

## LA PHYSIQUE QUANTIQUE ET LE PARADIGME DE LA COMPLEXITÉ CHEZ EDGAR MORIN

Issa AHAMADOU HAMAGE  
*Université Abdou Moumouni (Niger)*  
E-mail : [Hamageissa@yahoo.com](mailto:Hamageissa@yahoo.com)  
Lamine AHMED  
*Université de Zinder (Niger)*  
E-mail : [lamineleykedjr@yahoo.fr](mailto:lamineleykedjr@yahoo.fr)

**Résumé :** Cet article a pour ambition de contribuer à dénouer les liens complexes qui unissent et séparent tout à la fois les contradictions dans la physique à la lumière du paradigme de la complexité chez Edgar Morin. De ce fait, deux interrogations fondamentales se présentent à nous : comment la complexité peut-elle nous permettre de clarifier les enjeux de cette « nouvelle » physique ? La physique quantique ne bouleverse-t-elle pas toute la richesse de la physique que nous héritons depuis Aristote ? En réponse à ces questions, sont données quelques clés parmi lesquelles, les ruptures des transitions, l'indétermination, le théorème d'incomplétude, la dualité onde-corpuscule, et la non-séparabilité, pour comprendre les débats autour de la physique quantique. Le passage de l'un à l'autre se fait principalement au travers du philosophe inclassable Edgar Morin par le paradigme de la complexité, lequel nous permet de voir les enjeux qui se posent dans l'histoire et philosophie des sciences.

*Mots-clés :* simplification, dualité onde-corpuscule, physique quantique, paradigme, complexité.

**Abstract:** This article aims to help untie the complex links that unite and separate at the same time the contradictions (in physics (Louis de Broglie, Heisenberg, Schrödinger and Aristotle) in the light of the paradigm of complexity in Edgar Morin. This fact, two questions arise in us: How can complexity allow us to clarify the stakes of this « new » physics? Doesn't quantum physics upset all the physical richness that we have inherited since Aristotle? In response to these questions, some keys are given, among which, the ruptures of transitions, indeterminacy, the incompleteness theorem, wave-particle duality, and non-separability, to understand the debates around quantum physics. The passage from one to the other is made mainly through the philosopher Edgar Morin unclassifiable by the paradigm of complexity, which allows us to see the issues that arise in the history and philosophy of science.

*Keywords* : simplification, contradictions one-particle duality, quantum physics, paradigm, complexity.

### Introduction

Quand on remonte dans l'histoire et la philosophie de sciences, il est indiscutable que la notion de la complexité d'Edgar Morin, comme Méthode <sup>1</sup>et non méthodologie, trouve ses origines dans l'Antiquité précisément avec Héraclite, Platon mais aussi dans la modernité avec Hegel, Bachelard, Popper et Pascal. Au-delà de ces auteurs, on peut dire qu'elle s'inspire également de sa propre vie, son histoire. Dans l'avant-propos d'*Introduction à la pensée complexe*, d'Edgar Morin (2005, p.13) l'exprime éloquemment :

Toute ma vie, je n'ai jamais pu me résigner au savoir parcellarisé, je n'ai jamais pu isoler un objet d'études de son contexte, de ses antécédents, de son devenir. J'ai toujours aspiré à une pensée multidimensionnelle. Je n'ai jamais pu éliminer la contradiction intérieure. J'ai toujours senti que des vérités profondes, antagonistes les unes aux autres, étaient pour moi complémentaires, sans cesser d'être antagonistes. Je n'ai jamais voulu réduire de force l'incertitude et l'ambiguïté.

Dans cette logique la complexité s'entend comme cette incapacité pour l'homme scientifique d'expliquer ou de percer le mystère de la réalité. C'est pourquoi, elle nous paraît une méthode pertinente nous permettant de comprendre par exemple cette dualité-onde corpuscule, cette dialogique, dans l'histoire de la physique quantique. Cette dernière se présente comme l'opposé du déterminisme. Or, on trouve dans cette théorie des éléments à la fois en faveur et en défaveur du déterminisme, des controverses chez les physiciens sur l'interprétation à donner à cette discordance.

En outre, selon Schrödinger, l'incompatibilité du déterminisme et de la théorie quantique est liée à l'indéterminisme fondamental de la réduction du paquet d'onde, ou de la fonction d'onde. Tout objet quantique se trouve typiquement dans un état superposé, par exemple, en même temps, l'état "mort" et "vivant" du Chat de Schrödinger. Plus généralement, les paramètres physiques comme la position, la vitesse, ou le spin d'un objet

---

<sup>1</sup> La méthode ici s'oppose à la conception dite « méthodologique » où elle est réduite à des recettes techniques. Comme la méthode cartésienne, elle doit s'inspirer d'un principe fondamental ou paradigme. Mais la différence est précisément ici de paradigme. Il ne s'agit plus d'obéir à un principe d'ordre (excluant le désordre), de clarté (excluant l'obscur), de distinction (excluant les adhérences, participations et communications), de disjonction (excluant le sujet, l'antinomie, la complexité), c'est-à-dire à un principe qui lie la science à la simplification logique. Il s'agit au contraire, à partir d'un principe de complexité, de lier ce qui était disjoint (E. Morin, 2008, p. 33).

quantique, ne sont pas connus ni connaissables avant que l'objet soit mesuré. C'est dire que la fonction d'onde de l'objet donne une distribution de valeurs de ces paramètres, avec des probabilités différentes, et leur valeur précise n'est connue que si on mesure spécifiquement ce paramètre. C'est ce que l'on nomme *la réduction du paquet d'onde*, et la valeur résultante de la mesure est – selon l'interprétation de Copenhague – fondamentalement imprédictible et aléatoire (Michel Paty, 2003 p.19).

Quant à Heisenberg, la physique quantique est basée sur des phénomènes aléatoires et de nombreuses indéterminations, c'est ce qu'il appelle « le principe d'incertitude ». L'une d'elles est connue sous le nom de *l'indétermination* de Heisenberg. Par « indétermination », il signifie ici que, quoi qu'on fasse, la mesure ne peut pas être plus précise que nous l'autorise la physique quantique. L'indétermination de Heisenberg porte ainsi sur la vitesse et la position d'une particule dans l'espace. Les deux ne sont pas mesurables ou connaissables de façon simultanée. Autrement dit, si on connaît la position d'une particule, alors sa vitesse sera indéterminée et indéterminable. À l'inverse, on peut connaître la vitesse de la particule, mais alors ce sera sa position qui sera indéterminée. Dans la même lancée, Louis de Broglie s'engage à la vulgarisation des travaux scientifiques mais aussi à soutenir les développements de la science contemporaine en permettant de « poser les bases d'une nouvelle microphysique et d'en rechercher les conséquences et les applications ». Qu'il s'agisse de l'étude des matériaux ou encore de l'électronique, la physique quantique et la mécanique ondulatoire trouvent aujourd'hui de très nombreuses applications et la fondation soutient ces nouvelles découvertes. C'est dans cet ordre d'idées que Louis de-Broglie (1925, p. 3) affirme que :

L'histoire des théories optiques montre que la pensée scientifique a longtemps hésité entre une conception dynamique et une conception ondulatoire de la lumière ; ces deux représentations sont donc sans doute moins en opposition qu'on ne l'avait supposé et le développement de la théorie des quanta semble confirmer cette conclusion.

Cependant, dans la physique d'Aristote et dans celle de Newton et Descartes, une telle façon de connaître le réel était inconcevable. Car l'explication et la compréhension ou tout au plus la dynamique de la science se comprenait sous le paradigme de simplification et non des paradoxes tels que vu chez les quantiques. Le Système d'Aristote, reposait sur une logique du tiers-exclus. C'est pourquoi, nous aurions comme ambition de contribuer à dénouer les liens complexes qui unissent et séparent tout à la fois les critiques de la physique (Louis de-Broglie, Heisenberg, Schrödinger, et Aristote) à la lumière du paradigme de la complexité chez Edgar Morin. Nous essayerons de répondre aux interrogations dont leurs réponses sont à

la fois antagonistes et complémentaires pour parler comme Edgar : Quels sont les origines et les principes du paradigme de la complexité ? La physique quantique ne bouleverse-t-elle pas toute la richesse physique que nous avons héritée d'Aristote ? Comment la complexité peut-elle nous permettre de clarifier les enjeux de cette « nouvelle » physique ? En réponse à ces questions, sont données quelques clés parmi lesquelles, les ruptures des transitions, l'incertitude, l'indétermination, le théorème d'incomplétude, la dualité onde-corpuscule, et la non-séparabilité, pour comprendre les débats autour de la physique quantique. Le passage de d'une physique classique à une nouvelle physique dite quantique se comprend principalement par le philosophe et sociologue inclassable Edgar Morin au travers du paradigme de la complexité, lequel nous permet de voir les enjeux qui se posent dans l'histoire et philosophie des sciences.

### 1. **Quelques considérations historiques sur le paradigme de la complexité chez Edgar Morin**

Pour mieux cerner la physique quantique nous pensons nous inscrire dans l'horizon épistémologique de la complexité. Ainsi, la notion de la méthode de la complexité a, comme nous l'avons esquissée ci-haut, une histoire dans l'histoire de sciences et celle d'Edgar Morin. Elle vient étymologiquement du latin *complexus* qui signifie *ce qui est tissé ensemble*. Elle a été ébauchée pour la première fois par le philosophe de notre temps, Edgar Morin, en 1982, selon Patrick Juignet (2015, p. 5), comme étant :

Le but de la recherche de méthode n'est pas de trouver un principe unitaire de toute connaissance, mais d'indiquer les émergences d'une pensée complexe, qui ne se réduit ni à la science, ni à la philosophie, mais qui permet leur intercommunication en opérant des boucles dialogiques.

Ce concept exprime une forme de pensée acceptant les imbrications de chaque domaine de la pensée et la transdisciplinarité. Elle est, de ce fait, une pensée qui relie. Cela veut dire que, contrairement au mode de penser traditionnel, qui disjoint et réduit les champs de connaissances en disciplines et les compartimente, la pensée complexe est un mode de reliance. De la sorte, introduire la complexité, c'est désormais aller à la rencontre et aux usages de ces principes qui ne sont plus la disjonction et la réduction des objets et des sujets mais la dialogique, la reliance. C'est dans cette perspective qu'Edgar Morin (2005, p.47) souligne :

L'idée de complexité était beaucoup plus répandue dans le vocabulaire courant que dans le vocabulaire scientifique. Elle portait toujours en connotation un avertissement à l'entendement, une mise en garde contre la clarification, la simplification, la réduction trop rapide. En fait, la complexité avait aussi son terrain élu, mais sans le mot lui-même, dans la philosophie : dans un sens, la dialectique, et sur le plan logique, la

dialectique hégélienne était son domaine, puisque cette dialectique introduisait la contradiction et la transformation au cœur de l'identité.

En plus, le paradigme de la complexité repose sur trois théories fondamentales en suivant le parcours à la fois historique et épistémologique de Morin. D'abord, la théorie de l'information, qui lui permet d'entrer dans un univers où il y a à la fois de l'ordre, du désordre, et en extraire du nouveau. Ensuite, la cybernétique, à laquelle il emprunte les idées de rétroactions, négative avec l'homéostasie et positive où il ne voit que l'amplification. Et enfin, la théorie des systèmes, basée « le tout est plus que la somme des parties », comme le signale bien le titre de sa sous-partie dans *la Nature de la Nature* à la page 126 : « Le tout n'est pas tout », qui hiérarchise les niveaux d'organisation à travers la notion d'émergence. C'est la somme de ces trois théories qui l'ont influencé et lui ont valu cette théorie qu'il appelle la *notion d'organisation*. C'est en ce sens qu'il l'a définie ainsi dans *la Nature de la nature* :

L'organisation est le concept crucial, le nœud qui lie l'idée d'interrelation à l'idée de système. Sauter directement des interrelations au système, rétrocéder directement du système aux interrelations, comme le font les systémistes qui ignorent l'idée d'organisation, c'est mutiler et dévertébrer le concept même de système. L'idée d'organisation est dans ce travail le concept que je reprendrai, développerai, transformerai, du système à la machine, de la machine à l'automate, de l'automate à l'être vivant, de l'être vivant à la société, à l'homme, à la théorie, qui est une organisation d'idées. L'organisation lie, transforme, produit, maintient. Elle lie, transforme les éléments en un système, produit et maintient ce système. (Edgar. Morin, p.129-130).

Dans la logique de mieux comprendre le contexte de la complexité, nous avons pensé faire recours à l'apport de divers courants des sciences des systèmes complexes, Von Neumann, Von Foerster, Atlan et Prigogine. Ces derniers ont éclairé Morin sur la notion d'incertitude et de l'ordre issu du désordre qu'il résume bien dans son œuvre *la connaissance de la connaissance* par la formule ordre/désordre/organisation. De là, la richesse de cet apport lui procure la *notion d'auto-organisation*.

Par ailleurs expliquer la complexité, c'est aussi traduire la notion de la dialectique. Cette dernière, érigée en *dialogique* par Morin est le moteur même de l'épistémologie complexe d'Edgar Morin. Pour ce faire, le principe dialogique devient l'une des bases de la pensée complexe, avec le principe de la récursivité et le principe « hologrammique ». Ces trois principes sont interreliés. Dans *La connaissance de la connaissance*, Morin définit le principe dialogique comme « l'association complexe (complémentaire /concurrente/ antagoniste) d'instances, nécessaires ensemble à l'existence, au

fonctionnement et au développement d'un phénomène organisé » (Morin, 1986, p. 98). Le principe dialogique est l'idée que deux principes en dualité peuvent former un tout sans que leur dualité ne se perde dans ce tout. Le principe de récursion, ou boucle génératrice est contre le principe linéaire de cause à effet dans la mesure où les produits et les effets sont eux-mêmes producteurs de ce qui les produit, comme l'être humain qui produit la société et est produit par elle. Mieux, la récursivité, permet les relations interdépendances entre l'objet produit et le sujet producteur, s'accorde bien avec les boucles de rétroaction positive des systèmes dynamiques non-linéaires, et est également incluse dans la contradiction dialectique cause/effet. Ainsi, le second Principe appelé hologrammatique se définit comme étant le principe selon lequel le tout contient les parties et les parties contiennent le tout, comme les cellules différenciées contiennent le génome de tout l'organisme, lui-même constitué de cellules. En d'autres termes, nous pouvons dire que Morin s'est inspiré de la dialectique de Marx et Hegel pour développer la dialogique. Il ne faut toutefois pas confondre les deux concepts qui sont fort différents, car les deux idées se rejoignent dans l'idée d'échange et de communication entre deux choses différentes, voire opposées. Pour Morin, la dialectique se distingue de la dialogique par la recherche d'une cohérence entre les deux éléments s'opposant. La dialogique ne cherche pas à « dépasser » les contradictions des idées s'opposant à l'intérieur d'un tout en tentant de sublimer la différence et d'exclure la diversité, elle cherche plutôt à intégrer dans un même système par la coopération des concepts, idées ou logiques qui s'opposent. Ainsi, une approche dialogique accepterait que deux principes différents ou antagonistes soient unis dans le même tout, sans perdre l'unicité qui les distingue. Cette fusion illustre la complexité du réel en ne cherchant pas à le rendre cohérent par l'élimination des contradictions. Plutôt que de résoudre les contradictions entre la thèse et l'antithèse pour aboutir à une solution la synthèse comme dans la dialectique hégélienne, la dialogique par contre s'ouvre en intégrant les complémentarités mais sans chercher à effacer les contradictions. Ainsi, il faut adopter une double logique (d'où dialogique) : penser simultanément les contradictions et les complémentarités. C'est à ce juste titre qu'il dit « la dialogique assume cette tension en deux notions devant s'exclure l'une l'autre, mais qui sont indissociables en une même réalité » (E. Morin, 1999, p.78)

Du reste, la dialogique, tout en intégrant ces trois concepts fondamentaux de la pensée complexe de Morin, permet de mieux penser la complexité du réel. L'on se rappelle déjà que Bachelard nous prévient

contre justement la fugacité du réel dans son majestueux ouvrage *La formation de l'esprit scientifique* en disant :

La connaissance du réel est une lumière qui projette toujours quelque part des ombres. Elle n'est jamais immédiate et pleine. Les révélations du réel sont toujours récurrentes. Le réel n'est jamais « ce qu'on pourrait croire » mais il est toujours ce qu'on aurait dû penser. La pensée est claire, après coup, quand l'appareil des raisons a été mis au point. En revenant sur un passé d'erreurs, on trouve la vérité en un véritable repentir intellectuel. En fait, on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation. (G. Bachelard, 1934, pp.16-17)

C'est donc, dans cette logique bachelardienne que Morin s'inscrit en nous suggérant de prendre en considération la complexité du réel plutôt que d'essayer de le simplifier ou de hiérarchiser les idées opposées. C'est ce que tente de faire la dialectique, par exemple en exposant une synthèse qui élimine la diversité pour mener à l'isolement de chaque concept. Morin avance que ces concepts opposés sont liés et dialoguent entre eux pour former un système, ou un tout qui ne leur enlève en rien leur unicité. Il dit précisément en ce sens :

Nous pouvons d'autant plus faire confiance à ces exclus de la science classique qu'ils sont devenus les pionniers de la science nouvelle. Ce qui semble une régression du point de vue de la disjonction, de la simplification, de la réduction, de la certitude (le désordre thermodynamique, l'incertitude microphysique, le caractère aléatoire des mutations génétiques), est au contraire inséparable d'une progression dans des terres inconnues. Plus fondamentalement, la disjonction et la simplification sont déjà mortes à la base même de la réalité physique. La particule subatomique a surgi, de façon irrémédiable, dans la confusion, l'incertitude, le désordre. Quels que soient les développements futurs de la microphysique, on ne retournera plus à l'élément à la fois simple, isolable, insécable. Certes, confusion et incertitude ne sont pas et ne seront pas considérés ici comme les mots ultimes du savoir : ils sont les signes avant-coureurs de la complexité. (E. Morin, 1977, p.16).

En somme, au vu de tout ce qui vient d'être dit ci-haut, force est de reconnaître que Morin reste le philosophe qui peut nous permettre de comprendre les différents positionnements de la physique quantique. Ainsi, nous essayerons de voir la physique quantique à l'aune de ce paradigme dont nous venons d'exposer les principes.

## **2. La physique quantique à l'épreuve de la complexité chez Edgar Morin : l'idée de nouveauté**

D'entrée en jeu, nous pouvons dire que la physique quantique est née dans les années 1920 après qu'Einstein ait introduit la notion de

quantum dans les rayons lumineux pour expliquer l'effet photoélectrique, et que Louis De Broglie ait généralisé le double visage onde/particule aux particules de matière. Sa géniale hypothèse a été confirmée expérimentalement par les phénomènes d'interférences des électrons. Les lois mathématiques qui permettent de décrire la particule ont été développées par Schrödinger et Heisenberg. Du coup, leurs conséquences sont étonnantes. Il est intrinsèquement impossible de localiser la particule sur une trajectoire, on ne peut calculer que des probabilités de sa présence. L'état d'une particule inclut l'ensemble de toutes ses possibilités superposées. De même, des particules jumelles restent indissociables dans un état intriqué, même à de grandes distances. Mais tout processus de mesure modifie ces états. C'est justement dans cette logique que Morin pense que :

Mieux encore, les sciences les plus dures ont suscité de l'intérieur une véritable efflorescence philosophique. Paul Scheurer parle d'un retour de la pensée spéculative dans les sciences exactes. Celui-ci avait commencé au début du siècle avec Poincaré, Mach, Einstein, Bohr, Born, Pauli, Heisenberg, de Broglie, Schrödinger, Schlick, et continue aujourd'hui avec Holton, Bunge, Scheurer, Bohm, Wheeler, d'Espagnat, Costa de Beauregard, Prigogine, Vigier, Lévy-Leblond, Charon, Hoyle, Reeves, Carter, Chew, Capra, Nicolescu, et en biologie, Monod, Jacob, Luria, Crick [...]. En fait, les grandes questions scientifiques sont devenues philosophiques parce que les grandes questions philosophiques sont devenues scientifiques (E. Morin, 1986, p.21).

Ce passage élucide à plus d'un titre sur les débats intenses au sein de la communauté scientifique dans la mesure où il nous a permis d'estimer ces liens à la fois antagonistes et complémentaires de ce qui fonde cette nouvelle physique. Nous remarquons clairement l'implication de la physique quantique dans l'horizon épistémologique de la complexité. C'est à ce titre que Albert Einstein précisément, en juin 1905, crée la théorie de la Relativité Restreinte en accomplissant un « pas » conceptuel majeur qui bouleverse toute la conception classique de la physique. C'est dans cette optique que Thibault Damour (2005, p.2) affirme que :

Ce « pas » consistait à remettre en cause les présupposés sur les notions de Temps et d'Espace qui régnaient en maître sur la physique depuis la publication des Principia de Newton. Avant Einstein, le cadre cinématique fondamental posé a priori pour le déploiement de la réalité physique était constitué de deux catégories entièrement séparées : (i) le Temps absolu newtonien, commun à l'ensemble de la réalité, et (ii) l'Espace absolu newtonien, généralement identifié à l'éther, c'est-à-dire au « milieu de propagation » de la lumière et des ondes électromagnétiques.



Cette complexité scientifique induite par les contradictions de la physique quantique nous parait intéressante, édifiante et légitime si nous nous inscrivons dans la perspective morinienne de la complexité. On est plus sous l'ancienne science où le paradigme qui aide à comprendre et à expliquer est la *Simplification*. Nous entrons dans un univers de plus en plus contradictoire et improbable où ce qui aide à le comprendre c'est bien sûr l'épistémologie de la complexité. C'est ainsi que, la théorie de De Broglie-Bohm constitue de nos jours une alternative déterministe à la théorie quantique standard dans la mesure où elle renonce au principe de localité, ce qui soulève de sérieuses interrogations quant à la causalité en physique. Le débat n'est toujours pas complètement clos, mais plus les recherches théoriques sur la mécanique quantique avancent, plus la possibilité que de telles variables existent se réduit, et le consensus est que la réduction du paquet d'onde est fondamentalement indéterministe. En ce sens, il ne faut pas occulter aussi l'apport de Heisenberg. De son nom complet, Werner Karl Heisenberg, physicien allemand, nous interpelle sur la situation inextricable de la mécanique quantique et de l'un de ses enseignements, connu sous le nom de principe d'incertitude : il est impossible de connaître avec précision à la fois la position et la vitesse d'une particule.

Dans la même perspective, le principe d'incertitude se veut une propriété fondamentale de la matière, pas un problème expérimental. C'est dire que la mécanique quantique, dont les prédictions ont été maintes fois vérifiées, indique clairement qu'un électron ne possède pas à la fois une position et une vitesse précises. Les observations ne font que mettre en évidence cette propriété, elles n'en sont pas à l'origine. Par exemple si un photon peut influencer le mouvement d'un électron, dont la masse est extrêmement faible, il lui est impossible de perturber un objet de plusieurs kilogrammes. L'acte d'observation n'a donc pas d'influence. En conséquence, le principe d'incertitude n'a pas d'effet direct sur la vie de tous les jours. Il est bel et bien possible d'attribuer à tout corps macroscopique une position et une vitesse bien déterminées. Il a apporté des contributions essentielles à la théorie de l'état métallique, à la théorie quantique du champ électromagnétique, à celle de la structure des noyaux atomiques et des forces nucléaires, mais aussi à la théorie des particules dites élémentaires, qui apparaissent à l'heure actuelle comme les constituants ultimes de la matière à l'échelle atomique et nucléaire. Il contribua avec Niels Bohr à la profonde transformation de la théorie de la connaissance qui résulte de la forme essentiellement statistique des lois de la mécanique quantique ; il établit que la localisation d'un système atomique dans l'espace et le temps et la détermination de son état de mouvement ne peuvent se faire dans une

même opération qu'au prix de limitations réciproques dépendant du quantum d'action. De ce fait, ces relations d'incertitude conduisent Niels Bohr à l'introduction du concept de complémentarité.

Dans le même ordre d'idées du débat, Niels Bohr (1972, p. 107) tente de distinguer deux types de vérité à savoir la vérité triviale, dont le contraire est évidemment absurde, et la vérité profonde, qui se reconnaît à ce que son contraire est aussi une vérité profonde. Du coup, le paradigme de complexité peut nous aider à comprendre le problème qui est de savoir reconnaître en même temps les deux vérités profondes en contradiction. En ce sens, à Louis de Broglie, tente d'examiner l'histoire de la physique, mettant en valeur l'émergence de la physique des ondes et de la mécanique avant de rappeler les étapes de la récente physique des quanta, en particulier les arguments et expériences liés à l'effet photoélectrique et la relation de Planck-Einstein. Brillouin fait le constat suivant à propos du projet de De-Broglie :

Bref, le moment semblait venu de tenter un effort dans le but d'unifier les points de vue corpusculaire et ondulatoire et d'approfondir un peu le sens véritable des quanta. C'est ce que nous avons fait récemment et la présente thèse a pour principal objet de présenter un exposé plus complet des idées nouvelles que nous avons proposées, des succès auxquels elles nous ont conduit et aussi des très nombreuses lacunes qu'elles contiennent (M. BRILLOUIN, 1919, p. 1318)

Ce qui rend pertinent le paradigme de la complexité avec particulièrement le principe dialogique. Il s'agit là de voir que la vérité peut se trouver en creux, insondable, dans la brèche logique qu'ouvre une contradiction « forte ». C'est pourquoi, Morin pense que ce point de vue ne vaut, comme il aime le répéter, que par la pensée empirique/rationnelle, laquelle pensée arrive inévitablement à une contradiction dans la mesure où toute incohérence aurait le statut de vérité supérieure. Et ce qui nous intéresse, c'est l'inadéquation entre la cohérence interne d'un système d'idées apparemment rationnel et la réalité à laquelle elle s'applique : la cohérence logique empêche l'adéquation et ainsi vice-versa. Pour ce faire, la physique quantique devient complexe car non seulement des contradictions surgissent mais aussi elle nous introduit plus profondément dans l'énigme de cet univers. A cet effet, plus on progresse, plus on est incertain et plus on est à la fois divergent et complémentaire, tel est entre autres notre nouvel univers physique, notre nouvelle conception de la réalité.

Mais, l'idée de complexité était déjà bien aperçue par Bachelard, dès 1934 car il introduit *Le nouvel esprit scientifique*<sup>2</sup> par un chapitre intitulé « la

---

<sup>2</sup> Gaston Bachelard, *Le Nouvel Esprit Scientifique*, PUF, 1968

complexité essentielle de la philosophie scientifique ». Tout en étant au courant des développements de la complexité en physique, les psychologues de l'école de Palo- Alto <sup>3</sup>, insistent sur la spécificité des humains et forgent, dès les années 50, une psychologie basée sur les interactions entre membres d'une famille et sur les boucles de rétroaction qui en découlent<sup>4</sup>. Fondée dans les années 1920, revivifiée après 1945 par Ferdinand Braudel, l'école d'historiens des Annales débouche, vers 1970, sur le concept de systèmes-monde, constitué par « une zone intégrée d'activités et d'institutions régies par d'institutions régies par certaines règles systémiques » selon Morin.

De plus, Edgar Morin, après un parcours pluridisciplinaire en sciences humaines, arrive à la complexité vers 1969. Invité à l'institut Salk de San Diego, il y conçoit les fondements de sa pensée complexe et de ce qui deviendra sa Méthode (E. Morin, 1997). La complexité s'entend, de ce fait, comme un défi à la connaissance de connaître. Ce défi de la complexité concerne non seulement les décisions et actions de nos vies individuelles et professionnelles, nos sociétés en transformation ininterrompue, mais aussi notre monde humain. Ce défi s'est amplifié mais aussi intensifié surtout avec l'avènement de la physique quantique. Ce qui, du reste, appelle le renouvellement des modes de penser et d'appréhension de la connaissance tant dans l'enseignement et la culture que dans toutes les autres sciences. Morin s'engage à se défendre qu'une pensée complexe ne saurait être une pensée complète. Elle ne saurait éliminer les incertitudes. Mais elle permettrait de les affronter. Elle essaierait d'orienter notre humanité de destin sur la voie du bien vivre ensemble, dans un univers en permanente transformation.

Dans cette logique, percevoir la science en circonscrivant son objet et son terrain de prédilection, c'est l'étudier sous le paradigme de simplification. C'est par rapport à ce paradigme fractionniste, simpliste que justement Morin élabore une fois de plus le paradigme de complexité. Pour le philosophe des sciences, Morin, la complexité est contre l'isolement des objets de connaissance car elle les restitue dans leur contexte et, si possible, dans la globalité dont ils font partie dans la mesure où elle les disjoint. C'est à ce juste titre que Morin (1990, p.51.) affirme « la science est à la fois unitaire et diversifiante ». C'est dire qu'il n'y a pas de frontières ni de cloisonnements encore moins des compartiments entre les sciences disciplinaires. C'est l'exemple de la physique qui ne cesse de nous

---

<sup>3</sup> L'école de Palo-Alto, fondée en 1950 par Gregory Bateson comprend également Donald D. Jackson, John Weakland, Jay Hamey, Richard Fisch, William Fry, Paul Watzlwick et la famille Rockefeller.

<sup>4</sup> Gregory Bateson, *Vers une écologie de l'esprit*, Le Seuil, 1980.

surprendre et de nous plonger encore dans un monde inconnu et incertain. L'inattendu et l'incertitude deviennent désormais des valeurs omniprésentes dans le progrès des sciences. Pour Morin, ce qui a animé Einstein, c'est l'idée de *Das eigentliche weltbild*, c'est-à-dire l'idée d'un monde unitaire. Dans le newtonisme, dans l'einsteinisme, il y a cette idée nouvelle de faire, de trouver l'unité des phénomènes hétérogènes. De ce fait, l'on peut dire clairement que la complexité nous éclaire sur le fait que la science est une et multiple à la fois. A cet effet, bien penser dans la physique quantique, c'est donc dans la perspective de Morin, penser complexe. C'est, aussi, aller de la vision-unidimensionnelle à la vision pluridisciplinaire. Cette vision a été défendue aussi par Karl Popper dans son chef d'œuvre *la théorie quantique et le schisme en physique*. C'est justement ce que constate Nsonssissa quand il dit :

Cela étant, Popper n'ignore pas que ni la catégorie du « simple », ni le principe de « simplicité » qui a fécondé la science physique classique, ne pourrait conduire à la vérité. La science classique adossée aux théories simples est en incompatibilité logique avec les théories complexes. De ce point de vue, il est difficile de tirer des conséquences métathéoriques qui soient de nature à rendre stable la connaissance de l'univers sur fond d'un réalisme épistémologique. (A. Nsonssissa, 2021, p. 65)

En d'autres termes, c'est ce passage de la physique classique à la physique quantique, autrement dit de l'un au multiple ou pour être plus claire du principe de la non-contradiction dans la logique aristotélicienne à une contradiction remarquable aujourd'hui dans la physique quantique (onde et corpuscule). À cet effet, la complémentarité, la diversité, l'opposition et l'antagonisme, entre différents scientifiques de plusieurs époques, deviennent les concepts clés de l'épistémologie de Morin. Cette dernière tente de traduire ce passage de façon éloquente dans son ouvrage, *Science avec conscience* en ces propos :

Ce qui est remarquable ce n'est pas seulement que la science comporte des postulats, des tremata non scientifiques, mais que ceux-ci soient nécessaires à la constitution du savoir scientifique lui-même, c'est-à-dire qu'il faut de la non-scientificité pour produire de la scientificité, de même que nous produisons de la vie sans arrêt avec la non vie (E. Morin, 1990, p. 56)

C'est pourquoi, la physique quantique n'est nullement à ignorer dans le processus du progrès de la science ou des sciences car elle a pu introduire des concepts nouveaux. Etant donné que le progrès des sciences n'est ni une accumulation des connaissances ni simpliste, le scientifique doit tenir compte alors de la complexité du phénomène, du mouvement incessant de la réalité.

En plus, une autre nouveauté surgit à la lumière de Morin, c'est celle de « méta », c'est à dire l'ouverture dans le domaine de la physique quantique. Désormais, toute découverte de limitation ouvre paradoxalement une voie nouvelle à la connaissance. Cette voie ouverte est très clairement indiquée par Gödel et Tarski qui, ont fortement influé l'épistémologie de la complexité chez Morin.

En effet, le théorème de Gödel débouche sur l'idée que la démonstration de la consistance du système peut se faire éventuellement en recourant à un méta-système comportant des procédés de démonstration qui sont extérieurs au système. Ainsi, des démonstrations de non-contradiction ont été effectivement données pour des systèmes soumis au théorème de Gödel, comme la démonstration de la non-contradiction de l'arithmétique. Néanmoins un méta- système comporte lui-même des énoncés qui y sont indécidables, et il aurait besoin d'un méta-méta-système où se reposeraient, à un niveau supérieur, les mêmes problèmes. C'est dire que la perspective gödelienne est aussi une perspective ouverte. C'est à juste titre Cassou-Noguès, affirme que :

Grossièrement, le théorème d'incomplétude affirme que tout langage consistant, susceptible d'être compris par une machine et suffisamment riche pour exprimer les nombres entiers avec des opérations d'addition et de multiplication, permet de formuler des propositions indécidables, qui ne sont ni démontrables, ni réfutables dans ce langage, des propositions que l'on sait devoir être vraie bien que l'on ne puisse pas les démontrer dans ce langage. De ce théorème, on déduit qu'il est impossible d'établir la consistance, la non-contradiction, d'un tel langage au moyen de raisonnements qui pourraient s'exprimer dans ce langage (Cassou-Noguès Pierre, 2004, p.60)

De l'autre côté, Tarski aboutit à un résultat analogue quand il étudie le problème de la vérité dans les langages formalisés (Tarski, 1972, p.269). Il démontre l'inconsistance des langages sémantiquement clos, c'est-à-dire où toutes les propositions qui déterminent l'usage adéquat des termes peuvent être affirmées dans ce langage, et que le concept de vérité relatif à un langage n'est pas représentable dans ce langage. Mais il démontre également que l'on peut rendre décidables tous les énoncés d'un langage à condition de les placer dans un méta-langage plus riche. Bien entendu, ledit méta-langage porterait à son tour des énoncés indécidables, et requerrait un méta- méta-langage, et ainsi à l'infini. Donc, Gödel et Tarski nous montrent conjointement que tout système conceptuel inclut nécessairement des questions auxquelles on ne peut répondre qu'à l'extérieur de ce système. Il en résulte la nécessité de se référer à un méta-système pour considérer un système.

Mieux encore, Tarski (1972, p. 265) indique que :

Toutes les propositions construites selon la méthode de Gödel ont une propriété telle qu'on peut, sur le terrain de la méta-science d'un ordre supérieur, à condition qu'elle possède une définition correcte de la vérité, constater si elles sont vraies ou fausses et trouver ainsi également par rapport à ces propositions une décision.

Cela signifie qu'il y a une possibilité de « dépasser » une incertitude ou une contradiction en constituant un méta-système parce que celui-ci doit introduire en lui le système<sup>5</sup> mais doit en même temps être plus riche<sup>6</sup> et inclure nécessairement en lui des termes et une problématique logique qui offrent la définition de la vérité pour le système (théorie)-objet considéré.

Dans la logique morinienne, cet énoncé tarskien ne peut être interprété dans le sens où le méta-système se constituerait en tribunal suprême, porteur de la décidabilité et de la consistance, et serait capable de se clore sur lui-même. En conséquence, une insuffisance à se considérer soi-même se retrouverait également au niveau du méta-système, puis de tout méta-système de méta-système, et ce à l'infini. C'est ainsi que la connaissance reste inachevée, mais cela signifie en même temps qu'elle peut se poursuivre. Cela veut dire enfin et surtout que les progrès de l'élucidation et de la problématisation seront désormais dialectiquement liés, qu'aucun dispositif ne pourra colmater à jamais la brèche sur l'inconnu. Nous débouchons ainsi sur l'idée complexe de progrès de la connaissance, qui se n'effectue non pas par refolement ou dissolution, mais par reconnaissance et affrontement de l'indécidable ou du mystère.

Du reste, la perte de la certitude suppose l'invitation au méta-point de vue. L'acquisition de la relativité n'est pas la chute dans le relativisme. C'est à juste titre que l'auteur de *Science avec conscience*, avance ce propos : « Dans l'étape moderne, il est admirable de voir les grands conflits entre d'un côté Einstein, de Broglie, animés par l'idée de l'unité logique et, de l'autre côté, Niels Bohr, Heisenberg, sensibles à la dualité contradictoire, à l'indécidabilité profonde du réel. » (1990, p.51). C'est dire que toute découverte d'une limite à la connaissance est en elle-même un progrès de connaissance. Le paradigme de la complexité nous permet de comprendre que toute introduction de la contradiction et de l'incertitude peut se transformer en gain de complexité ; c'est dans ce sens que la limitation apportée par la physique quantique à la connaissance déterministe /mécaniste se transforme en un élargissement complexificateur de la connaissance, et prend un sens pleinement épistémologique.

---

<sup>5</sup> La théorie

<sup>6</sup> Enrichi par des « variables d'ordre supérieur »

### Conclusion

Au terme de notre analyse, nous dirons que le paradigme de la complexité nous a permis de comprendre certains paradoxes et contradictions qui ont surgi dans l'histoire de la physique quantique. Ces paradoxes traduisent bien ce que nous appelons la nouveauté de la physique des quanta. Qu'il s'agisse de ce chat mort-vivant qui apparaît comme une expérience de pensée folle, ou de l'indétermination ou l'incertitude chez Heisenberg, qu'il s'agisse de la complémentarité d'onde et corpuscule, de Louis de Broglie, toutes ces idées folles sont des idées nouvelles. Nouveauté parce qu'elles sont à la fois fausses et vraies, elles sont antagonistes et complémentaires et c'est dans cette conjonction qu'effectivement Morin pense que nous aurions à penser complexe, c'est-à-dire capable de nous interroger que de chercher de réponses.

---

### Références bibliographiques

- BACHELARD Gaston, 1968, *le Nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF.
- BACHELARD Gaston, 1999, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin.
- CASSOU-NOGUES Pierre, *Gödel*, Paris, Les Belles Lettres, 2004.
- De BROGLIE Louis, 1925, « Recherches sur la théorie des quanta », in *Annales de Physique -10<sup>e</sup> Série*, Tome 3, Janvier-Février, Paris, PUF.
- PATY Michel, 2003, « La notion de déterminisme en physique et ses limites. Debru, Claude et Viennot, Laurence. Enquête sur le concept de causalité », in *Sciences, histoire et société*, halshs-00167290, Paris, PUF.
- OMNÈS Roland, 2006, *Les Indispensables de la mécanique quantique*, Paris, Odile Jacob.
- MORIN Edgar, 1977, *La méthode 1. La Nature de la Nature*, Paris, Seuil.
- MORIN Edgar, 1986, *La Méthode 3. La connaissance de la connaissance*, Paris, Seuil.
- MORIN Edgar, 1990, *Science avec conscience*, Paris, Seuil.
- MORIN Edgar, 2005, *Introduction à la complexité*, Paris, Seuil.
- POPPER Karl, 1973, *la logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.
- POPPER Karl, 2006, *Conjectures et Réfutations. La croissance du savoir scientifique*, Paris, Payot.
- DAMOUR Thibault, 2005, « Einstein et la physique du vingtième siècle », in [www.academie-sciences.fr/](http://www.academie-sciences.fr/).