent l'espace, mais il existe aussi plusieurs exoplanètes, qui sont découvertes chaque jour, ce qui laisse croire qu'il y a encore un travail énorme à faire quant à la connaissance de la gestation de notre système solaire et partant, de la connaissance du réel.

Hug Everett III semble interroger les moyens mis en œuvre pour parvenir à l'interprétation objective du réel, il remarque que la méthode expérimentale est le passage obligé pour donner une description crédible. Ainsi, la légitimation du statut aléatoire des particules élémentaires est une façon de promouvoir l'indéterminisme absolu en science moderne. Les apories de l'interprétation de Copenhague font que les états de ces systèmes correspondent à une interprétation expérimentale, donc relève des impressions sensibles. Cette déduction s'oppose logiquement à la démarche des savants de Copenhague. Ce fait s'illustre comme une difficulté à laquelle les physiciens doivent désormais faire face dans la tentative de compréhension du réel étant donné l'impossibilité de se défaire de la nature ondulatoire et corpusculaire des atomes. Le constat est que la physique moderne, contre toute attente, a intégré le caractère métaphysique des particules élémentaires comme moyen pour parvenir à la description du réel. Le paradoxe dans ce contexte est l'incapacité d'élaborer des hypothèses en vue de parvenir à l'expression de la réalité en convoquant le formalisme mathématique.

L'histoire de la philosophie montre que la théorie des mondes multiples n'est pas nouvelle, la différence avec la méthode everettienne est qu'il fait appel à une approche expérimentale. Hug Everett III tente de démontrer qu'à partir de la mesure des états des systèmes quantiques, l'existence d'un état particulier diffère lors de la prochaine mesure. Le chercheur voulait ainsi rompre avec une certaine idée de permanence qui sous-tend l'interprétation de Copenhague, avant lui, Giordano Bruno, faisant appel à l'expérience de pensée, défendait l'idée d'une pluralité de mondes, celle d'un univers peuplé d'une infinité de terre et de soleil. Sa théorie émerge dans un contexte de la toute-puissance de l'Église Catholique qui voyait en cette théorie une atteinte aux dogmes de l'Église. La sentence prononcée à son encontre toute attente est qu'il mourut sur un bûché pour ses idées. Ceci revient aussi à voir que l'approche empirique n'est pas l'unique moyen pour séduire l'Être.

La science a été construite sur la seule base empirique, de sorte que la « *règle fondamentale de la philosophe opérationnaliste que toute hypothèse valable doit faire des*

prédictions pouvant être testées. »³²² Toutefois, on constate que cette démarche se déroge à toute forme de principe de causalité en laissant la liberté d'aller au-delà de l'analyse logique, de la démarche rationnelle, sortant du cadre normatif, pour plonger dans l'imaginaire comme un artiste contemple la beauté du cosmos. C'est peut-être dans ce contexte que le scientifique lève l'énigme pour contempler l'esthétique de la nature. Bernard d'Espagnat ne voit pas une opposition dans ces démarches et les trouve d'ailleurs normales contrairement à la science classique qui avait totalement exclu l'abstraction des sciences fondamentales. « *Un artiste [...] doit être à son égard comme Newton se sentait être devant le monde, un interprète, certes du caché, mais aussi un enfant jouant sur la plage et qui découvre çà et là quelques coquillages brillant devant un océan inexploré et mystérieux.* »³²³

La particularité est que la physique moderne se fonde sur l'objectivité faible, c'est-à-dire que le sujet est au centre de la création du réel, le concept de mesure s'impose aussi dans le cadre moderne comme facteur pouvant justifier la scientificité des phénomènes à caractère métaphysique *a priori*. C'est le cas de la théorie des mondes multiples ou du chat de Schrödinger. Convoquant la démarche empirique, ces théories sont restées troublantes pour la majorité des physiciens. La science qui tente une possible explication du monde est restée longtemps accrochée à la démarche rationnelle comme l'unique voie du succès, c'est d'ailleurs là, l'origine et la promotion de la science classique. Si les philosophes ont parlé de l'atome dans l'antiquité, c'est au XIX^e siècle que l'atome se présente comme une véritable entité pouvant donner une explication du monde.

Lorsqu'on parle de l'atome, quelle est la nature que les scientifiques attribuaient à ce concept. Était-il un réel ? Très présent dans les travaux des chimistes qui ont démontré que leur virtualité ne résiste pas à l'épreuve de l'expérience, l'atome a permis d'expliquer les propriétés de la matière en l'occurrence, des gaz, des liquides et des solides. Les physiciens se sont vraiment intéressés au XIX^e siècle lorsque la preuve convaincante de leur existence est devenue pour la plupart une réalité virtuelle quantifiable. Progressivement, l'explication objective a été possible grâce à ces petites particules en l'occurrence, les électrons, positrons, neutrons, quarks etc., qui ont contribué à remonter à la genèse de notre univers en passant par la découverte de l'antimatière comme particule miroir. Tous ces éléments ont contribué à repenser la

³²² Bernard d'Espagnat, *A la recherche du réel, le regard d'un physicien*, op. cit., p. 163.

³²³ *Ibid.*, p. 168.

configuration mécaniste qu'on donnait à la matière, en intégrant dans la matérialité des réalités virtuelles tout en convoquant les mathématiques pour savoir ce qui se passe réellement.

Dans le contexte classique la description d'un objet se faisait à partir de sa trajectoire. L'élément de la mécanique classique a apporté une avancée significative dans la conception mécaniste du réel. La théorie des mondes multiples, avancée par Hug Everett III semble être une idée géniale mais, elle n'arrive pas à une interprétation exacte de ces états de système multiple. Par contre, en regardant sa théorie sous le concept de théorie des états relatifs, elle semble bien satisfaire une curiosité qui voudrait qu'il n'y est pas d'indéterminisme absolu dans ce sens que les mesures débouchent sur des éléments observables comme relevant du côté du chat vivant et non observable si c'est du côté du chat mort.

Il faut souligner que la contribution de Hug Everett III à interroger le principe orthodoxe de la réalité libellé par les chercheurs de Copenhague était une tentative pour lui de revenir au déterminisme dans l'interprétation de la réalité en physique. Etant donné que la résolution de l'équation du chat de Erwin Schrödinger donne une solution physique, il est opportun de penser qu'il n'existe pas vraiment de frontière entre la réalité virtuelle et la matière solide. Les deux aspects de la nature traduisent une seule et même réalité. La démarche de ce chercheur visait à saisir objectivement le réel dans un contexte où le réel semblait se définir en langage mathématique. Cette préoccupation ne traduit pas une rupture dans l'interprétation de la matière au sens kuhnien. Il ne s'agit pas pour Hug Everett III d'établir un nouveau paradigme entendu comme un corpus théorique autour duquel la communauté des savants s'active pour donner réponse à une période et qui se traduit par une crise. Il s'agissait pour Hug Everett III de résoudre objectivement l'énigme causée par Erwin Schrödinger suite à son expérience de pensée.

Le concept de paradigme n'est pas, à notre avis, suffisant pour justifier le principe de superposition des états de la matière, pour apprécier le caractère épistémologique de la démarche de Hug Everett III. Il se trouve que l'observateur et l'objet ne sauraient être dissociés. De même, pendant la mesure, il existe une perturbation de l'objet observé. L'évolution des recherches scientifiques peut amener à mieux saisir les différents états de la matière. Il n'est donc pas possible de considérer la préoccupation de ce chercheur comme étant en crise pour envisager un changement de paradigme en vue d'envisager un nouveau, d'où le principe de l'incommensurabilité. Le réel ne se donne pas, il est voilé comme l'avait signalé Bernard d'Espagnat. Nous trouvons seulement des limites dans la tentative de Hug Everett III de vouloir imposer une solution déterministe à une réalité aléatoire.

Il est impossible de se contenter de la définition de la réalité mise sur pied par les classiques pour qui la connaissance est donnée par les sens. Hug Everett III remettra en cause la thèse de Copenhague, convoquant Erwin Schrödinger, qui mène une réflexion par l'expérience de pensée en vue d'établir le paradoxe qui exprime les limites de l'interprétation physicaliste de la matière comme un solide. Ayant constaté par une démarche scientifique que les particules élémentaires peuvent avoir un état de superposition, il abandonna ses travaux et la physique. Cette hypothèse métaphysique, troublante pour les physiciens sera levée par le prix Nobel de physique 2012 Serge Haroche. Pour résoudre cette équation, il faudra essayer de comprendre la matière en dehors de la trajectoire balisée par Isaac Newton. Ensuite, admettre la structure complémentaire des particules élémentaires. Dans cette entreprise, le chercheur découvre que c'est la nature de la force qui conditionne la liaison des atomes entre eux, ce qui explique la structure de la matière vivante ou inerte. La nature de cette force est déterminante pour justifier les liaisons atomiques dans le cadre de la chimie ou de la biologie.

Cette phase de recherche montre que la physique moderne semblait prendre des proportions métaphysiques dans un contexte où l'expérience est le juge des phénomènes scientifiques. Serge Haroche spécialiste de la physique atomique et de l'optique quantique, va s'investir sur l'approfondissement de la compréhension de la matière en développant des études fondamentales sur l'interaction matière-rayonnement comme facteur de compréhension de la marche de l'univers. Il a réussi la localisation des photons à partir des données de l'expérience qui permettra de lever l'énigme du chat de Schrödinger. Dans sa démarche expérimentale, le chat sera remplacé par les photons, il verra dans une dynamique échange d'énergie à partir d'un état de chat mort, donc du vide pour se trouver vers l'état de chat vivant. Ce qui pour certains physiciens avait un statut métaphysique, se verra expérimentalement démontré.

La difficulté observée dans la physique théorique est que des variables aléatoires en physique amènent les scientifiques à repenser complètement leurs idées fondamentales sur la marche de l'univers. Ainsi, le principe de complémentarité peut être perçu comme condition idoine pour parler du réel avec certitude. Cette approche montre l'étrangéité de la mécanique quantique qui ne laisse pas facilement aux chercheurs moulés par la physique d'Isaac Newton de saisir le réel. Cette nouvelle interprétation de l'infiniment petit rend les chercheurs incapables de comprendre l'ordre supérieur, d'intégrer par ce fait les changements opérés au sein des particules élémentaires. Pour justifier l'harmonie qui existe au sein des microparticules, David Bohm affirme que « *les mouvements des grains de poussière dans un rayon de soleil, ne sont aléatoires qu'en apparence : sous le désordre visible des phénomènes existe un ordre*

profond d'un degré infiniment élevé. »³²⁴ Pour ce scientifique, il s'agit de divers degrés d'ordre que l'univers offre. Il appartient ainsi aux chercheurs de déchiffrer le voile de l'univers en fonction de nos besoins existentiels.

En somme, l'univers étrange qu'offre la physique moderne est une preuve de la nécessaire remise en question de la métaphysique classique. Ce contexte nouveau, accessible par les données de l'expérience selon l'interprétation de Copenhague ou par l'expérience de pensée dont les postulats réussissent à satisfaire les conditions de scientificité, ouvre l'espace vers une métaphysique quantitative. De Galilée à Isaac Newton, puis Albert Einstein, la mécanique quantique semble confirmer que le réel n'est rien d'autre qu'une construction du sujet. La découverte des ondes gravitationnelles en est l'illustration. Ainsi, aucun acte ne peut être interprété de manière isolé comme le prétendaient les théoriciens de la mécanique classique qui croyaient que le monde obéissait à des lois immuables qui ne laissent pas de place au hasard. La nouvelle donne de la physique moderne conduit vers l'heuristique de la métaphysique moderne.

³²⁴ Jean Guittou, *Dieu et la science*, Paris, Grasset, 1991, p. 80.

CHAPITRE VIII : DE L'INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DE LA RÉALITÉ QUANTIQUE

La physique moderne augure une nouvelle interprétation du réel, dans ce chapitre nous tenterons de voir en quoi les révolutions de la mécanique quantique conditionnent deux ruptures avec une assignation à une particule d'impulsion plus connue sous le vocable onde et d'une position. Le monde des particules invisibles est connaissable expérimentalement par des lois mathématiques. Il donne une probable connaissance quantitative de la réalité abstraite d'où l'ouverture vers l'interprétation métaphysique de la réalité quantique.

A- L'INVERSION ÉPISTEMOLOGIQUE DU SENS DE LA MÉTAPHYSIQUE

La découverte de la théorie de la relativité générale et la mécanique quantique est venue délivrer l'humain d'un devenir fondé sur les essences. La recherche sur la maîtrise de la microphysique permettrait de comprendre que l'origine de notre existence résulterait d'une inflation cosmique dans un océan quantique. Cette configuration de la cosmologie semble comme une nécessité de l'inversion épistémologique dans l'interprétation du réel.

1- Du principe de correspondance entre matière et antimatière

La physique dispose à ce jour des moyens permettant de parler objectivement des débuts de l'univers à partir de la mousse quantique. L'observation du satellite Planck a permis de fixer l'âge de l'univers à 13,8 milliards d'années. Cette première explosion de l'atome fossile a été à l'origine de la mise en mouvement de plusieurs microparticules, plus tard, de la formation des galaxies, des planètes, des étoiles. Cette expédition vers l'inflation de l'univers n'a été possible que grâce à la théorie de la relativité générale et la mécanique quantique. Deux approches qui ont donné au nouveau visage à la cosmologie complètement différente de l'ancien. L'expansion des particules issue de cette explosion, après froissement, a engendré la matière et la vie. Cependant, les investigations scientifiques ne permettent pas de reconstituer avec exactitude l'histoire de l'univers jusqu'à ses premiers dix milliardièmes de secondes. En conséquence, cette évolution a conduit à la connaissance des composantes de l'univers, à savoir la matière et

l'antimatière. Étant donné que la vie émerge de l'atome fossile quelle est la place de la conscience dans cette purée primordiale, composée de matière et d'antimatière.

Isaac Newton et Albert Einstein sont des personnages scientifiques qui ont travaillé sur la question de la réalité physique. Leurs théories ont permis de comprendre que le monde est fait de matière. De même, la découverte de l'électricité et le magnétisme n'étaient que quelques aspects de la matière. Les progrès de la physique moderne ont permis la découverte des particules élémentaires ont donné lieu à une meilleure connaissance du cosmos. Avec George Lemaître, nous savons que l'origine de l'univers provient du *Big bang*. L'explosion fossile serait donc la brisure spontanée de symétrie dans la théorie fondamentale de la mécanique classique. Cette découverte a eu des conséquences essentielles non seulement sur de lois de la nature mais aussi sur perception globale de la nature.

Avant cette découverte, les scientifiques croyaient que les caractéristiques des particules élémentaires étaient déterminées par de lois éternelles et immuables de la nature. La symétrie a dû être brisée peut-être à cause de plusieurs façons en relation des conditions comme la densité, la température. Cette symétrie a eu pour nom l'antimatière. Il semble qu'à l'origine, les deux entités, matière et antimatière cohabitaient sans interaction et qu'à cause des variations de température et de densité de ces composantes élémentaires, une déflagration avait eu lieu entraînant la naissance de plusieurs composantes de l'univers. Le physicien Enrico Fermi, l'un des participants à la fabrication de la bombe atomique, imaginât les tonnes d'énergie mise en mouvement par la brisure de la symétrie de l'espace affirme que : « *l'univers compte plus de 500 milliards de galaxies, comportant chacune en moyenne 200 milliards d'étoiles. Et beaucoup de système solaire sont plus anciens que le nôtre qui est née tardivement 9 milliards d'années après le Big bang.* »³²⁵

L'activité nucléaire née de la rupture de la symétrie a mis en mouvement des rayonnements fossiles qui arrivent à être détectés aujourd'hui. Mais, avec le temps, les températures ont drastiquement diminué au point d'envisager une cohabitation possible entre les particules nées de cette brisure initiale. Le refroidissement de l'univers a ainsi été un élément favorable à la vie, mais aussi un facteur déterminant pour la compréhension de l'univers avec des lois qui intègrent le caractère aléatoire. Mais un constat se dégage et sonne comme une alerte au sujet de l'élévation de température né de l'action de l'homme. Cette alerte est comme

³²⁵ Laurent Alexandre, *La guerre des intelligences : comment l'intelligence artificielle va révolutionner l'éducation*, Paris, JC Lattès, 2017, p. 285.

une invite à la protection de la terre qui sans cesse reçoit des radiations cosmiques. Les scientifiques pensent que l'augmentation des températures pourrait entraîner une nouvelle déflagration entre la matière et l'antimatière présentes dans le rayonnement cosmique.

Les particules élémentaires sont naturellement régies par le principe d'entropie, c'est une loi qui tente de justifier la possible correspondance de la matière et l'antimatière. Cette incursion dans l'infiniment petit a été possible par la construction des détecteurs de divers types de rayonnement qui traversent notre globe. Par exemple, un signal émanant de la galaxie GNZ-11 mettrait 11 milliards d'année pour nous parvenir. Cette tentative de comprendre quelques éléments du fonctionnement de l'univers vient battre en brèche toutes les considérations mystérieuses sur lesquelles se fondait la métaphysique classique pour la description de l'univers comme détenteur d'une essence cachée. La physique théorique apporte une explication sur l'interrogation de Leibniz selon laquelle : pourquoi y-a-t-il quelque chose plutôt que rien ?

Historiquement, la première tentative d'explication des phénomènes de la nature présentait l'univers comme détenteur d'une intelligence inatteignable. Les pythagoriciens pensaient que le monde était écrit en langage mathématique. Ils assimilaient l'essence du monde au nombre car les mathématiques étaient l'expression d'une perfection. C'est dans ce sens que Platon considère les mathématiques comme prolégomènes pour toute personne qui veut atteindre la sagesse. Dans ce contexte, les Anciens pensaient que le monde sensible est seulement le reflet de la réalité physique intelligible qui est seulement accessible par l'abstraction. Cette conception est critiquable à bien des égards. L'objection majeure est que le monde mathématique constitue un langage intermédiaire qui permet de passer du sensible au monde des Idées, c'est la dialectique ascendante. Dominique Lambert considère cette approche de platonisme faible. Pour lui, les Classiques avaient recouru au modèle mathématique standard pour justifier ou valider une théorie ou une méthode expérimentale. La théorie de connaissance excluait du champ de connaissance la présence du sujet.

La physique moderne considère qu'on ne peut pas objectivement décrire un objet avant la mesure. Cette conception remet en cause le platonisme qui, malgré le mérite des mathématiques, notre connaissance des composantes de la nature n'est possible que par les données de l'expérience. Certes, les mathématiques offrent un moyen de conceptualiser les véritables structures du monde parce qu'elles permettent l'incarnation de l'Idée. Ici, l'Idée se rapproche de l'unité au sens platonicien qui est la représentation du vrai, bien et beau. Dans cette dynamique, il ressort que le réel est l'expression d'un dualisme ou d'un côté nous avons des réalités parfaites et l'autre le monde sensible celui de la corruption et des générations. La

difficulté dans ce dualisme est que les Anciens n'ont pas envisagé la place du cerveau pensant qui est matière dans l'interprétation du réel et gardaient le contact entre les deux mondes, l'un matériel, l'autre non.

Il revient dans ce contexte, tout en restant dans le cadre philosophique des sciences, de justifier comment ce qui n'est pas matériel peut interagir avec ce qui l'est. Cette question ne devrait plus avoir une place dans le contexte actuel où la mécanique quantique montre la recentration du sujet. Et l'existence d'une certaine corrélation entre tous les éléments de la nature notamment, la matière et l'antimatière. Mais jusqu'ici, certains scientifiques fondent une distinction entre la matière en tant que réalité physique et matière comme réalité virtuelle. Pourtant, ce débat avait été clôturé par Louis de Broglie en 1923. Il avait montré que la matière physique se comporte exactement comme la lumière qui est ondulatoire et corpusculaire.

Dans le même ordre d'idées, Emmanuel Kant justifie la pertinence des mathématiques dans les formes *a priori* de la sensibilité que sont le temps et l'espace. La spécificité de sa démarche est qu'il intègre déjà dans son approche la présence du sujet mathématique et que les mathématiques comme discipline permettent de traduire objectivement le réel pense que le monde des Idées dont parle Platon n'est pas séparé du sujet. Il reprend dans une certaine mesure la thèse d'Aristote selon laquelle notre connaissance des phénomènes de la nature n'est possible que par les sens. Cependant, la science moderne invite à rejeter l'approche classique qui vouait à la nature une existence propre. Les progrès de la mécanique quantique montrent à ce jour que l'homme sollicite l'expérience de pensée pour apporter une solution à des préoccupations scientifiques. C'est le cas de Galilée qui, pour la première fois, avait imaginé la théorie de la chute des corps.

Une autre approche qui montre la validité de l'idéalisme en faveur du progrès scientifique est la théorie gravitationnelle. Partant de l'expérience de pensée, Albert Einstein a réussi à décrire l'espace-temps comme un milieu continu à géométrie variable qui est déformé par la présence d'un corps ou de toute autre énergie. Cette théorie a été justifiée expérimentalement, aussi, précise-t-il que la densité d'un corps affecte la déformation de l'espace-temps. À ce jour, les objets ayant un corps massif important est le trou noir. C'est fort du rayonnement des trous noirs qu'Albert Einstein a réussi à prédire l'existence des ondes gravitationnelles. Il est parti de la théorie de la relativité générale et de l'existence des trous noirs. Le mouvement de l'espace crée des formes de champs gravitationnels ainsi, le savant avait imaginé que la masse importante des trous noirs peut engendrer une énergie nécessaire pouvant permettre la détection de ces ondes dites gravitationnelles.

L'histoire des sciences montre qu'aucun dispositif expérimental n'était pas à jour au moment où Einstein fait cette déclaration s'agissant l'existence des ondes gravitationnelles. Nous pouvons nous rendre compte qu'à ce moment le savant avait réussi à établir un contact entre lui et l'objet extérieur. Selon Niels Bohr, ce contact est le *relationnisme* c'est-à-dire que « *les mathématiques ne donnent accès à aucun objet mais à des relations.* »³²⁶ Il n'est donc pas nécessaire dans ce contexte de voir les mathématiques comme fournissant une certaine ontologie où le sujet doit seulement s'élever pour contempler le réel. Nous pouvons voir avec les progrès de la science que Einstein était en avance sur son temps, car sans instrument il a prédit des éléments de la nature qui sont vérifiés expérimentalement. Parce qu'il avait émis l'hypothèse d'une fusion de deux trous noirs et que ce phénomène entrainerait un champ gravitationnel fort avec des vitesses proches de la vitesse de la lumière. Voilà qu'un siècle plus tard, ses prédictions furent vérifiées.

La théorie classique permettant la description d'une réalité indépendante du sujet avait donné l'opportunité de construire la thèse d'une harmonie préétablie entre les composantes de la nature. Ici, les mathématiques qui permettent la description de l'essence des choses relèvent d'un monde des Idées qui est une tentative d'explication des réalités abstraites par la métaphysique toutefois ce monde platonicien semble aujourd'hui se confondre tantôt à un monde de rêve, tantôt à un monde mathématique pur utilisé par la physique théorique. Cet idéalisme de la philosophie essentialiste n'est plus d'actualité dans le contexte de la physique moderne dont les interprétations semblent se conformer à l'exigence de la démarche scientifique. À titre d'illustration, la théorie de la relativité émise par Albert Einstein par une expérience de pensée fut vérifiée expérimentalement. Cette confirmation scientifique est l'expression qu'il existe plusieurs états de la matière.

En revanche, certains théoriciens de la mécanique quantique à l'instar de Niels Bohr considèrent les mathématiques comme un réservoir infini à l'intérieur duquel le scientifique accède pour décrire objectivement le réel dans sa double nature de matière et d'antimatière. Il n'est donc pas possible de soustraire l'activité du cerveau, organe qui génère les pensées et dont la nature est ondulatoire et particule et le monde extérieur. En d'autres termes, il n'existe pas un univers physique à part et un univers quantique d'un autre côté. La distinction est née de l'héritage que nous avons eu de la mécanique classique qui donne l'impression d'avoir un

³²⁶ Dominique Lambert « La théorie des probabilités et le problème de l'efficacité (dér)raisonnable des mathématique », in *Onde matière et univers : relativité générale, physique quantique et applications*, Paris, AEIS, 2018, p. 473.

monde avec des réalités physiques fixes. Aussi, peut-on voir le cerveau comme un disque dur, c'est-à-dire une pièce capable de réservoir les données par l'apprentissage, l'entraînement et de les restituer en temps voulu ou bien le cerveau serait plutôt assimilable à une radio qui capte les données suivant les variations de fréquences ?

La mécanique quantique aujourd'hui donne les moyens de considérer le cerveau comme un super ordinateur. Telle est la conception de Turing qui compare le cerveau à un super calculateur. Il compare le cerveau du nouveau-né à une machine inorganisée. Il assimile la boîte crânienne à une calculatrice capable de faire des opérations mentales à partir des perceptions conscientes et inconscientes. Turing n'était pas suffisamment outillée en biologie pour décrire les liens entre les synapses et les neurones, voilà pourquoi son interprétation est restée essentiellement mécaniste. Etant donné que nous sommes la résultante de *l'anthropie*, la tentative de décrire les phénomènes de la nature et marge du sujet connaissant était une illusion née des apories de la conception classique de la réalité physique. Or, la physique quantique a ouvert la voie en montrant l'existence d'un principe de complémentarité de la matière. On constate l'impossibilité de mesurer la célérité et la localisation de la particule au cours d'une expérience. Il est possible de voir que le projet d'apprécier distinctement d'un côté la matière au niveau macroscopique et microscopique séparément était l'une des limites de la mécanique classique. Aussi, cheminons-nous vers l'idée de superposition de la matière et de la conscience comme un tout.

La matière et la pensée étaient considérées sur le plan scientifique comme deux entités totalement séparées. Cette volonté traduit le niveau de compréhension mis en évidence par la mécanique classique qui avait conçu le réel comme une réalité locale. En revanche, la théorie d'Einstein selon laquelle tout est énergie, donne les arguments pour démontrer que la matière et la pensée sont des énergies et partant, ne peuvent être séparées. D'une manière générale, la matière est constituée d'atome dans son ensemble, c'est également le cas pour la pensée. La particularité est que la pensée est l'expression d'une fréquence émise par le cerveau qui est aussi matière. Mais avec la physique moderne toutes les volontés déterministes d'interprétation de la réalité s'estompent face à l'aspect aléatoire des particules élémentaires. C'est dans ce sens qu'Albert Einstein considère la mécanique quantique comme une théorie libre de contradiction, un résultat fondamental qui n'avait pas été prévu par la mécanique classique.

Notre statut d'être humain n'a de sens dans cet environnement dynamique que si nous avons la capacité d'interférer avec les autres composants du cosmos. L'humain n'a donc pas une position privilégiée, mais il dispose des capacités lui permettant une adaptation permanente

dans un univers traversé constamment par des radiations. Ainsi, la vie de l'humain et des autres vivants selon Rodolphe Lavinay, n'est possible que grâce aux radiations cosmiques issues des espaces intersidéraux. Dans cette perspective, la vie n'est rien d'autre que le résultat visible d'un échange d'énergie. Toutefois, l'extrême variation explique la difficulté à maintenir l'équilibre atomique et subatomique à l'intérieur de l'organisme vivant. Voilà pourquoi, la matière en général, organique ou inorganique, baigne dans ces radiations cosmiques donc la résultante favorise la vie et même la conscience.

2- De la juxtaposition des états de la matière

Dès l'Antiquité grecque, les philosophes cherchaient à comprendre leur milieu par l'étude de la cosmologie, il s'agissait de l'étude de l'univers dans son ensemble. Dans ce contexte, l'univers était dominé par des phénomènes susceptibles d'être connaissables par l'être humain. À cet égard, quelques interrogations ont animé les cosmologistes se rapportant à son origine, au temps, à la nature de l'espace et surtout à la nature et la composition de la matière qui est notre substrat. Les Anciens pensaient que la matière visible est composée d'une essence invisible. Cette conception avait dominé la pensée occidentale au point où René Descartes, définissant la philosophie comme un arbre, il pense que les racines sont la métaphysique, le tronc la philosophie et les branches les autres sciences. Si la matière est une préoccupation pour les scientifiques, la nature de la lumière intéresse aussi bien René Descartes, cela est perceptible dans ses travaux sur les lois de la réflexion et la réfraction dans son ouvrage *la dioptrie* que Isaac Newton. Il faudra attendre le XX^e siècle pour justifier que les phénomènes de la lumière composée de particules sans masse appelé photon, sont à la fois onde et corpuscule.

Les travaux de Werner Heisenberg et Louis de Broglie sur la réalité physique ont imposé l'urgence d'un changement de référentiel. Pour les Anciens, la matière était décrite comme une réalité indépendante du sujet connaissant donnant lieu à une pluralité d'interprétation. La mécanique quantique est venue révolutionner l'interprétation classique de la matière entraînant ainsi une conception holistique du réel. La conséquence à ce niveau est que divers statuts attribués aux phénomènes de la nature étaient liés à une conception monologique de la réalité. Avec la révolution de la physique, le réel s'est vu attribuer divers états de la matière perceptible à certains égards comme une pluralité de rationalité.

En considérant les avancées de la mécanique quantique, la conception unilatérale attribuée à la matière par les classiques ne pouvait avoir plus droit de cité. Dans ce sens nous convoquons Martin Heidegger pour qui, dans une tentative de saisir l'être, les philosophes se

sont plus limités aux *étants*. Cette conception philosophique de la réalité présageait le principe d'incertitude dans l'interprétation de la réalité insaisissable. Bernard d'Espagnat, dans la même perspective, soutient également que le réel n'est pas saisissable. Les efforts visant à donner sens au réel s'estompent sur la capacité de l'humain à établir une relation définitive avec l'objet. Les états de la matière constitués dans plusieurs interprétations semblent traduire la proximité que le sujet connaissant peut établir avec le réel qui, malgré tout, reste toujours fugace.

Au-delà des interrogations philosophiques, métaphysiques ou religieuses, la question de l'origine de l'univers n'est devenue scientifique qu'au XIX^e siècle. Les Anciens établissaient une frontière entre les éléments de la nature et la réalité physique. Dans l'école d'Athènes, perçue comme le socle de la civilisation occidentale, on y trouve Parménide et Héraclite qui ont des pensées antagonistes sur la vérité philosophique de notre monde. Parménide est en effet le père de la permanence de l'Être pour lui, rien ne change, le changement implique une dynamique. Héraclite, à son tour, désigne un monde qui s'inscrit dans la mutation perpétuelle, donc à une origine, voire plusieurs. La conception dualiste du monde a favorablement été adoptée par la pensée occidentale parce qu'elle était en phase avec l'idée d'un monde intelligible, un monde parfait. Il y avait le monde sensible et le monde intelligible, la matière et l'esprit. Telle était la configuration de la réalité, cette conception a influencé beaucoup de penseurs.

Le rationalisme a contribué à l'émergence d'une science basée sur la réalité physique. Il s'agissait là, de la promotion d'une pensée unique sur la nature de la matière. A ce niveau, il n'était pas possible d'envisager un lien entre les états de la matière car les lois de la mécanique classique semblaient répondre valablement à toutes les questions se rapportant à la réalité physique. Dans cette perspective, l'esprit cartésien ne tient compte que de ce qui est visible ou matériel et du coup, néglige l'aspect invisible des choses. Cette opinion constitue le fondement de la science occidentale. Cette vision réductionniste du réel à la réalité physique présente bien des limites quant à la véritable nature des phénomènes de l'univers. Il est question de se demander en quoi l'observation peut rendre possible la connaissance intrinsèque de l'objet. Cette position avait été déjà évoquée par Platon, la matière pour lui n'était que le reflet du monde intelligible, sujet à la corruption et au changement. Certes, elle a facilité l'éclosion de la mécanique classique mais n'a pas donné satisfaction à la connaissance de l'univers.

Le regard attribué à la matière par les Anciens suscite des interrogations, la première se rapporte à la sacralisation et à l'exclusion de l'humain de l'objet à connaître. Mais du point de vue scientifique, tout le monde s'accorde qu'il n'y a rien de sacré en l'homme. Simone de

Beauvoir repris par Siri Hustvedt dans ce sens écrit : « *Si le corps n'est pas une chose, il est une situation.* »³²⁷ Le corps humain est une chose, un objet d'étude à disséquer, à mesurer et à analyser. Grâce à son cerveau l'être humain a produit la pensée capable d'apporter une opinion sur la réalité. C'est à travers des organes de sens que l'être humain rentre en contact avec la réalité extérieure à lui. Quant à son exclusion, la mécanique classique considérait l'observateur comme un perturbateur susceptible de tronquer la connaissance de l'objet, voilà pourquoi elle a simplement réduit au silence.

La seconde préoccupation concerne le caractère abstrait de la matière, par exemple les idées. Il est possible de déceler une certaine proximité entre le monde des idées et le concept d'onde. Si le monde des idées invisibles semble localiser le ciel, l'onde au contraire occupe l'espace. Un autre courant s'est développé dans la même perspective de comprendre de quoi sont faites les choses, c'est l'école des atomistes. Avec comme pionniers Démocrite et Epicure ils imaginaient que la matière est constituée d'un ensemble de briques fondamentales appelées atomes. Pour eux, tous les corps de l'univers, qu'il s'agisse d'un astre, d'un être vivant, n'était qu'une combinaison fortuite d'atome produit par un jeu de hasard. Ces philosophes semblent donner une interprétation des états de la matière qui sera reprise plus tard par la physique moderne à savoir, le statut aléatoire des états de la matière. Cependant, pour tenter d'avoir une compréhension des composantes de la nature, les scientifiques ont réuni ces phénomènes autour des lois, d'où la naissance de la physique fondamentale.

La matière selon Aristote l'univers est conçu sans origine. Ceci signifie que l'univers en soi avec une existence infinie. La réalité physique est un ensemble de corps solides, liquides ou gazeux, d'où la réduction en quelques éléments fondamentaux l'air, la terre, l'eau, le feu s'inscrivaient dans un temps éternel. Voilà pourquoi, les penseurs ioniens décrivaient distinctement la matière comme ayant plusieurs états. Nous savons que c'est du cerveau qu'émerge la pensée. Les rapports que l'homme a avec l'extérieur sont sous forme de relation. Le philosophe Gottlob Frege, héritier de la théorie platonicienne des idées, pense que l'homme n'est pas capable de produire la vérité. La logique mathématique qui traduit l'expression selon laquelle la pureté ne peut être enracinée dans la connaissance que nous avons de la perception quotidienne du monde, mais plutôt dans des principes universels.

³²⁷ Siri Hustvedt, *Les miracles de la certitude : essai sur la problématique corps/esprit*, Paris, Actes sud, 2018, p. 132.

Les efforts consentis par les scientifiques en vue d'une rectification méthodologique pour avoir une interprétation objective du réel ont connu deux grands mouvements. Bernard d'Espagnat distingue ces mouvements en termes d'objectivité en science. La période classique se traduit par l'objectivité forte où le système de pensée unique sur la nature de la réalité physique décrivant les manifestations des phénomènes de la nature comme sujet à plusieurs rationalités. Le second mouvement porte sur l'objectivité faible. Dans ce contexte, il existe une continuité entre le sujet et l'objet. Cette phase s'illustre par l'ouverture vers l'infiniment petit, offre une conception holistique du réel en prenant en compte sa dimension métaphysique comme partie intégrante de la réalité. Toutefois, il revient que la mise en place de la physique de particules élémentaires a été possible par l'usage des expériences de pensée, contrairement à la mécanique classique qui s'est documentée progressivement durant des années. Le développement de la mécanique moderne a produit plusieurs interprétations sur la réalité physique.

L'étude des particules élémentaires a montré l'existence d'un lien abstrait entre les états de la matière. Cette hypothèse qui pour certains scientifiques semble irrationnelle. Partant de l'expérience de pensée sur l'impossibilité d'une corrélation entre les microparticules, Il n'existait pas de dispositif pour justifier cette nature des choses. Il faudra attendre l'équipe d'Alain Aspect qui avait mis sur pied un dispositif expérimental en vue de procéder à la vérification d'une paire de photons intriqués. Le résultat de l'expérimentation montre que la matière est non locale en physique quantique, ensuite il est à noter qu'une paire de photons intriqués se comporte comme un système quantique global, inséparable l'un de l'autre quelle que soit la distance qui les sépare. Cette découverte du comportement de la matière est venue balayer les considérations essentialistes sur des états de la matière à configuration locales en leur attribuant une pseudo rationalité.

Certes, la science classique avait donné une ligne directrice pour décrire la réalité à savoir, l'aspect particule. La découverte de la théorie de quanta et l'effet photoélectrique montrent qu'à l'échelle microscopique, la matière et le rayonnement obéissent aux lois étranges était contre intuitive. C'est dans ce contexte que Werner Heisenberg découvre le principe d'incertitude de la matière. Il s'agit d'une couverture à un principe fondamental de la matière à savoir le statut de superposition des états de la matière. Ainsi, la dualité onde corpuscule montre que la matière dans le système microscopique peut exister dans plusieurs états possibles, pour ainsi dire suspendu entre les différentes réalités classiques.

Les débats ayant conduit à l'élaboration de la mécanique quantique visaient à la rendre déterministe et compatible avec la mécanique classique. Cette interprétation est née des appréhensions qui la considéraient comme une science en quête de repère. Jean Bricmont est l'un des auteurs qui pense que la mécanique quantique est à compléter. Ses fondateurs avaient pour habitude de convoquer l'expérience de pensée, ils rentraient virtuellement en contact avec des atomes et des photons pour décrire dans un environnement une situation donnée. Il se trouve que pour la plupart, les vérifications expérimentales étaient en phase avec leurs perceptions. C'est une situation qui du point de vue de la physique, créait des difficultés sur la nature du réel. Ces recherches ayant contribué à la découverte du laser, ont été un facteur déterminant pour le décryptage de la nature de la matière physique avec l'introduction de l'optique quantique.

Avec la confirmation expérimentale en physique quantique née de plusieurs expériences de pensée, la physique en générale se dote de nouveaux repères dans la quête du réel. Expert en optique quantique et capable de faire interagir atomes et photons de manière contrôlée, Serge Haroche, prix Nobel de physique 2012, a joué le rôle de pionnier dans ce domaine de la recherche. Il a réalisé en laboratoire l'expérience de pensée de Erwin Schrödinger du chat mort et du chat vivant à partir des particules élémentaires qui avaient l'air mystérieux, à partir des atomes et des photons. En parvenant, par une démarche expérimentale, à isoler un atome du monde extérieur dans une cavité réfléchissante considérée comme la boîte à photon imaginée par Albert Einstein et Niels Bohr, il l'a forcé à agir avec un champ élémentaire constitué de quelques photons. Ce qui a permis à son équipe d'observer l'interaction atome-lumière. Il s'agit là d'un exploit réalisé en physique, le savant avait ainsi réussi à piéger la lumière. Cet état étrange dans le comportement de la matière s'appelle le chat de Schrödinger.

L'observation de l'infiniment petite montre qu'il y a bien des aspects de la matière qui sont encore non explorés. La théorie de la relativité générale et la mécanique quantique ont donné aux cosmologistes les outils pour aller un plus loin dans la connaissance de la matière. Avec la découverte de la géométrie non euclidienne, Albert Einstein a établi une relation d'égalité entre la matière et l'énergie dans un contexte où l'espace et le temps constituent un continuum. Certes, Albert Einstein n'avait pas réussi à établir la théorie du tout pour donner sens à la nature de la matière. Cette volonté d'Albert Einstein est comparable à la vision du monde aristotélicienne qui pensait déjà en son temps un univers fini. Mais, la perception de George Lemaître sur l'existence de l'atome fossile comme un fait prémonitoire a conduit les

recherches scientifiques à s'intéresser à cette autre approche de la réalité. Car, aucune justification physique n'était possible pour parler objectivement de l'origine de l'univers.

Albert Einstein aussi dans ce contexte parlait de trou noir et du rayonnement gravitationnel comme des arguments justifiant l'infinité des états de la matière. Ces éléments observationnels pour le scientifique, étaient suffisants pour comprendre que le vide quantique est constitué des particules non nulles. Ces éléments de la cosmologie moderne constituent un argument de faveur pour parler objectivement du réel contrairement à la métaphysique classique qui attribuait à la matière une essence cachée non perceptible par l'homme. En philosophie, le problème du rapport de la matière à la pensée détermine en effet la ligne de partage entre les philosophes matérialistes et les idéalistes pour qui, c'est la pensée qui prime sur la matière. La physique moderne se présente comme une théorie qui vient renverser les idées préconçues sur la réalité avec la possibilité de quantifier les phénomènes jadis inexplicables.

3- Du parallélisme des mondes

En procédant à l'unification de la théorie de la relativité et la physique quantique, notre connaissance du réel s'est vue améliorée. Il se trouve que cette cosmologie relativiste a permis de constater que notre univers se trouve dans un environnement dynamique. La mécanique classique considérait l'espace comme un ensemble vide ou l'absence de toute chose. En revanche, le progrès de la connaissance mathématique sur la nature de l'espace a montré qu'il est possible de maîtriser l'infiniment grand et l'infiniment petit, avec une conséquence directe sur l'observation du monde. À cet effet, il a été possible de comprendre que la matière est constituée de quanta. Ce qui revient à dire que le vide n'est pas un lieu neutre, avec la physique microscopique les scientifiques ont découvert que le vide quantique est constitué de particule en mouvement, c'est cela qui permet d'observer un rayonnement à l'état pur même à son niveau minimal.

La dynamique qui se trouve au niveau atomique traduit une production constatée de l'énergie au niveau de la matière qui n'est rien d'autre qu'un ensemble d'atome. Cette énergie, appliquée à l'échelle de l'univers, suggère que le vide quantique est continuellement instable et a tendance à exploser en la présence de l'antimatière. Cette fluctuation est à l'origine de la naissance de l'univers. Il semble que cet océan d'énergie primordiale qui aurait donné naissance à une multitude de bulle d'univers était tous né du vide quantique, chaque bulle disposant ses propres lois de la physique et évoluant dans un environnement propre. Cette évolution cosmique soulève des interrogations philosophiques et métaphysiques sur la définition de ce qu'est

l'univers. S'il n'est plus unique comme l'avait imaginé les classiques où l'on peut espérer avoir accès à d'autres bulles d'univers comme l'envisage la cosmologie moderne.

Une certaine opinion, avancée par Platon ensuite Aristote sur la terre, montre que celle-ci est réglée aux limites et aux principes universels de la causalité. Dans cette philosophie qui est la reprise de la vision de l'astronome Ptolémée a pensé le géocentrisme, la terre s'est vue occupée la place centrale dans l'univers parce qu'elle permettait aux astronomes d'observer les mouvements célestes. Les étoiles et les planètes semblaient conserver leurs trajectoires géostationnaires depuis la terre. Mais, sa position n'avait pas totalement donné satisfaction à l'être humain qui, usant de son intellect, s'évertuait à comprendre les phénomènes de la nature. La révolution copernicienne est venue battre en brèche le géocentrisme comme unique théorie d'observation de l'univers. Désormais, la terre se trouve jetée autour du soleil comme les autres planètes, effectuant des mouvements de révolution et de rotation autour du soleil. Ce regard montre qu'il n'est pas possible d'avoir une vision définitive sur le réel.

L'intérêt porté sur la question de la connaissance de l'univers bute sur son origine. Les Anciens n'avaient pas un objectif scientifique encore moins expansionniste. Ils avaient un but pratique, de contemplation ou métaphysique. L'être humain lassé d'être chasseur, est devenu agriculteur, il a eu besoin du calendrier pour compter les jours et organiser les semailles et la récolte. Il s'est donc servi du ciel notamment, de la lune, du soleil et des étoiles pour avoir l'horloge, un projet qui a été en gestation depuis les sages égyptiens antiques. Quant aux raisons métaphysiques qui ont poussé les hommes à s'intéresser tôt au ciel, c'est parce qu'ils étaient à l'affut des signaux venus du monde des dieux. De nombreux souverains de l'Antiquité grecque attachaient à ce service astrologique un prix fort. Cela permettait la prise de décisions importantes sur le plan politique ou militaire ou de s'informer sur la clémence du temps favorable aux récoltes.

Cette croyance à des forces supérieures s'est vue démocratisée et subsiste encore de nos jours et semblaient semée la confusion auprès de l'opinion. Il a fallu l'intervention de Simon Pierre de Laplace pour unifier les lois du ciel et de la terre en un principe : le déterminisme. Du coup, l'hypothèse des mondes parallèles perdait son sens premier c'est-à-dire le Ciel d'un côté et la Terre de l'autre au profit d'un univers unique. Considérant que les phénomènes de la nature sont régis par des lois, il est possible par ce principe, de pouvoir expliquer tous les phénomènes de l'univers comme un tout. À côté de l'aspect métaphysique, l'être humain s'est doté des moyens rationnels pour comprendre le ciel et dégager les lois qui régissent les phénomènes naturels. C'est dans cette perspective que la mécanique classique a vu le jour dans un contexte

alliant la mécanique Galiléenne et, la mécanique céleste de Simon Pierre de Laplace que Isaac Newton ont pu réunir tous les postulats permettant une description objective des phénomènes de l'univers.

L'idée selon laquelle il existe une pluralité des mondes avait déjà été avancée par Giordano Bruno, mais une telle théorie était controversée perçue comme hérétique à côté de la pensée dominée par le théocentrisme et le géocentrisme. Cette hypothèse relative à la pluralité des mondes prend corps au XVII^e siècle. Le concept d'astre invisible avait été imaginé par deux astronomes, John Michel et Simon Pierre de Laplace. Ils tentaient de justifier la théorie d'attraction élaborée par Isaac Newton. Ces scientifiques avant-gardistes formulaient la probabilité d'une existence dans l'univers des astres si massifs que la libération de la vitesse à leur surface peut dépasser la vitesse de la lumière. Cet astre est invisible puisque même les rayons du soleil restent prisonniers de son champ de gravité. Aucun instrument favorisant son observation n'était pas disponible au moment de cette déclaration. La description faite par John Michel et Simon Pierre de Laplace au XVIII^e siècle « *et la solution de Schwarzschild aux équations d'Einstein l'avait prouvé*³²⁸ », dans le cadre de la théorie de la relativité générale et la tentative de compréhension de l'infiniment grand. À partir du trou noir, Albert Einstein par d'un constat partant de ce qu'un trou noir possède de la chaleur par conséquent il doit nécessairement un rayonnement électromagnétique. il a imaginé la possible existence des ondes gravitationnelles dues au fait que le rayonnement engendré par deux trous noirs est susceptible d'être supérieure à la vitesse de la lumière.

À partir des éléments de la science classique, l'être humain a résolument tourné son regard sur lui-même. Remettant en cause toute la théorie métaphysique d'un monde incréé et sacré susceptible d'influencer l'environnement ou la société. Il a aussi cessé de croire que son destin était entre les mains des dieux. Progressivement, l'homme a appris à compter le temps et à avoir la maîtrise de l'espace par une étude topographique en utilisant les moyens métriques plus sophistiqués. La connaissance de la géométrie euclidienne et ses lois a permis de comprendre que l'espace est une donnée quantifiable. À l'aide du télescope, Galilée a découvert l'existence de plusieurs planètes, il a confirmé que la terre était engluée dans le système solaire. À l'aide des instruments, l'être humain devenait maître de son environnement qui pour lui n'était plus l'objet d'une certaine essence.

³²⁸ Leonard Susskind, *Les trous noirs : la guerre des savants*, Paris, Robert Laffont, 2008, p. 115.

Pour les Classiques, l'idée qu'ils avaient du monde était aussi fonction d'une topographie traduisant la réalité physique. La rigueur mathématique fit son entrée dans la pensée cosmologique avec Pythagore de Samos au VI^e siècle av JC. Selon lui, le cosmos était harmonieusement gouverné par des lois mathématiques. Le nombre était le principe et la source de toute chose. C'était la perfection de Dieu. Grâce à cette évolution topographique, l'univers *a priori* aplati perdit cette forme au profit de la sphère. Il s'agit là de la mise en application de la géométrie euclidienne. Autour de nous, l'espace physique est bien décrit par la mécanique classique et la géométrie euclidienne se limite à la description des plans et non à l'espace courbe. Au niveau de la relativité générale et de l'hyperespace. L'espace acquiert une courbure parce que les corps massifs courbent l'espace-temps. Cette courbure explique mieux pourquoi les corps de masse quelconque sont attirés par un autre, c'est cela le principe de la gravité.

En développant son modèle de gravitation par la théorie de la relativité, Albert Einstein se rendit compte que notre univers était en expansion. L'idée semblait novatrice conformément aux observations de l'époque. Mais, Albert Einstein introduisit une constante appelée constante cosmologique qui serait favorable à cette expansion. Fort de ces arguments sur l'effet d'une probable onde gravitationnelle née d'une inflation dans le flou quantique, George Lemaître imagina qu'à l'origine l'univers était un tout condensé en un atome primitif qui explosa et donna naissance à une multitude d'univers. Ce projet réaliste semble avoir achevé les bases de la cosmologie moderne. Au sujet de cette explosion « *Kant avait postulé que des nébuleuses que l'on observait étaient des univers, elles contenaient d'innombrables soleils comme le nôtre.* »³²⁹ Cette opinion de Emmanuel Kant semble quelque part confirmer la thèse d'une multitude d'univers après l'explosion primordiale.

L'analyse de Trinh Xuan Thuan sur la question semble confirmer la position de ses prédécesseurs sur la thèse d'une multitude d'univers. Selon lui, pendant l'ère inflationnaire, de 10^{-35} à 10^{-32} secondes, l'univers s'est enflammé pour atteindre la taille d'une orange de 10 centimètres. Si la théorie de la relativité générale par Albert Einstein en 1916, marque le début de la cosmologie moderne, il en ressort que le modèle de l'univers décrit par Albert Einstein est un tout homogène, fini et statique. Cette interprétation est venue compléter la théorie du *Big bang* qui explique la naissance de l'univers. Seulement, l'inflation a fait grossir l'univers observable en un méta-univers constitué en des millions de milliards de fois plus vaste que notre univers. La voie lactée notre galaxie serait perdue dans cette multitude d'univers. Notre univers

³²⁹ Jean Staune, *Notre existence a-t-elle un sens ? Une enquête scientifique et philosophique*. Op. cit., p. 139.

n'est qu'une petite bulle suspendue dans un coin de l'espace. La théorie rationnelle, relative aux univers parallèles a pris corps avec la découverte de la microphysique.

Dans une tentative de rendre la mécanique quantique déterministe, contrairement à l'option unilatérale avancée par les partisans de l'école de Copenhague dont Niels Bohr était le pionnier, Hug Everett III sachant qu'en mécanique quantique la réalité est exprimée par la fonction d'onde, semble apporter une amélioration dans l'interprétation du réel. Il se trouve que c'est seulement après la mesure qu'on peut avoir une connaissance de la réalité, l'opinion de Hug Everett III était de savoir si la mécanique quantique va rester indéterminée dans la mesure où la matière dans la physique moderne a une structure de superposition. Cette nature observée dans l'expérience de pensée du chat de Schrödinger justifiant une double nature perceptible au moment de la mesure, où la particule élémentaire est visible dans le monde visible et invisible dans la partie visible. Le scientifique propose qu'il faut absolument procéder à la mesure pour avoir l'état de la matière. La théorie de monde parallèle Hug Everett III est encore appelée théorie des états relatifs dans la mesure où chaque fois qu'on procède à la mesure à partir de la fonction d'onde pour décrire la réalité quantique, on obtient une nouvelle valeur à la prochaine mesure.

B- L'INCERTITUDE SCIENTIFIQUE OU LE FONDEMENT DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE

Le réel classique semblait promouvoir une réalité *a priori*. Avec la physique moderne, la réalité se présente à la fois comme onde et particule. Il s'agit de voir quelles peuvent être les implications de cette nouvelle approche physique dans la conception du réel en science.

1- Les aléas de la complémentarité

Pour expliquer les problèmes posés par le principe de la complémentarité, il faut revenir aux fondamentaux de la physique classique que sont le temps et l'espace. En mécanique classique, on considère qu'un corps en mouvement se déplace suivant une trajectoire, Il est donc possible à tout moment de connaître sa position et sa vitesse. Le mouvement de ce corps s'effectue suivant un espace géométrique. Dans ce contexte, classique l'espace associé est euclidien. Cette description se déroule dans le temps bien défini suivant le référentiel galiléen. Cette formulation du mouvement repose sur un aspect prédictif. À l'inverse, la mécanique quantique décrit le mouvement d'un corps dont la trajectoire est mystérieuse, c'est-à-dire qu'il est impossible de connaître à la fois sa position et sa célérité au même moment. Cette nouvelle description que présente la matière semble très étrange au regard des postulats classiques, elle

est défini par Niels Bohr comme le principe de complémentarité. Ne pouvant pas justifier la vitesse, connaissant la position au cours d'une même expérience, il revient simplement à supposer ce que peut être la célérité. Cette supposition met en relief le caractère métaphysique de la réalité quantique.

Le rôle de la physique n'est pas de décrire le monde tel qu'il est, mais elle permet de nous rendre compte du réel par les données expérimentales. C'est dans cette perspective que la physique moderne se déploie pour interpréter la matière. À partir de 1911, les travaux d'Ernest Rutherford sur l'atome changent la conception du réel. Ayant découvert qu'il est constitué d'un noyau et d'une charge électrique, Ernest Rutherford attribue aux atomes le modèle planétaire. Il considère l'atome comme une micro planète, une sorte de soleil autour duquel gravitent les électrons. Sa rencontre avec Niels Bohr montre que, pour la première fois, la science a donné un contenu cohérent à la vieille idée d'atome avancée par les Grecs : Démocrite et Leucippe. Cette nouvelle posture qu'offre la microphysique affecte l'approche classique de la matière comme un corps statique susceptible d'être en mouvement suivant une trajectoire linéaire.

Le constat de Ernest Rutherford sur l'existence du noyau atomique, sonne comme un déclic chez Niels Bohr. Selon lui, la configuration de l'atome comme un mini système planétaire, semble contenir une part de vérité. Dans un élan de contemplation, sans avoir recourt à un dispositif expérimental, semble avoir perçu la configuration de l'atome. Claude Allègre qui décrit avec emphase ce sursaut vers un espace métaphysique en empruntant les termes de Balzac, affirme « *Le génie, c'est l'intuition, le reste ce n'est que du talent.* »³³⁰ Il s'agit désormais de faire intervenir la subjectivité pour décrire le réel. Dans le même sens Thrin Xuan Thuan semble accordé du crédit à la sortie imaginaire de Bohr laquelle donnait une place importante à la discontinuité de la matière. Aussi affirme-il-t, Parlant de Niels Bohr « *Dans un élan d'imagination créatrice, il fit en 1913 la synthèse entre le modèle atomique de Ernest Rutherford avec celui des quanta de Max Planck.* »³³¹ Cette sortie de Niels Bohr est une contribution à l'élaboration d'une physique spéciale et aussi un chemin ouvert vers à la découverte de nouvelles lois et la compréhension améliorée de la structure de la matière.

Au congrès de Côme, en 1927, Niels Bohr expose sa thèse de la théorie quantique basée sur le principe de complémentarité. Elle tient sur deux éléments essentiels. Le premier est de concilier les aspects du mouvement de la particule que sont la position et la vitesse,

³³⁰ Claude Allègre, *Un peu plus de science pour tout le monde*, Paris, Fayard, 2006, p. 135.

³³¹ Thrin Xuan Thuan, *Les voies de la lumière : physique et métaphysique du clair-obscur*, Paris, Fayard, 2007, p. 171.

apparemment contradictoires. Le second est que la particule élémentaire présente deux charges électriques contraires. Le résultat de ses travaux sur la mécanique quantique invite à renoncer à notre description ordinaire des phénomènes naturels en ayant recours au cadre spatio-temporel et au principe de causalité. Il se trouve que les phénomènes atomiques n'ont pas une nature intrinsèque avant l'opération de mesure. Comme ce fut le cas en mécanique classique qui décrivait le monde tel qu'on pouvait le penser indépendamment de l'observateur. La présence de l'observateur ou d'un instrument de mesure apporte une perturbation avec l'objet dans l'infiniment petit. Cette perturbation du sujet est une contribution non négligeable dans la description du réel.

La mécanique quantique a donné l'opportunité de pénétrer dans un monde étrange qui est le nôtre. Cette incursion a augmenté notre connaissance sur l'univers et beaucoup plus notre regard sur la matière. Cela a été possible grâce à la découverte du rayonnement du corps noir par Max Planck, le scientifique a découvert qu'un corps chauffé émet un rayonnement. Cet aspect de la matière était totalement incompréhensible par la physique classique. En revanche, les idées reçues de la science classique, influencées par la philosophie antique semblait donner une priorité sur l'existence d'un monde parfait au-delà du monde sensible, et que les réalités physiques n'étaient que le reflet de la nature parfaite et incorruptible de choses.

La philosophie première d'Aristote traitait des questions au-delà l'expérience sensible. Il s'agissait là de l'étude des formes sans rapport avec la matière. La métaphysique s'inscrit dans une logique nouvelle, née de l'incapacité de pouvoir donner une interprétation objective à des formes constitutives des êtres naturels qui se situent au-delà de la physique. Le mythe d'un monde non physique a ainsi tout son sens avec la découverte de l'infiniment petit avec cette fois, la possibilité d'une description objective de ce méta-monde. Ici, on a avancé avec le platonisme qui décrivait un monde supérieur non quantifiable, progressivement nous pensons que la microphysique donne accès à cet univers que Platon qualifiait de supérieur. Cette ouverture à la connaissance du monde quantique a favorisé la découverte de nouvelles lois sur la matière à savoir, le principe d'incertitude et la loi de complémentarité.

La mécanique quantique modifie notre façon de voir le réel avec l'introduction de la fonction d'onde qui décrit l'état d'un système. L'objet n'a pas une nature intrinsèque, il existe une relation entre l'observateur et l'objet. La description de ce système n'est possible que par les objets mathématiques, sans lien évident ou direct avec des quantités plus intuitives que sont les trajectoires et le temps. Cette interprétation de la réalité quantique change au cours du temps de façon précise en fonction des interactions entre les particules ou les champs qui constituent

le système. Ceci traduit qu'à chaque instant qu'on procède à l'opération de mesure, on obtient un état relatif différent à la prochaine mesure. L'impossibilité d'avoir un résultat définitif dans les phénomènes atomiques permet d'évacuer le principe déterministe universel de Simon Pierre de Laplace en physique classique, au profit du caractère aléatoire des résultats obtenus dans l'opération des mesures.

La spécificité de la physique moderne est qu'elle permet d'évacuer les préjugés que la mécanique classique a instauré sur la nature de la réalité physique. Il ne s'agit plus d'une description d'un monde déjà là, mais des phénomènes expérimentaux donc nous avons la mesure. Voilà l'effort constant que la science essaie de faire au quotidien. L'introduction d'un espace non euclidien et des états stochastiques ont permis un échange de vue sur le réel au profit d'une description mathématique de la réalité non physique. Ici, on rejette toute attitude ontologique qui attribue un statut déterministe aux particules, c'est-à-dire, leur attribuer des propriétés indépendamment du fait qu'on les mesure ou non. Cette évolution vers des états relatifs ou des mondes multiples constituent un argument de faveur au profit des aléas de la complémentarité en physique quantique.

Par ailleurs, le fait que la position des particules élémentaires soit distribuée de façon aléatoire selon la distribution quantique, implique qu'il n'est pas possible de prédire de façon précise le résultat d'un système quantique. Certains penseurs en l'occurrence, Louis de Broglie et David Bohm postulaient pour une démarche rationnelle. Il affirme que la particule en mouvement est guidée par une onde. Cette approche exprime le substrat de leur perception de la réalité physique qui tente à se limiter sur l'aspect macroscopique des choses. Dans le contexte classique, l'approche ontologique du réel était de mise, l'être humain n'avait que le rôle d'observateur pouvant décrire la réalité extérieure.

La présence du sujet connaissant à une place importante dans l'étude de la réalité en physique moderne. Il a cessé d'être un observateur passif, son rôle est plus que déterminant. Car, sa position comme observateur influence l'objet. Son rôle limité à la description d'une réalité indépendante se voit modifier. Le statut de la matière aussi s'est amélioré parce que la subjectivité est devenue un déterminant dans la connaissance de l'objet. C'est dans ce sens, que Niels Bohr constate que les attributs apparemment contradictoires de l'objet quantique, sont plutôt complémentaires.

Les classiques ont attribué à l'objet physique un caractère local avec une possibilité de cerner son mouvement. Une approche nouvelle est offerte avec la mécanique quantique. À ce

sujet, Niels Bohr définit l'objet physique « *comme le développement de méthodes qui permettent de classer et rendre compte de l'expérience humaine.* »³³² Le travail du chercheur est donc de se rendre compte de cette expérience tout en excluant le caractère individuel et subjectif. On peut voir que le travail de Niels Bohr satisfait cette hypothèse, il est resté serein malgré les observations des autres chercheurs. La seule chose qui rend crédible sa démarche est la dictature de l'expérience.

La découverte de l'existence des particules élémentaires avec ces postulats justifie les limites que la physique classique avait de la réalité. Aussi la méconnaissance de certaines lois ne permettait pas de postuler une description objective de certains phénomènes de la nature. À titre d'illustration, notre univers était perçu comme une boule de nuage volerait en éclat si l'ensemble des gaz qui couvrent sa surface était dans un état d'équilibre parfait suivant le principe d'inertie de la matière avancé par Newton. En s'investissant dans la théorie de la thermodynamique, elle montre que la nature aléatoire de gaz, il s'agit du principe physique qu'on appelle l'entropie, l'entropie est une sorte de chaos apparente au niveau des particules élémentaires. En réalité, les particules élémentaires sont en mouvement permanent. L'état dynamique de la matière constitue aussi un argument de poids en faveur à l'expression des champs électromagnétiques céleste. Les chercheurs pensent que ce mouvement des particules élémentaires est à l'origine de la vie.

À la naissance de la physique des particules, les scientifiques ne sont pas unanimes sur les postulats attribués à cette discipline. Pour certains, cette physique jeune a encore du chemin à faire, voilà pourquoi ils n'accordent pas assez de crédibilité à ses lois. Le principe d'incertitude et de complémentarité montrent selon eux, qu'il existe des paramètres cachés qu'il faudra un jour découvrir. Cette interprétation se présente comme une difficulté à lever. Albert Einstein voit que le monde ne saurait être sous l'emprise des variables aléatoires. L'hypothèse d'une superposition des états de la matière n'avait pas été envisagée. Niels Bohr reste constant quant à la description de la réalité physique qui, en mécanique quantique, a un statut dualiste.

Il se trouve que la théorie de la relativité restreinte soulève deux difficultés majeures qui complexifient le statut attribué à la réalité. Son interprétation scientifique pour David Bohm, Louis de Broglie, Albert Einstein et Erwin Schrödinger qui partagent la thèse déterministe, semble favorable au réalisme en mécanique quantique. Malgré l'existence des solutions

³³² Franck Laloë, « Situation actuelle de la mécanique quantique : des difficultés conceptuelles subsistent » In *ondes matière et univers : relativité générale, physique quantique et applications*, Colloque Académie Européenne Interdisciplinaire des sciences, EDP science, 2018, p. 189.

contraires, des équations de la mécanique quantique présentent une solution positive et une solution négative décrivant par ce fait le même réel. Ces deux aspects de la matière sont plutôt complémentaires dans le cadre quantique, mais imprévus dans le contexte classique, constituent un facteur de discussion. Il s'agit là une expression de la réalité non physique.

Le problème d'interprétation statistique du formalisme quantique et surtout de son caractère probabiliste a donné lieu à un débat autour de la nature de la réalité en physique entre Albert Einstein et Niels Bohr. Un moment décisif a été la découverte de l'état intriqué des particules élémentaires. Pour Albert Einstein, il fallait introduire une description physique plus complète que celle donnée par l'état quantique. La description des réalités des états quantiques est seulement possible par la fonction d'onde. Ceci implique une interprétation rationnelle et objective de la réalité. En se référant à l'hypothèse de Erwin Schrödinger sur son expérience de pensée, deux solutions se présentent à ce sujet. En procédant à la mesure, le résultat obtenu du chat mort ou du chat vivant ne sont pas de nature abstraite. L'hypothèse des variables cachées ici est dévaluée car le fait d'avoir le chat mort ou vivant n'est nullement caché.

Claude Cohen Tannoudji, physicien, prix Nobel de physique 1997 pour la recherche sur le refroidissement et le confinement d'atomes par laser. Ce faisant, dans sa contribution scientifique à l'académie Européenne Interdisciplinaire des sciences, affirme que : « *voici plus de deux millénaires, Lucrèce la première composa l'atome de la réalité, à sa suite, Leibniz la traita comme un agrégat de monade.* »³³³ À ce jour, la connaissance de l'infiniment petit a permis de comprendre qu'il y a échange d'énergie entre les particules élémentaires. Ce constat est le résultat des travaux scientifiques qui ont montré l'existence d'intrication. Dans son article en 1935, Albert Einstein et ses assistants découvraient une relation entre deux particules éloignées dans l'espace. Cette observation pour Albert Einstein constituait une étrangeté à l'aune des concepts habituels issus de la physique classique. Il pensait à ce niveau pouvoir compléter le formalisme quantique.

Un malentendu classique consiste à penser que la réalité physique n'a d'existence que sur un seul aspect, celui donné par une description unilatérale du réel par des lois finies ou de prévoir qu'en mécanique quantique on pourra un jour trouver la solution pour lever le principe d'incertitude. La nature complémentaire des particules microscopiques illustre à suffisance nos limites dans la connaissance que nous avons de la réalité en physique. Mais, les partisans de la

³³³ Claude Cohen Tannoudji, « Mécanique quantique », In *ondes matière et univers : relativité générale, physique quantique et applications*, Colloque Académie Européenne Interdisciplinaire des sciences, EDP science, 2018, p. 435.

mécanique classique n'ont pas justifié leurs positions quant aux progrès engrangés par la physique moderne. Le regard nouveau de la réalité physique a pris tout son sens avec l'interprétation de Copenhague qui pense qu'il n'est pas possible d'objectiver le résultat d'une observation plutôt, il est possible de décrire ce qui se produit à l'instant entre cette observation et la suivante.

Certes quelques oppositions se dégagent dans cette interprétation de la réalité. Pour Albert Einstein, la lune existe même si elle n'est pas observée. Cette approche ne peut rien dire d'objectif quant à sa position par rapport à l'observateur ni à ses mensurations. Donner aux objets physiques une existence intrinsèque milite pour un réalisme. La mécanique classique a connu ses lettres de noblesse en poursuivant la description d'un réel local, excluant le sujet. Le mythe ontologique classique du réel est sans contenu au regard de l'évolution de la physique moderne. Il n'est pas possible d'avoir les caractéristiques de façon quantitative avant l'expérience, cet aspect des choses relèverait d'une transcendance verticale que Platon tentait d'expliquer à son temps en décrivant le monde des Idées. En revanche, la connaissance du réel n'est possible que grâce à l'interprétation d'un sujet conscient.

La position de Niels Bohr sur la question de la connaissance reste constante. Il postule que l'objet quantique a une nature ondulatoire et corpusculaire. Ces deux attributs opposés décrivant une énergie positive et négative sont de nature complémentaire. À ce niveau, cet ordre de connaissance du réel s'ouvre vers une métaphysique quantitative. Les travaux de la physique moderne offre un espace nouveau au sujet de la question de la réalité en science : ils introduisent les variables aléatoires dans la connaissance du réel. Bernard d'Espagnat à ce sujet parle du *réalisme ouvert* c'est-à-dire qu'il y a quelque chose. L'intérêt que nous avons à connaître la réalité est plus philosophique que scientifique.

La préoccupation de Bernard d'Espagnat sur la connaissance du monde s'agissant du réalisme s'inscrit au-delà de la connaissance sensible. Or, l'histoire nous renseigne que la science dite classique établit des relations entre les entités physiques. En revanche, la physique moderne donne l'opportunité de saisir le réel au-delà de l'aspect physique. C'est celui-là qui donne lieu à une possible interprétation du réel non physique avec à la clé l'usage des objets mathématiques. Il se trouve que certains scientifiques arrivent à décrire les choses telles qu'elles sont. Le réalisme ouvert de Bernard d'Espagnat est une invite à évaluer la pertinence de la prétention de certains physiciens à décrire les choses telles qu'elles sont, sans pour autant violer les prédictions de la mécanique quantique. C'est aussi le lieu pour nous de nous interroger si la réalité est intelligible.

2- Vers une interprétation statistique du réel

L'essence de la mécanique quantique tient sur deux éléments essentiels qui ont donné lieu à une interprétation philosophique. Le premier, au niveau de l'infiniment petit, il faudra désormais admettre qu'une onde est aussi une particule. C'est une chose étrange pour la physique classique d'accorder une nature à une réalité abstraite. Le second complète cette étrangeté de la physique moderne, à savoir que les lois qui régissent cette étrange entité onde-particule sont probabilistes. La difficulté conceptuelle de la mécanique quantique se situe donc au niveau de l'interprétation probabiliste du réel. En se référant à la mécanique orthodoxe, il est impensable de considérer que Dieu ait créé un univers aléatoire. Cette situation avait permis à Albert Einstein, rejetant le caractère hasardeux des choses, à dire que *Dieu ne joue pas au dé*. Comment admettre que les lois du monde ne soient pas déterministes et offrir plus de crédit aux variables aléatoires ?

Cette dynamique qu'impose la mécanique quantique complexifie l'interprétation du réel, il remet en cause le caractère prédictif du réel au profit des états relatifs. La spécificité est que le sujet connaissant fait partie du système d'observation. Cette approche conforte la connaissance approximative du réel. Voilà pourquoi, il faut plutôt avoir recours à des objets mathématiques et aux éléments de langage dont dispose l'être humain pour décrire la nouvelle nature du réel qui se présente à la fois sous forme de particule d'onde. Depuis les travaux de Niels Bohr, il est admis que son atome présente deux niveaux d'énergies positives et négatives et que cet aspect, apparemment contradictoire dans le cadre macroscopique est plutôt complémentaires. Il faut composer avec cette nature des choses pour décrire objectivement le réel quantique. Les objets mathématiques, au niveau quantique, donnent la latitude de décrire les niveaux d'énergie différents du réel.

En accordant du crédit au statut aléatoire des choses et à la dualité onde corpuscule, il revient à se poser la question de savoir si la nature des opérationnalisations des objets mathématiques est capable de traduire le réel abstrait. Certes, des hypothèses avancées au sujet de la réalité non visible montrent que les scientifiques n'étaient pas encore au bout de leurs peines. Werner Heisenberg à son tour, vient aussi jeter le pavé dans la marre. Avec son principe d'incertitude la connaissance du réel n'est qu'approximative. Il n'est pas possible de connaître, au cours d'une même expérience, la position et la vitesse d'une particule élémentaire et vice versa. Cet ordre des choses n'avait pas guéri l'angoisse des chercheurs comme Albert Einstein, Louis de Broglie et Erwin Schrödinger. Au contraire, la situation s'est empirée avec une autre

hypothèse à savoir que la matière communique avec d'autres éléments quelle que soit la distance.

La physique classique avait passé le temps à donner une explication des comportements généraux des phénomènes sachant qu'elles ont une existence extérieure. Cette connaissance du réel macroscopique semblait être totale. Avec le principe déterministe, ceux-ci pouvaient à tout moment être prédictifs. Cette perception se présente comme une limite de la connaissance du réel. Selon Claude Allègre, « *la physique [...] ne dit rien dit sur l'essence des choses, du merveilleux et du magique.* »³³⁴ Le volet mystérieux de la mécanique quantique est qu'elle donne la possibilité de se déployer à l'aide des objets mathématiques au-delà de la réalité physique. Aussi, elle permet de pouvoir saisir le réel à partir de l'expérience de pensée. Le statut complémentaire du réel abstrait fut attribué par Niels Bohr comme l'interprétation de Copenhague. Suivant cette approche, le monde est intrinsèquement probabiliste.

La mécanique classique avait donné la prétention de maîtriser parfaitement le réel en ce sens que ses lois semblaient donner satisfaction aux phénomènes de la nature grâce au principe déterministe. Dans ce cadre, il était possible de penser le réalisme en physique. En chimie au contraire, l'être humain, étant au centre de l'activité expérimentale, postulait déjà pour un réalisme ouvert. L'humain est susceptible d'établir une relation avec le réel abstrait pour répondre à une question existentielle, cette sortie est comparable à un chef d'œuvre d'art ou l'artiste à partir d'un accord intersubjectif ramené vers lui un reflet du cosmos. C'est le cas en médecine où pour répondre à la préoccupation des diabétiques, les chimistes en laboratoire ont créé d'une manière hasardeuse la molécule d'insuline à partir de levures génétiquement modifiées ayant exactement les mêmes propriétés que l'insuline humaine.

Cette trouvaille de l'insuline est aléatoire, car c'est après une étude expérimentale que les chercheurs se sont rendus compte de l'impact de cette molécule sur l'humain. À ce niveau, il est question de s'interroger sur la nature du réel supposé indépendant qu'avaient pensé les classiques. Cette hypothèse sur la création d'un réel non existant dans la nature confirmait déjà la place de la subjectivité dans la relation avec le réel, avant même la découverte de la physique moderne. Ce qui prouve que le réel n'a de sens qu'en présence d'un sujet connaissant qui a les moyens de soulever le voile de la nature pour en établir la relation.

Au regard des avancées observées en physique, l'être humain est au centre de la connaissance comme acteur au monde grâce à son intelligence. Il se trouve que les résultats

³³⁴ Claude Allègre, *op. cit.*, p. 151.

empiriques résultent de la maîtrise du monde physique qui passe du sensible à l'intelligible. L'angoisse existentielle invite l'être humain à plus de curiosité pour pousser les limites de l'infini. Si notre connaissance du monde extérieure se base sur la relation que nous avons avec les phénomènes de la nature, il peut paraître paradoxal quant à une possible relation de l'humain avec l'intelligible sous la bannière de l'expérience de pensée à l'aide des objets mathématiques. L'activité des mathématiques peut être décrite comme une construction des représentations mentales qui sont visées par l'observateur. Ceci peut avoir son sens dans la nature des particules microscopiques. Ainsi, l'accord intersubjectif peut paraître difficilement explicable si nulle référence n'est faite avec des choses et entités de la nature. C'est le cas par exemple de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein.

L'état quantique pose un problème d'interprétation des objets corpusculaires qu'on pourrait appeler le réalisme métaphysique. Au moment de la mesure, il y a une interaction entre le sujet et l'objet qui se traduit par une bifurcation de la particule à mesurer. Il existe une relation qui lie l'observateur et l'objet et crée une perturbation de sorte que le résultat obtenu ne conduit en général pas à une valeur définie, d'où la nécessité d'opter pour une interprétation probabiliste des objets quantiques. L'origine de ces états de la matière issue de la nature dualiste de l'objet quantique vient de ce que dans l'infiniment petit les objets n'ont pas une existence intrinsèque. Suivant cette approche, on peut se rendre compte de la difficulté qu'il y a à interpréter l'objet quantique comme une réalité indépendante de l'esprit de l'observateur ou au contraire, serait-il envisageable de donner à cette réalité un caractère intelligible ?

Si la mécanique quantique nous donne seulement une connaissance approximative du réel, il n'en demeure pas moins vrai qu'elle avait malgré tout un caractère prédictif. A cet égard, à quel moment pouvons-nous parler du réalisme en physique quantique quand on sait que la connaissance de son objet repose sur le principe d'incertitude ? Cette préoccupation pose la question de la connaissance de la matière. Il se trouve que le modèle de connaissance proposé par les Anciens était resté superficiel, parce qu'il faisait appel à une trajectoire suivant un plan. Ainsi, la géométrie euclidienne semblait maîtriser le cadre *a priori* de la sensibilité en tant que unique cadre susceptible de conduire à la compréhension du réel.

Lorsqu'on rentre à l'échelle atomique, nous avons à faire à un espace non euclidien avec une trajectoire aléatoire. Il s'agit de l'espace de David Hilbert dans lequel il est possible d'envisager une probable position d'une particule élémentaire. Nous avons également les électrons de charge négative et le noyau composé de protons de charge positive et de neutrons. Les protons du noyau sont à leur tour constitués de particules sub-nucléaires qu'on appelle les

quarks. Ces quarks sont effectivement les composantes ultimes de la matière. La particularité est qu'en l'état actuel de la connaissance il n'est pas encore possible de trouver les constituants de la matière au-delà des quarks. S'il existe pour l'instant, on ne peut pas les reproduire. Il s'agit là de la description de la réalité non physique. Il y a une avancée significative sur la nature du réel. Si pour les Classiques, le réel se présentait comme ce sur quoi on peut agir ou ce qui peut agir sur nous, avec l'Ecole de Copenhague, il s'inscrit dans une démarche empirique.

L'étrange situation incontournable qu'imposent les particules élémentaires entraîne la discontinuité de la matière. Cette configuration est en contradiction avec la mécanique classique. Toute tentative de sa connaissance définitive est aléatoire, car elle offre un résultat probabiliste. Le principe d'incertitude de Werner Heisenberg se dessine comme l'essence de la mécanique quantique dans ce sens que les particules élémentaires ne répondent plus aux lois déterministes. Cette interprétation des particules microscopiques s'est illustrée comme détentrice des variables cachées non locales. Les objets quantiques suivent un espace géométrique non-commutatif. La dualité onde-particule est un facteur qui traduit la nature fantôme des objets quantiques. L'absence de trajectoire et surtout la nature ondulatoire conduisent à une connaissance abstraite de la réalité quantique et impose une interprétation statistique du réel. Le recours aux objets mathématiques à tout son sens, parce qu'il traduit la relation abstraite qui existe entre l'observateur et l'objet, aussi que le réel ne se livre pas totalement au sujet.

Le formalisme de la mécanique quantique impose un statut nouveau. Il faut désormais admettre qu'un objet quantique a un comportement fantôme dans ce sens qu'il peut être à deux endroits au même moment. Cette interprétation illustre le statut métaphysique du quantum. La particularité est que ce caractère immatériel des particules élémentaires métaphysiques est bien détectable. Albert Einstein est l'un des scientifiques à découvrir cette nature des choses. Cependant, il lui a été difficile d'admettre qu'une particule peut être à deux endroits au même moment. Son article sur cette hypothèse porte le nom du paradoxe Einstein, Podolsky et Rosen. Cet aspect des choses étant étrange dans la mécanique classique. Albert Einstein et ses assistants avaient pensé que la physique atomique avait encore du chemin, question de lever l'incertitude qui planait sur l'infiniment petit. Certains scientifiques pensent que cette nouvelle mécanique est contre intuitive et n'admet pas cette nouvelle configuration de la matière qu'offrent les avancées dans la connaissance du réel.

Pour Bernard d'Espagnat, les classiques avaient une approche naïve de la réalité physique. Sa description faisait appel à un référentiel à partir duquel, il proposait un formalisme

unilatéral sur la matière. La physique moderne au contraire, veut décrire le réel en tenant compte de cette spécificité onde-corpuscule. Hug Everett III accorde une attention particulière à l'objet quantique suppose que le réel ne saurait être éternellement indéterminé. Le chercheur pensait que même si les objets quantiques sont abstraits, le résultat de la mesure se rapporte sur le plan macroscopique. Cette situation se rapportant à la description d'une réalité non visible fait appel à une approche probabiliste de la réalité en physique quantique. Il s'agit là du nouveau formalisme qui montre que la matière a une double nature : la superposition. Voilà pourquoi, dans sa thèse de la théorie des états relatifs, il pense qu'au moment de la mesure des objets quantiques, le résultat obtenu ne peut être approximatif. Sa thèse est plus connue sous le nom de la théorie des mondes parallèles.

L'épistémologie du réel au niveau de la mécanique galiléenne et newtonienne poursuivait la description d'une réalité locale et indépendante. Les Anciens pensaient qu'il existe un temps absolu donné *a priori*. La description d'un objet en mouvement avait lieu dans un espace ordinaire à trois dimensions. Cet ordre des choses est comparable au solipsisme cartésien. Il se trouve que cette interprétation de la réalité physique présente en elle-même des limites à la tentative de connaissance du réel. On voit bien que l'objet ne peut pas se décrire en marge de l'observateur. La place du sujet semble donc oubliée par les auteurs de la mécanique classique qui avait passé à le faire taire.

Pour mieux saisir la question de la matière en physique, il faut remonter à l'antiquité. La tentative d'une quête d'une rationalité de l'univers commence avec les présocratiques. Ils jettent les bases de la cosmologie. Mais il faudra attendre près de deux mille ans pour que le terme *cosmology* soit mentionné par Thomas Blount en 1656. Deux écoles s'opposent à ce sujet rompant avec les mythes et d'une explication surnaturelle. Ils font l'hypothèse d'un univers organisé, régit par des lois naturelles. L'école d'Athènes, dont l'un des pionniers est Platon, il propose une idéalisation du cosmos fondé sur la géométrie, modélise un monde intelligible parfait et immuable et le monde sensible siège de la corruption et du changement : c'est le lieu de la réalité physique. L'école Ionienne à son tour, dont les pères sont Thales de Milet, Pythagore de Samos, Anaximandre, Leucippe et Démocrite, montre que l'univers est constitué des composantes connaissables et modifiables. Elle postule pour un réel physique. Le physicalisme a eu tout son sens avec l'hypothèse de la réalité physique de Démocrite selon laquelle, l'essence du réel physique est atomique. Cette théorie de la réalité a bien traversé les générations, mais elle est restée au centre des préoccupations des scientifiques sur l'épistémologie du réel avec une approche améliorée, différente des Anciens.

Certes, la théorie de l'école d'Athènes s'était imposée comme l'unique approche de la réalité physique en excluant la tendance réaliste de l'objet physique qui avait l'air plus objective. Malgré ces différences d'approche sur le réel, il n'est pas possible de trouver satisfaction de cette position philosophique de la réalité physique indépendante du sujet connaissant. La position de Bernard d'Espagnat sur la question est que le réel n'est pas saisissable par l'être humain. Le chercheur veut montrer que même cette interprétation classique qui postulait pour les sciences exactes n'avait que des résultats approximatifs sur les phénomènes expérimentaux. Par ailleurs, l'approche du réel indépendant semble exclure toute présence du sujet. Or, c'est l'observateur qui décrit une réalité sans le sujet. Dans ce cas l'observateur semble s'imposer une auto-abstraction avant de porter son jugement sur la réalité physique. On voit là une tentative de raisonnement par l'absurde, car c'est le même sujet connaissant qui parle d'abstraction qui tente de décrire une réalité indépendante du même esprit.

Ce réalisme naïf ne fait pas appel à la conscience de l'observateur. Pour Michel Bitbol, la conscience est au centre de notre relation avec l'extérieur. Ainsi, la physique classique semblait décrire le monde tel qu'il est, ce qui n'est pas le cas pour la physique moderne. Pour cette nouvelle physique, elle rejette toute connaissance du monde tel qu'il est, elle offre la connaissance du monde tel que nous interagissons avec lui. L'espace de nos actions est donc un espace objectif que nous avons de la réalité physique. Sans mesure, nous avons de la réalité physique qu'une connaissance générale. Nous pouvons à la limite émettre des hypothèses sur les phénomènes de la nature que confirmeront ou infirmeront nos opinions sur la réalité physique.

La découverte de la physique quantique offre une meilleure description de la réalité physique en ce sens qu'elle intègre l'être conscient dans le même système d'observation sujet et l'objet. Cette approche confirme que la nature des résultats de l'expérience peut-être définit après la mesure. Le résultat que nous pouvons avoir de la réalité physique n'est objectivement approximative parce que l'observateur est désormais impliqué dans le système. Cette objectivité au sens faible est un accord intersubjectif. À titre d'illustration, l'expérience des fentes de Thomas Young montre que les fondements de la matière ne sont pas des objets matériels. En envoyant le photon sur sa planche expérimentale à double fente, le photon dégage ce statut de la dualité onde-particule. En l'absence d'observateur, le photon est une onde, il est impossible de savoir à travers quel fente le photon est passé ; l'interprétation qu'on peut avoir de la réalité est de nature probabiliste. La réalité dans l'environnement quantique est comme un corrélat immédiat ou médiat d'une conscience. La prétention du sujet en mécanique classique

de décrire un réel indépendant de qui peut être là pour m'observer comme seul existant est l'expression des limites de notre conscience.

Il n'est pas possible, même dans un laboratoire, d'avoir une même approche de la réalité par tous les observateurs, sauf dans le cas où une communication entre les consciences pourrait être possible. À ce niveau, nous pensons à Jean Paul Sartre pour qui toute conscience est conscience de quelque chose, ainsi cette conscience de quelque chose est différente de ma conscience en tant que sujet connaissant. Ce cas peut seulement être envisagé dans le contexte quantique où une relation peut être possible avec plusieurs consciences. Des mutations observées sur la nature de la réalité de la physique classique à la physique contemporaine avec à chaque fois une nouvelle description de la réalité montre que le réel est voilé. On peut donc admettre que les difficultés conceptuelles accompagnant la mécanique quantique peuvent être levées à condition d'admettre qu'elle décrit non pas des systèmes physiques individuels, mais des ensembles statistiques de systèmes. Il y a lieu de s'interroger sur l'épistémologie de la réalité.

3- La réalité : du virtuel à l'abstrait

La découverte de la théorie de relativité et la mécanique quantique ont donné des moyens d'avoir une connaissance plus poussée de notre univers. C'est en faisant appel à ces théories nouvelles que l'être humain a eu l'opportunité de remonter vers la genèse de notre univers pour contempler l'inflation de l'atome fossile. Par ses prouesses scientifiques, la cosmologie moderne a largement amélioré notre regard sur le réel. L'histoire présente Aristote comme le père de la connaissance expérimentale. Selon lui, la connaissance du monde extérieur est possible à partir de l'observation directe. Suivant l'évolution de la physique avec ses mutations, il nous revient de nous demander si la connaissance véritable de la réalité physique est possible en dehors de l'observation. À ce sujet, Bernard d'Espagnat répond par la négative, il pense que le réel est voilé.

Le projet classique de saisir le réel dans sa totalité semble être un leurre : le premier niveau de cette difficulté se trouve dans la limite de notre conscience à saisir le réel dans sa totalité. Le second est que la réalité peut seulement se révéler après une étude expérimentale suivant des hypothèses. La métaphysique classique accorde du crédit à la réalité abstraite, le réalisme classique avait ainsi la prétention de contempler le monde des Idées par acte d'intellection. Si l'acte d'abstraction d'un objet permet de saisir sa réalité, nous nous poserons la question de savoir si cet acte permet de connaître la structure interne du soleil par exemple.

À ce niveau, se trouve la limite de la métaphysique classique dont l'abstraction d'une chose pourrait conduire à sa connaissance suprême de la réalité non physique. Il n'est pas possible d'affirmer que l'idée du soleil est solaire. Or, il n'en va pas ainsi dans le cas de la réalité physique. Xavier Zubiri, donnant sa position, conçoit la réalité comme « *quelque chose sous une forme ou sous une autre se présente à moi à partir de moi-même.* »³³⁵ Le philosophe établit un lien entre le sujet et l'objet à connaître, il rejette toute idée d'une réalité extrinsèque à son sujet.

Les repères historiques montrent que le regard des Anciens sur la nature des choses était contradictoire sur la question de la matière. Les philosophes atomistes étaient très critiqués par Socrate, Platon et Aristote, parce qu'ils n'affirmaient pas que l'univers est gouverné par les dieux, mais par la matière élémentaire et du vide. En opposition à la physique moderne, l'intérêt que le philosophe Platon a eu au sujet d'un monde abstrait, accessible par la raison, au détriment du monde sensible qui, de son point de vue constituait une réalité trompeuse ne pouvait pas contribuer à la promotion de la science.

Le travail du philosophe pensait-t-il, consiste à sortir les hommes de la caverne où ils contemplent les ombres pour leur faire accepter la connaissance vraie et parfaite, il y a le Bien, le Vrai, et le Juste. Cette conception de la réalité suprême a vite été reprise par l'Église qui a transformé ce monde parfait en la cité idéale. Toutefois, la promotion de la connaissance de la réalité physique s'est faite en priorité par le système d'observation. C'est à travers le monde sensible que la promotion de la physique a été possible et qu'elle a conduit à des changements sur l'environnement. La mécanique classique n'a été prospère que grâce à la maîtrise de la réalité physique. Il semble bien que cette réalité indépendante ne peut être conçue comme étant immergé dans l'espace-temps.

Anaxagore fut le premier savant à être traité d'impie au sujet du cosmos avant Giordano Bruno et Galilée. Cette position de l'Église n'avait pas empêché la résurgence des idées atomistes. C'est le cas avec le Cardinal Nicola de Cues dans sa posture principalement métaphysique, affirme que : « *L'univers est infini parce qu'il est l'œuvre de Dieu, lequel ne saurait être limité dans ses œuvres.* »³³⁶ Cette position métaphysique viendra donner raison aux scientifiques de pouvoir faire l'exploration de l'hyperespace. La découverte de la théorie de la

³³⁵ Xavier Zubiri, *Traité de la réalité*, Paris, L'Harmattan, 2010, p. 17.

³³⁶ Jean Pierre Luminet, *Illuminations : cosmos et esthétique*, Paris, Odile Jacob, 2011, p. 283.

relativité et de la mécanique des particules élémentaires a donné au scientifique l'opportunité de remonter vers l'atome fossile pour décrire l'instant primordial de l'univers.

La connaissance de la réalité classique reposait sur une cadre *a priori* de la sensibilité que sont le temps et l'espace. La cosmologie classique considérait le temps et l'espace comme des données absolues. Le monde, à ce niveau, était connu sur la base d'un référentiel dont le plus connu est galiléen. Dans cette dynamique, l'étude de l'objet était fonction de la causalité, de la trajectoire, de la différence de temps entre l'instant initial et final. Le rôle de la physique, pour les classiques se limitait à l'observation et à la description des phénomènes de la nature suivant un espace plat. Il se trouve que cette tentative de connaissance semble nourrir une théorie ontologiquement interprétable et convaincante sur la réalité en physique, pour ainsi dire scientifiquement établie. La science classique en décrivant l'objet macroscopique avait la prétention d'une description objective de la réalité, c'était l'ère de l'exactitude en science.

Avec l'évolution de la physique des particules qui constitue le fondement de tout ce que nous pouvons observer, la connaissance de l'objet matériel est passée de l'état interne de représentation c'est-à-dire d'onde à l'état où elle prétendait représenter la réalité, c'est-à-dire la particule. Les scientifiques se sont penchés sur la véritable nature du réel, ils se sont posés la question de savoir si le réel est connaissable. Si on veut rester réaliste, il faut donc postuler un réalisme non physique dans lequel la réalité ne correspond plus à notre vécu quotidien. Il faut voir dans ce contexte ce qu'on peut toucher, voir ou mesurer. Le degré de complexité des systèmes microscopiques impose une connaissance du réel peu objectivable.

La particularité dans cette interprétation est l'intégration du sujet dans le système d'observation, on constate que la physique quantique offre plutôt une interprétation probabiliste du réel. La corrélation qui existerait entre le sujet et l'objet, car tous constitués des particules élémentaires, affecte nécessairement l'opération de mesure dans la tentative de connaissance. Cette spécificité montre le principe de la non-séparabilité de la matière. Cet état des choses, pour Bernard d'Espagnat, rend plutôt le système d'observation objectif au sens faible. Le réel est en grande partie inatteignable.

On peut comprendre pourquoi certains théoriciens de la physique moderne réfutent la thèse d'une possible description d'une réalité indépendante. En revenant sur l'hypothèse einsteinienne sur l'existence de la Lune, même en l'absence de mon regard, le scientifique oublie qu'il n'y a pas une auto-description de la Lune. Ce paradoxe classique, né de l'ontologie confère une existence propre à la Lune en l'absence de tout observateur. L'heuristique de la

position d'un objet n'a de sens qu'en fonction d'un observateur capable de donner la localisation spatiale de l'objet lunaire à un point de l'univers. Dans le contexte macroscopique, la réalité physique nous est offerte par les sens. La sensibilité selon Edmund Husserl se présente comme un résidu phénoménologique, c'est-à-dire ce qui nous est donné par notre perception externe. Il écarte l'idée d'une probable connaissance abstraite.

C'est à travers l'idéologie mécaniste que le monde a connu le développement industriel avec comme impact néfaste sur l'humain, la première guerre mondiale. Elle reposait sur la maîtrise de la mécanique newtonienne. Les recherches scientifiques ont trouvé cette mécanique assez réductionniste au point qu'un changement de paradigme s'est imposé pour répondre aux préoccupations de la réalité physique qui semblaient être dans l'impasse. Notamment dans l'incapacité d'appliquer les lois de la mécanique classique aux phénomènes électromagnétiques. Cette ouverture s'imposait comme nécessité en physique ayant entraîné la découverte de la réalité abstrait.

Il faut voir dans le contexte classique que la réalité physique était limitée aux phénomènes matériels et visibles sur lesquels nous avons de l'influence ou à l'inverse qui avaient une influence sur nous. La découverte du phénomène électromagnétique se traduit comme une nouvelle norme de la réalité intégrant la matière. Les études de la chimie se manifestent également comme une avancée à la connaissance de la réalité virtuelle, la molécule est constituée des composés chimiques dont la représentation est virtuelle. Cette étude des composés chimiques se faisait seulement in vitro. Par exemple, la recherche scientifique montre que la molécule d'eau est composée d'une molécule d'oxygène et de deux molécules d'hydrogène. La réalité d'eau en tant que liquide est une réalité matérielle ayant une composition chimique à l'aide des éléments abstraits, mais connaissables. La molécule d'eau, au stade liquide, tout en conservant sa composition, chimique diffère lorsqu'on passe du stade solide, au gazeux.

La physique moderne a cessé de poursuivre le modèle classique d'une réalité indépendante au profit d'une réalité expérimentale. Le concept de réalité physique rimait avec la représentation, c'est ce qui caractérisait la physique macroscopique. Le changement s'opère au début du XXI^e siècle, avec la manipulation des particules microscopiques, on assiste en science, à l'ingénierie électrique. La connaissance de l'atome et de l'électron en tant que réalité affecte la physique, la chimie et la biologie. Cette manipulation de la réalité virtuelle a entraîné la création des entreprises hybrides faisant intervenir à la fois des particules élémentaires et la physique classique. Les recherches sur la nature des réalités invisibles, partant du courant

électrique ont donné naissance à la découverte de courants neutres, de positrons, du méson oméga, du boson de Higgs.

Les nanosciences ont eu un effet considérable sur l'humain dans le domaine de la santé et même de la longévité, l'espérance de vie s'est largement améliorée grâce à la découverte des microorganismes et des vaccins. Même sur le plan agricole, on assiste à la fabrication des organismes génétiquement modifiés pour accroître la production et subvenir au besoin des populations. Cependant, la maîtrise de la configuration du noyau atomique et la découverte par Albert Einstein de la relation énergie et masse avaient donné lieu à la fabrication de la bombe atomique utilisée pendant la Seconde Guerre mondiale, entraînant des conséquences désastreuses sur les biens et les personnes. Cette maîtrise des particules atomiques est devenue un instrument de puissance et de domination des États, ceci à travers la course aux armements et surtout à l'acquisition de l'arme nucléaire. Par ce progrès, l'homme tend à sa destruction ou à la destruction de sa planète. Les alertes sur le changement climatique et le réchauffement de la planète par l'action de l'homme en sont l'illustration. L'évolution vers l'infiniment petit tend aussi vers la dévaluation de la vie.

Dans cette perspective, il y a un écart considérable entre la réalité en soi des Anciens et la réalité abstraite que propose la physique moderne. La mécanique des particules loin de l'ontologie classique qui proposait l'étude de l'être en son absence, offre une réalité abstraite en présence de l'être. La particularité de cette physique moderne est qu'elle réintroduit l'homme au monde comme acteur et non comme simple observateur silencieux. Martin Heidegger sur la question de la réalité, pense que l'homme se trouve plongé dans le monde qu'il veut décrire. Cette rencontre avec les choses, pour le philosophe, est une facticité c'est-à-dire elle ne consiste pas en ce que de faite les choses me sont présentées. En d'autres termes, les choses constituent le matériau sur lequel s'appuie l'existence pour se faire elle-même réalité et être au monde. Cette interprétation de la réalité métaphysique de Martin Heidegger est comparable au comportement des particules élémentaires en présence de l'observateur, il se crée une bifurcation qui empêche de décrire le système d'observation. L'opération de mesure offre seulement un état relatif.

La science fabrique artificiellement des choses naturelles qui répondent aux préoccupations humaines. Pour les Grecs, le métier d'artisanat était réservé aux sous hommes, ils ne croyaient pas à la capacité de l'humain de parvenir à la réalité des choses. Selon eux, Il n'était pas possible d'avoir une description ou une manipulation possible de la réalité en soi. La physique moderne au contraire, a donné l'opportunité à la construction d'une réalité à

l'échelle atomique. Ce développement vers l'espace abstrait a fait tomber les barrières de l'invisible en établissant à partir des particules élémentaires, un monde virtuel interconnecté par une réalité non physique, le monde virtuel est gouverné par les ondes qui ont chacune une fréquence.

Si les classiques donnaient à la réalité physique indépendante une essence, la connaissance de celle-ci en tant qu'entité connaissable n'avait pas été possible. Dans cette perspective, Emmanuel Kant attribuait à la réalité abstraite une existence mais, estimait que les conditions de possibilité pour se rendre compte par la raison en tant que réalité efficiente et objectivable n'étaient pas à sa portée. Cette ouverture de la physique atomique permet dans un certain sens la remise en cause de la métaphysique classique qui n'a pas donné la possibilité d'une connaissance de la réalité abstraite. En revanche, l'être humain en tant qu'existant se déploie au monde comme être de raison et tente à chaque fois d'améliorer les conditions de sa présence par la maîtrise du réel.

À ce titre, Xavier Zubiri, dans la quatrième de couverture de son ouvrage intitulé *Traité de la réalité* affirme que, « le Réel s'impose à l'intelligence sentant et configure les choses dans l'espace du monde. »³³⁷ Autrement dit, le sujet connaissant entre en relation avec le réel pour améliorer les conditions de son être au monde. On observe que la physique moderne offre la possibilité de manipuler les nanoparticules, les femto particules. Il est même possible de connaître la réalité abstraite jusqu'à l'échelle de Planck. Il n'y a aucun doute aujourd'hui sur la conception du réel comme une construction du sujet.

³³⁷ Xavier Zubiri, *op.cit.*,

CHAPITRE IX : LA VALEUR HEURISTIQUE DU SYSTÈME DE VÉRITÉ APPROCHÉE

Dans ce chapitre, il sera question de voir en quoi la métaphysique nouvelle, au côté de la réalité scientifique, contribuera de façon significative à la conceptualisation du réel. Il se trouve que la mécanique moderne semble donner l'occasion de quantifier la réalité non visible à l'aide des objets mathématiques. Cette démarche accorde-t-elle plus de crédibilité à la connaissance du réel en tant qu'un accord intersubjectif ?

A- LA FONCTION PÉDAGOGIQUE DE LA CRITIQUE EN SCIENCE

La science ne dispose pas d'un ensemble de lois immuables applicable à toutes les situations possibles. Les théoriciens de la physique classique à savoir Galilée, René Descartes et Isaac Newton avaient cru découvrir les lois régissant tous les phénomènes de la matière. Leurs théories se sont transformées en idéologie, voire en dogme. La nécessité d'une remise en cause avait favorisé le changement méthodologique dans la connaissance de la réalité en science. L'activité scientifique tient à une permanente remise en question de ses principes et ses méthodes dans le but d'améliorer notre regard sur le monde. Dans cette dynamique, la critique s'illustre comme un renouvellement méthodologique en science.

1- L'incertitude ou la réponse au réalisme métaphysique

La physique classique se veut réaliste en ce sens qu'elle postule à l'existence d'un monde extérieur mais également, à la possibilité de l'esprit humain de le connaître tel qu'il est. Dans cette approche, en l'occurrence René Descartes, voyaient une identité entre l'être et la réalité. C'est la thèse du rationalisme qui soutient que la raison humaine est capable d'atteindre l'être des choses. Le portrait de la réalité extérieure n'est que l'expression du contact de la réalité ultime par la raison. La physique quantique quant à elle, relance la question du réalisme en physique s'agissant de la connaissance de la réalité parce qu'elle décèle une incomplétude quant à l'opinion de la mécanique classique à ce sujet, Ernst March soutient le courant positiviste, s'agissant de la réalité physique, il expose dans sa méthode, qu'il faut s'en tenir à l'épreuve des faits observables sans toutefois envisager une autre existence. Nous décelons une certaine prudence du physicien à l'égard de la réalité non perceptible. Il semble que le physicien

a conscience qu'il y a quelque chose au-delà des faits, mais exclut cette vision du champ positiviste de la réalité physique.

La vision scientifique du monde pour les classiques repose en grande partie sur des postulats métaphysiques, c'est-à-dire sur des hypothèses essentialistes au sujet de la nature de la réalité en l'absence du sujet. L'histoire de la philosophie montre que ces hypothèses furent d'abord mises en avant par les présocratiques. Ces présocratiques, à première vue, ont fait la promotion de l'existence d'un réel extérieur au sujet, causant ainsi un retard à la science quant à la connaissance des phénomènes naturels. Leur perception tournait autour de la permanence ou du changement de l'être. L'apogée de cette interprétation de la réalité fut la mécanique de Isaac Newton avec pour cible la connaissance d'un réel local. Cette ignorance d'autres facettes de la réalité a eu un effet négatif conduisant le monde la promotion du matérialisme tous azimuts.

L'idéologie matérialiste a développé une croyance au sujet de la toute-puissance de la matière, écartant ainsi la présence du sujet qui était objet d'incertitude. Pour les théoriciens du matérialisme scientifique, nos pensées ne peuvent avoir aucun, sur nos actions sur le monde physique. Cette perception des choses, provenait de ce que nos pensées ne pouvaient pas être constituées comme des évidences physiques. Cette posture avait réduit le sujet connaissant à un comportement d'espion, car son action pouvait corrompre en quelque sorte les résultats de l'expérience. On peut voir dans cette posture une certaine mesure de prudence sur le plan macroscopique, les lois de la mécanique classique semblaient répondre valablement à nos attentes. Sauf que la réalité ne se limite pas à ce que nous renseigne les organes de sens. Voilà pourquoi nous pensons que la réalité ne peut être une forme radicale de l'être, mais une forme parmi tant d'autres. Les actions humaines peuvent seulement se limiter à une sorte de vérité approchée.

La question de l'origine ontologique de l'objet matériel divise les penseurs, autant que celle sa connaissance. La réalité matérielle est en quelque sorte la traduction des images pensées. À ce sujet, Heinrich Hertz formule un préalable pour parler de la réalité objective : il faut enlever toute portée ontologique au corps matérielle pour le réduire simplement au procédé d'identification. « *Une partie matériel est une caractéristique par laquelle nous associons sans ambiguïté, un point donné de l'espace à un point donné avec un point donné à tout autre point dans le temps.* »³³⁸ Dans ce contexte, la chose matérielle a la prétention d'une existence

³³⁸ Heinrich Hertz, *Principe de la mécanique*, Dover, Phoeny, 2003, p. 43.

extérieure au sujet. Il s'agit d'un rapport entre le sujet et une zone de l'espace et temps déterminée. Heinrich Hertz à ce niveau n'accorde aucun crédit à une possible réalité ontologique. La connaissance d'un objet est un rapport intersubjectif. À partir de cette mise au point du scientifique, il ressort que c'est en dehors de toute préoccupation ontologique que peut se déployer une réflexion scientifique sur les images pensées par la physique.

La science est d'abord et avant tout une méthode non dogmatique de l'acquisition des connaissances au sujet de la nature. La description métaphysique au sujet du réel est spéculative et son interprétation dogmatique semble ne pas nous renseigner objectivement sur la nature du réel, mais plutôt sur certains de ses facettes. Elle ne permet pas la soumission à l'observation, l'investigation et à l'explication théorique des réalités non physiques. Si la physique moderne semble apporter une réponse crédible sur la nature de la réalité non physique, elle contribue à donner une place de choix à la métaphysique nouvelle qui ne se limite plus à la contemplation des essences mais à la poursuite d'une réalité non visible et surtout quantifiable ; c'est parce qu'elle a eu la possibilité de faire fléchir le réel abstrait et à le soumettre à l'épreuve de la connaissance objective sur la base d'une description probabiliste.

On peut se poser la question, dans ce contexte, de savoir s'il existe une proximité dans la connaissance scientifique du quantum et de la réalité en soi ? Le champ de la physique moderne veut réfléchir aux questions fondamentales portant sur le réalisme, le déterminisme, la causalité et la localité. De façon globale, cet ordre de connaissance est venu remettre en cause des vérités métaphysiques dont la portée extatique à la temporalité de la non existence est inatteignable. Qu'il s'agisse de la réalité extérieure ou de la réalité métaphysique, il semble impossible d'établir une épistémologie en dehors du temps. Il n'est pas concevable de prétendre à une connaissance scientifique de l'essence d'un objet matériel. À ce niveau, Emmanuel Kant semble être le précurseur de la physique moderne en justifiant qu'un être se réfère à une position. Il conçoit d'un côté les phénomènes dont la connaissance est empirique et de l'autre, les noumènes qui sont hors du temps et de l'espace. Sa théorie philosophique a largement inspiré Isaac Newton à construire une mécanique dans le temps et l'espace.

Cette limitation kantienne au monde sensible est l'expression des apories de l'esprit humain à connaître le réel et surtout des méthodes utilisées pour l'appréhender. L'énigme pour ce philosophe est que les phénomènes, au-delà du cadre *a priori* de sensibilité, ne sont pas susceptibles de répondre aux données de l'expérience. Malgré ces précautions, toute tentative de saisir le réel dans sa totalité se saurait être possible par l'esprit humain. Sa connaissance n'est que parcellaire. Cette considération a permis de ressusciter le débat sur le réalisme en

physique. Avec la physique moderne, on se rend à l'évidence que l'idée que la physique classique avait de la réalité était approximative. Il se trouve que le monde tel que nous l'apercevons à un double comportement, il se présente à la fois sous forme d'onde et de particule.

Le principe d'incertitude illustre que l'objet quantique n'est pas entièrement connaissable. À cause de sa double nature ondulatoire et corpusculaire. Toute tentative visant à approcher le réel se solde en fin de compte à décrire une pâle copie, une simple la réduction du vecteur d'état. Il n'est pas possible d'établir une connaissance objective du réel quantique au sens fort. Car, au cours d'une expérience, Werner Heisenberg constate que les observables en mécanique quantique sont incompatibles. Il est impossible de mesurer simultanément la position et la quantité de mouvement d'une particule avec autant de précision qu'on désire. Il découvre qu'il n'est pas possible de connaître au même moment la position de la particule et sa vitesse. Si on a la position, la vitesse nous échappe. En réalité, connaissant la position, on suppose seulement la vitesse de la particule. Pour la première fois, Werner Heisenberg met en relief la contribution de la pensée comme intervenant dans la description de la réalité en science. Cette valorisation de la subjectivité est en quelque sorte une légitimation du principe d'incertitude qui est la condition nécessaire dans la description du réel. Le problème est qu'on ne peut représenter les deux éléments caractérisant un corps en mouvement dans l'espace quantique comme cela se faisait en physique classique à cause du principe de la bifurcation qui se passe au niveau atomique.

Le débat autour de la réalité en science avait opposé plusieurs géants de la physique, en l'occurrence Albert Einstein et Niels Bohr. Il s'ouvre comme une fonction pédagogique de la critique de la réalité en science. Il se trouve que la préoccupation scientifique est une réponse à un problème précis qui est susceptible de poser un autre problème. On observe cela dans la mécanique classique. Ayant en idée qu'elle était capable d'interpréter le réel dans sa totalité. Nous découvrons que ces lois classiques ne s'appliquent pas aux phénomènes électriques. Ces limitations imposent un changement dans la considération qu'on avait de la réalité. Cette rupture avec les lois anciennes sur la physique entraîne la découverte de l'infiniment petit avec un espace géométrique plus flexible répondant aux préoccupations de la physique des particules élémentaires.

La difficulté qu'on peut observer à la connaissance de la réalité en physique semble soulever un problème de communication autour de ce concept entre physicien et philosophe. Dans les deux cas, on peut admettre que le réel n'est pas connaissable dans sa totalité. À ce

sujet, Abner Shimony formule à son tour une autre interrogation sur la réalité. Le philosophe des sciences pense qu'il y a une certaine équivoque propre entre certaines philosophies autour du concept de réalité qui, semble-t-il, ne renvoie pas toujours à la même préoccupation. Aussi, écrit-il, « où l'on prend le problème et on lui donne le nom de solution. »³³⁹ La mécanique quantique semble avoir plus d'éclairage à cette préoccupation dans ce sens qu'elle a permis d'aller plus loin dans la connaissance de la réalité. Des concepts plus précis semblent traduire une réalité concrète par exemple le concept de bifurcation de la nature. Il traduit la mutation de l'objet quantique à la présence de l'observateur.

Le principe d'incertitude de Werner Heisenberg est perçu comme une valeur ajoutée dans l'interprétation du réel en science. Le physicien présente sa vision en 1942 dans son manuscrit intitulé *Philosophie*. Il expose quel doit être l'objectif de tout philosophe des sciences. Aussi affirme-t-il : « *Quiconque détermine sa vie à rechercher des connexions particulières de la nature est placé lui-même devant la question de savoir comment ces connexions viennent s'agencer harmonieusement dans le tout sous la forme duquel la vie ou le monde s'offre à nous.* »³⁴⁰ Le principe d'incertitude qui entraîne la non localité de la matière quantique peut certainement être considéré comme une de ces connaissances fondamentales nouvelles. Cette position de Werner Heisenberg est une autoévaluation des méthodologies destinées à être passées au crible de l'examen critique du philosophe à la recherche de la réalité.

Nonobstant cette mise au point, Albert Einstein est resté fortement attaché à la conception déterministe du réel en science. Certes, il remet en cause le caractère déterministe du réel tel qu'il était perçu par les classiques. En revanche, il montre que toute tentative de saisir le réel est vaine, car les opérations de mesure n'offrent qu'une pâle copie du réel escompté. Pour Albert Einstein, la description du réel par la mécanique quantique est incomplète. Pourtant certaines contributions ont aidé à l'édification d'un corpus scientifique malgré son caractère métaphysique. À ce niveau, il n'est pas possible de voir exactement de quel bord se trouve le scientifique. Le physicien pensait que l'incomplétude de la réalité quantique est l'expression des variables cachées, car l'approche des lois de nature repose sur des principes immuables. Il poursuivait que le Vieux ne pouvait pas avoir construit un monde sur la base des lois aléatoires et qu'un jour, il serait possible de trouver des paramètres permettant de résoudre cette difficulté.

³³⁹ Abner Shimony, « Sur le mental, la mécanique quantique et les manifestations des potentialités » in *Les deux infinis de l'esprit humain*, Paris Flammarion, 1999, p. 167.

³⁴⁰ Werner Heisenberg, *Philosophie – manuscrit de 1942*, trad., Catherine Chevalley, Paris, Seuil, 1989, 249.

Progressivement, il fallait apprendre à oublier le matérialisme classique. La mécanique quantique, perçue comme science révolutionnaire, est venue invalider les postulats de la métaphysique classique au sujet de la réalité. Le plus grand mystère de la mécanique quantique est l'introduction de la mesure dans la connaissance. Cette approche montre que le résultat d'une mesure est aléatoire. Elle démontre que les atomes et les particules subatomiques ne sont pas réellement des objets solides, ils n'existent pas formellement dans un endroit dans un temps bien défini. Les particules élémentaires forment un monde de potentialité et de possibilité plutôt que des choses ou des faits. Cette nouvelle conception de la matière révolutionne notre perception du réel. Aussi, la mécanique quantique montre la nécessité d'introduire le sujet comme partie intégrante du système de connaissance de l'objet. Il existe une continuité entre l'observateur et l'objet créé par l'effet perturbateur de sa présence qui modifie ainsi l'objet à connaître.

Le réel quantique est une réponse aux manquements observés dans la physique classique, il substitue aux notions classiques de position et de trajectoire une description probabiliste. Aussi, la promotion d'une réalité extérieure ne peut en aucun cas conduire à sa connaissance. C'est ce que poursuivaient les théoriciens classiques. À partir de cette description de la réalité par la physique moderne, on peut constater que le principe d'incertitude avait toute sa place dans la mécanique classique. Malheureusement, les Anciens pensaient pouvoir saisir le réel dans sa totalité, ce qui était une erreur de jugement. Il faut donc cesser de postuler à la connaissance des choses sans nous. Avec la mécanique quantique, la connaissance de l'objet est possible lorsque nous pouvons établir une relation entre l'observateur et l'objet à connaître. L'aspect fantôme de l'objet quantique est qu'il se présente sous forme de nuage plus ou moins dense. C'est ce qui traduit le caractère métaphysique avec cette spécificité qu'à partir d'une fonction d'onde, on peut simuler une position quelconque de la particule. L'idée est que la théorie quantique n'est pas une représentation directe du monde, mais plutôt la connaissance en terme de potentialité.

La relation d'incertitude peut aussi se justifier comme une interaction entre le sujet et l'objet sans lequel nous ne pouvons prétendre à une connaissance. Suivant cette position, on peut comprendre les contours du postulat de l'école de Copenhague qui rejette l'existence d'une réalité indépendante de l'observateur au profit de la connaissance que nous avons. La physique quantique tente de répondre objectivement à la connaissance du réel comme une entité liée au sujet. C'est dans cette perspective que Marc Lachièze-Rey, avec emphase, parlant de cette proximité entre le sujet et l'objet, formule le concept de *présentisme* pour justifier la relation

sujet / objet. Par présentisme il entend l'existence à l'instant présent. Au contraire, rien de ce que je connais n'existe. Le scientifique a une notion large de la connaissance du monde et conçoit que nous vivons dans un monde métaphysique traduisant ainsi l'impossibilité de connaître tout ce qui existe.

Pour justifier ce paradoxe, Marc Lachièze-Rey convoque André Comte-Sponville qui a ce sujet, utilise l'image d'une Etoile et sa lumière pour traduire le présentisme. Aussi affirme-t-il, « *le présent de sa lumière au moment où elle nous atteint.* »³⁴¹ Le philosophe pense que ce présent de la lumière se confond avec ma position dans le temps et l'espace. Il existe une relation de temporalité et de localité qui le lie en tant que sujet à l'objet qui est le présent de la lumière dans ce cas. L'image de l'étoile et la présence de sa lumière utilisée ici montre qu'il y a en filigrane une notion de durée, c'est-à-dire un écoulement du temps, mais surtout une distance entre la réalité physique et l'image de l'étoile qui parvient à l'observateur.

2- La connaissance moderne du réel ou le rejet du réalisme métaphysique

Les philosophes grecques, dans la tentative de comprendre l'univers, s'étaient interrogés sur le principe des choses et sur la manière dont ces choses étaient issues d'un substrat métaphysique. Cette préoccupation a été exposée par Héraclite qui s'est attaché à la question du changement et celle du devenir. Pour lui, le changement est l'essence même de la chose et non une qualité comme cela peut se laisser penser à premier vue. Il relève que le monde est mu par un flux de changement qui se traduit par l'existence des choses en termes d'écoulement perpétuel. Parménide quant à lui, affirme que *l'être est et le non être n'est pas*. Dans cette thèse, Parménide, expose la négation radicale du néant. Sa pensée philosophique s'intéresse surtout aux choses telles qu'elles se présentent, pour lui il n'est pas nécessaire d'accorder une attention aux choses qui n'ont pas une existence. Cette querelle des Anciens semble se résoudre dans la découverte de la mécanique quantique. La nature de la matière ne se limite pas seulement au perçu, elle invite aussi à prendre en compte son aspect fantôme en tant que non être comme une réalité.

Cette querelle dans Anciens s'est constituée comme une passerelle pour connaître la réalité dans choses. Il se trouve que de Platon à Emmanuel Kant, la théorie de la connaissance s'est appesantie sur le concept de substance. Connaître était donc réduit à la substance des choses. Depuis l'allégorie de la caverne que Platon expose dans *La République*, la dialectique développée au sujet du monde sensible vers le monde des Idées illustre une ascension que l'être

³⁴¹ Marc Lachièze-Rey, *Voyager dans le temps : La physique moderne et la temporalité*, Paris, Seuil, 2013, p. 22.

humain doit faire pour parvenir à la réalité ultime. Il montre qu'il existe un effort pour parvenir à ce qui est réel c'est-à-dire à l'Idée. L'intérêt que portent des philosophes sur la question de la connaissance semble se complexifier dans la désignation de cette réalité ultime. Il s'agit d'expliquer comment partir du monde sensible des apparences au monde intelligible de la vérité. On observe que les Grecs se sont limités à connaître les Idées platonicienne ou les substances aristotéliennes. En observant la pensée philosophique de ces penseurs, on remarque qu'il existe une proximité entre eux dans la tentative de saisir la réalité. Cette posture érigée en norme métaphysique est devenue l'ultime chemin pour traduire la vérité en science. La connaissance dans la période classique s'est limitée à celle des substances.

Le regard porté sur le réel par la mécanique classique décrivait un objet extérieur à l'observateur. Cela posait problème quant à la véritable connaissance de la chose. Le réalisme métaphysique avait toute son influence et son sens. Car pour les philosophes classiques, on ne peut véritablement connaître la nature du réel, sa connaissance est contemplative. Si l'essence de la matière émane d'une source éternelle, on ne peut prétendre avoir une pensée visant à établir une relation entre le sujet et l'être. Dans cette même perspective, la mécanique classique née de cette philosophie, ne pouvait donner une description intéressante de la réalité indépendante. Le courant positiviste définit que le contour d'une théorie de connaissance objective est basé sur l'objet matériel, son argument porte sur l'espace qu'il occupe, sa cause et sa temporalité. Dans ce sens, on peut relever que connaître, dans le sens objectif du terme, ne peut se rapporter à la substance parce qu'elle ne repose pas sur un cadre spatio-temporel.

Le rejet du réalisme métaphysique s'est imposé comme une nécessité parce que son projet de connaître le réel n'offrait pas d'espace au sujet connaissant la possibilité pour construire une phénoménologie de réalité métaphysique dans un cadre spatiotemporel comme ce fut le cas avec les composantes la mécanique classique. D'une manière générale, l'action de connaître dans le contexte classique suppose la capacité pour l'objet et le sujet d'établir une corrélativité via un acte cognitif. Il se trouve que cette faculté du sujet ne peut jouer le rôle d'unificateur entre le sujet et l'être. L'acte de cognition n'est pas en même de décrire la chose à l'état pur c'est-à-dire la description de l'essence des choses. Il s'agit là d'une connaissance relative, voilà pourquoi Emmanuel Kant postule une idéalité de l'extérieur.

Michel Bitbol se veut pragmatique, reprenant cette thèse de Emmanuel Kant au sujet de la connaissance relative, il poursuit un certain réalisme. Il justifie que sa position n'est pas réaliste au sens empirique et non pas métaphysique ainsi, affirme-t-il « *défendre l'existence de la matière ne suppose pas de sortir de la conscience de soi, même leur existence en eux-mêmes* »

*et indépendamment des sens ne sont pas extérieur en soi mais simplement se rapporte à une dimension de l'espace.»*³⁴² Cette position de Michel Bitbol sur la réalité extérieure se construit contre tout idéalisme dogmatique qui prétend que les choses peuvent avoir une existence propre sans toutefois interagir avec le sujet. Il rejette la thèse des Anciens qui vouaient à la nature un certain culte en rapport avec une transcendance auteur de toute chose.

Même si le temps et l'espace constituent le cadre *a priori* de la connaissance chez Emmanuel Kant, le sujet qui est *l'être situé* pour Michel Bitbol, revient à être confiné dans un endroit dans l'espace. La position de l'observateur dans ce contexte, se justifie par rapport à un point géométriquement déterminé. Il existe là une limitation dans notre prétention à prédire ce qui est extérieur à cet espace. Dans ce sens, invoquer un monde dans lequel notre situation est décrite comme isolée, consiste à appréhender ce monde comme relatif. Cette interprétation revient de nouveau à voir les choses comme extérieur parce que je peux seulement interagir avec les phénomènes de mon espace. Cette lecture est comparable à celle de la nature des atomes dont on ne peut avoir une connaissance parfaite s'agissant de la position.

Si nous pouvons seulement avoir la connaissance objective d'un objet comme une réalité locale, notre connaissance élargie pour les autres phénomènes de l'univers serait absolument de nature probabiliste. À ce sujet, Henri Poincaré confirme le caractère relatif dans la connaissance des choses extérieures et postule l'aspect aléatoire comme argument pour anticiper la compréhension des événements de la nature loin de notre espace. Aussi, souligne-t-il que « *les événements dépendent d'un réseau inexhaustible de circonstances, qui échappent aux êtres situés que nous sommes apparaissent ainsi aléatoire.* »³⁴³ Il s'agit là du problème de l'explication de notre incompetence à avoir une totale connaissance du monde et l'expression de notre finitude. Il n'est pas possible pour un observateur, d'établir une relation entre lui et tous les phénomènes de la nature. Ainsi, toute tentative de connaissance de la nature, fût-il par la pensée, bute sur notre capacité à déborder les limites qu'on cherche à mettre en évidence scientifiquement.

Michel Bitbol expose deux types de limites dans sa philosophie concernant l'être humain situé au monde : la limite contingente, c'est le genre où le débordement est opérant et la limite nécessaire ou constitutive. L'incomplétude de la prédictibilité est comprise comme trace immanente du caractère local de la connaissance d'une part et de l'indice crypté de notre

³⁴² Michel Bitbol, *De l'intérieur du monde : Pour une philosophie et une science de relations*, Paris, Flammarion, 2010, p. 197.

³⁴³ Henri Poincaré, *Science et Méthode*, Paris, Kimé, 1999, p. 72.

rapport cognitif avec l'extérieur, d'autre part. L'auteur de l'ouvrage intitulé *De l'intérieur du monde*, en s'appuyant sur les apories des postulats du réalisme métaphysique, montre l'incapacité du sujet à établir une relation directe entre lui et son objet s'agissant d'une connaissance absolue. Cet aspect des choses qui attribue une réalité aux phénomènes extérieurs a abouti à la constitution de la mécanique classique. De même, le sujet bute sur la limite constitutive de son incapacité à partir du rapport cognitif, d'établir une relation directe avec la transcendance.

Emmanuel Kant avait tenté d'apporter sa contribution à la théorie de la connaissance en faisant une distinction entre les phénomènes et les noumènes. La causalité pour lui ne peut intervenir dans les ordres d'êtres. La causalité que nous observons appartient à la sphère des phénomènes alors que les noumènes qui traduisent l'éternité échappent à celle-ci. Il assignait à notre esprit la charge de mettre en forme nos données subjectives des formes *a priori* de notre sensibilité et de l'entendement. Il pensait que notre esprit à la capacité de bâtir une image du monde extérieur et de nous donner en représentation. Cette position de Emmanuel Kant s'illustre comme une limite de sa théorie de la connaissance en ce sens qu'une simple représentation de la chose ne peut en aucun cas donner de façon explicite la nature de la chose.

Si on conçoit le réalisme en tant que la représentation d'une chose indépendamment de toute personne qui serait là pour l'observer, il est possible de dégager une certaine limite quant à la connaissance des phénomènes observés. Il peut distinguer que la partie n'est pas le tout. Ainsi, on peut se demander si la simple description du Soleil suffit pour savoir que sa lumière qui nous parvient naît de la combustion nucléaire des atomes d'hélium et d'hydrogène. Pour connaître l'origine de la lumière solaire, il faut établir une relation entre le soleil et l'observateur dans laquelle il y a une interaction entre les deux entités. C'est seulement à partir de cette relation qu'on peut prétendre parler de la connaissance du soleil.

La physique moderne, tenant compte des préjugés de la métaphysique classique, offre une possibilité pour la métaphysique quantitative, dans une perspective heideggérienne de connaître que les particules élémentaires se présentent sous forme du monde des étants et un monde des choses connaissables. Cette interprétation présente bien des similitudes avec les particules élémentaires qui sont à la fois onde et particule. On voit dans ce contexte les apories de la philosophie kantienne de promouvoir une métaphysique rationnelle. Dans une perspective réaliste elle voulait offrir un statut anthropologique à la transcendance. Dans un souci méthodologique, l'état des connaissances en ce moment ne donnait pas place à l'existence de la réalité non physique. En voulant se soustraire des préjugés classiques, le philosophe de

Königsberg tente de poser les bases en vue d'une métaphysique des sciences. Il soutient que les relations spéciales n'appartiennent pas aux choses en soi, mais aux phénomènes

Au contraire, la philosophie substantialiste établie une interconnectivité entre le phénomène et le noumène, La cosmologie d'Alfred North Whitehead, mathématicien de réputation internationale, prend à son actif les découvertes scientifiques de son époque. En prenant en compte les derniers développements de la physique quantique, à savoir le principe de superposition et celui d'enchevêtrement de la matière dont la nature est désormais sous l'aspect d'onde-particule, il propose un concept de *causalité élargie* susceptible d'influencer les noumènes ou la réalité en soi et les phénomènes en même temps la totalité des êtres de l'univers. Dans sa philosophie, la chose en soi est la substance et le phénomène est perçu comme accident. Il voit émerger une sorte de relation entre ces deux aspects de la chose séparée par Emmanuel Kant semble-t-il engluée par les idées déterministes. Alfred North Whitehead formule un refus explicite de la chose en soi par une philosophie qui promeut « *une détermination du processus de la mise en relation. Chaque entité se constitue dans sa concrescence et ensuite périt.* »³⁴⁴

Ce qui est perçu par Alfred North Whitehead comme une avancée a été déjà observé dans la cosmogonie africaine. L'Afrique traditionnelle semblait avoir découvert un lien entre l'objet et le sujet comme formant un tout inséparable. Elle semble avoir fondé une science sur l'ordre indépassable de l'univers visible mais aussi invisible. Pour la philosophie de l'Égypte pharaonique, l'Un était le principe initial qui traduisait la totalité. L'être humain était en relation directe avec les autres entités de la nature inerte ou vivante. Ils pouvaient ainsi établir une communication avec les phénomènes de la nature quelle que soit la distance. Dans cette perspective, il semblait dominer le temps et l'espace matériel.

Ce lien entre le sujet et l'objet était plutôt un élément de sa constitution et les autres composantes de l'Univers. L'approche africaine traditionnelle de la médecine semble bien en avancer sur la question et correspond aux postulats quantiques. Ils savaient, bien avant Albert Einstein que les composantes de la nature ont une énergie. Pauline Ledent ayant analysé les procédés médicaux des anciens kamites, qu'on définissait comme de la « magie », affirme que « *c'était en réalité une science qui avait ses paramètres propres.* »³⁴⁵ Les Anciens égyptiens

³⁴⁴ Marc de Lacoste Lareymondie, *Une philosophie de la physique quantique : Essai sur la non-séparabilité et la cosmologie de Alfred N. Whitehead*, Paris, L'Harmattan, 2006, p. 256.

³⁴⁵ Kwadwo Fernand Dabat-Chauleau, *L'Afrique noire le berceau de la médecine et de la chirurgie*, Paris, Anyjart, 2018, p. 93.

postulaient que le corps humain doit être en harmonie avec le cosmos de sorte qu'il serve de réceptacle. On décèle ici une dimension métaphysique qui s'apparente à l'existence d'un rayonnement cosmique dont les effets bénéfiques pouvaient être orientés sur tout être. La spécificité avec l'approche nouvelle de la métaphysique est que les éléments qui la caractérisent sont détectables et justifiables scientifiquement.

La séparation observée dans l'approche kantienne est héritée du dualisme cartésien de la matière qui a entraîné des conséquences énormes dans la perception de la réalité. Le scientifique Fritjof Capra dans sa réflexion, semble très remonté contre cette conception qui pour lui, a développé un retard sur plusieurs aspects de l'homme suivant l'approche occidentale. Aussi affirme-t-il : « *le dualisme cartésien et mécaniste du monde ont été à la fois bénéfique et nuisible. Ils ont réussi à permettre le développement de la technologie et de la physique classique mais ont eu des conséquences néfastes pour notre civilisation.* »³⁴⁶ La limitation de l'esprit cartésien qui avait construit la pensée sur l'aspect concret, palpable de la réalité, avait exclu du champ de la connaissance tout aspect invisible de la chose. On peut ainsi comprendre la prudence avec laquelle Emmanuel Kant formule sa théorie de la connaissance qui, elle aussi ne va pas perdurer. La réconciliation se fera avec la découverte des phénomènes des ondes électromagnétiques et la découverte des champs d'énergie par Michael Faraday.

Contrairement à la mécanique classique qui décrivait les objets sans le sujet, la connaissance du réel en mécanique quantique se voit améliorer dans ce sens que la science moderne offre les moyens de décrire le monde de la façon dont nous interagissons avec lui. De ce point de vue, l'épistémologie de la mécanique quantique semble développer une théorie parfaitement cohérente sur la réalité. Elle se veut une cosmologie visant à prendre en compte tous les phénomènes matériels et immatériels de l'univers. Le débat autour de la position réaliste traditionnelle semble ne plus fonctionner. L'objet quantique ne dispose pas d'une position locale dans l'espace, sa localisation est seulement perceptible comme une bulle de nuage. Sa connaissance n'est possible qu'après la mesure. Notre description du monde à la lumière de la physique moderne n'est rien d'autre que la relation que nous sommes capables d'établir avec les objets en présence. Il ne s'agit plus d'une représentation purement subjective, mais plutôt intersubjective pour tout sujet en possession du bon sens.

La mécanique quantique apporte une évolution dans l'interprétation de la réalité extérieure. Depuis l'atome fossile, l'univers est traversé par un rayonnement laissant un réseau

³⁴⁶ Fritjof Capra, *Le tao de la physique, op cit.*, p. 23.

d'influence non locale qui est détectable sur la surface de la terre par les télescopes. Elle offre la possibilité de servir comme témoignage que le sujet dispose des moyens de saisir le réel au-delà des limites constitutives. Hug Everett III, dans ce cas, accorde tacitement toute la priorité méthodologique à l'observateur non impliqué dans l'opération de mesure. Ici, il faut voir que le penseur met en valeur le système dynamique du réel quantique de Erwin Schrödinger dans son expérience de pensée du chat mort et du chat vivant. Selon lui, l'observateur éloigné que le processus de mesure prend tout la forme abstraite d'un développement temporel du vecteur d'état. Dans ce contexte, le vecteur d'état seul est pertinent pour décrire la réalité se présente sous forme de superposition et ne se réduit pas à l'un de ses termes mesurés. Ainsi, le réel se voit attribué une valeur objective mesurée et une valeur imaginée par l'observateur distant. Cette centralité de la connaissance autour d'un observateur marque la dépendance du réel.

3- La pertinence de la dépendance du réel à l'observateur

Le réel était perçu comme une entité fixe pendant la durée de l'expérimentation. Cette condition de localité était posée comme hypothèse de travail. Cette disposition avait conduit à donner de la crédibilité à la science classique. Le sujet avait seulement un rôle contemplatif et descriptif en l'endroit de l'objet. La connaissance de l'objet extérieur s'était développée avec la nature du jugement que le sujet pouvait apporter aux phénomènes de la nature. Dans ce sens, l'être humain pouvait expliquer la réalité sans la modifier. À ce niveau, pouvait-on parler véritablement d'une dépendance de l'objet à l'observateur ? Pour les philosophes classiques, la constitution des savoirs s'était mise en place progressivement par l'activité humaine. À partir des mythes, la religion, l'homme avait mis en place un système subjectif de connaissance basé sur les *aprioris* et des jugements qu'il avait sur ses rapports avec la nature. Il s'était rendu compte qu'il y avait des phénomènes de la nature qui se réalisaient sans faire appel à son action par exemple que la végétation pouvait produire de l'oxygène grâce à la fonction chlorophyllienne et que les fonds marins à travers les coraux étaient responsables de l'activité des organismes et micro-organismes marins, ces phénomènes sont loin d'être l'œuvre humaine.

L'aperçu général de la réalité pour l'observateur se limitait seulement à ce qui pouvait avoir une influence ou sur quoi nous pouvions avoir un effet particulier. Il s'agissait là de l'appréciation d'un phénomène matériel qui était l'expression du rapport entre le sujet et l'objet. Selon André Lalande, « *le réel est une chose, il diffère de tout fait illusoire ou fictif.* »³⁴⁷ La chose renvoie dans ce contexte à une présence effective, c'est-à-dire à ce qui est, à l'instant où

³⁴⁷ André Lalande, *Vocabulaire, technique et critique de la philosophie*, Paris, PUF, 2010, p. 900.

l'on parle. On parlera par exemple de la pluie ; il pleut traduit l'action de pleuvoir à l'instant présent. Pour le courant idéaliste, le réel était un rapport subjectif avec l'être.

Toutefois, l'approche du réel par les Anciens semblait avoir une description sur la totalité du réel. Pour la science classique, cet ordre des choses avait conduit à l'érection de la mécanique classique comme un type de savoir achever sur le réel. Dans ce sens, ses théories portaient un discours définitif sur l'ordre des choses de la nature. En revanche, la découverte de la physique moderne et surtout le principe la non inertie de Werner Heisenberg montrait que la connaissance du réel par les Anciens avait encore du chemin. Mais bien plus, que la connaissance du réel est une quête permanente. Le principe d'indétermination montre qu'on ne peut avoir une connaissance totale d'un phénomène de la nature. Toute tentative de saisir la réalité dans sa totalité se solde par un résultat probabiliste.

La spécificité de cette interprétation du réel est la prise en compte du sujet connaissant. Certes, tout effort de la mécanique classique visait l'exclusion de l'observateur en vue d'avoir un résultat exact. En réalité, aucun système d'information ou de connaissance ne peut s'auto décrire ce qui signifie qu'il y avait toujours la place du sujet dans le processus de connaissance. À ce sujet, Karl Popper expose sa théorie philosophique une conception indéterministe du monde dans son ouvrage *La connaissance objective*. Sa position est plus radicale que celle de Werner Heisenberg. Il semble établir une relation entre le sujet et l'objet. Aussi, affirme-t-il, « mon indéterminisme inclut la thèse que même la physique classique est indéterministe, [...] l'évolution s'effectue pour l'essentiel de façon probabiliste, dans des conditions ou des situations des problèmes qui changent constamment, et que toute solution à l'essai qu'elle réussit, crée une nouvelle situation de problème. »³⁴⁸ Cette conception de Karl Popper semble interdire une compréhension complète des processus de la vie. Aussi, l'auteur de *la connaissance objective* semble traduire par-là les apories de la finitude de l'être humain à saisir le réel.

Dans cette posture, Karl Popper reste rationaliste. Il dégage de sa théorie une attitude physicaliste de la matière à l'égard des phénomènes de la nature. On pourrait soupçonner sa sympathie pour l'observateur qui est acteur et auteur de la connaissance. C'est à ce niveau que sa philosophie prend tout son sens avec la physique moderne qui prend en compte la présence de l'observateur. Elle adopte une attitude objective et donne une formulation statistique. Seulement, il semble accorder peu d'importance à l'aspect ondulatoire de la matière. Aussi,

³⁴⁸ Karl Popper, *La connaissance objective*, Paris, Flammarion, 1998, p. 439.

cette impossibilité de saisir le réel constitue dans le sens classique une marge d'erreur. Sur le plan scientifique, l'erreur n'est pas seulement une insuffisance à décrire le réel. Elle milite en faveur du progrès et du renouvellement méthodologique des systèmes de connaissances. Avec la physique moderne, les principes classiques tels que la logique, de causalité et le principe de non contractions ne sont plus crédible. Il se trouve que dans la nouvelle approche du réel, le sujet modifie la perception du monde.

Karl Popper semble récuser tout le mérite dévolu à la mécanique classique qui excluait l'observateur du système de connaissance au profit des mutations apportées par la physique moderne. Ce regard confirme au sens large que la connaissance par rapport au phénomène de la nature ne peut qu'être parcellaire, qu'en revanche toute théorie sur les phénomènes de la nature est un rapport entre elle-même et l'objet. Il se dégage ainsi une certaine dépendance du réel au sujet connaissant. Par contre, il ne pense pas que l'insuffisance de compréhension face à la nouvelle conception de la nature onde particule est en quelque sorte l'expression d'une simple complémentarité au sens de Niels Bohr. Argument qu'il juge faible au regard de la description du réel.

La compréhension d'une théorie ressemble en réalité à la compréhension d'une personnalité humaine. Parfois on peut se rendre compte que l'auteur d'une théorie peut donner l'impression de ne pas bien comprendre son exposé. Quoi qu'il arrive, la production d'une théorie reste dépendante du sujet. On constate la pertinence qu'il y a dans la dépendance du réel à l'observateur. Dans cette interprétation, Karl Popper pense que la théorie d'Erwin Schrödinger ne traduit aucun paradoxe quant à la description de la réalité quantique. Bien que poursuivant une démarche déterministe, il postule pour une approche réaliste du réel. Etant donné qu'on peut connaître l'objet lorsqu'il présente une interaction avec le sujet. C'est dans cette perspective que la mesure dans le monde quantique justifie sa dépendance à l'observateur. Ainsi, au sujet de l'expérience de pensée de Erwin Schrödinger, Hugh Everett III y formule l'interprétation des états relatifs alors que Max Born, y fait une interprétation statistique. En fin de compte, les deux scientifiques aboutissent au même résultat.

La nouvelle configuration de la réalité physique est offerte par les savants de l'école de Copenhague. Elle prend en compte les avancées de la mécanique quantique. Dans une perspective réaliste, en relevant des insuffisances quant à la description de la réalité extérieure par la mécanique classique, postule pour la connaissance des objets avec lesquels on peut interagir. Les physiciens classiques ont longtemps entretenu un idéal d'achèvement du savoir, d'une théorie parfaite permettant de prévoir tout ce qui arrive, pouvant prétendre être vraie

représentation de la nature. La matière dans ce contexte est perçue comme une entité essentiellement locale et ne prenait pas en compte la position de l'observateur. Etant donné qu'aucun système physique ne peut s'auto décrire, l'idée d'évacuer le sujet du dispositif expérimental était une erreur entraînant pour conséquence une connaissance approximative du réel.

La pertinence de la dépendance du réel à l'observateur peut aussi avoir tout son sens dans le contexte classique. À la lumière de la philosophie kantienne qui confère à la constitution du savoir objectif, un cadre approprié correspondant à l'univers macroscopique, la physique classique semblait efficace pour qu'on puisse se comporter à son égard, comme si elle décrivait une réalité complètement indépendante de nous. Il s'agit ici d'un argument épistémologique. En réalité, toute description d'un phénomène physique est l'expression d'une interaction entre le sujet et l'objet. La mise sur pied de cet argument visait à convaincre et à expliquer l'efficacité de la science classique en faisant référence à des phénomènes essentiellement matériels.

Toute tentative de construire une théorie efficace pouvant décrire objectivement les phénomènes de la nature en dehors du sujet est pédagogique. En ce sens, que les lois de la physique classique sont vérifiées à l'aide des mesures permettant de confirmer ou d'établir des relations entre les paramètres. En réalité aucun phénomène ne peut être indépendant de l'observateur. Il s'agit là de faire comme si, cette proposition était vraie pour ainsi donner sens à la valeur de l'interprétation classique. Michel Bitbol à propos de la dépendance du réel à l'observateur postule que « *les structures de connaissance découlent des conditions de possibilité de former un savoir communicable et partageable par tous.* »³⁴⁹ Ceci est recevable pour la mécanique classique et même quantique.

En observant la mécanique classique, son caractère prédictif est fonction de son statut descriptif c'est ce qui lui confère sa pertinence. En revanche, avec la mécanique quantique, il se trouve que la prévision n'a de place qu'après l'opération de mesure. Cependant, il y a un contraste parce que tout l'appareil de mesure est macroscopique alors que l'objet mesuré est quantique. Voilà pourquoi on trouve que la mécanique quantique est entièrement dépendante des conditions d'expérimentation valable pour tous les observateurs. Car la mesure présente une dispersion des valeurs. À chaque mesure est affectée une probabilité.

³⁴⁹ Michel Bitbol, « physique quantique, apparence et réalité : échange de vues » In *Le monde quantique* Dir Bernard d'Espagnat et Hervé Zwirn, Paris, Materiologiques, 2014, p. 80.

Faisant suite à l'étude de la thermodynamique, à titre d'illustration, Ludwig Eduard Boltzmann en raison de l'incapacité à connaître toutes trajectoires des molécules de gaz, penchait pour une interprétation statistique. Plus tard, Niels Bohr va conférer à la mécanique quantique une interprétation statistique à cause du comportement des particules élémentaires. Dans cette perspective, Karl Popper affirme que « *Les méthodes expérimentales de la physique quantique sont désormais, [...] comme l'indique l'expérience concerné par les seules questions statistiques.* »³⁵⁰ Il faut voir dans cette interprétation le principe d'incertitude qui caractérise le réel.

Le principe de la non-séparabilité des systèmes quantiques semble relever d'un simple exercice de transcription théorique de l'intrication du vecteur d'état et l'observateur. Cet ordre des choses n'est possible que dans le contexte atomique. Car la réalité extérieure comme on le pensait ne peut donner une description objective de la nature des choses. En réalité, pour les Anciens cette position fut un argument épistémologique pour donner une certaine crédibilité à la théorie de la mécanique classique. Elle avait sa place seulement dans un cadre spatio-temporel bien défini. Ce qu'on peut relever est que, les Classiques ont pris en compte l'argument de la non séparabilité de la matière dans ce sens qu'il existe toujours un contact entre le sujet et l'objet. Il peut voir dans cette disposition une clause d'interaction dans le contexte classique.

B- DU PRINCIPE D'ÉGALITE ENTRE MATIÈRE ET ÉNERGIE

Ayant constaté qu'un corps en mouvement perd ou gagne de l'énergie, Albert Einstein réussit à établir un rapport d'identité entre l'énergie et la masse potentielle d'un corps en mouvement. Cette découverte affectera la conception de la matière et la physique en générale.

1- Le caractère d'onde ou l'énergie intrinsèque à la matière

La vie quotidienne nous tient sous l'emprise de l'énergie, cela est nécessaire car elle nous fait bien de vivre. Le référent macroscopique nous permet de tenir pour de vrais les objets observés. Cette conception de la réalité physique a été théorisée par Isaac Newton. Dans son projet de faire obéir l'ensemble de la physique à quelques lois rationnelles et cohérentes sur les événements de la nature, il tente d'expliquer les phénomènes de la nature en termes de corps solide, de quantité de mouvement, de constante et d'inertie régissant tout phénomène physique.

³⁵⁰ Karl Popper, *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot, 1973, p. 225.

Ses lois deviennent ainsi la clé de compréhension de la réalité physique. Cette interprétation se limitait à l'aspect matériel des phénomènes. La découverte de la théorie des quanta ouvre de nouveau le débat sur la nature de la réalité physique. Il se trouve que la lumière est composée de petit paquet appelé quantum. Contrairement à Isaac Newton qui se limitait à la matérialité des phénomènes de la nature, la particule élémentaire est composée d'une onde qui est une partie immatérielle et la particule concrète qui est la partie matérielle. Ceci semble être une facture oubliée, la mécanique classique ayant découvert le concept d'onde, n'a pas su allier cette double nature de la matière à la réalité physique.

La volonté de comprendre les phénomènes microscopiques remonte à Isaac Newton. A l'aide d'un prisme, il voulait savoir ce qui reste de la lumière blanche lorsqu'on fait passer un faisceau à travers un prisme. Il avait réussi à décomposer la lumière blanche, cette expérience avait permis de comprendre que la lumière blanche est composée de sept couleurs représentant les couleurs de l'arc en ciel. La spécificité est qu'à chaque couleur s'associe une fréquence. Il se trouve que d'autres fréquences non visibles ont été découvertes plus tard à l'instar du rayon infrarouge, non perceptible à l'œil nu et du laser. Il faut noter que ces travaux ont constitué un substrat matériel permettant de parvenir à la connaissance de la matière. Mais, aucun lien n'était établi de façon formelle entre la fréquence de la lumière et la matière. Ce n'est qu'avec les travaux sur les phénomènes électromagnétiques que le regard sur la réalité physique s'est vu amélioré. Max Planck à qui on attribue les mutations de la physique à travers la détection du rayonnement du corps noir, constate qu'un corps chauffé a une fréquence, cette détection a donné lieu à la découverte de la particule élémentaire qu'il a appelé le quantum.

Un retour est nécessaire sur le comportement des particules élémentaires. La découverte du quantum met en scène la présence de l'observateur. Suivant son dispositif expérimental à double fente, Thomas Young tente d'envoyer un photon sur son appareil, il opère ce constat, qu'en l'absence de l'observateur, le photon se comporte comme une onde, par contre lorsqu'un observateur se présente il voit plutôt une particule. La place de l'observateur devient plus que jamais importante dans l'interprétation des phénomènes quantiques d'où la fameuse question d'intersubjectivité. Car, dans le contexte quantique ce qui est valide pour un observateur, l'est aussi pour tous les observateurs. Toutefois, Louis de Broglie, à la suite des travaux de Werner Heisenberg, viendra jeter le pavé dans la marre s'agissant des phénomènes quantiques. Son constat est que la nature corpusculaire et ondulatoire s'étend aussi sur tous les autres phénomènes macroscopiques.

Ce regard nouveau porté sur la qualité des phénomènes physiques a pris aussi un autre coup avec les travaux d'Albert Einstein sur sa théorie de la relativité, il réussit à établir une relation d'égalité entre la matière et l'énergie. Héritier de la physique classique à tendance déterministe, sa remarque porte sur le corps au repos et en mouvement. Sa découverte change à tout jamais la nature de la réalité physique. Il démontre qu'un corps de masse quelconque, soumis à une vitesse constante, perd de l'énergie due à l'émission d'un rayonnement, au même moment perd également de la masse. Albert Einstein arrive à cette conclusion selon laquelle, si un corps en mouvement perd de l'énergie sous forme de rayonnement sa masse diminue systématiquement. Il y a dans cette découverte une relation entre l'énergie, le rayonnement, la masse d'un corps et la quantité de mouvement.

Pour comprendre ce revirement de situation observée en physique, il faut revenir à la conception de la nature de la matière par la mécanique classique. Un corps en mouvement à vitesse constante d'un point initial à un point final présente une variation d'énergie en fonction de sa quantité de mouvement. Cette variation d'énergie du corps en déplacement peut se constituer en perte ou en augmentation d'énergie. Dans une correspondance adressée à son fils Eduard, Einstein expose ses observations sur la nature des relations qui lie le rayonnement, et la masse. Aussi affirme-t-il : « *quand un corps émet un rayonnement, il devient plus léger, quand il absorbe les radiations, il s'alourdit. L'énergie cinétique, liée au mouvement, génère sa propre masse.* »³⁵¹ Albert Einstein tente de trouver un lien possible entre l'infiniment grand et l'infiniment petit, ceci fait suite à sa théorie de relativité générale dans laquelle le chercheur essaye de comprendre le comportement de la matière dans l'espace. Cette préoccupation l'amènera également à explorer le comportement et surtout la constitution de la matière à partir des éléments microscopiques, en partant des radiations solaires cela semble ne pas être perceptible car les photons qui composent la lumière sont des particules de masse nulle.

Il part du principe chimique selon lequel la matière est constituée de molécules, la molécule est composée d'atome. Dans un atome la masse se concentre beaucoup plus dans le noyau constitué à son tour de neutrons et les protons contenant les quarks. Ces composantes nucléaires sont solidairement liées par une force nucléaire puissante qui stabilise le noyau atomique par un constituant qui se comporte comme la colle appelée le gluon. Il s'agit là de l'interaction forte qui est la force puissante de la nature. Toutefois, il existe un mouvement à l'intérieur du noyau ou les composantes s'entrechoquent et s'annihilent entre elles et se

³⁵¹ David Blanco Laserna, *L'espace est une question de temps : Einstein et la relativité*, Paris, RBA, 2013, p. 83.

réduisent en masse. Par cette étude, nous comprenons que la masse d'un corps provient exclusivement des particules élémentaires qui le composent. Aussi, suivant le type de rayonnement nous subissons, nos corps s'exposent à la perte ou au gain d'énergie en fonction des conditions extérieures.

En faisant des conjectures sur le comportement de la matière dans l'espace interstellaire au sujet de l'existence des ondes gravitationnelles, pour lui la modification de l'espace métrique influence nécessairement le comportement des objets dans l'espace. Ces ondes sont d'origine stochastique car, il est difficile de prévoir de façon formelle l'instant d'émission ou du choc. Il projette que ces ondes seraient le résultat du choc entre deux trous noirs. Il se trouve qu'au moment où le scientifique avance cette hypothèse, aucun dispositif expérimental pouvant justifier son argument n'existe. Seulement, leur découverte plus tard par des moyens techniques prouve que de façon intuitive, Albert Einstein avait réussi à ouvrir une nouvelle fenêtre sur l'observation de l'univers. À l'aide des satellites, les scientifiques découvrent que la source d'émission des ondes gravitationnelles résulte d'un système binaire d'observation.

La question de la nature de la matière est toujours d'actualité. Une étude de *l'Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences* de 2018 en a fait son cheval de bataille. L'exposé de Françoise Balibar revient sur le sujet pour montrer qu'il existe une relation entre l'onde, la matière et l'univers. La mécanique classique n'avait pas réussi à établir le lien ceci à cause de la nature de l'espace géométrique euclidienne qui était au centre de sa méthode. La mécanique quantique, au contraire, à lever le voile en mettant en évidence la géométrie non euclidienne aussi en faisant la jonction de la théorie de la relativité et la mécanique quantique. L'hypothèse de George Lemaître selon laquelle l'univers serait né d'une collision entre la matière et l'antimatière en produisant une énergie importante, dont la diffusion par rayonnement est à l'origine de la constitution de notre univers, prouve à suffisance que l'onde est en réalité une énergie intrinsèque de la matière et en fonction de sa composition atomique.

Albert Einstein ne voyait pas les choses de cette façon, il considérait le rayonnement comme une symétrie de la matière. Il convoque pour cela le principe de conservation d'énergie et considère l'émission ou l'absorption en tant qu'objet théorique indépendante. Il ne trouve pas de véritable relation entre l'onde et la matière. Cependant, il oublie que la nature du rayonnement est produite par la force nucléaire en mouvement dans le noyau atomique. Pour avoir eu la maîtrise du mouvement quantique, il se trouve que dans son sens, la diminution ou l'absorption implique la mise en action d'une force propulsive. On voit ici qu'Albert Einstein est resté prisonnier des théories dérivées de la mécanique classique dans ce sens que les corps

en mouvement sont préalablement en situation de repos, voilà pourquoi il a eu l'idée d'une force propulsive qui engendrerait l'émission ou la perte d'énergie, et par ce fait, le rayonnement. Pour ce scientifique, le regard nouveau des lois de la mécanique quantique n'était pas encore convainquant, c'est pour cela qu'il trouvait cette théorie contradictoire.

Le lien entre le rayonnement et la matière pour les Anciens était traité de façon métaphorique en ce sens qu'ils ne voyaient pas une relation possible entre le visible qui est la matière et l'invisible qui est le rayonnement. Partant de la découverte de la théorie du champ de Michael Faraday et des forces électromagnétiques, ces scientifiques ont établi une proximité entre l'onde et la matière, ils postulent que le rayonnement est un sous-produit de la matière. Un débat surgit alors autour de l'antériorité de la matière à l'onde. Pour Françoise Balibar, la matière se comporte comme de l'électricité en ce sens qu'elle est en perpétuel mouvement d'oscillation dont *ipso facto* en rayonnement. Dans sa nouvelle théorie, elle affirme que « *le rayonnement porte la marque indélébile de la matière qui la produit : non seulement le rayonnement n'existe pas avant lui-même, sans la matière, mais de plus, il fonctionne comme révélateur de la structure interne de la molécule.* »³⁵²

Cette nouvelle disposition de la mécanique quantique rejette l'hypothèse de l'existence d'une réalité extérieure en ce sens que le rayonnement émis ou absorbé est donc ce par quoi la matière se fait connaître. Il s'agit d'une relation de contact sans laquelle on ne peut rien dire sur les phénomènes extérieurs. Françoise Balibar traduit de façon anecdotique que « *le lion se reconnaît par ses griffes* »³⁵³ ainsi poursuit-elle, « *le rayonnement est ce que la molécule laisse filtrer de son intimité, exporte en dehors d'elle-même, sa marque en quelque sorte, que ce soit quand l'atome est isolé ou quand il baigne dans le rayonnement.* »³⁵⁴ Il est ainsi aisé de conclure que l'onde qui se propage dans la nature, produit une énergie en fonction de la constitution atomique de la matière qui l'a initiée. À cet égard, l'onde ne peut préexister avant la matière au regard de la force nucléaire qu'incarne le noyau atomique.

Notre observation sur le monde macroscopique présente des phénomènes apparemment statiques, perceptibles par tous. En réalité, le monde tel qu'il se présente est constamment en mouvement. Cette pseudo stabilité perceptible sur le plan macroscopique est présentée par les physiciens par la décohérence. En convoquant le concept de décohérence c'est pour montrer

³⁵² Françoise Balibar, « La seconde année miraculeuse d'Einstein », in *Ondes matière et univers : relativité générale, physique quantique et applications*. dir Académie Européenne Interdisciplinaire des sciences, Paris, EDP sciences, 2018, p. 29.

³⁵³ *Ibid.*, p. 30.

³⁵⁴ *Id.*,

qu'il n'a pas de stabilité s'agissant les phénomènes physiques. La description classique faisant des corps une réalité locale était dans une certaine mesure un argument méthodologique. On peut donc conclure que tout corps en mouvement ou non émet un rayonnement. Il se trouve que c'est au moment de la mesure qu'on s'aperçoit qu'un corps est stable. La physique moderne montre qu'il y a toujours une perturbation lorsqu'on procède à la mesure. Ceci traduit en réalité qu'aucun corps n'est isolé.

Dans cette perspective, pour apporter sa contribution dans la compréhension de la nature de la matière, Serge Haroche s'appuie sur l'hypothèse de Erwin Schrödinger attribuant à la matière une dimension relevant de la philosophie parménidienne à savoir le chat mort, le chat vivant. *L'être est, le non être n'est pas*. Il se dégage dans l'affirmation de l'existence de l'être une consonance en rapport avec la temporalité. C'est dans l'espace et le temps qu'il est possible de parler objectivement de l'être. Quant au non n'être, il ne nous revient pas de parler objectivement de sa non existence. De notre point de vue, ce sens ne traduit pas son néant, mais un caractère non perceptible par l'entendement. De manière expérimentale, Serge Haroche et son équipe a réussi à mettre en évidence les interférences résultantes de la superposition quantique des états. Dans son étude il a réussi à observer les atomes et de voir en direct le passage du monde classique au monde quantique.

Il s'agit dans ce contexte de la perte ou du gain d'énergie. En réalité, un atome qui perd de l'énergie perd totalement son rayonnement et disparaît dans le vide. En retour en gagnant de l'énergie, il devient lourd et devient visible dans le monde macroscopique. Si la matière visible laisse filtrer l'onde comme faisant partie de son intimité. Nous ne savons rien de ce que devient l'atome qui disparaît dans le vide, est-ce que son rayonnement disparaît à cause de sa non-détection. Nous ne pouvons répondre par l'affirmative. Etant donné que c'est la mesure qui nous permet de dire que l'atome a perdu de l'énergie donc il n'émet plus de rayonnement. Ce qu'il y a lieu de relever comme conséquence est la disparition de la masse. Dans une certaine mesure, le rayonnement perdure à l'échelle quantique. Il s'agit là d'une réalité dont les moyens physiques disponibles ne facilitent pas la détection, la mort d'une particule élémentaire ne pourrait en aucun cas signifier l'anéantissement. Car il est établi que le vide n'est pas vide, il est composé d'une activité intense au-delà du mur de Planck.

Une interprétation plus actuelle semble attribuer à la préexistence de l'onde sur la matière. Contrairement à l'idée selon laquelle, l'onde est l'énergie intrinsèque de la matière. Cette hypothèse semble plutôt traduire une certaine persistance de la matière qui à son sens va trouver une stabilité. Le prix Nobel de physique 2020, apporte un regard nouveau sur la

constitution de l'univers. Interrogé par le quotidien britannique *the telegraph* Sir Roger Penrose affirme que « *Cette grosse explosion survenue, il y a environ 15 milliards d'années et qui serai à l'origine du temps, de l'espace et de la matière n'est pas été la première à s'être produit.* »³⁵⁵ Notre univers est en expansion permanente, il pense que notre univers continuera à s'étendre jusqu'à la désintégration totale de la matière laissant ainsi place à un tout nouvel univers. Cette hypothèse pour lui, symbolise l'entrée dans un cycle infini ou l'éternité.

Pour juger l'apport philosophique de l'onde comme énergie intrinsèque de la matière, cela peut permettre de comprendre que dans les mutations qui existent par l'absorption ou l'émission d'énergie. Ceci traduit que le sujet qui subit le rayonnement cosmique montre qu'il existe un lien entre ces particules et tous les corps, aussi pouvons-nous remarquer que la disparition d'un être humain n'est autre que le résultat de la perte de son énergie. Cette diminution de l'énergie est en quelque sorte la diminution de la masse comme nous l'avons mentionné n'est pas l'anéantissement du sujet. Certes, cette diminution qui entraîne une désintégration de la matière sur le plan macroscopique donne lieu à l'évolution vers le vide. À ce jour, on note une probable détection par un spectre électromagnétique des personnes disparues. Ceci confirme le travail scientifique de Serge Haroche qui, par des moyens techniques, a réussi à vivre les transferts des atomes du monde microscopique vers le monde quantique.

2- Le principe de la discontinuité une expression de la fonction d'onde quantique

Un corps en mouvement peut être en situation d'absorption ou de perte d'énergie. Cette variation affecte systématiquement sa masse. Les travaux d'Albert Einstein ont montré qu'il existe un rapport d'égalité entre l'énergie et la masse d'un corps. La mécanique classique avait envisagé une certaine conservation entre la masse et l'énergie, c'est pour cette raison que Lavoisier pensait que rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. Cette approche explicative ne pouvait plus tenir dans le contexte de la physique théorique. Car, en fonction du type de rayonnement, un corps peut avoir un niveau d'énergie. Cette variation induit en même temps une variation d'état de la matière engendre la variation de la fonction d'onde de celle-ci, qui est en quelque sorte une fonction d'état. C'est-à-dire, quel que soit le degré de variation de l'énergie ou de la matière, la fonction d'onde reste identique. Au même moment où l'énergie varie, l'onde varie aussi en fonction de sa fréquence. À partir des travaux scientifiques, Niels

³⁵⁵ Sarah Knapton, *Roger Penrose pense avoir des preuves d'un univers avant le big bang*, the telegraph, 6 octobre 2020, 7h43.

Bohr a observé qu'un corps peut avoir des niveaux d'énergies distinctes en fonction des radiations, il déclare que : « *l'énergie que peut avoir une particule élémentaire est forcément discontinue comme des barreaux d'une échelle.* »³⁵⁶

De manière générale, on peut observer, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle, l'énergie chimique, l'énergie électromagnétique. De quoi s'agit-il ? Pour comprendre cet ordre des choses, il faut remonter aux travaux de Louis de Broglie qui affirmait que ce qui est valable au niveau atomique l'est également pour toute la matière. Or, l'énergie de la matière n'est rien d'autre que l'expression de la dynamique à l'intérieur du noyau atomique qui change d'état suivant la nature de la pression extérieure. L'hypothèse de Erwin Schrödinger sur la composition de la matière, semble traduire de façon concrète le principe de discontinuité de celle-ci avec l'état d'un chat qui est mort sur le plan invisible qui est l'expression de la nature d'onde et du chat vivant sur le plan macroscopique. À ce niveau, il y a seulement un changement de l'état du corps, mais la matière reste à la base avec ses mêmes composantes.

L'évocation du principe de discontinuité de la matière en physique fondamentale met en scène un déterminant, à savoir l'énergie. Dans le contexte classique, l'énergie était l'expression d'un travail. Pour soulever un poids par exemple il faut fournir un travail, c'est-à-dire une force qui n'est rien d'autre qu'une énergie libérée. Le travail comme le produit de la force par le déplacement. La physique moderne, par contre, a donné l'opportunité de voir que la matière est à la fois onde et particule. L'échange d'énergie avec un corps peut de façon systématique modifier sa constitution atomique. Selon Ernest Rutherford, la masse d'un atome provient de son noyau. Cette considération pouvait promouvoir le principe de conservation d'énergies. Il se trouve qu'en fonction du type de pression extérieure, les particules subatomiques se modifient pour donner à la matière un autre état nouveau. Certes, dans le contexte classique l'observation directe permettait de décrire les corps en situation de mouvement ou de repos. Mais, ne parvenait pas à la connaissance véritable de l'objet décrit parce que détenteur d'une réalité indépendante.

La physique quantique ouvre une nouvelle ère qui remet en question les acquis antérieurs, en imposant des concepts qui heurtent notre sens commun c'est-à-dire les habitudes prises avec la physique classique du XIX^e siècle, qui puisait ses origines dans des mythes médiévaux. Le dépassement de la science classique s'ouvre également sur une métaphysique quantitative. Cette ouverture donne les moyens de quantifier les éléments non visibles à l'aide

³⁵⁶ Claude Allègre, *Un peu plus de science pour tout le monde*, Paris, Fayard, 2006, p. 147.

des outils mathématiques. Le principe de la discontinuité de la matière traduit à juste titre le caractère métaphysique de la particule élémentaire dont la partie abstraite qui est la fonction d'onde ou le vecteur d'état est mesurable. Une particule élémentaire est constamment en mouvement non linéaire. Ce déplacement entraîne l'émission d'un rayonnement qui à chaque instant peut être détectée, voilà pourquoi on pense que la discontinuité est l'expression de la fonction d'onde. Il se trouve que le rapport entre le sujet et le réel se limitait en un rôle contemplatif, telle était la conception classique. La mécanique quantique au contraire a apporté de l'innovation à l'interprétation du réel en science avec la recentration du sujet comme prolongement de l'objet.

La discontinuité se rapporte aux changements des propriétés physiques ou chimiques auxquelles est soumis un corps. Ainsi, la matière peut prendre différents états en fonction du type de rayonnement qu'elle reçoit. En 1865, Rudolf Clausius, pour caractériser la transformation de la matière a inventé le concept d'entropie. Il s'agit du degré de désorganisation ou d'imprédictibilité du contenu en formation d'un système. L'entropie est l'énergie de dissipation d'un système. À titre d'illustration, la discontinuité peut être observée sur la molécule d'eau. L'eau est composée d'une molécule d'oxygène et de deux molécules d'hydrogène. Elle peut se présenter à l'état solide, liquide ou gazeux. À chaque moment son rayonnement diminue ou augmente en fonction de l'énergie engagée pour ce changement.

Cet état de choses a été observé sur la nature de la lumière. Il a été prouvé par Albert Einstein, à partir du principe d'effet photoélectrique, que la lumière est composée de petites particules qui vibrent et émettent des ondes. Avec la mécanique moderne, notre compréhension de la réalité physique s'est considérablement améliorée. Le monde quantique grouille de champ et de force, de fluctuation. Ces phénomènes s'accompagnent systématiquement d'onde. Il se trouve que la constitution de la matière met en scène une certaine énergie qui favorise la liaison des éléments atomiques. Il s'agit là de l'enthalpie qui est l'énergie de formation d'une réaction chimique. Cette énergie est dépensée pour assurer un changement d'état interne d'un système. C'est le cas de la molécule d'eau. Les Anciens considéraient la matière comme un tout inséparable ; cependant les progrès observés en chimie et plus tard en physique, ont permis de comprendre que la matière ne se limite pas seulement à ce que nous renvoie les sens.

Le phénomène de discontinuité de la matière touche globalement toutes les composantes physique et non physique de l'univers. Sur le plan géologique par exemple, les composantes pédologiques subissent une altération météorique ou hydrothermale. Les intervenants ici sont les agents physiques ou chimiques naturels. L'altération météorique est la transformation

complète ou partielle de la roche accompagnée par des changements de leur couleur, texture, dureté, ou forme sous l'effet des agents météoriques comme la pluie ou la température. Par contre l'altération hydrothermale est due à la circulation du fluide hydrothermal. Il s'agit là des substances à température élevée. Les deux types d'altération mobilisent l'énergie libre qui est la combinaison de l'enthalpie et de l'entropie. Cette désagrégation des roches peut être mécanique ou chimique. Dans les deux cas, elle traduit le principe de discontinuité parce qu'elle met en action la transformation des constituants élémentaires. Ce changement d'état sous l'influence de température s'accompagne de son vecteur d'état.

La nouvelle nature de la matière observée dans la mécanique quantique semble étrange à l'observateur au regard des lois de la mécanique classique. La conception d'une physique de cette réalité dont les lois sont de nature probabiliste ne convainc pas certains penseurs. Albert Einstein au premier chef, mais aussi Louis de Broglie qui s'insurge sur la question de l'absence de trajectoire. Cette représentation n'avait pas été jugée recevable car elle croyait à l'existence d'une certaine linéarité dans le mouvement de la particule. À ce niveau, il a envisagé un concept nouveau pour résoudre le problème de l'absence de trajectoire à savoir *l'onde pilote* qui est sensée guider l'atome dans son parcours. À ce sujet le principe de discontinuité n'a pas besoin d'onde de guide parce qu'il n'obéit pas aux lois de causalité mais bien plus, accorde un comportement innovant à savoir le saut quantique. Une particule élémentaire n'évolue pas suivant un cheminement logique et linéaire comme le prétendait la mécanique classique sur la trajectoire d'un corps. Elle évolue suivant une trajectoire aléatoire.

La nature de la matière semble statique suivant la logique macroscopique, À la genèse de la mécanique quantique, le double statut de la matière onde particule ne faisait pas l'unanimité. Certaines scientifiques postulaient que la mécanique quantique était inachevée. La découverte de la décohérence a permis de sauver la mécanique classique dans ce sens que les objets macroscopiques stables d'apparence sont soumis à une oscillation constante. Ainsi, les objets macroscopiques ne sont jamais pour nous, dans les états supposés. Les mystérieuses superpositions quantiques s'évanouissent d'autant plus vite que l'objet est gros. Cette superposition traduit de manière subtile le statut ondulatoire qui est une valeur intrinsèque régissant toute la matière. Selon Serge Haroche, il s'agit de voir en cette dynamique, le requiem de la théorie de Erwin Schrödinger qui concevait distinctement un monde macroscopique à part et un monde quantique. Cette hypothèse peut être perçue comme une fiction méthodologique pour comprendre la réalité physique à l'échelle de Planck. En somme, il n'y a pas une séparation possible le monde physique et la réalité quantique coexiste mutuellement.

Si le monde quantique nous semble comme une réalité lointaine, parce que sa manifestation se situe à une échelle qui n'est pas la nôtre ou que nous ne sommes pas habitués à fréquenter. Cela ne peut pas donner l'occasion de considérer le monde classique comme ayant une réalité intrinsèque. Dans le même sens, nous pouvons déduire que la mécanique newtonienne ne décrit pas exactement le monde tel qu'il nous paraît être. Il s'agit là d'une illusion de notre système de représentation des choses dans le monde physique. Le principe de discontinuité montre que la réalité quantique s'exprime toujours en fonction de son vecteur d'état quel que soit les modifications physico-chimiques. L'eau par exemple change d'état solide, liquide ou gazeux cela justifie qu'à l'intérieur du noyau atomique de cette molécule se modifie en fonction de la quantité de chaleur auxquelles elles sont soumises. Ceci peut diminuer le rayonnement mais il ne peut disparaître totalement.

Notre univers émerge de l'atome fossile. Il se trouve qu'à la base nous avons seulement affaire aux rayonnements à une température très élevée soit 10^{45} degré aucune réalité ne pouvait se constituer à ces premiers moments ou l'évolution erratique connu sous le nom de chaos dominait l'espace. Suite à cette expansion, les radiations se refroidissaient en favorisant la formation de la matière de l'espace et du temps. Le rayonnement fossile qui est à la genèse de la matière. Si la matière s'est constituée à un moment donné de l'univers ceci signifie qu'elle peut également disparaître. Il s'agit là, de l'hypothèse du prix Nobel de physique 2020, Roger Penrose. La matière constituant notre univers va se désintégrer pour constituer un univers infini sans matière. Cet univers infini sera seulement composé d'onde semble-t-il. L'étude des composantes chimiques des atomes montre que les plus vieux atomes se désintègrent avec le temps. Cette désintégration porte le nom de demi-vie ou environ 50% des atomes se désintègrent. Selon Jean Staune « *la demi-vie de l'uranium 235 est d'un milliard d'années. Celle de l'uranium 238 est de 6,5 milliards d'années.* »³⁵⁷ Ces changements observés dans le noyau atomique de l'uranium montrent une fois de plus que le principe de discontinuité est lié à la masse du noyau atomique.

La dynamique observée dans l'interprétation du réel dans le cadre de l'infiniment petit ou de l'infiniment grand donne lieu de revoir certaines conjectures avancées pour comprendre la matière. La mécanique quantique montre qu'on ne peut pas formellement diviser l'univers. À ce niveau, l'hypothèse de Hug Everett III relative à la théorie des mondes multiples pourrait juste se limiter comme théorie de connaissance. Le scientifique a imaginé un contexte où les

³⁵⁷ Jean Staune, *Notre existence a-t-elle un sens : enquête scientifique et philosophique*, op. cit., p. 144.

composantes de la nature pouvaient être distinctes. Il s'agit de pouvoir quantifier les éléments microscopiques. Ses conclusions à ce sujet aboutissaient sur des états relatifs ce qui signifie qu'on ne peut saisir le réel en totalité. En réalité cette tentative de saisir le réel abouti à l'effondrement de la fonction d'onde. C'est-à-dire l'onde semble avoir cédé la place à la particule. Cette impossibilité de mesurer la totalité du réel est en quelque sorte la manifestation du principe de discontinuité. La mesure n'est rien d'autre que la réduction du vecteur d'état qui en tout leur reste constant. Dans cette perspective, il est aisé de conclure qu'il n'est pas possible de formuler une théorie définitive sur le réel.

3- Vers une connaissance indéfiniment ouverte à la falsification méthodologique

La théorie de la connaissance n'est pas un long fleuve tranquille, elle est jonchée d'embouches de mutations et de révolutions qui, parfois peinent à prendre corps. L'humain, au centre de ces changements augure au cours de l'histoire des sciences en fonction de ses besoins et ses projets dans la perspective de connaître, un regard nouveau la conception du réel. La science physique supposait pendant la période primaire que l'humain était capable d'atteindre le tréfonds des choses. Mais elle ne nous disait pas en général en quoi consiste ces choses ni quels sont les chemins donnant l'assurance d'y parvenir. Pour les Anciens, la connaissance tire son fondement des mythes, de la religion et même de la culture. Cette approche première de la réalité, peu crédible n'avait pas facilité la mise en place d'une connaissance objective en science d'où l'ouverture dynamique se rapportant à la rectification des méthodes en sciences.

Un regard panoramique sur l'histoire de la philosophie permet de retracer les grandes articulations. Les présocratiques ont contribué à la mise en place d'une théorie rationnelle du réel. Ils postulaient que par la raison, l'homme était capable d'atteindre le tréfonds des choses. La méthode utilisée était contemplative, ils laissaient croire qu'on ne peut atteindre la réalité des choses que par une ascension vers le monde intelligible, c'est-à-dire la possibilité de quitter le monde sensible vers le monde des Idées pour contempler le Vrai. Cette théorie platonicienne a été reprise par Thomas d'Aquin et St Augustin a été perpétuée dans le milieu ecclésial pour promouvoir une théorie selon laquelle, la réalité émergerait de la Providence. Cette dernière n'avait pas favorisé la promotion d'une réalité matérielle. La rupture entre la conception mythique et ecclésiale a donné lieu à la mise en place d'une théorie épistémique basée sur l'observation et l'expérimentation, avec à la clé, la mise en place de la méthode comme facteur de réussite pour le développement de la science classique. Il s'agit là d'une première phase qui se présente comme falsification avec une réalité déjà constituée.

En marge de l'approche idéaliste promu par Platon, Aristote son disciple avait postulé pour une démarche expérimentale, convaincu de ce qu'il n'est pas possible de soumettre le réel abstrait c'est-à-dire le monde des idées à une étude expérimentale, manifester sa préférence sur la réalité sensible. Selon lui, l'élément matériel susceptible d'être soumis à l'observation et à l'expérimentation. Mais Aristote ne s'est pas beaucoup éloigné de son maître. Ses théories sont restées déterministes fondées sur le principe de l'immanence. Il avait la prétention que le monde est divisé en deux : le monde sublunaire et le monde infra lunaire tout cela était couronné par l'existence d'une causalité universelle. Avec Aristote on peut comprendre que sa démarche était proche de la méthode scientifique en ce sens qu'il voulait donner une explication des phénomènes de la nature et par là, pouvoir atteindre leurs causes réelles.

À l'opposé de cette conception idéaliste des phénomènes de la nature, une autre approche de la mécaniste physicaliste s'est développée pour donner sens à l'origine des choses. Il s'agit des penseurs des îles ioniennes. Ces savants ont à leur tour ont tenté de répondre à la préoccupation de l'origine des choses. Ils avaient structuré l'existence des phénomènes de l'univers sur les états de la matière. Pour certains, l'eau, l'air, le feu ou la terre sont les composantes essentielles de l'univers. Mais, Démocrite et Leucippe ont à leur tour imaginé l'atome comme l'élément fondamental de la nature. Toutefois cette approche physicaliste et mécaniste du réel postule un ordre dans la nature sans lequel, elle n'a pas de lois physiques possibles. La physique classique postule aussi que l'ordre des choses est intelligible et qu'on ne pourra en extraire des relations dont la constante se manifesterait en tout point de l'univers. Cette position métaphysique adoptée par des physiciens classiques est semblable à celle des grands scolastiques du XVIII^e siècle pour lesquels « *le réel existe indépendamment de la pensée et est pleinement, intégralement intelligible par ce qu'il a été créé par une Pensée qui n'est pas la leur. Il est constitué par une pensée en sorte que tout est intelligible dans l'Univers et dans la nature.* »³⁵⁸

La construction d'une réalité physique depuis l'Égypte pharaonique se rapportait à la maîtrise de l'espace géographique. Il se trouve que les agriculteurs s'en sont servis pour le partage des abords du Nil pendant la période des crues. La méthode utilisée se basait sur la géométrie euclidienne. Dans cette même perspective et se rapportant à la méthode de la gestion de l'espace des Anciens, Galilée en son temps va tenter d'appliquer ces méthodes sur le mouvement des astres pour tenter de répondre objectivement à l'origine des choses. Ses

³⁵⁸ Claude Tresmontant, *Les métaphysiques principales*, Paris, O.E.I.L., 1989, p. 27.

résultats scientifiques sur le géocentrisme, bien qu'en opposition avec la politique de l'Église constituera un argument pour rompre avec la domination ecclésiastique au sujet de la compréhension des lois de l'univers. Il recevra plutôt la fureur de l'autorité religieuse qui trouvera son approche hérétique et inculte en vers les lois divines devenues un dogmatisme statique.

Cette question de l'espace sera également reprise par le philosophe français René Descartes dans ses travaux sur la physique. Sa théorie est devenue le ferment d'une idéologie matérialiste dans la pensée occidentale. Au sujet de la nature fondamentale des choses, il soutenait que ce qui existe est divisé en deux : « *les choses occupants des emplacements dans l'espace tridimensionnel* » d'une part et « *les choses entités pensantes* », de l'autre. Cette dualité cartésienne a préparé le terrain aux développements scientifiques à venir et l'abandon des méthodes peu fiables sur le réel. Sa théorie philosophique a donné lieu à la réalité d'être divisée en trois types de choses : les propriétés physiques, les réalités mentales et les entités pensantes. Les propriétés physiques permettent de décrire les objets matériels dans le temps et dans l'espace. Les réalités mentales incluent les pensées, les sentiments et les idées. Une entité pensante est une chose qui fait l'expérience, vit ou ressent la réalité mentale.

Si la théorie philosophique cartésienne connaît bien du succès sur l'aspect mécaniste et physicaliste, c'est parce qu'elle contribue à jeter les bases d'une méthode objective en science. Aussi elle marque l'entrée en scène de l'action du sujet comme auteur de la réalité. Il se trouve que s'il est difficile de formuler une matérialité entièrement autonome aux entités pensantes, l'humain est, au moins, par des efforts mentaux, capable de produire des idées pouvant faire progresser notre représentation sur le monde. Cette posture du philosophe qui retombe dans l'idéalisme semble plutôt répondre à la domination de la pensée unique moyenâgeuse. L'activité du cogito comme première certitude trouve sa crédibilité sur l'autonomisation qu'il veut avoir vis-à-vis de l'autorité religieuse comme garant de l'activité scientifique et politique. Le cogito est l'expression de la liberté du sujet. René Descartes veut montrer qu'il n'est pas sous l'emprise de la toute-puissance de l'Église. Sa démarche vise à éviter le courroux du Pape qui avait infligé à Galilée sa condamnation.

En marge de l'ontologie galiléenne et cartésienne, Emmanuel Kant a construit une théorie philosophique de la connaissance qui viendra révolutionner l'image de la science. Il souligne l'impossibilité pour notre entendement d'atteindre les *choses en soi*, marquant ainsi la limite des capacités de notre esprit à connaître le réel. Pour lui, la connaissance commence par les sens. Cela n'est possible que dans le temps et l'espace. Dans cette perspective, Emmanuel

Kant circonscrit les choses connaissables et se rend compte que les noumènes échappent à la logique du temps et de l'espace, voilà pourquoi il estime que cet ordre de chose n'est pas accessible par l'entendement. La connaissance des faits est fécondée par un seul type de certitude qui est donné par la science expérimentale. Pour la physique, le physicien doit se tenir près des données de l'expérience et à renoncer à toute forme de raisonnement *à priori*.

Cette approche kantienne a favorablement influencé Isaac Newton dans la mise en place de sa mécanique. Il récuse la méthode aristotélicienne de l'explication des choses par la recherche des causes qu'elles soient premières ou finales. La connaissance repose sur la maîtrise et la position de l'objet perçu localement, telle sera l'approche newtonienne de la connaissance. En plus de cette méthode, la philosophie de Wittgenstein apportera plus de crédibilité dans la formulation des énoncés avec la logique du langage. Son approche influencera la théorie de la connaissance. Selon lui, n'est scientifique que ce qui est vérifiable et n'est vérifiable ce qui est observable. Depuis la théorie des Anciens sur le réel, des mutations ont été observées dans la perspective de rendre le réel saisissable par l'humain. En fin de compte, il se trouve que les multiples tentatives du sujet de saisir le réel extérieur s'étaient soldées par un résultat parcellaire.

La difficulté d'attribuer aux réalités mentales une représentation rationnelle dans le cadre de sciences à la fin du XIX^e siècle constitue le point de rupture avec la pensée classique. Ils s'agissent des choses qu'on ajoute simplement parce que nous savons qu'elles existent dans notre conscience, mais qui sont totalement déconnectées de nos représentations physiques du monde. À ce niveau, notre position semble avoir été réduite à l'état d'automates mécaniques, parce que la Providence avait envisagé tout ce qui est nécessaire pour notre être au monde. En revanche, des expériences réalisées au début du XX^e siècle dans le but de dégager les propriétés de la matière à l'échelle de ses constituants atomiques ont contribué à l'émergence de la physique quantique qui est la représentation d'un monde dont la présentation est contre-intuitive. Dans ce contexte, il ne s'agit pas d'une quelconque prédestination plutôt d'un besoin existentiel de l'humain en rapport avec son temps.

Dans cette perspective l'être humain se trouve comme auteur de la réalité en physique, Son action est au cœur d'une entreprise scientifique qui réfute toute théorie tendant à devenir une idéologie. Il s'inscrit dans une dynamique de recherche et de rectification méthodologique en vue de découvrir de nouveaux paradigmes. La mécanique classique s'inscrit dans ce registre, car elle pensait avoir en sa possession les clés pour comprendre le réel. Il ne s'agit plus de contempler le réel comme extérieur au sujet. Pour le connaître, l'homme doit interagir afin de

le soumettre à nos sollicitations. La découverte de la physique des particules a montré que le rêve de René Descartes de voir l'homme devenir maître et possesseur de la nature était possible. Grâce à l'infiniment petit, l'homme a su dominer la nature en faisant de la planète un village interconnecté au moyen d'onde. Certes, il a démystifié beaucoup d'arguments autour de lui-même et de l'univers, conduisant une meilleure compréhension du réel.

Son action n'est pas toujours salutaire si l'on s'en tient aux effets induits par ses découvertes à savoir la surpopulation, la diminution des ressources, l'épuisement des ressources non renouvelables et la pollution. L'humanité court vers sa perte. À ce jour, la question du réchauffement climatique est toujours d'actualité car, l'action de l'homme produit des effets dévastateurs rendant les conditions de vie difficiles. Pourtant, le chimiste suédois Svante Arrhenius, prix Nobel de chimie en 1903, décrivait déjà l'effet de serre dans son article « *De l'influence de l'acide carbonique dans l'air sur la température de la terre.* »³⁵⁹ Il démontrait qu'un doublement de CO₂ dans l'atmosphère entraîne une augmentation de température de 5° Celsius qui aurait des conséquences sur l'humanité. Ces effets pourraient-ils contraindre la production scientifique à une certaine discipline ? La réponse est négative car le principe d'incertitude montre qu'il n'est pas possible de saisir le réel dans sa totalité, par conséquent il n'est pas possible d'élaborer une éthique de recherche dans le sens de limiter les effets néfastes.

Le processus selon lequel la connaissance est une ouverture à la falsification méthodologique est un humanisme. L'homme dans son voyage sur terre se rend à l'évidence que celui-ci n'est pas sans heurts, il lui revient, grâce à la science, de repousser les limites de son ignorance afin de mieux appréhender le réel pour mieux vivre. Cette activité fait de lui l'humain, en tant que tel, il a l'immense responsabilité d'être partie prenante de cette activité créatrice. Autrement dit, l'humanité est toujours en mouvement, mouvement qui consiste dans la mise en examen des paradigmes anciens qui soit ne répondent plus aux préoccupations, soit sont frappés de l'obsolescence par rapport au besoin nouveau. Dans ce processus de constitution de l'humain, on peut constater qu'il ne s'agit pas d'un état, mais d'une tâche qui consiste à un devenir permanent.

Le réel quantique est aussi l'expression de cet humanisme qui se manifeste dans la quête de la connaissance du réel. En cessant de concevoir le monde comme une réalité déjà constitué, l'humain a compris qu'il était nécessaire de revaloriser son regard sur le réel au motif que le paradigme dominant était devenu dogmatique. Cela a été possible grâce à la contribution des

³⁵⁹ Frédéric lenoir, *La guérison du monde*, Paris, Fayard, 2012, p. 72.

scientifiques en l'occurrence James Clerk Maxwell et Charles Darwin, le premier comme nous l'avons souligné plus haut, apporte le concept de champ de force sous forme de phénomène électrique et magnétique. La seconde expose sur la notion d'organisme appliquée aux êtres vivants et son évolution. Il s'agit là d'une façon de jeter les bases de la désacralisation de l'humain. Ces mutations montrent que l'homme n'hérite pas d'une réalité déjà constituée. L'humain a compris dans son action et son activité de transformation qui est le sien, est une philosophie de l'action. Il ne s'agit pas dans cette dynamique d'ériger un système de connaissance sous forme de croyance, mais par une approche critique de tenter d'apporter sa contribution à la quête du savoir qui évolue par conjecture mais également par réfutation.

CONCLUSION GENERALE

La philosophie et la science sont deux approches rationnelles dont l'objet fondamental est la connaissance. Il s'agit de deux disciplines connexes dans la mesure où, malgré leurs différences méthodologiques, elles veulent établir la signification et les propriétés de ce qui est donné à l'homme de connaître. Au cours de l'histoire de l'humanité, le besoin de sécurisation de l'existence a obligé l'homme, cet être intelligent, à penser les conditions de possibilité d'une domination et d'une maîtrise de la nature qui tantôt cruelle, tantôt accueillante par rapport au type d'existence que nous voulons mener.

Le réel qui est le concept générique permettant de désigner toute chose qui fait objet de connaissance est un concept qui émerge de l'histoire récente de la science, c'est-à-dire au début du XIX^e siècle, avec la naissance de la physique moderne. Il s'agit d'un concept dont la signification permet de comprendre qu'entend que sujet connaissant, l'homme n'entend pas se limiter à la perception naïve pour être au courant de l'existence du monde extérieur. Par le concept de réel, nous devons comprendre qu'il revient à l'homme de construire le sens du phénomène qui fait l'objet d'un processus de recherche. D'abord pensé comme d'une donnée empirique et extérieur à l'homme, l'objet des sciences classiques, devenu réel dans les sciences modernes n'est pas une donnée que nous connaissons naïvement à partir de la perception que nous en avons grâce aux sens.

En découvrant le monde quantique, l'on a compris que l'objet de la connaissance ne peut être résumé à ce qui est perçu à l'échelle macroscopique. Pourtant et de façon systématique Newton avait réussi à approfondir la perception qu'il faut avoir des lois scientifiques c'est grâce à lui qu'on aura les trois lois de la dynamique : le principe d'inertie, le principe fondamental de la dynamique, le principe d'action-réaction et la loi de gravitation universelle rendant compte des orbites de la terre et des autres planètes.

À partir de Isaac Newton, on comprendra que la terre est cette planète en expansion et contenant en son sein différentes formes de vies qui s'y trouvent comme des voyageurs embarqués dans un car de transport. Ces lois newtoniennes qui procèdent des instruments de mesure n'ont pas pu être transposables à l'échelle électromagnétique et à cause de cette insuffisance, on ne pouvait savoir que les mouvements de la matière seraient liés à une dynamique intrinsèque et interne à celle-ci. Isaac Newton avait pensé comme ses prédécesseurs que les mouvements de la matière étaient dus à une force extérieure.

Avec la découverte des sciences modernes, l'observateur et l'objet sont dans le même monde et on ne peut établir une distinction entre eux. C'est la fin du réalisme métaphysique qui

faisait croire que l'objet était totalement indépendant du sujet. C'est avec l'avènement de la physique quantique qu'on a la description plus crédible et pertinente de la nature. Car, on sait désormais que la matière existe à l'échelle macroscopique si et seulement si elle est composée d'un ensemble d'éléments infiniment petit qu'on appelle quanta ou nano-phénomènes. Parler du réel quantique au XX^e siècle relevait d'une révolution en science puisque qu'au XIX^e siècle encore avec les savants comme George Berkeley, Il faut rejeter l'idée de l'atome au motif que ceci ne sera jamais visible. Aujourd'hui, grâce à cette rupture épistémologique entre la science classique et la science moderne, on sait que l'homme construit son objet puisque qu'on ne l'exclut plus du monde qu'il observe. Car, même si la perception est faite par les organes sensoriels, il faut reconnaître que c'est par notre façon de penser et de raisonner que nous en avons une idée.

Plus fondamentalement grâce aux sciences expérimentales, l'homme a compris comment lui-même fonctionne et à partir de ceci, il sait qu'il construit son savoir. Ce savoir est en lui comme un ensemble d'objets mentaux parce qu'il construit cela à partir des relations entre l'expérience extérieure et la dynamique interne de son cerveau. Lorsqu'on dit par exemple je vois une chaise, on utilise en fait la lumière renvoyée par la chaise pour élaborer une image mentale ou un modèle de chaise. Il y a donc une dépendance objective entre monde extérieur et le sujet connaissant.

Notre thème, *Le réel quantique : entreprise microphysique ou perspective métaphysique ?* dont l'analyse nous a mené vers une réflexion qui consiste à nous déterminer ou à chercher à comprendre en quoi à l'échelle électromagnétique le réel, pour être compris devrait faire l'objet d'une réflexion à la fois scientifique et philosophique.

Notre travail consistait dans la première partie intitulé la crise du classicisme et l'émergence de la physique des particules. Il s'est agi de souligner que l'essor de la philosophie de la nature avait favorisé la promotion de la mécanique classique. Cette perception de la réalité au moyen des lois newtoniennes devenu dogmatique, a eu pour conséquence, le développement de l'idéologie matérialiste. Mais, celles-ci n'ont pas donné satisfaction quant à leurs applications aux phénomènes microscopiques, d'où l'ouverture vers la physique théorique comme rectification méthodologique à la compréhension du réel.

La seconde partie a été consacrée à la révolution quantique ou le renouvellement des fondements de la métaphysique. La mécanique quantique semble avoir revalorisé la conception de la matière qui, désormais est à la fois onde et corpuscule. Elle fait des principes d'incertitude et l'indéterminisme, la condition de possibilité de la valorisation de la réalité non visible en

science. La métaphysique dans le contexte classique postulait pour l'interprétation des essences, change de paradigme avec l'avènement de la physique quantique au profit d'une description objective du réel au sens faible.

Enfin la troisième partie, nous avons montré que la théorie de la relativité de Albert Einstein et la mécanique quantique s'illustrent comme des clés pour la compréhension des composantes de l'univers. Ces nouvelles approches théoriques dans la connaissance du réel sont perçues dans la microphysique et la métaphysique comme valeur ajoutée dans quête du savoir, faisant de la subjectivité un argument de faveur dans le développement de la connaissance.

En somme, le processus selon lequel la connaissance est une ouverture à la falsification méthodologique est un humanisme. L'homme dans son voyage sur terre se rend à l'évidence que celui-ci n'est pas sans heurts, il lui revient, grâce à la science, de repousser les limites de son ignorance afin de mieux appréhender le réel pour mieux vivre. Cette activité fait de lui, l'auteur qui a l'immense responsabilité d'être partie prenante de cette activité créatrice. Autrement dit, l'humanité est toujours en mouvement, mouvement qui consiste dans la mise en examen des paradigmes anciens qui, soit ne répondent plus aux préoccupations, soit sont frappés de l'obsolescence par rapport au besoin nouveau. Dans ce processus de constitution de l'humain, on peut constater qu'il ne s'agit pas d'un état, mais d'une tâche qui consiste à un devenir permanent.

BIBLIOGRAPHIE

A- OUVRAGES SPECIALISES

ALLEGRE, Claude & **JEAMBAR**, Denis, *Le défi du monde*, Paris Fayard, 2006.

ANDLER, Daniel & **FAGOT-LARGEAULT**, Anne et **SAINT-SERNIN**, Bertrand, Philosophie des sciences, 2 volumes Paris, Gallimard, 2002.

ASPECT, Alain,

- *Le monde quantique*, Paris, Seuil, 1984.
- *Quelques tests expérimentaux des fondements de la mécanique quantique, La physique et les éléments*, Paris, Odile Jacob poche, 2002.

BALIBAR, Françoise & **LEVY-LEBLOND**, Jean Marc,

- *Quantique, Rudiments*, Paris, InterEditions, 1984.
- *Einstein, Newton, Poincaré, une histoire de principes*, Paris, Belin, 2008.

BARROW, John, *La Grand Théorie, Les limites d'une explication globale en physique*, Paris Flammarion, 1995.

BASDEVANT, *Problèmes de mécanique quantique*, Ellipses, Paris, 1996.

BITBOL, Michel,

- *Mécanique quantique, une introduction philosophique*, Paris, Flammarion, 1994.
- *Mécanique quantique*. Paris, Flammarion, 1996.
- *L'aveuglante proximité du réel*, Paris Flammarion, 1998.
- *Physique et philosophie de l'esprit*, Paris Flammarion, 2000.
- *Théorie quantique et science humaine*, CNRS, 2009.
- *Physique et réalité. Un débat avec Bernard d'Espagnat, (en co-auteur avec LAUGIER, Sandra)*, Paris, Diderot Editeur, 1997.

BJOWAL, Martin, *L'univers en rebond*, Paris, Albin Michel, 2011.

BOHR, Niels,

- *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris Gallimard, 1991.
- *La théorie atomique et la description des phénomènes*, Paris, Sceaux, 1993.

BRAHIC, André,

- *Planètes et Satellites, cinq leçons d'astronomie*, Paris, Vuibert, 2001.
- *Lumière d'Etoile. Les couleurs de l'invisible*, (avec **GRENIER**, Isabelle), Paris, Odile Jacob. 2008.

BRICMONT, Jean & **ZWIRN**, Hervé, *Philosophie de la mécanique quantique*, collection philosophie des sciences, Paris, Vuibert, 2009.

BROGLIE, Louis (de),

- *Certitudes et incertitude*, Éditions Albin Michel, Paris 1966.

- *Une tentative d'interprétation causale et non linéaire de la mécanique ondulatoire*, Gauthier-Villars, 1951.
- *Physique et microphysique*, Albin Michel, Paris, 1947.
- *Continue et discontinu*, Paris, Albin Michel, 1941.
- *Matière et lumière*, Paris, Albin Michel, 1939.
- *Nouvelles perspectives en microphysique*, Paris, Albin Michel, 1956.

BOHM, David,

- *La plénitude de l'univers*, Edition le rocher, 1963.
- *La conscience de l'univers*, (avec PEAT F. David), Paris, du Rocher, 1990.

BOHR, Niels, *La Théorie atomique et la description des phénomènes* [1931], Paris, Gauthier-Villars, 1993.

BOREL, *Le jeu, La chance et les théories scientifiques modernes*, Paris, Gallimard, 1941.

BOUSQUET, Jacqueline, *science dans la lumière*, Collection science en conscience, édition St Michel, 1992.

BOUVERESSE, Jacques, *Le philosophe et le réel*, Paris, Hachette, 1998.

BRUNSCHVICG, Léon, *Les Étapes de la philosophie mathématique* [1912, 2e éd. 1922], Paris, Blanchard, 1972.

BUNGE, Mario, *Philosophie de la physique*, Seuil, 1975.

CAPRA, Fritjof, *Le tao de la physique*, Paris, Sand, 1975.

CASSOU-NOGUES, Pierre, *Les Démons de Gödel*, Paris, Seuil, 2009.

CANGUILHEM, Georges, « Philosophie et science » in [1965], *Cahiers philosophiques* (hors-série, juin), 1993.

- « De la science et de la contre-science », in *Suzanne Bachelard et al., Hommage à Jean Hyppolite*, Paris, PUF, 1971.
- *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1968

CHAMBADAL, Paul, *La physique et son interprétation*, Paris, Armand Colin, 1956.

CHARBONNAT, Pascal & **PEPIN**, François, *Le déterminisme entre science et philosophie*, Éditions Matériologiques, 2012.

CHALMERS, Nan F., *Qu'est-ce que la science*, Paris : Éditions la Découverte. 1987.

CHARDIN, Gabriel, *L'Antimatière*, Paris, Flammarion, 1996.

CLARK, Ronald, *Einstein, sa vie et son époque*, Stock, Paris, 1980.

CLOSE, Frank, *Qu'est-ce que le vide ?*, Paris, EDP sciences, 2010.

COHEN, Daniel, *Le monde est clos et le désir est infini*, Albin Michel, 2015.

COHEN, Hermann, *Le principe de la méthode infinitésimale et son histoire*, Paris, Vrin 2000.

COHEN, TANNOUDJI Gilles,

- *Les constantes universelles*, Paris, Hachette, 1989.
- *L'Horizon des particules*, (BATON Jean Pierre), Paris, Gallimard, 1989.
- *La Matière-Espace*, (SPIRO Michel), *Temps*, Paris, Fayard, 1986.
- *Max Planck et les Quanta*, (BOUDENOT Jean Claude), Paris, Éllipse. 2001.

COSTA, Beauregard (de), *La notion de temps*, Edition Herman, Paris, 1963.

COURNOT, Antoine Augustin, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, Paris, Hachette, 1843.

CHATELET, Gilles, *Les enjeux du mobile : mathématique, physique, philosophie*, Paris, Le Seuil, 1993.

DASTON, Lorraine & **GALISON**, Peter, *L'objectivité*, Paris, les presses du réel, 2012

DEEPAK, Copra, *Le corps quantique*, Paris, Dunod, 2003.

DEMARET, Jacques & **DOMINIQUE**, Lambert, *Le principe anthropique. L'homme est-il le centre de l'univers ?*, Paris, Armant Colin, 1994.

DERRIDA, Jacques, *Foi et savoir*, Paris, Seuil, 1996.

DESTOUCHES, Jean-Louis, *Principes fondamentaux de physique théorique*, Paris, Hermann, 1942.

DESTOUCHES, Jean-Louis & **AESCHLIMANN**, Françoise, *Les Systèmes de corpuscules en théorie fonctionnelle*, Paris, Hermann, 1959.

DIRAC, Paul, *Les principes de la mécanique quantique*, Paris, PUF, 1931.

DINER, Simon, *La pensée physique contemporaine. Science et humanisme en notre temps*, Paris, Moulidars, 1982.

DIU, Bernard, *les atomes existent-ils vraiment ?* Paris, éd. Odile Jacob, 1997.

DRAKE, Stillman, *Galilée*, Paris, Actes Sud, 1987.

DUHEM, Pierre,

- *La Théorie physique, l'édition revue et augmentée*. Paris, Vrin, 1981.
- *L'évolution de la mécanique*, Paris, Joanin, 1903, rééd., Vrin, 1992, avec, en annexe, une « Analyse de l'ouvrage de Ernst Mach : *La mécanique* », Paris, Joanin, 1903, rééd., Vrin, 1992.
- *La théorie physique, Son objet, sa structure*, Paris, Vrin, 1981.

DYSON, Freeman, *Les Dérangeurs de l'univers*, Paris, Payot, 1986.

EINSTEIN, Albert,

- *Comment je vois le monde*. Traduction de Maurice Solovine, Paris, Flammarion. 1958.

- *Conceptions scientifiques*. Paris, Flammarion. 1983.
- *La relativité*. Paris, Payot, 1956.
- *Œuvres choisies*, Tome 5 : Science, éthique. *Philosophie*. Textes choisis et présentés par Jacques Merleau-Ponty et Françoise Balibar. Éditions du Seuil. Edition du CNRS, janvier 1991.

EINSTEIN, Albert, **INFELD**, Léopold, *L'évolution des idées en physique*, champs sciences, Flammarion, Paris, 1983.

ERIGENE, *De la division de la nature*, Livre I, Paris, PUF, 1994.

ESPAGNAT, Bernard (d'),

- *Le monde quantique : les débats philosophiques de la physique quantique*, (ZWIRN Hervé), Editions Matériologiques, 2014.
- *Regard sur la matière, des quanta et des choses*, (KLEIN Etienne), Paris, Fayard, 1993.
- *Conception de la physique contemporaine*, Paris, Hermann, 1965.
- *Fondements conceptuels de la mécanique quantique*. Paris, Hermann, 1972.
- *À la recherche du réel, le regard d'un physicien*, Paris, Gauthier-Villars 1979.
- *Atome de sagesse, propos d'un physicien sur le réel voilé*, Paris, Seuil, 1982.
- *Une incertain réalité : Le monde quantique, la connaissance et la durée*, Paris, Gauthier-Villars 1985.
- *Penser la science ou les enjeux du savoir*, Paris, Dunod, 1990.
- *Le réel voilé, analyse des concepts quantiques*, Paris, Fayard, 1994.
- *Ondine et feux du savoir, carnets d'une petite sirène*, Paris, Stock, 1998.
- *Traité de physique et de philosophie*, Paris, Fayard, 2002.
- *Implication philosophique de la science contemporaine*, T 1, 2, 3, Paris, PUF, 2002.

ESPINOZA, Miguel, *Théorie du déterminisme causal*, Paris L'Harmattan, 2006.

FEYNMAN, Richard,

- *La Nature de la physique*, Le Seuil, coll. « Points Sciences », 1980.
- *Lumière et matière*, Le Seuil, coll. « Points Sciences », 1999.

FEVRIER, Paulette **BARREAU**, Hervé & **LOCHAK**, Georges (dir.), Destouches, Jean-Louis, *Physicien et philosophe*, Paris, CNRS Éd., 1994,

FRESSOZ, Jean Baptiste, *L'Apocalypse joyeuse, Une histoire du risque technologique*, Paris, Seuil, 2012.

GAMOW, George, *Le Nouveau Monde de Monsieur Tompkins*, Éd. Le Pommier, Paris, 2007.

GASKING, Douglas, *Causation and recipes*, Mind 64, Cartwright, 1983.

- GAVET**, Guy Louis, *La physique quantique*, Paris, Eyrolles 2014.
- GOCHET**, Paul, *Quine en perspective*, Paris, Flammarion, 1978.
- GOETHE**, Johann Wolfgang Von, *Expérience et phénomène* in *Traité des couleurs*, Triardes, Paris, 1973.
- GONDRAN**, Michel et **GONDRAN**, Alexandre, *Et si Einstein et de Broglie avaient aussi raison ?* Edition Matériologiques, juillet 2014.
- GONDRIN**, Jean, *Introduction à la métaphysique*, Canada, Les presses de l'Université de Montréal, 2004.
- GOODMAN**, Nelson, *Faits fictions et prédictions*, Minuit, 1955.
- GLEICK**, James,
- *La théorie de chaos, Vers une nouvelle science*, Paris, Flammarion, 1991.
 - *Isaac Newton : un destin fabuleux*, Dunod, coll. « Quai des Sciences », 2005.
- GREENE**, Brian, *L'Univers élégant*, Paris, Robert Laffont, 2000.
- *La magie du cosmos*, Paris, Folio, 2007.
- GRIBBIN**, John, *Le Chat de Schrödinger : Physique quantique et réalité*, Flammarion, coll. « Champs Sciences », 2009.
- GUEDJ**, Denis, *L'empire des nombres*, Paris, Gallimard, 1996.
- GUYON**, Etienne, *Matière et Matériaux ; de quoi est fait le monde ?* Paris, Belin, 2010.
- GUYAU**, Jean Marie, *La genèse de l'idée du temps*, Paris, Felix Alcan, 1890.
- HARARI**, Yuval Noah, *Sapiens, une brève histoire de l'humanité*, Paris, Albin Michel, 2015.
- HAWKING**, Stephen,
- *Une brève histoire du temps. Du big-bang au trous noirs*, Paris, Flammarion, 1989.
 - *La nature de l'espace et du temps*, (PENROSE Roger), Paris, Gallimard, 1997.
 - *Y a-t-il un grand architecte dans l'Univers ?* (MLODINOW Leonard), Paris, Odile Jacob, 2011.
- HEBGA**, Pierre Meinrad, *La rationalité d'un discours africain sur les phénomènes paranormaux*, L'Harmattan, 1998.
- HEISENBERG**, Werner,
- *La nature dans la physique contemporaine*, Paris, Gallimard, 1962.
 - *Physique et Philosophie*, Paris, Albin Michel, 1971.
 - *La partie et le tout. Le monde de la physique atomique*, Flammarion, 1972.
 - *La philosophie. Le manuscrit de 1942*. Paris, Seuil, 1998.
- HERMANN**, Grete, *Les fondements de la philosophie de la mécanique*, Paris, Vrin, 1998.

- HOFFMAN**, Banesh et **PATY**, Michel, *L'étrange histoire des quanta*. Points Science. Paris : Éditions du Seuil, 1981.
- HOLTON**, Gerald, *L'imagination scientifique*, Paris, Gallimard, 1981.
- HUSTVEDT**, Siri, *Les miracles de la certitude*, Paris, Acte Sud, 2018.
- HUXLEY**, Aldous, *Le meilleur des mondes*, Paris, Pocket, 2002.
- JORLAND**, Gérard, *La Science dans la philosophie. Les recherches épistémologiques d'Alexandre Koyré*, Paris, Gallimard, 1981.
- JORLAND**, Gérard, *La Science dans la philosophie. Les recherches épistémologiques d'Alexandre Koyré*, Paris, Gallimard, 1981.
- JULLIEN**, François, *Du « temps »*. *Elément d'une philosophie du vivre*, Paris, Grasset, 2001.
- KAKU**, Michio,
- *Hyperspace*, New York, Anchor Books, 1994.
 - *Visions : comment la science va révolutionner le XXI^e siècle*, Paris, Albin Michel, 2000.
 - *La physique de l'impossible*, Paris, Seuil, 2011.
- KLEIN**, Etienne,
- *Mathématiques : la fin des certitudes*, Paris, Bourgois, 1989.
 - *Le temps et sa flèche*, (SPIRO Michel), Paris, Frontière, 1994.
 - *Les tactiques de chronos*, Paris, Flammarion, 2003.
 - *Le facteur temps ne sonne jamais deux fois*, Paris, Flammarion, 2007.
- KOJEVE**, Alexandre, *L'idée de déterminisme dans la physique classique et dans physique moderne*, Paris, Poche, 1990.
- KOYRE**, Alexandre,
- *Épiménide le menteur*, Paris, Hermann, 1946.
 - *Études newtoniennes* (1964), Paris, Gallimard, 1968, *Études galiléennes*, Paris, Hermann, 1940, *From the closed world to the infinite universe*, 1957, trad. franç. *Du monde clos à l'univers infini*, Paris, PUF, 1962.
 - *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, PUF, 1966.
 - *Du monde clos à l'univers infini*, Traduit de l'anglais par Raïssa TARR, Paris, Gallimard, 1973.
 - *l'Idée du déterminisme*, Paris, Livre de poche, 1990.
- KUMAR**, Manjit, *Le grand roman de la physique quantique, Einstein, Bohr et les débats autour de la réalité*, JC Lattès, 2011.
- LACHIEZE-REY**, Marc,
- *Connaissance du cosmos*, Paris, Albin Michel, 1987.

- Le rayonnement cosmologique, (GUNZIG Edgard), Paris, Masson, 1995.
 - *Au-delà de l'espace et du temps, la nouvelle physique*, Paris, le Pommier, 2008.
 - *Initiation à la cosmologie*, Paris, Dunod, 2004.
 - *De l'infini mystères et limites de l'univers*, (LUMINET Jean Pierre), Paris, Dunod, 2005.
 - *Une fenêtre sur le ciel- Dialogues d'un astrophysicien et d'un théologien* (ARNOULD Jacques & LIGOT Ludovic), Paris, Bayard, 2010.
 - *Voyager dans le temps, la physique moderne et la temporalité*, Paris, Seuil, 2013.
- LAPLACE**, Simon Pierre (de), *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris, Coursier, 1814.
- LAREYMONDIE**, Marc de Lacoste, *Une philosophie pour la physique quantique. Essai sur la non-séparabilité et la cosmologie de A. N. Whitehead*, Paris, L'Harmattan, 2006.
- LASZLO**, Ervin, *Aux racines de l'univers. Vers l'unification de la connaissance scientifique*, Paris, Fayard, 1992.
- LENOIR**, René, *Aux racines de l'univers*. Paris, Fayard, 1992.
- LONDON**, Bauer, *La théorie de l'observation en mécanique quantique*, Herman, Paris, 1939.
- LUCRECE**, *De la nature des choses*, Paris Flammarion, 1964.
- LUMINET**, Jean Pierre,
- *L'invention du big bang*, Paris, Seuil 2004.
 - *Le destin de l'Univers*, Paris, Fayard, 2006.
- LEPELTIER**, Thomas, *Univers parallèles*, Paris, Seuil, 2010.
- OMNES**, Roland,
- *Comprendre la mécanique quantique*, Edition Barneoud, 2001.
 - *Les indispensables de la mécanique quantique*, Paris, Odile Jacob, 2006.
- ORTOLI**, Sven & **PHARABOD**, Jean-Pierre, *Le cantique des quantiques*, La Découvertes, 1984.
- ORMESSON**, Jean, *L'odeur du temps. Chronique du temps qui passe*, Paris, Floch, 2007.
- PAIS**, Abraham, *Albert Einstein : la vie et l'œuvre*, Dunod, 2005.
- PATY**, Michel, *Einstein philosophe, la physique comme pratique philosophique*, PUF, 1983.
- Matière dérobée*, Paris, Archives contemporaines, 1988.
- PAULI**, Wolfgang,
- *Sur le problème des paramètres cachés dans la mécanique quantique et sur la théorie de l'onde pilote*, Cambridge University press, 1953.
 - *Physique moderne et philosophie*, Paris, Albin Michel, 1999.

PENROSE, Roger,

- *L'esprit, l'ordinateur et de la physique*, Paris, InterEdition, 1992.
- *Les ombres de l'esprit, À la recherche d'une science de la conscience*, Paris, InterEdition, 1995.
- *Les deux infinis et l'esprit humain*, Paris, Flammarion, 1999.
- *À la découverte des lois de l'Univers*, Paris, Odile Jacob, 2007.

PIAGET, Jean, *Sagesse et illusions de la philosophie*, Paris, PUF, 1992.

- *Introduction à l'épistémologie génétique*, Paris, PUF, 1949.

POMIAN, Krzysztof, *La querelle du déterminisme*, Paris, Gallimard, 1990.

POINCARÉ, Henri, *Dernières pensées* [1913], Paris, Flammarion, 1963.

- *La Science et l'hypothèse* [1902], Paris, Flammarion, 1968.

PONTY, Maurice Merleau, *Le visible et l'invisible*, Paris Gallimard, 1964.

PRIGOGINE, Ilya,

- *La fin des certitudes*, Edition Odile Jacob, Paris, 1996.
- GLANSDORFF Paul, *Structure, stabilité et fluctuation*, Paris, Masson, 1971.

PULLMAN, Bernard, *L'atome dans l'histoire de la pensée humaine*, Fayard, Paris, 1995.

PUTMAN, Hilary,

- *Raison, vérité et histoire*, Paris, Minuit, 1984.
- *Le réalisme à visage humain*, Paris, Seuil, 1994.

MACHEREY, Pierre, *Comte, La philosophie et les sciences*, Paris, PUF, 1989.

MAIDIKA ASANA, Kalinga Jules, *Métaphysique et technique moderne chez Martin Heidegger*, Paris, L'Harmattan, 2013.

MATTHIEU, Ricard & **TRINH XUAN**, Thuan, *L'infini dans la paume de la main : Du Big Bang à l'éveil*, Fayard, Paris, 2000.

MESSIAH, Albert, *Mécanique quantique*, Paris, Dunod, 1958.

METZGER, Hélène, *La Genèse de la science des cristaux* [1918], Paris, Blanchard, 1969.

MONOD, Jacques, *Le hasard et la nécessité*, Le Seuil, Paris, 1970.

MONNOYEUR, Françoise, *Qu'est-ce que la matière ? Regards Scientifiques et philosophiques*, La Flèche, Paris, 2000.

MOUCHILLI NJIMOM, Issoufou Soulé, *De la signification du monde et du devenir de l'existence*, L'Harmattan Cameroun, 2017.

MEYERSON, Émile, *Identité et réalité*, Paris, Félix Alcan. 1926.

- *Réel et déterminisme en physique quantique*, Paris, Hermann, 1933.

- *Identité et réalité* [1907], Paris, Vrin, 1951.
 - *De l'explication dans les sciences*, Paris, Fayard, 1995.
- MOUY**, Paul, *Le développement de la physique cartésienne, 1646-1712*, J. Vrin, 1934.
- NEUMANN**, John, *Les fondements mathématiques de la mécanique quantique*, Paris, Jacques Gabay, 1988.
- NEWTON**, Isaac, *Principe Mathématique de la philosophie naturelle*, Traduit en français moderne d'après l'œuvre de la marquise du châtelet (fac-similé de l'édition de 1759 publiée aux éditions Jacques Gabay), Paris, Jacques Gabat, 1990.
- REEVES**, Hubert,
- *L'heure de s'enivrer*, Paris, Le Seuil, 1986.
 - *Patience dans l'azur*, Paris, Le Seuil, 1988.
- REEVES**, Hubert & **LENOIR**, Frédéric, *Mal de Terre*, Paris Seuil, 2003.
- REICHENBACH**, Hans, *L'Avènement de la philosophie scientifique*, trad. fr. Mme Weill, Paris, Flammarion, 1955.
- REY**, Abel, *Le Retour éternel et la philosophie de la physique*, Paris, Flammarion, 1927.
- *La Science dans l'Antiquité, tome I : La Science orientale avant les Grecs*, Paris, Albin Michel, 1930.
 - *La Science dans l'Antiquité, tome III : La Maturité de la pensée scientifique en Grèce*, Paris, Albin Michel, 1939.
- REY**, Alain, *La théorie physique chez les physiciens contemporains*, Paris, Alcan, 1905.
- RIEMANN**, Bernhard, *Sur les hypothèses qui servent de base à la géométrie, Œuvres complètes*, Paris, Blanchard, 1968.
- RICARD**, Mathieu & **THUAN TRINH**, Xuan, *L'infini dans la paume de la main*, Paris, Fayard, 2000.
- RITTAUD**, Benoît, *Le mythe climatique*, Paris, Seuil, 2010.
- RODRIGUES**, Santos Jose (dos), *La formule de Dieu*, Editions Hervé Chopin, 2006.
- ROCARD**, Jean-Michel, *Newton et la relativité*, Paris PUF, 1986.
- ROSNAY**, Joël (de),
- *Surfer la vie, Comme sur-vivre dans la société fluide*, Paris, Les Liens qui Libèrent, 2012.
 - *L'homme symbiotique. Regard sur le troisième millénaire*, Paris, Seuil, 1995.
- ROUGIER**, Louis, *Histoire d'une faillite philosophique, la scolastique*, Paris, J.-J. Pauvert, 1966.

- *La Métaphysique et le langage*, Paris, Flammarion, 1960.
- *Traité de la connaissance*, Paris, Gauthier-Villars, 1955.
- *Les Mystiques économiques. Comment l'on passe des démocraties libérales aux états totalitaires*, Paris, Librairie des Médicis, 1938.
- *Les Mystiques politiques contemporaines et leurs incidences internationales*, Paris, Librairie du Recueil Sirey, 1935.
- *Celse, ou le Conflit de la civilisation antique et du christianisme primitif*, Paris, Éditions du siècle, 1926.
- *La Scolastique et le thomisme*, Paris, Gauthier-Villars, 1925.
- *La Structure des théories déductives, théorie nouvelle de la déduction*, Paris, Félix Alcan, 1921.
- *Les Paralogismes du rationalisme. Essai sur la théorie de la connaissance*, thèse pour le doctorat ès lettres présentée à la Faculté des lettres de l'Université de Paris, Paris, Félix Alcan, 1920.

RUELLE, David,

- *La querelle du déterminisme*, Paris, Gallimard, « Le Débat », 1990.
- *Hasard et chaos*, Edition Odile Jacob, Paris, 1991.

SCHROEDER, Prosper, *La loi de la gravitation universelle, Newton Euler et Laplace : le cheminement d'une révolution scientifique vers une science normale*, Paris, Springer- Verlag, 2007.

SCHRÖDINGER, Erwin,

- *Qu'est-ce que la vie ?* Paris, Le Seuil, 1986.
- *L'esprit et la matière*, Paris, Seuil, 1990.
- *La nature et les Grecs*, Paris, Seuil, 1992.
- *Physique quantique et représentation du monde*, Paris, Seuil, 1992.

SINGH, Simon, *Le Roman du big bang*, Hachette littératures, Paris, 2007.

SELLERI, François, *Le grand débat de la théorie quantique*, Paris, Flammarion, 1986.

SERRES, Michel,

- *La naissance de la physique dans les textes de Lucrèce*, Paris, EditionsMinit, 1977.
- *Le contrat naturel*, Paris, Flammarion, 1990.
- *Les origines de la géométrie*, Flammarion, Paris, 2011.

SEGRE, Emilio, *Les physiciens modernes et leurs découvertes : des rayons x au quarks*, Paris,

- Fayard, 1984.
- SELLERI**, François, *Le grand débat de la théorie quantique*, Paris, Flammarion, 1986.
- SENEBIER**, Jean, *L'art d'observer*, Genève, Chez Philibert et Chirol, 1775.
- SMOLIN**, Lee, *Rien ne va plus en physique ! L'échec de la théorie des cordes*, coll., Qai des sciences, Dunod, 2006.
- STAPP P.**, Henry, *Le monde quantique et la conscience*, Paris, Dervy, 2016.
- STAUNE**, Jean, *Notre existence a-t-elle un sens ? Une enquête scientifique et philosophique*, Paris, Presses de la Renaissance, 2007.
- SUSSKIND**, Leonard, *Trous noirs : la guerre des savants*, Robert Laffont, Paris, 2010.
- *Le Paysage cosmique*, Gallimard, Paris, 2008.
- STEINER**, Rudolf, *Goethe, Le Galilée de la science du vivant*, édition Novalis, 2002.
- STEWART**, Ian, *Dieu joue-t-il aux dés ? Les mathématiques du chaos*. Paris, Flammarion, 1992.
- TISSOT**, Henri,
- *La formation de la terre*, Paris, Grammont, 1975.
 - *La pollution*, Paris, Grammont, 1975.
- THUAN TRINH**, Xuan,
- *Le chaos et l'harmonie : la fabrication de réel*, Paris, Fayard, le temps des sciences, 1962.
 - *Les mélodies secrète..., et l'Homme créa l'Univers*, Le temps des sciences, Paris, Fayard, 1988.
 - *Les voies de la lumière : physique et métaphysique du clair-obscur*, Le temps des sciences, Paris, Fayard, 2007.
 - *La plénitude du vide*, Paris, Albin Michel, 2018
- THORNE**, Kip, *Trous noirs et distorsions du temps*, Flammarion, Paris, 2001.
- TRESMONTANT**, Claude,
- *Sciences de l'univers et problème métaphysique*, Paris, Seuil, 1976.
 - *Les métaphysiques principales. Essai de typologie*, Paris, O.E.I.L., 1989.
- ULLMO**, Jean, *La pensée scientifique moderne*, Paris, Flammarion, 1969.
- VARENNE**, Franck. *Théorie, réalité, modèle, épistémologie des théories des modèles dans les sciences*, Paris, Editions Matériologiques, 2012.
- VERDET**, Jean Pierre,
- *Penser L'Univers*, Paris, Gallimard, 1998.
 - *Une histoire de l'astronomie*, Paris, Seuil, 1990.

- *Voir et rêver le Monde : image de l'univers de l'Antiquité à nos jours*, Paris, Larousse, 2002.
- *Aux origines du monde*, Paris, Seuil, 2010.

VUILLEMIN, Jules, *Le monde quantique*, Paris, Seuil, 1984.

WEINBERG, Steven,

- *Les Trois Premières minutes de l'univers*, Le Seuil, Paris, 1988.
- *Le monde des particules, de l'électron aux quarks*, « pour la science », Paris, Belin, 1985.

WELTEN, Ruud, *Phénoménologie du Dieu invisible, Essais et étude sur Emmanuel Levinas, Michel Henry et Jean Luc Marion*, Paris, L'Harmattan, 2012.

WHITEHEAD, Alfred North, *An enquiry concerning the principe of natural knowledge*,

ZOUCKERMANN, Raymond, *Galilée, penseur libre*, Editions de l'union rationaliste, 1968.

ZWIRN, Hervé, *Les systèmes complexes*, Paris, Odiles Jacob, 2006.

B- OUVRAGES COMPLEMENTAIRES

ALEXENDRE, Laurent, *La mort de la mort, comment la technomedecine va bouleverser l'humanité*, Paris, Lattis, 2011.

ALLEGRE, Claude,

- *Dieu face à la science*, fayard, 1997.
- *Un peu plus de science pour tout le monde*, Paris, Fayard, 2006.

AKENDA KAPUMBA, Jean Chrysostome, *Epistémologie structuraliste et comparée*, Tome I, les sciences de la culture, Kinshasa, Faculté Catholiques de Kinshasa, 2004.

AMBACHER, Michel, *Les philosophies de la nature*, Paris, PUF, 1974.

ANDLER, Daniel, **FAGOT-LARGEAULT**, Anne & **SAINT-SERNIN**, Bertrand, *Philosophie des sciences*, 2 volumes, Paris, Gallimard, 2002.

ANDRIEU, Bernard, *Wittgenstein et la grammaire du cerveau*, philosophie, n°49, mars, 1996.

ASIMOW, Isaac, *Les Dieux eux-mêmes*, Paris, Gallimard, 2002.

ARNAULD, Antoine, *Des vraie et des fausses idées*, Paris, Fayard, 1986.

ARISTOTE,

- *Ethique à Nicomaque*, Trad. Jean Tricot, Paris, Vrin, 1958.
- *La métaphysique*, T.11, Paris, J. Vrin, 1964.

ATTALI, Jacques, *Blaise Pascal ou le génie français*, Paris, Fayard, 2000.

BACHELARD, Gaston,

- *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1938.
- *La philosophie du non*, Paris, José Corti, 1940
- *Le rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1949
- *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, 1984

BACON, Francis, *Novum Organum*, trad. franç. et introd. Malherbe et Pousseur, Paris, PUF, 1986.

BARREAU, Hervé, *L'épistémologie*, Que sais-je, PUF, 2001

BARRAU, Aurélien, *De la vérité dans les sciences*, Dunod, Paris, 2016

BARBEROUSSE, Anouk, **KLITLER**, Max & **LUDWIG**, Pascal, *La philosophie des sciences au XXe siècle*, Champs, Flammarion, 2000.

BENOIST, Jean, *Les limites de l'intentionnalité*, Paris, Vrin, 2005.

BERNARD, Claude, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Édition Baillière, Paris, 1865.

- *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie*. J. B. Baillière, Paris, 1875.

BERGSON, Henri, *La pensée et le mouvant. Essai et conférence*, Paris, PUF, 1924.

BLANCHE, Richard, *Raison et discours. Défense de la logique réflexive*, Paris, Vrin, 1967.

BRANDOM, Robert, *L'articulation des raisons*, Paris, Cerf, 2009.

BREHIER, Emile, *Histoire de la philosophie*, Paris, Felix Alcan, 1928.

BROGLIE, Louis de. *Sur les sentiers de la science*, Paris, Albin Michel, 1960.

BOUSQUET, Jacqueline, *Au cœur du vivant*, Collection science en conscience, édition St Michel, 2009.

CASSIRER, Ernst,

- *La philosophie des formes symboliques*, Paris, Minuit, 1972.
- *Individu et Cosmos dans la philosophie de connaissance*, Paris, Minuit, 1983.
- *La théorie de la relativité d'Einstein. Élément pour une théorie de la connaissance*, Paris, Edition du Cerf, 2000.
- *Le problème de la connaissance dans la philosophie et la science des temps modernes*, II, Paris, Cerf, 2005.

CASSOU-NOGUES, Pierre, *Les démons de Gödel*, Paris, Seuil, 2009.

CARREL, Alexis, *L'homme cet inconnu*, Librairie Plon, Paris, 1935.

CARNAP, Rudolf, *Signification et nécessité*, Paris, Gallimard, 1997.

- CAVAILLES**, Jean, *Sur la logique et la théorie de la science* (1942), Paris, PUF, 1960.
- CANGUILHEM**, Georges, *Le normal et le pathologique*, Paris, PUF, 1966.
- CHANGEUX**, Jean Pierre, **CONNES**, Alain, *Matière à pensée*, Odile Jacob, (1989), 2008.
- COMTE**, Auguste, *cours de philosophie positive*, La gaya scienza, 2012.
- COMTE-SPONVILLE**, André,
- *Pourquoi nous ne sommes pas nietzschéens*, Paris, Grasset, 1991.
 - *Lucrece, poète et philosophe*, Tournai, La renaissance du Livre, 2001.
 - *Présentation de la philosophie*, Paris, Albin Michel, 2002.
 - *L'esprit de l'athéisme*, Paris, Albin Michel, 2006.
 - *La sagesse des modernes*, (avec FERRY Luc), Paris, Robert Laffont, 1998.
- CONNES**, Alain & **LICHNEROWCZ**, André & **SCHÜTZENBERGER**, Marcel-Paul, *Triangle de pensée*, Paris, Odile Jacob, 2000.
- COURNOT**, André, *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes*, 1872, Paris, rééd. Vrin, 2000, et B. Saint-Sernin, *Cournot*, Paris, Vrin, 1998.
- CHATELET**, François, *Platon*, Paris, Gallimard, 1963.
- CHRETIEN**, Jean Louis, *L'inoubliable et l'inespéré*, Paris, Desclée de Brouwer, 1991.
- CRIQUI**, Ferdinand, *Les clés du nouveau millénaire, Symbiose et interdisciplinarité*, L'Harmattan, Paris, 2004.
- CRUBELLIER**, Michel & **PELLEGRIN**, Pierre, *Aristote. Le Philosophe et les savoirs*, Paris, Seuil, 2002.
- DALY**, Lucien, *Découvrir Dieu grâce à la science : Itinéraire spirituel scientifique*, L'Harmattan, Paris, 2010.
- DESCARTES**, René,
- *Discours de la méthode*, Paris, Christian Bourgeois, 1990.
 - *Règles pour la direction de l'esprit*, (1626-1628), Paris, J. Vrin, 1994.
 - *Le principe de la philosophie*, Livre premier, Paris, F. Alcan 1889.
- DESANTI**, Jean-Toussaint, *Réflexions sur le temps*, Paris Grasset, 1992.
- DEWEY**, John, *L'art comme expérience*, Paris, Gallimard, 2010.
- DIAMOND**, Janed, *Effondrement. Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Paris, Gallimard, 2006.
- DIOGENE**, Laërce, *Vie, doctrines et sentences des philosophes illustres*, Paris, Garnier-Flammarion, 1965.
- DUMAS**, Jean Louis, *Histoire de la pensée*, Temps moderne, 1999.

- DUMMETT**, Michael, *Frege: philosophy of language*, Londres Duckworth, 1973.
- DUMONT**, René, *L'utopie ou la mort*, Paris, Seuil, 1973.
- DUMONT**, Jean Paul, *Eléments d'Histoire de la philosophie antique*, Paris, Nathan, 1993
- ELLUL**, Jacques,
- *La technique et l'enjeu du siècle*, Paris, Armand-Colin, 1954.
 - *Le système technicien*, Paris, Calmann-Lévy, 1977.
 - *Le bluff technologique*, Paris, Hachette, 1988.
- ENGEL**, Pascal, *Philosophie et Psychologie*, Paris, PUF, 2016.
- LADRIERE**, Jean, *Les enjeux de la rationalité. Le défi de la science et de la technologie face aux cultures*, Paris, Aubier-Montaigne, 1977.
- LECOURT**, Dominique,
- *L'épistémologie historique de Gaston Bachelard* (1969), Paris, rééd. Vrin, 1974.
 - *La philosophie des sciences*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? », 2001.
- LESTIENNE**, Rémy, *Les fils du temps*, Paris, Presses du CNRS, 1990.
- FARADAY**, Michael, *Manipulations chimiques*, trad. Maisseau et Bussy, Paris, Sautet, 1827.
- FICHANT**, Michel, *L'épistémologie en France : la philosophie du XXe siècle*, Hachette, 1973.
- FERRY**, Luc,
- *Le nouvel ordre écologique. L'arbre, l'animal et l'homme*, Paris, Grasset, 1992.
 - *L'homme Dieu et le sens de la vie*, Paris, Grasset, 1996.
 - *Kant, une lecture des trois critiques*, Paris Grasset, 2006.
- FOREST**, Denis, *L'innéité aujourd'hui. Connaissance scientifique et problème philosophique*, Éditions Matériologiques, 2013.
- FREGE**, Gottlob,
- *Les fondements de l'arithmétique : recherche logico-mathématique sur le concept de nombre*, trad. Imbert Claude, Paris, Seuil, 1969.
 - *Ecrits logiques et philosophie*, Paris, Seuil, 1971.
- FUKUYAMA**, Francis, *La fin de l'histoire et le Dernier Homme*, Paris, Flammarion, 1992.
- GONSETH**, Ferdinand, *Le problème de la connaissance en philosophie ouverte*, textes choisis et présentés par E. Emery, Lausanne, L'Âge d'homme, posth. 1990.
- GRAWITZ**, Madeleine, *Méthode des sciences sociales*, 10^e édition, Dalloz, 1996.
- GRIMALDI**, Nicolas, *Ontologie du temps*, Paris, PUF, 1993.
- HABERMAS**, Jürgen,
- *La technique et la science comme idéologie*, Paris, Cerf, 1973.
 - *La pensée post-métaphysique. Essai philosophique*, Paris, Armand Colin, 1993.

- *L'espace public*, Paris, Payot, 1993.
- HACKING**, Ian, *Concevoir, expérimenter : thème introductif de la philosophie des sciences expérimentale*, Paris, Grasset, 1989.
- HEIDEGGER**, Martin,
- *L'être et le temps*, Paris, Gallimard, 1964.
 - *Introduction à la métaphysique*, Paris, Aubier, 1960.
- HEMPEL**, Carl, *Eléments d'épistémologie*, Armand Colin, 1996.
- HENRY**, Michel,
- *L'essence de la manifestation*, Paris, PUF, 1963.
 - *Philosophie et phénoménologie, Essai sur l'ontologie biranienne*, Paris, PUF, 1965/2001.
- HOLTON**, Gerald, *L'invention scientifique*, Paris, PUF, 1982.
- HUSSERL**, Edmund, *Idées directrices pour une phénoménologie*, Paris, Gallimard, 1950.
- IOOS**, Gérard, *Théorie non linéaire de la stabilité des écoulements laminaires*, Paris, Office Aérospatial, 1971.
- JACOMY**, Bruno, *Une histoire des techniques*, Paris, Seuil, 1990.
- JACQUARD**, Albert, *La science à l'usage des non scientifiques*, Paris, Calmann-Levy, 2001.
- JANICAUD**, Dominique, *La puissance du rationnel*, Paris, Gallimard, 1985.
- KAHN**, Jean-François, *Où va-t-on ? Comment on y va... Théorie du changement par la recomposition des invariances*, Paris, Fayard, 2008.
- KANT**, Emmanuel, *la critique de la raison pure*, Texte choisis, 6^e édition, PUF, 1966.
- KANE**, Gordon, *le jardin des particules*, Masson, Paris, 1996.
- KERSZBERG**, Pierre,
- *The Invented Univers*, Oxford, Clarendon Press, 1989.
 - *Critique au totality*, State University of New York Press, 1997.
 - *Kant et la nature*, Paris, Belles Lettres, 1999.
 - *L'ombre de la nature*, Paris, Cerf, 2009.
- KLEIN**, Etienne, *Les tactiques de chronos*, Paris, Flammarion, 2003.
- LEROUX**, Jean, *Une histoire comparée de la philosophie des sciences, volume II, l'empirisme logique en débat*, Coll., Logique de la science, Edition, Presse Universitaire de Laval. 2010.
- JACQUARD**, Albert & **KAHN**, Axel, *L'avenir n'est pas écrit*, Collection Pocket, Bayard éditions, 2001.
- JANKEKEVICH**, Vladimir, *Philosophie première*, Paris, PUF, 1953.
- KUHN**, Thomas, *La structure des révolutions scientifiques*, Chicago, 1962.

- ONFRAY**, Michel, *Traité d'athéologie*, Paris, Grasset, 2005.
- PASCAL**, Blaise, *Œuvres complètes*, Paris, Seuil, 1963.
- PETER**, Dominique, *Histoire des sciences et des savoirs : de la renaissance aux lumières*, Paris, Seuil, 2016.
- PHILIPPE**, Marie-Dominique & **VAUTHIER**, Jacques, *Le manteau du mathématicien*, Paris, Mame, 1993.
- POINCARÉ**, Henri,
- *La science et l'hypothèse*, Flammarion, 1968.
 - *La valeur de la science*, Flammarion, 1905.
 - *Science et Méthode*, Flammarion, 1909.
- POPPER**, Karl,
- *La logique de la découverte scientifique*, Payot, 1973.
 - *La connaissance objective*, Flammarion, trad., de Objective Knowledge. Evolutionary Approach, Oxford University press, 1979.
 - *Conjectures et réfutations*, Payot, 1985.
- PRIGOGINE**, Ilya & **STENGERS**, Isabelle,
- *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*, Paris, Gallimard, 1979.
 - *Entre le temps et l'éternité*, Paris, Fayard, 1988.
- QUINE**, Willard, V.
- *Relativité de l'ontologie et quelques autres essais*, Paris, Aubier, 1977.
 - *La poursuite de la vérité*, Paris, Seuil, 1993.
 - *Theoris an things*, Cambridge, Harvard University press, 1994.
- LADRIÈRE**, Jean, *Les enjeux de la rationalité. Le défi de la science et de la technologie face aux cultures*, Paris, Aubier, 1977.
- LECOURT**, Dominique, *La philosophie des sciences*, Que sais-je, PUF, 13^e édition, 2010.
- LENOIR**, Frédéric, *La guérison du monde*, Paris, Fayard, 2013.
- LEROUX**, Jean, *Une histoire comparée de la philosophie des sciences : L'empirisme logique en débat*, Vol. II, PUL, Laval, 2010.
- LINSKY**, Leonard, *Le problème de la référence*, Paris, Vrin, 1999.
- LICOPPE**, Christian, *La formation de la pratique scientifique*, Paris, La découverte, 1996.
- MACHERÉY**, Pierre Comte, *La philosophie des sciences*, Paris, PUF, 1989.
- MEINONG**, Alexius, *Théorie de l'objet*, Paris, Vrin, 1999.
- MENDELBROT**, Benoit, *les objets fractals*, Flammarion, Paris, 1989.
- MENYOMO**, Ernest, *Les bases métaphysiques de la pensée négro-africaine*, Paris,

L'Harmattan, 2010.

MORIN, Edgar, *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005.

MOULFI, Mohamed, *Engels : philosophie et science*, l'Harmattan, 2004.

MOUCHILI NJIMOM, Issoufou Soulé, *Qu'est-ce que l'humanisme aujourd'hui ? Vers une tentative « bio-centrique »*, Harmattan Cameroun, 2016.

MICHEL, Dubois, *Introduction à la sociologie des sciences*, PUF, coll. « Premier Cycle », 1999.

NABIL EI, Haggag & **BKOUICHE**, Rudolf, *À propos de la science autour de la matière*, Université de Lille1, Sciences et Technologies, Paris, L'Harmattan, octobre 2011.

NICOLESCU, Basarab,

- *La science, le sens et l'évolution*, Paris, du Félin, 1988.

- *La transdisciplinarité*, Paris, Rocher, 1996.

NIETZSCHE, Friedrich, *La volonté de puissance I*, Paris, Gallimard, 1995.

NJOH MOUELLE, Ebénizer, *Transhumanisme, marchands de science et avenir de l'homme*, Paris, L'Harmattan, 2010.

NOZICK, Robert, *Invariance, The structure of the objective World*, Cambridge, Harvard University Press, 2001.

REY, Alain, *L'esprit de la science et les méthodes scientifiques des origines au XIXe siècle*, Paris, Alcan, 1931.

ROSTAND, Jean, *Carnet d'un biologiste*, Brodard et Taupin, Paris, 1973.

RUSSELL, Bertrand,

- *Signification et vérité*, Paris Flammarion, 1940.

- *Science et Religion*, Trad. Fr., Mantoux, Paris, Gallimard, 1971.

- *Problème de philosophie*, Paris, Payot, 1989.

SALHAB, Mohamed K., *La tradition scientifique, Méthode et histoire*, Paris, L'Harmattan, 2006.

SALOMON, Jean Jacques, *Les scientifiques entre pouvoirs et savoirs*, Paris, Albain Michel, 2006.

SARTRE, Jean Paul, *Critique de la raison dialectique*, Paris Gallimard, 1960.

SCHEURER, Paul, *Révolution de la science et permanence du réel*, Paris PUF, 1979.

SCHELER, Max, *La situation de l'homme dans le monde*, Paris, Aubin, 1951.

SEARLE, John,

- *La redécouverte de l'esprit*, Gallimard, 1995.

- *The construction of social reality*, Trad. Bitbol, Allen Lane, 1995.

- SOKAL**, Alan & **BRICMONT**, Jean, *Impostures intellectuelles*, Paris, Odile Jacob, 1997.
- SOUKHOTINE**, Alain, *Les paradoxes des sciences*, trad., Oleg Pitchouguine, *MIR*, Moscou, 1983.
- STIEGLER**, Bernard, *Réenchanter le monde : la valeur esprit contre le populisme industriel*, Paris, Flammarion, 1987.
- STRAUSS**, Léo, *La renaissance du rationalisme politique classique*, Paris, Gallimard, 1993.
- TATON**, René,
- *La science antique et médiévale*, Paris, PUF, 1957.
 - *La science moderne*, Paris, PUF, 1957.
 - *La science contemporaine I : le XIX^e siècle*, Paris, PUF, 1961.
 - *La science contemporaine II : Le XX^e siècle*, Paris, PUF, 1964.
- VERLEY**, Xavier,
- *Pensée, symbole et représentation. Logique et psychologie chez Frege et Husserl*, Paris, Dianoai, 2004.
 - *La philosophie spéculative de Whitehead*, Paris, Vrin, 2007.
 - *Poincaré ou le renouveau de la philosophie naturelle*, Paris, Belles Lettres, 2009.
- WALCH**, Jean, *Le temps et la durée*, Paris, L'Harmattan, 2000.
- WANG**, Hao, *Kurt Gödel*, Paris, Armand Colin, 2007.
- WITTGENSTEIN**, Ludwig, *Investigations philosophiques*, Paris, Gallimard, 1961.
- WELTEN**, Ruud, *Phénomène du Dieu invisible : essai et Etude sur Emmanuel Levinas, Michel Henry, et Jean Luc Marion*, Paris L'Harmattan, 2014.
- WEINBERG**, Steven,
- *Le Rêve d'une théorie ultime*, Odile Jacob, Paris, 1926.
 - *Process and reality*, McMillan, 1929.
 - *La fonction de la raison*, Paris, Payot, 1969.
 - *Science et monde moderne*, Paris, Rocher, 1994.
 - *De la certitude*, Paris, Gallimard, 2006.

C- ARTICLES ET REVUES

BIYA NDEBI, Robert « Philosophie, art et science » in *Anales de la FALSH*. Colloque internationale. Vol 1, N°3 Yaoundé, 2003.

BORN, Max, « L'interprétation statistique de la mécanique quantique », conférence Nobel 1954, Trad. Par E. Bauer, *le journal de la physique et le radium*, n°10, 1955.

BROGLIE, Louis (de), « La mécanique ondulatoire et la structure atomique de la matière et du rayonnement », in *Journal de physique* 8, 1927.

CAMUS, Albert, « Valeur de la connaissance scientifique », par G. Belloc et al, In *L'homme et le monde moderne*, Paris, Collection G. Belloc, Jean Delagrave, 1977.

DETRAZ, Claude, « Avec le LHC, nous voyons comment la masse vient aux particules », in *Journal CNRS*, novembre/décembre 1999.

EINSTEIN, Albert, « Les fondements de la physique théorique », In *Conception scientifique*, Science N°91 mai 1940.

ESFELD, Micheal, « La philosophie comme métaphysique des sciences », In *Studia philosophica*, N°66, Université de Lausanne, 2007.

EVERETT III, Hug, « Relative state », Formulation of quantum mechanics, in *Reviews of modern physics*, 29, 1957.

FRITZ, London et **BAUER**, Edmond, « la théorie de l'observation en mécanique quantique » In *Exposé de physique général*, III, Paris Hermann, 1939.

GREFFOZ, Valérie, « Avant le Big bang », in *Science et vie*, janvier, 2000.

GRONDIN, Jean, « Heidegger et le problème de la métaphysique », In *Revue DIOTI*, N°VI, 1999.

GUILLAUME, Durand & **MICHEL**, Weber, *Les principes de la connaissance naturelle d'Alfred North Whitehead*, actes des journées d'études internationales tenues à l'Université de Nantes, Les 3 et 4 octobre 2005 – Publiés avec le concours du Département de Philosophie de l'Université de Nantes. 2007.

GUILLEMOT, Hélène, « Comment la matière devient réelle », In *Science et vie*, février 1999.

HARTMUT, Rosa, Accélération, une critique sociale du temps, *La Découverte*, 2010.

JEANGENE, Vilme Jean Baptiste, « Réalité, vérité et connaissance : Une alternative à la traditionnelle « Justified True Brelief », inspirée de la « Wirklichkeit » Manuscrit de 1942 de Heisenberg, In *De Philosophia*, 2000.

KASTLER, Alfred, « Le photon d'Einstein », in *Einstein 1879-1955*, Colloque du centenaire, Edition du CERN, 1980.

LECOINTRE, Guillaume, « Des scientifiques s'égarent », *Pour la science*, N° 259, mai 1999.

LEVINAS, Emmanuel, « La réalité et son ombre », In *les temps moderne*, Paris, Fata Morgana, 1994.

MANGA BIHINA, Antoine « L'indépendance de la pensée », in *journal internationale de philosophie 2010, philosophie et liberté*, journée d'études CERCAPHI/ L'Harmattan Cameroun, 19 nov 2010.

MENDELSON, *L'internationalisation de la science in les incidences de la révolution scientifique*. Un colloque de l'UNESCO, paris, les presse de l'Unesco, 1981.

MFOULOU, Jean, « Quelques difficultés de la phénoménologie husserlienne de Méditations cartésienne », In *Actes du colloque de philosophie de L'Ecole Normale Supérieure*, Yaoundé du 04-08 avril 1983.

MOUCHILI NJIMOM, Issoufou Soulé, « La révolution techno-bio-médicale : vers un effondrement de la frontière entre le normal et le pathologique », In *Revue pluridisciplinaire de L'École Normale Supérieure de Maroua Série Lettres et Sciences humaines*, Université de Maroua, Volume 9 Numéro 17, Décembre 2016.

MILLIERE, Raphaël, « La métaphysique aujourd'hui et demain », *ENS*, Paris, octobre 2011.

ORTOLI Sven et **PHARABOD** Jean Pierre, « Métaphysique quantique », In *science et Techno* le 10 octobre 2012.

MUKERJEE, Malhusree, « Un Big bang miniature. Des collisions de noyaux atomiques pourraient créer de la matière aussi dense et chaude que dans l'Univers primordial », *Pour la science*, N°259, mais 1999.

NEF, Frederic, « Survenance humienne, physique et métaphysique : disposition, structure et connexion », in *Klesis-Revue philosophique* N°24, la philosophie de Davide Lewis 2010.

ONDOA, Pius, « Critique de l'absolu » ou vide de sens ? La philosophie chez Marcien TOWA et MEINRAD HEBGA. *Annales de la FALSH*, Université de Yaounde 1, Volume 1, N°10, nouvelle série, 2009, Deuxième semestre.

PATY, Michel,

- « L'inséparabilité quantique en perspective, ou : Popper, Einstein et le débat quantique aujourd'hui », *Fundamenta Scientiae*, 3, 1982.
- « Interprétation et signification en physique quantique », in *revue internationale de philosophie*, Brussel, n°212, 2 juin 2000.

PAIN, Reynald, « L'univers change l'avenir », In *La Recherche*, 320, mai 1999.

PERRUCHOT, Henri, « La science et l'aveu de l'inconnaissable », par G. Belloc et al., In *L'homme et le monde moderne*, Paris, Collection G. Belloc, Jean Delagrave, 1977.

PESTRE, Dominique, « Les physiciens dans les sociétés occidentales de l'après-guerre. Une mutation des pratiques techniques et des comportements sociaux et culturels », *Revue d'Histoire moderne contemporaine*, Vol. 39, n°1, 1992.

STANLEY L., Jaki, « Le physicien et métaphysicien, la correspondance entre Pierre Duhem et Reginald Garrigou-Lagrange », séance du 4 juin, 1987.

SOLER, Lena, « Le problème de l'incommensurabilité, un demi-siècle après » in *philosophie des sciences*, 8, 2004.

THOM, René, « Halte au hasard, silence au bruit », in *revue mathématique*, juin 1978.

TIERCELIN, Claudine, « La métaphysique et l'analyse conceptuelle », *Revue de Métaphysique et morale*, N°4 spécial : *Métaphysique et ontologie : perspectives contemporaine*.

VILAIN, Christiane, « Genèse d'une idée, l'expansion de l'univers », in *La Recherche*, N°284, 1996.

WEINBERG, Steven, « Une vision corrosive du progrès scientifique », in *La Recherche*, N°318, 1999.

YMELE, Jean Pierre, NJOCK Moïse Katio, « Le principe de complémentarité 70 ans après : le rôle des objections dans la crise du paradigme », In *Revue Philosophique Africaine*, Maât, 2^e année N°2, Douala, Janvier 2000.

D- THESES CONSULTEES

ADRIEN, Vila-Valls, *Louis de Broglie et la diffusion de la mécanique quantique en France 1925-1960*, Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard de Lyon 1, 2012.

AMOUGOU, Jean Bertrand, *La rationalité chez Pierre Meinrad HEBGA, Herméneutique et dialectique*, Thèse de Doctorat Ph.D. Université de Yaoundé, 2006.

ASPECT, Alain, *Trois tests expérimentaux des inégalités de Bell par mesure de corrélation de polarisation de photons*, Thèse de doctorat, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 1983.

BROGLIE, Louis de, *Recherche sur la théorie des quanta*, Thèse de Doctorat soutenue à Paris le 24 novembre 1924.

DEVICTOR, Vincent, *l'objectivité dans la recherche scientifique*, Mémoire de master, Université Paul Valérie, 2011.

FRAPPIER, Mélanie, *langage, physique et philosophie : Le regard sur la pensée de Werner Heisenberg*, Mémoire soutenue et présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université de Laval, pour l'obtention du grade de Maître ès Arts, Août 1999.

LEPAGE, Dominique, *Finitude et nouveauté- Promesses et péril du nouveau au XX^e siècle*, Thèse de Doctorat co-dir Mme RICARD Marie André et M. WUNENBURGER Jean Jacques, Université de Laval Québec, Canada et Université Jean Moulin Lyon 3, France 2004.

KAUARK, Leite P, *Vers une critique de la raison quantique. Approches transcendantales en mécanique quantique* ; Thèse de Doctorat d'épistémologie, Paris, Ecole Polytechnique, 2004.

YMELE, Jean Pierre, *Débat Einstein-Bohr et le problème de la réalité en physique contemporaine*, Mémoire de maîtrise, université de Yaoundé 1, 1992-1993.

E- WEBOGRAPHIE

- [www.ac.nice.fr »html » mecnewenbref](http://www.ac.nice.fr/html/mecnewenbref).
- <http://www.danielmartin.eu/contact.htm>.
- MALLOCH Brown Marck, *Le point*, www.lepoint.fr/santé/document.html?did=71295.
- www.lejournal.cnr.fr, Yaroslav Pigenet, On a détecté les ondes gravitationnelles.
- JOAO Magueijo, *Einstein avait-il raison sur la vitesse de la lumière*, Science et avenir, online, [www.elitepresse.com/actualité/einstein](http://www.elitepresse.com/actualite/einstein).
- FEYNMAN, Richard, Interview de diffusée par la BBC en 1981, http://www.bbc.co.uk/sn/tvradio/programmes/horizon/broadband/archive/feynman/index_textonly.shtml.
- LACHIEZE-REY, Marc, *Le temps existe-t-il ? Comprendre la relativité* (audio) De vive voix, www.devivevoix.fr/.

INDEX

Index des auteurs

A

Abner Shimony, 46, 152, 157, 158, 248, 297
Alain Aspect, 8, 137, 143, 148, 155, 164, 188, 192, 268
Alain Connes, 45
Alan Chalmers, 102
Alan Soukhotine, 202
Albert Einstein, 6, 7, 8, 27, 28, 33, 39, 55, 57, 58, 60, 62, 63, 75, 92, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 106, 109, 112, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 157, 160, 164, 170, 171, 174, 175, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 192, 195, 205, 206, 208, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 222, 225, 228, 229, 230, 232, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 258, 260, 262, 263, 264, 269, 270, 272, 273, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 291, 296, 297, 303, 309, 311, 312, 315, 317, 318, 329, 337
Alexander Fleming, 43
Alexandre Gondran, 136, 151, 171
Alexandre Koyré, 4
Alexis Carrel, 199, 200
Alfred North Whitehead, 303, 350
Anaximandre, 2, 285
Anaximène, 85

André Brabic, 68, 69
Anouk Barberousse, 18, 20
Aristarque De Samos, 2, 26, 37, 119
Aristote, 2, 3, 14, 15, 20, 21, 26, 36, 38, 83, 84, 87, 94, 100, 105, 107, 119, 189, 197, 200, 208, 214, 216, 220, 236, 262, 267, 271, 276, 287, 288, 321, 344
Arthur Schopenhauer, 122, 123
Arthur Schuster, 194, 199
August Kekulé, 43, 44

B

Bernard D'espagnat, 6, 18, 22, 23, 24, 25, 42, 45, 61, 63, 64, 74, 75, 89, 102, 106, 107, 110, 113, 130, 138, 144, 150, 158, 165, 170, 187, 202, 203, 206, 207, 208, 212, 213, 220, 237, 244, 255, 256, 266, 268, 280, 284, 286, 287, 289, 308, 331
Bernoulli, 42, 229
Bertrand Russel, 185
Blaise Pascal, 17, 46, 213
Boltzmann, 167
Brain Greene, 6, 8

C

Carl Vogt, 78
Carme Gallart, 235
Charles Augustin, 57
Charles Darwin, 70, 325
Claude Allègre, 217, 275, 282, 316
Claude Bernard, 31, 32, 40, 184, 185, 352

Claude Cohen Tannoudji, 279

Coulomb, 57

D

D'alambert, 65

Daniel Martin, 177

David Bohm, 114, 135, 187, 257, 277, 278

David Hilbert, 33, 54, 58, 95, 109, 110,

114, 125, 229, 253, 283

David Hume, 173

Dominique Lambert, 91, 92, 261, 263, 333

Douglas Gasking, 15

E

Edgar Morin, 72, 245

Edmund Husserl, 5, 118, 119, 121, 205,
290

Emmanuel Kant, 5, 22, 24, 36, 60, 89, 90,
91, 101, 109, 123, 165, 168, 204, 216,
221, 229, 248, 262, 273, 292, 295, 299,
300, 301, 302, 303, 304, 322

Emmy Noether, 247

Enrico Fermi, 260

Epicure, 267

Ernest Coumet, 46

Ernest Rutherford, 191, 275, 316

Ernst March, 293

Erwin Schrödinger, 7, 8, 72, 73, 109, 110,
111, 112, 113, 130, 132, 135, 141, 145,
146, 150, 152, 153, 164, 170, 171, 182,
183, 195, 238, 253, 256, 257, 269, 278,
279, 281, 305, 307, 314, 316

Etienne Klein, 139

Euclide, 5, 36, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 66,
71, 80, 209, 227, 231

F

Fernand Criqui, 27, 28, 38, 43

Francis Bacon, 16, 18, 20, 23, 39, 74, 82,
87, 201, 204

Francis Fukuyama, 200, 201

Françoise Balibar, 312, 313

Freeman Dyson, 71

Friedrich Hegel, 29, 149

Friedrich Nietzsche, 84

Fries, 36

G

Gabriel Chardin, 160, 171, 196, 198

Galilée, 4, 5, 26, 37, 68, 84, 94, 97, 103,
104, 111, 119, 226, 227, 239, 240, 241,
258, 262, 272, 288, 293, 321, 322, 333,
341, 342

Gaston Bachelard, 38, 40, 66, 87, 100, 135,
167, 174, 175, 176, 197, 207, 345

Georg Bernhard, 6, 33, 52, 53, 54, 55, 58,
60, 62, 66, 92, 175, 228, 229

Georg Bernhard Riemann, 53, 54, 92, 229

George Berkely, 12

George Lemaître, 234, 260, 269, 273, 312

Gibbs, 167

Gilbert Lewis, 234

Giordano Bruno, 216, 254, 272, 288

Gottlob Frege, 90, 200, 267

H

Heinrich Schmidinger, 208
Henri Bergson, 190
Henri Margeneau, 231
Henri Poincaré, 50, 51, 52, 53, 56, 58, 91,
172, 241, 301
Henry Blumenfeld, 183, 184, 185, 188
Héraclite, 157, 234, 266, 299
Hermann Cohen, 229
Hermann Minkowski, 33, 92, 216, 228
Hérodote, 49
Hubert Reeves, 15, 119, 235
Hug Everett iii, 8, 111, 113, 132, 157, 220,
252, 253, 254, 256, 257, 274, 285, 305,
307, 319

I

Isaac Newton, 5, 6, 17, 23, 26, 31, 33, 34,
35, 38, 39, 46, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 71,
82, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99,
103, 104, 105, 124, 126, 135, 136, 138,
141, 142, 145, 148, 151, 157, 160, 171,
175, 179, 187, 192, 194, 195, 202, 203,
206, 209, 211, 212, 215, 216, 219, 220,
226, 227, 241, 253, 257, 258, 260, 265,
272, 293, 294, 295, 309, 310, 323, 327,
335
Issoufou Soulé, 25, 74, 120, 338, 348, 351

J

Jacques Monod, 43, 170, 197

James Clerk Maxwell, 45, 46, 59, 139,
181, 325
James Jeans, 236
James Lighthill, 203
Jean Bricmont, 152, 203, 269
Jean François Lyotard, 120
Jean Leroux, 51
Jean Louis Dumas, 21
Jean Mathias Fleury, 29, 204
Jean Pierre Changeux, 45, 79, 102, 180,
181, 244
Jean Pierre Ymelé, 140, 142
Jean Senebier, 88
Jean Staune, 39, 127, 249, 250, 252, 273,
319
Jean Walch, 13, 94, 163, 164, 165, 197,
198
Jean-François Kahn, 78, 79
Johann Kepler, 26, 37, 96, 119
John Bell, 75, 107, 137, 143, 148, 164,
183, 184, 187, 188, 192, 207, 220, 222
John Benoist, 208
John Michel, 272
John Stachel, 131
John Wheeler, 249, 251, 252
Jonas Bolyai, 50, 52

K

Karl Marx, 29
Karl Popper, 6, 22, 37, 81, 87, 89, 102,
103, 104, 153, 167, 168, 172, 173, 174,
175, 176, 178, 180, 184, 253, 306, 307,
309

L

Leibniz, 28, 120, 173, 180, 199, 261, 279
Léopold Infeld, 57, 58
Leucippe, 71, 76, 87, 107, 141, 189, 198,
214, 275, 285, 321
Lobatchevski, 50, 52, 53, 54, 66
Louis De Broglie, 7, 33, 71, 98, 109, 126,
141, 142, 153, 162, 163, 164, 180, 232,
242, 262, 265, 277, 278, 281, 310, 316,
318, 352
Louis Pasteur, 40
Luc Brisson, 50, 71, 73
Lucien Daly, 189
Lucrèce, 2
Ludwig Eduard Boltzmann, 309
Ludwig Wittgenstein, 229

M

Manjit Kumar, 93, 95, 112, 144, 151
Marc Lachièze Rey, 298, 299
Marc Levy-Leblond, 147
Martin Bojowald, 125, 131, 133
Martin Heidegger, 67, 85, 265, 291, 338
Max Born, 99, 143, 145, 147, 152, 307
Max Kistler, 18, 20
Max Planck, 93, 94, 95, 96, 100, 124, 129,
130, 140, 145, 152, 189, 192, 202, 238,
242, 276, 310, 333
Merleau Ponty, 121, 122, 124
Michael Dummett, 206
Michael Faraday, 44, 45, 46, 55, 88, 89,
233, 244, 304, 313

Michel Bitbol, 108, 166, 187, 286, 300,
301, 308
Michel Fabre, 201
Michel Gondran, 136, 151, 171
Michel Serres, 49
Miracle Grec, Iv, 9, 12, 14, 49
Moritz Schlick, 211
Mouchili Njimom, 25, 74, 142

N

Nicola Tesla, 251
Nicolas Copernic, 37, 84, 105, 119
Nicolas de Cues, 62
Niels Bohr, 8, 9, 64, 74, 90, 96, 110, 111,
126, 127, 132, 135, 137, 139, 140, 141,
143, 144, 145, 146, 147, 150, 151, 152,
153, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 164,
165, 168, 185, 187, 189, 195, 203, 232,
238, 242, 252, 253, 263, 269, 274, 275,
278, 279, 280, 281, 282, 296, 307, 309,
316
Nikolai Ivanovitch, 50, 52, 53, 54
Nombre Imaginaire, 230, 240
Noumène, 5, 303
Nouvelle Rationalité, 7

O

Otto Neurath, 211

P

Parménide, 184, 193, 217, 266, 299
Paul Dirac, 129, 160, 180, 195, 196
Paul Ehrenfest, 112

Paul Souriau, 43
Pauline Ledent, 303
Peter Galison, 60, 88, 89, 200
Pierre de Fermat, 17, 46
Pierre Duhem, 19, 352
Platon, 2, 22, 35, 45, 49, 50, 56, 57, 66, 71,
72, 73, 83, 86, 100, 131, 144, 163, 173,
178, 200, 208, 214, 217, 221, 231, 236,
246, 261, 262, 266, 271, 276, 280, 285,
288, 299, 321, 344
Prosper Schroeder, 61, 62, 65, 66
Protagoras, 74, 85, 148, 213, 237
Ptolémée, 2, 37, 48
Pythagore de Samos, 48, 49, 54, 76, 273,
285

Q

Quantum, iv, v, 112, 156, 186, 189, 192,
202, 206, 235, 237, 239, 242, 284, 295,
310, 350, 367

R

René Descartes, 16
René Thom, 181
Riemann, 6, 33, 52, 53, 54, 55, 58, 60, 62,
66, 92, 175, 179, 228, 229, 231
Rodolphe Lavinay, 265
Roger Gödel, 83
Roger Penrose, 45, 315, 319
Roland Omnès, 106, 129, 145, 162, 198
Ronan De Calan, 16
Rudolf Clausius, 94, 317
Ruud Welten, 85

S

Saint Augustin, 83, 96
Serge Harroche, 113
Simon Pierre De Laplace, 31, 32, 34, 35,
39, 59, 69, 78, 141, 151, 213, 227, 271,
272
Socrate, 2, 23, 288, 294
Stéphane Van Damme, 68
Stephen Hawking, 3, 15, 77, 240
Steven Weinberg, 129, 163

T

Thalès de Milet, 15, 54
Thévenaz, 118, 121
Thomas Blount, 285
Thomas D'aquin, 27, 83, 208, 214, 320
Thomas Kuhn, 6, 104, 105, 178, 211, 218
Thomas Young, 59, 64, 95, 183, 286, 310
Trinh Xuan Thuan, 12, 32, 39, 49, 70, 71,
83, 86, 130, 148, 149, 155, 168, 169,
170, 181, 184, 185, 188, 191, 195, 197,
239, 246, 251, 273

V

Von Foerester, 6, 7

W

Werner Heisenberg, 33, 62, 63, 98, 110,
126, 129, 135, 136, 141, 142, 143, 145,
147, 152, 156, 162, 165, 166, 168, 169,
183, 187, 189, 190, 203, 209, 232, 242,

265, 268, 281, 284, 296, 297, 306, 310,
353

Wolfgang Pauli, 145, 147, 152, 189

X

Xavier Zubiri, 288, 292

Y

Yuval Noah Harari, 101

Index des concepts

A

Activité Nucléaire, 28, 260
Antimatière, 142, 160, 193, 194, 195, 196,
198, 199, 255, 259, 260, 261, 262, 263,
270, 312, 367, 368
Antineutrons, 198
Antiprotons, 198
Atome Primordial, 165, 196, 197, 230, 254

C

Capitalisme, 29
Champs de force, 46
Communication à distance, 8, 186
Complémentarité, 90, 99, 107, 111, 126,
127, 137, 153, 159, 160, 161, 162, 163,
164, 165, 166, 168, 195, 203, 212, 219,
232, 234, 238, 242, 253, 257, 264, 274,
275, 276, 277, 278, 307, 352, 366, 368
Complexe, 72, 90, 99, 161, 199, 204, 348,
367
Cosmologie relativiste, 270
Cosmologie religieuse, 37

D

Décohérence, 130, 132, 313, 318
Démocrite, 2, 3, 43, 70, 71, 76, 85, 87,
107, 141, 189, 198, 214, 237, 246, 267,
275, 285, 321
Déterminisme, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 17, 18, 24,
29, 31, 32, 33, 34, 40, 41, 42, 47, 48, 54,

56, 57, 59, 63, 64, 70, 71, 75, 76, 77, 78,
79, 83, 96, 98, 111, 120, 134, 143, 149,
162, 164, 165, 176, 177, 197, 203, 204,
215, 227, 237, 256, 271, 295, 332, 334,
336, 338, 340, 365, 366
Dispositif Expérimental, 18, 22, 31, 38, 41,
46, 47, 59, 64, 113, 140, 150, 151, 152,
161, 173, 182, 186, 199, 263, 268, 275,
308, 310, 312
Dogmatisme, 4, 36, 120, 322

E

Effet photoélectrique, 28, 140, 238, 268,
317
Energie, 15, 28, 92, 93, 94, 97, 99, 125,
126, 142, 144, 148, 153, 167, 192, 195,
196, 238, 242, 244, 245, 247, 248, 249,
250, 251, 257, 260, 262, 264, 265, 269,
270, 279, 280, 281, 291, 303, 304, 309,
311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318,
368
Energie noire, 248, 249, 250
Entropie, 95, 99, 261, 278, 317, 318
Espace, 4, 5, 6, 15, 18, 22, 29, 33, 34, 36,
45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 76, 89, 90, 91, 92, 93, 94,
95, 96, 97, 98, 99, 101, 103, 104, 108,
109, 110, 113, 114, 118, 119, 121, 123,
124, 125, 128, 133, 134, 139, 144, 147,
148, 154, 162, 165, 168, 169, 173, 175,

176, 179, 180, 188, 191, 198, 199, 208,
 209, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221,
 222, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 233,
 234, 236, 237, 240, 241, 243, 244, 245,
 246, 249, 251, 253, 254, 258, 260, 262,
 265, 267, 269, 270, 272, 273, 274, 275,
 277, 279, 280, 283, 284, 285, 286, 288,
 289, 292, 294, 295, 296, 299, 300, 301,
 303, 304, 311, 312, 314, 315, 319, 321,
 322, 335, 337, 346, 365, 366, 367

Espace euclidien, 48, 49, 51, 54, 60, 61,
 91, 92, 95, 108, 128, 175, 179, 191, 227,
 229, 365

Espace invisible, 54, 57, 70

Espace non euclidien, 33, 51, 52, 56, 66,
 95, 277, 283

Essence, 13, 15, 19, 21, 22, 28, 31, 32, 37,
 40, 41, 82, 91, 100, 117, 118, 133, 139,
 141, 146, 149, 150, 177, 189, 190, 192,
 205, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 217,
 222, 226, 234, 261, 263, 265, 270, 272,
 281, 282, 284, 285, 292, 295, 299, 300,
 346, 367

Essence majestueuse, 28, 40, 41

Etats dnchevêtrés, 106, 107

Expérience de pensée, 8, 38, 43, 75, 87, 88,
 101, 106, 107, 110, 111, 123, 130, 132,
 138, 143, 148, 157, 164, 182, 183, 186,
 191, 205, 238, 239, 240, 241, 242, 243,
 244, 245, 248, 253, 254, 256, 257, 258,
 262, 263, 268, 269, 274, 279, 282, 283,
 305, 307, 367

Expérience première, 16, 174, 176, 204,
 205

Expérience sensible, 16, 22, 35, 36, 90,
 123, 177, 178, 204, 205, 207, 246, 276

Explications théologiques, Iv, 16

F

Falsifiabilité, 6, 68, 87, 89, 102, 103, 175,
 200, 253

Fonction D'onde, 7, 8, 99, 107, 111, 112,
 113, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 133,
 138, 149, 154, 157, 163, 192, 219, 253,
 274, 276, 279, 298, 315, 317, 320, 366,
 368

Force Gravitationnelle, 5, 55, 97, 98, 213,
 217

G

Géocentrisme, 3, 271, 272, 322

Géométrie, 5, 36, 48, 49, 50, 51, 52, 53,
 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 65, 92, 95, 97,
 99, 175, 179, 226, 227, 228, 229, 230,
 231, 233, 262, 269, 272, 273, 283, 285,
 312, 321, 339, 340

Géométrie euclidienne, 48, 50, 51, 53, 54,
 57, 58, 95, 97, 99, 175, 179, 226, 227,
 231, 272, 273, 283, 321

Géométrie projective, 53, 62

Gravitation universelle, 17, 49, 54, 56, 57,
 60, 61, 62, 68, 92, 94, 97, 103, 104, 109,
 157, 175, 192, 217, 218, 228, 229, 240,
 248, 327, 340

H

Hasard, 8, 17, 31, 41, 42, 43, 46, 73, 98,
143, 147, 149, 170, 197, 258, 267, 338,
352, 365

Heuristique, 40, 145, 147, 154, 258, 289

I

Incomplétude, 8, 34, 143, 145, 164, 185,
188, 293, 297, 301

Indéterminisme, 9, 25, 33, 34, 35, 70, 73,
75, 98, 110, 116, 135, 150, 160, 176,
188, 190, 254, 256, 306, 328

Infiniment grand, 17, 19, 23, 28, 47, 52,
53, 56, 58, 97, 233, 234, 235, 243, 246,
270, 311, 319

Infiniment petit, 19, 23, 28, 30, 31, 47, 53,
54, 57, 58, 93, 95, 98, 99, 108, 109, 138,
142, 145, 160, 165, 166, 171, 175, 176,
189, 191, 198, 203, 206, 208, 218, 222,
229, 233, 242, 243, 244, 246, 250, 252,
257, 261, 268, 270, 276, 279, 281, 283,
284, 291, 296, 311, 319, 324, 328

Inflation cosmique, 246, 248, 259

Intuition, 14, 18, 38, 48, 51, 123, 128, 131,
136, 140, 141, 145, 147, 148, 149, 157,
160, 164, 165, 177, 178, 179, 180, 181,
182, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190,
200, 208, 210, 216, 230, 231, 235, 246,
248, 250, 251, 275, 367

Invariance, 54, 74, 78, 84, 91

L

L'étant, 67

Langage Des Mythes, 13

M

Matérialisme, 31, 45, 129, 189, 294, 298

Mécanique quantique, 7, 8, 9, 10, 34, 64,
70, 98, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 112,
113, 114, 116, 117, 121, 126, 127, 128,
129, 131, 133, 136, 137, 139, 141,
143, 144, 145, 147, 149, 150, 151, 152,
154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162,
163, 164, 166, 168, 170, 182, 183, 185,
186, 187, 188, 191, 192, 203, 218, 219,
220, 221, 223, 225, 238, 239, 242, 243,
251, 257, 258, 259, 262, 263, 264, 265,
269, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281,
282, 283, 284, 287, 296, 297, 298, 299,
304, 307, 308, 309, 312, 313, 317, 318,
319, 328, 329, 331, 333, 337, 339, 350,
352, 353

Métaphysique, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 19,
20, 22, 25, 32, 36, 37, 38, 46, 48, 51, 65,
72, 81, 87, 117, 120, 124, 125, 126, 127,
128, 133, 138, 139, 141, 150, 151, 152,
154, 156, 157, 158, 159, 173, 181, 183,
184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193,
198, 199, 201, 207, 208, 210, 211, 219,
220, 221, 222, 223, 226, 234, 235, 245,
248, 252, 254, 255, 257, 258, 259, 261,
263, 265, 268, 270, 271, 272, 275, 276,
280, 284, 287, 288, 291, 292, 293, 295,

297, 298, 299, 300, 302, 304, 316, 321,
328, 329, 335, 341, 342, 345, 346, 350,
351, 352, 366, 367

Métaphysique classique, 7, 19, 20, 36, 120,
126, 128, 158, 173, 181, 185, 189, 190,
191, 207, 208, 210, 211, 222, 223, 234,
235, 248, 252, 258, 261, 270, 287, 292,
298, 302

Métaphysique expérimentale, 46, 152, 190,
226, 248

Méthode, 2, 5, 8, 9, 15, 20, 21, 22, 25, 26,
31, 36, 37, 42, 44, 48, 51, 60, 65, 72, 87,
89, 121, 127, 131, 132, 136, 140, 148,
161, 162, 164, 167, 176, 178, 181, 182,
184, 188, 200, 204, 205, 209, 210, 211,
215, 226, 231, 236, 247, 252, 254, 261,
295, 312, 320, 321, 322, 323, 333, 344

Monde parallèle, 199, 274

O

Ontologie galiléenne, 4, 315

Objectivité absolue, 5, 13, 25, 47, 60, 63,
64, 65, 66, 74, 75, 97, 101, 108, 123,
132, 140, 208, 209, 211, 212, 213, 215,
221, 365

Objectivité faible, 25, 64, 75, 110, 132,
170, 255, 268

Objectivité forte, 5, 8, 18, 23, 42, 61, 64,
170, 206, 208, 213, 221, 268

Objectivité scientifique, Iv, 17, 41, 61, 66,
67, 72, 74, 75, 76, 89, 91, 102, 211, 244,
245

Obstacle épistémologique, 66, 197

Onde, iv, 7, 8, 9, 33, 75, 90, 94, 95, 99,
107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116,
117, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 133,
144, 157, 167, 170, 219, 232, 241, 242,
245, 248, 259, 265, 267, 268, 273, 274,
277, 281, 284, 285, 286, 289, 296, 302,
303, 307, 309, 310, 312, 313, 314, 315,
316, 317, 318, 319, 320, 324, 328, 337,
368

Ondes gravitationnelles, 237, 240, 243,
244, 245, 246, 247, 248, 249, 251, 258,
262, 272, 312, 353, 367

Ontologie galiléenne, 4, 322

P

Phénomènes électromagnétiques, Iv, 7, 34,
59, 63, 108, 212, 229, 290, 310

Phénoménologie, 5, 118, 120, 121, 133,
136, 300, 346, 351

Philosophie médiévale, Iv, 9, 12, 27, 41,
119, 120

Photon, 8, 38, 59, 64, 113, 126, 137, 170,
198, 234, 241, 265, 269, 286, 310, 350

Physique des particules, Iv, 9, 127, 190,
195, 203, 207, 232, 278, 289, 296, 324,
328

Principe d'incertitude, 3, 9, 30, 33, 35, 63,
98, 106, 114, 125, 126, 142, 166, 170,
203, 206, 219, 223, 229, 232, 234, 242,
266, 268, 276, 278, 279, 281, 283, 284,
296, 297, 298, 309, 324

Principe de séparabilité, 138, 184

Propédeutique, 49, 62, 141

R

Raison, 3, 8, 9, 13, 14, 16, 19, 22, 24, 25,
26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 37, 39, 40, 42,
47, 50, 53, 56, 60, 66, 68, 72, 76, 77, 82,
83, 84, 85, 86, 87, 88, 101, 102, 105,
117, 119, 120, 128, 136, 140, 142, 149,
166, 167, 173, 178, 182, 188, 191, 192,
196, 198, 200, 202, 204, 210, 214, 215,
216, 217, 239, 242, 248, 288, 292, 293,
309, 315, 320, 335, 343, 346, 348, 349,
353, 365

Rayonnement cosmique, 196, 198, 261,
278, 304, 315

Réalisme métaphysique, 4, 132, 140, 150,
152, 189, 208, 283, 293, 299, 300, 302,
327, 368

Réalisme ouvert, 107, 280, 282

Réel mathématique, 90

Réel quantique, Iv, 9, 34, 114, 140, 152,
192, 220, 252, 281, 296, 298, 305, 324,
328

Réfraction, 58, 69, 265

Ruptures Epistémologiques, 2

S

Science Classique, 7, 8, 13, 16, 18, 19, 22,
23, 24, 26, 40, 50, 54, 57, 60, 61, 72, 74,

77, 78, 82, 100, 102, 112, 118, 141, 165,
193, 209, 210, 213, 215, 217, 221, 252,
255, 268, 272, 276, 289, 305, 306, 308,
316, 320, 328

T

Téléportation, 143

Théorie de la Relativité, 53, 62, 92, 96, 97,
103, 106, 108, 109, 139, 142, 157, 160,
174, 175, 179, 186, 188, 192, 194, 205,
210, 213, 216, 217, 218, 219, 221, 225,
228, 229, 231, 232, 233, 234, 236, 237,
238, 240, 241, 244, 247, 249, 251, 259,
262, 263, 269, 270, 272, 273, 278, 283,
289, 311, 312, 329, 343

Trou Noir, 143, 246, 249, 252, 262, 270

U

Unicité du monde, 5

Univers parallèles, 129, 133, 274

V

Verissimilitude, 23

Vide, 17, 30, 46, 59, 71, 83, 84, 123, 142,
155, 173, 189, 191, 192, 196, 210, 216,
233, 239, 244, 246, 247, 248, 249, 250,
251, 257, 270, 288, 314, 315, 341, 351

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUMÉ	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
PRÉMIÈRE PARTIE : CRISE DU CLASSICISME ET ÉMERGENCE DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES	11
CHAPITRE I : LES RAISONS D’UNE DÉCRIPITUDE DE LA SCIENCE CLASSIQUE	13
A- LA CRITIQUE D’UNE OBJECTIVITÉ NAÏVE OU PRIMAIRE	13
1- La remise en question de l’empirisme naïf.....	14
2- Les apories de la raison autosuffisante	19
3- De l’inconsistance du principe d’une connaissance absolue	25
B- LE REFUS DE L’INDÉTERMINISME DANS LE CONTEXTE CLASSIQUE : UNE ERREUR D’APPRÉCIATION	30
1- Le non-sens du déterminisme de droit.....	31
2- Le refus des faits : une obstruction méthodologique.....	35
3- Les apories d’un refus du hasard dans la science	41
CHAPITRE II : LA NECESSITÉ D’UNE REMISE EN QUESTION DU DÉTERMINISME HIPPOCRATIQUE	48
A- LA CRITIQUE DE L’IDÉE D’UNE RÉALITÉ INDÉPENDANTE	48
1- Le déclin de l’espace euclidien comme référence en physique.....	48
2- Contre la dictature du déterminisme newtonien	54
3- La fin de l’objectivité absolue en science.....	60

B- LA NECESSITÉ D'UNE RECONNAISSANCE DE LA SUBJECTIVITÉ DANS LA CONSTITUTION DU RÉEL	64
1- Le sujet humain : une conscience indéterminée	65
2- Pour une objectivité subjectivement fondée.....	71
3- De l'incongruité du déterminisme de droit.....	76
CHAPITRE III : DE L'INCOMPLÉTUDE DE LA MÉCANIQUE NEWTONIENNE. 81	
A- NÉCESSITÉ D'UN CHANGEMENT DE PARADIGME SCIENTIFIQUE	81
1- La pensée en charge de la subjectivité	81
2- La fonction subjective de l'édification de l'objectivité.....	85
3- De la non-absoluité du temps et l'espace	91
B- La relativité en science	96
1- L'inopérationalité du déterminisme d'Isaac Newton	96
2- L'idée d'une dynamique dans la perception du réel scientifique.....	100
3- De la discontinuité de la matière	107
DEUXIEME PARTIE : LA REVOLUTION QUANTIQUE OU RENOUVELLEMENT DES FONDEMENTS DE LA METAPHYSIQUE..... 115	
CHAPITRE IV : L'INCIDENCE DU RÉALISME MICROPHYSIQUE SUR L'INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DU RÉEL..... 117	
A- LA CRITIQUE DE L'INNÉISME MÉTAPHYSIQUE	117
1- L'intentionnalité husserlienne ou le prélude à l'objectivité en métaphysique	117
2- Des suppositions métaphysiques sur la fonction d'onde.....	124
3- Interprétation de la non-localité ou dépassement du fixisme classique	134
B- LE MILIEU QUANTIQUE OU POINT DE DÉPART DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE.....	138
1- Le débat Bohr-Einstein sur la question de la réalité.....	138
2- L'interprétation de Copenhague-Göttingen.....	145
3- Le réel microscopique ou objet de la métaphysique	150
CHAPITRE V : VERS UNE TRANSITIVITÉ ENTRE MÉTAPHYSIQUE ET MICROPHYSIQUE..... 159	
A- INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DE LA RÉALITÉ QUANTIQUE	159
1- Le principe de complémentarité	159

2- Des points communs entre incertitude et probabilité	166
3- Le rationalisme critique de Popper	172
B- DE LA CONTINUITÉ LOGIQUE ENTRE RÉEL ET VIRTUEL	177
1- L'intuition intellectuelle d'Albert Einstein	177
2- De l'inégalité de John Bell	183
3- Le quantum : un phénomène métaphysique	189
CHAPITRE VI : LA MÉTAPHYSIQUE OU LA SAGESSE DE LA SCIENCE	193
A- LA MÉTAPHYSIQUE AU FONDEMENT DE LA SCIENCE	193
1- L'antimatière : fiction ou réalité	193
2- De l'infinité complexe de la curiosité scientifique	199
3- Le réalisme met-il fin au subjectivisme ?	204
B- L'OBJECTIVITÉ FAIBLE OU L'AVEU D'UNE SUBJECTIVITÉ DANS LES SCIENCES CONTEMPORAINES	209
1- Interrogation de la crédibilité fondée subjectivement	209
2- La valeur intrinsèque d'une essence non perceptible	213
3- La relativité ou la permanence de la métaphysique en science	219
TROISIEME PARTIE : MICROPHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE, DEUX APPROCHES COMPLÉMENTAIRES DANS LA COMPRÉHENSION DU RÉEL ..	224
CHAPITRE VII : LA MICROPHYSIQUE OU LE FONDEMENT DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE.....	226
A- LA MICROPHYSIQUE COMME FONDEMENT DE LA RENAISSANCE DE LA MÉTAPHYSIQUE	226
1- La conception moderne du temps et de l'espace	226
2- Le réel : une construction de la pensée	230
3- Le phénomène quantique : réalité primordiale	234
B- DE LA FONCTION D'ONDE AUX MONDES MULTIPLES.....	239
1- De l'expérience de pensée à l'expérience réelle.....	239
2- Les ondes gravitationnelles d'Einstein : une réalité transcendantale à notre univers	244
3- La théorie de la réalité de Hugh Everett III	252

CHAPITRE VIII : DE L'INTERPRÉTATION MÉTAPHYSIQUE DE LA RÉALITÉ QUANTIQUE	259
A- L'INVERSION ÉPISTEMOLOGIQUE DU SENS DE LA MÉTAPHYSIQUE	259
1- Du principe de correspondance entre matière et antimatière	259
2- De la juxtaposition des états de la matière	265
3- Du parallélisme de mondes	270
B- L'INCERTITUDE SCIENTIFIQUE OU LE FONDEMENT DE LA MÉTAPHYSIQUE CONTEMPORAINE	274
1- Les aléas de la complémentarité	274
2- Vers une interprétation statistique du réel	281
3- La réalité : du virtuel à l'abstrait	287
CHAPITRE IX : LA VALEUR HEURISTIQUE DU SYSTÈME DE VÉRITÉ APPROCHÉE.....	293
A- LA FONCTION PÉDAGOGIQUE DE LA CRITIQUE EN SCIENCE	293
1- L'incertitude ou la réponse au réalisme métaphysique	293
2- La connaissance moderne du réel ou le rejet du réalisme métaphysique	299
3- La pertinence de la dépendance du réel à l'observateur	305
B- DU PRINCIPE D'ÉGALITÉ ENTRE MATIÈRE ET ÉNERGIE	309
1- Le caractère d'onde ou l'énergie intrinsèque à la matière.....	309
2- Le principe de la discontinuité une expression de la fonction d'onde quantique.....	315
3- Vers une connaissance indéfiniment ouverte à la falsification méthodologique	320
CONCLUSION GENERALE	326
BIBLIOGRAPHIE	330
INDEX	354