



## La méthode rétroductive de Hanson (Norwood Russell) comme solution aux difficultés de la physique quantique.

KOUAKOU Bazo

Enseignant de philosophie au lycée Moderne<sup>1</sup> Bernard Zadi zaourou de Soubré.

**Résumé:** La physique quantique ne se fonde pas seulement sur un formalisme, c'est-à-dire sur un ensemble de concepts et d'équations. Elle requiert également ce qu'on appelle une interprétation physique. Dès que la physique quantique formelle vient tout juste d'apparaître, on commence déjà à se soucier de son interprétation. C'est certainement à cause de cette particularité que la physique a gardé en son sein un certain nombre de tensions internes à propos du lien entre le formel et le réel, entre l'actuel et le virtuel, entre le possible et l'effectif, entre le hasard et le déterminé. Pour parvenir à surmonter ces divergences, Hanson propose la rétroduction ou abduction comme solution aux difficultés quantiques. En effet l'impossibilité dans laquelle se trouve la physique quantique à rendre compte de la position des particules est moins une défaillance technique qu'une pauvreté conceptuelle. Les théoriciens quantiques ignorent que la science doit être vue comme une adéquation des résultats obtenus à des normes internes toujours évolutives.

**Mots clés :** physique quantique, rétroduction, théorie de la relativité, particule, atome, onde, corpuscule, microphysique.

**Abstract:** Quantum physics is not based only on formalism, which is to say on a set of concepts and equations. It also requires what is called a physical interpretation. As soon as formal quantum physics has just appeared, we are already starting to worry about its interpretation. It is certainly because of this particularity that physics has kept within it a certain number of internal tensions about the link between the formal and the real, between the actual and the virtual, between the possible and the effective, between chance and the determined. To overcome these discrepancies, Hanson proposes retroduction or abduction as a solution to quantum difficulties. Indeed, the inability of quantum physics to account for the position of particles is less a technical failure than a conceptual poverty. Quantum theorists ignore that science must be seen as an adequacy of the results obtained to internal standards that are always evolving.

**Key words:** quantum physics, retroduction, theory of relativity, particle, atom, wave, corpuscle, microphysics.



## Introduction

Avec l'œuvre d'Albert Einstein (1879-1955), la physique se trouve réunifiée, puisque les phénomènes électromagnétiques (l'ensemble des phénomènes qui résultent de l'interaction entre l'électricité et le magnétisme) et thermodynamiques (science de la physique traitant les relations entre les phénomènes thermiques et mécaniques) se voient insérés dans le cadre d'une seule et même théorie. Mais la remise en question de l'évidence de la notion de simultanéité comme formulation du concept d'espace-temps invite cependant les épistémologues à repenser certaines des catégories majeures de la philosophie occidentale.

La révolution quantique déclenche au même moment une nouvelle crise au sein de la physique. Non seulement la réalité subatomique s'avère régie par des lois probabilistes, mais les inégalités formulées par Werner Heisenberg (1901-1976) placent les physiciens devant l'impossibilité mathématiquement établie, de déterminer simultanément la position et la vitesse d'une particule donnée. De cette impossibilité, le danois Niels Bohr (1885-1962) tire la conclusion que la mécanique quantique apporte une limitation essentielle aux concepts de la physique classique. Cette observation entraîne au niveau quantique, une interaction avec l'instrument d'observation d'une réalité physique autonome au sens ordinaire du mot. Heisenberg lui-même souligne dans *Physique et philosophie* (1959) qu'il faut renoncer en l'occurrence au concept de la réalité physique entendue au sens classique, laquelle se trouve inspirée par une ontologie matérialiste. Mais cette interprétation, dite de Copenhague de la mécanique quantique, se heurte aussitôt à l'opposition d'Einstein qui n'admet pas l'existence de deux types de lois physiques et considère que la situation ainsi instaurée ne saurait être transitoire. Il en est de même de Louis De Broglie (1892-1987), fondateur de la mécanique ondulatoire (Forme initiale de la mécanique quantique qui considère les particules comme des ondes réelles matricielles) et de David Bohm (1917-1997) qui refuse ce que l'on commence à appeler l'indéterminisme quantique. A la question: la physique quantique restera-t-elle indéterminée? Louis De Broglie croit pouvoir répondre par la négative et Bohm invoque des paramètres cachés pour désigner des particules constitutives de structures déterministes objectivement réelles bien qu'inobservables qui doivent étayer l'indéterminisme apparent au niveau des quanta. Ainsi, telles sont les grandes discussions interminables qui ont animé les débats dans la physique au début du XX<sup>e</sup> siècle. Face à ces divergences de positions, se précise notre problématique comme suite: quel peut être l'apport de la rétroaction de Hanson comme solution aux difficultés quantiques? Mieux, les difficultés quantiques ne sont-elles d'ordre conceptuel? Telles sont les



différentes préoccupations auxquelles nous tenterons d'apporter des esquisses de réponses dans ce présent article.

### **I-Réflexions sur quelques divergences entre Bohr, Heisenberg, Schrödinger et Einstein.**

Plusieurs des pionniers de la mécanique quantique dont Max Planck, Einstein, Bohr, De Broglie, Heisenberg, et Schrödinger s'occupaient sérieusement des questions philosophiques. En chaque cas, on peut se poser une question d'intérêt psychologique et historique: est-ce un penchant philosophique qui a attiré l'instigateur vers une recherche physique liée à la philosophie, ou bien est-ce que ce sont les difficultés conceptuelles de la physique fondamentale qui l'ont entraîné malgré lui dans le labyrinthe de la philosophie? Nous ne nous préoccupons pas de cette question. Mais nous nous rendons à l'évidence pour affirmer que le théoricien de la physique est un philosophe dans les habits d'un ouvrier. Il est celui-là même qui doit toujours interroger « dame nature » pour la comprendre; mieux, pour saisir les lois qu'elle renferme. Bien que la nature semble voilée, elle se dévoile lorsqu'on l'interroge dans ses moindres détails. Einstein relève cette évidence en ces termes: « Ce qui est incompréhensible, c'est que le monde soit compréhensible. »<sup>1</sup>

Cette attitude du théoricien de la physique dans les habits d'un ouvrier se révèle dans les recherches de Max Planck (1858-1947) lorsqu'il a découvert les quanta et réaffirme l'existence derrière les phénomènes, d'une réalité en soi. Que cette réalité ne puisse être atteinte par la science n'empêche pas qu'elle joue le rôle d'attraction pour ses démarches. En effet, Max Planck a tenté de trouver une explication aux caractéristiques particulières de la lumière émise par des corps chauffés (ou ce que les physiciens appellent le rayonnement du corps noir). L'explication est venue en 1900, lorsque Planck a déclaré que l'énergie n'était pas continue comme on le pensait.

Sa théorie stipulait que le rayonnement est absorbé ou émis par un corps chauffé non pas sous forme d'ondes, mais au moyen de petits paquets d'onde d'énergie. A ces paquets d'énergie, Max Planck a donné le nom de « quantum », pensant à l'idée d'une unité minimale, indivisible, puisqu'il s'agirait d'une unité définie d'énergie proportionnelle à la fréquence du rayonnement. Lentement, le monde scientifique a commencé à découvrir l'idée de particule d'énergie, c'est-à-dire la théorie quantique de Planck. Cette théorie va susciter des controverses dans le domaine de la physique ; surtout sur la notion du « principe d'incertitude ».

---

<sup>1</sup> Albert Einstein *Comment je vois le monde ?* (Paris, Flammarion, 1990, p.26)



Présenté pour la première fois en 1927 par le philosophe (physicien) allemand Werner Heisenberg, le principe énonce que toute amélioration de la position d'une particule se traduit par une moindre précision de mesure de sa vitesse et vice-versa. Mais cette formulation peut laisser entendre que la particule possède réellement une position et une vitesse précise avant la mesure que la mécanique quantique empêche de mesurer, ce qui n'est pas le cas. Pour limiter ces incompréhensions liées à la terminologie, le nom de « principe d'indétermination » est préféré, car le principe ne porte pas sur l'ignorance « subjective » ou technique de grandeur par l'expérimentateur, mais bien sur une possibilité fondamentale de les déterminer, et même sur le fait que le concept de grandeur précise n'a pas de sens physique. Dans ses mémoires, Heisenberg relate ses découvertes en ses termes :

Je concentrai mes efforts sur la question de savoir comment on pouvait représenter la trajectoire d'un électron dans une chambre de Wilson, dans le cadre mathématique de la mécanique quantique. Lorsque, au cours de l'un des premiers soirs après avoir commencé cette étude, je me heurtai déjà à des difficultés insurmontables, je commençai à soupçonner que nous avons peut-être mal posé la question. (...) Effectivement, ce que l'on voit dans la chambre, ce sont simplement des gouttelettes dont chacune est certainement beaucoup plus étendue qu'un électron. La question correcte devait donc être posée ainsi : peut-on représenter, dans le cadre de la mécanique quantique, une situation où un électron se trouve à peu près – c'est-à-dire à une certaine imprécision près – en une position donnée, et possède à peu près – c'est à nouveau une certaine imprécision près – une vitesse ? Peut-on rendre ces imprécisions suffisamment faibles pour qu'il n'y ait pas de contradiction avec l'expérience ? Un bref calcul que j'effectuai au retour vers l'institut confirma qu'une telle situation pouvait être représentée mathématiquement, et que les imprécisions étaient liées par les relations qui ont été appelées plus tard relation d'incertitude de la mécanique quantique.<sup>2</sup>

A la suite de la confirmation expérimentale, de la dualité onde-corpuscule, un objet quantique devait posséder à la fois une fréquence et un vecteur-onde, et donc avoir une certaine extension en espace et en temps : il ne peut ainsi être ni parfaitement localisé, ni avoir une énergie parfaitement définie. Si Heisenberg et Schrödinger semblent établir deux méthodes équivalentes pour décrire l'évolution d'un système en mécanique, Bohr et Einstein se lancent dans des oppositions radicales et interminables. En effet, pour Schrödinger, les opérateurs sont indépendants du temps, l'état du système évolue (Equation de Schrödinger). Quant à Heisenberg, l'état du système est indépendant du temps. Les opérateurs évoluent (Equation de Heisenberg). De ces deux points de vue, nous notons un lien commun qui est l'opérateur d'évolution. Si ces deux physiciens quantiques semblent s'entendre sur l'essentiel en ce qui concerne le comportement des particules dans le champ

---

<sup>2</sup>Werner Heisenberg, *La partie et le tout*, (Pari, Flammarion, 2010, p.141).



quantique, cette soi-disant entente va voler en éclat dans le débat qui oppose Bohr à Einstein. En effet, la controverse porte sur une lecture différente de l'aspect probabiliste de la mécanique quantique par les deux physiciens. Albert Einstein estimait que la dimension probabiliste de la mécanique n'était qu'un effet de son incomplétude. Pour lui, si on cherchait encore on arriverait à une théorie qui lèverait cette incertitude. Niels Bohr, au contraire, disait que l'incertitude et les probabilités étaient au cœur même de la nature au niveau microscopique. On y trouve le célèbre échange entre les deux protagonistes, où Einstein aurait lancé à Bohr : « Dieu ne joue pas aux dés », ce à quoi Bohr aurait répondu : « Mais qui êtes-vous Albert Einstein, pour dire à Dieu ce qu'il doit faire? » Ces débats de très grandes qualités ont mis en lumière les difficultés de la physique à résoudre les problèmes quantiques. Mais comment parvenir à surmonter ces différentes difficultés quantiques? Les difficultés quantiques sont-elles seulement liées à des difficultés techniques? Ou bien sont-elles d'ordre conceptuel? Nous tenterons d'apporter quelques réponses à la lumière de l'épistémologie de Hanson dans les paragraphes qui vont suivre.

## **II-Ebauche de solutions aux problèmes quantiques au regard de l'épistémologie de Hanson.**

Hanson propose la méthode rétroductive ou abduction comme solution aux difficultés quantiques. En effet les théoriciens quantiques fondent leurs démarches sur la déduction et l'induction. Or Hanson citant Einstein nous avertit que: « Il n'y a aucune méthode inductive qui pourrait conduire aux concepts fondamentaux de la physique (...) les théoriciens qui croient que la théorie vient par induction de l'expérience sont dans l'erreur.»<sup>3</sup>

Ainsi la physique quantique devient une science anormale lorsqu'on la met artificiellement dans un contraste trompeur avec la physique classique des manuels. A en croire aux dires de Hanson, on doit comparer les embarras conceptuels des physiciens quantiques avec ceux de Galilée, Kepler, Descartes et Newton quand ils créaient la physique. Un Galilée aux prises avec l'accélération; un Kepler observant une orbite planétaire non circulaire, ou un Newton méditant sur la nature corpusculaire de la matière et de la lumière, ne diffèrent pas fondamentalement des cas d'un Rutherford concevant des atomes « saturniens », d'un Compton proposant une structure granulaire pour la lumière, ou d'un Dirac suggérant un électron positif ou d'un Yukawa bataillant avec l'idée

---

<sup>3</sup> Hanson (Norwood Russell), Modèles de découverte. Une enquête sur les fondements conceptuels de la science, trad. et présentation par EMBOUSSI (Nyano), (Paris, Ed. Danoïa, 2001, p.152).



de méson. Telle est la physique aux frontières de la physique naturelle. La physique devient donc une analyse de concept de matière, une recherche d'ordre conceptuel parmi les données intrigantes. Malheureusement la physique quantique a, dans sa forme présente, plusieurs lacunes sérieuses. C'est donc une caractéristique logique de la conception quantique que la mesure simultanée de la position et la vitesse d'une particule ne peuvent être effectuées avec précision.

« On peut, bien sûr, renoncer à l'équation d'onde et à sa conséquence, le principe d'incertitude, mais il ne s'agirait pas de remanier un et ou deux éléments de la pile de la connaissance : toute la structure de cette pile s'effondrerait. Ce ne serait pas la modification d'un détail, mais la réécriture complète d'un ensemble, la révision d'un modèle organisé de concepts. »<sup>4</sup>

On ne peut donc pas soutenir cette position monotone et figée de la physique de la mécanique quantique et continuer à attendre le jour où les difficultés des relations d'incertitude auront été surmontées. D'ailleurs l'une des fautes capitales de la physique quantique est le fait que son concept de base soit l'interaction. Elle cristallise son explication sur l'interaction entre les corps en ignorant de donner une explication des corps qui composent la structure. En procédant ainsi, la physique quantique ne résout pas le problème mais elle le pousse d'un pas. Hanson relève cette erreur en ces termes: « On ne peut pas faire figurer dans l'explication, ce qui nécessite une explication. Serions-nous satisfaits si les qualités soporifiques de l'opium étaient expliquées en se référant aux propriétés soporifiques de la molécule de l'opium ? »<sup>5</sup>

Le théoricien cherche des concepts à partir desquels il peut générer des explications des phénomènes. A partir des propriétés qu'il attribue aux entités atomiques, il espère être capable de parvenir par inférence, à celles qui ont été rencontrées dans son laboratoire : il aspire à fixer les données en un intelligible modèle conceptuel. Quand cela sera accompli, il aura appris cela par rétroduction ou abduction. Ainsi cette méthode rétroductive dans la perspective de Hanson doit être perçue comme un processus cognitif par lequel les scientifiques en quête d'intelligibilité élaborent des théories. Dans ce sens, le théoricien examine non pas comment l'observation, les faits et les données sont construits en systèmes généraux, mais comment ces systèmes font partie intégrante de nos observations et de notre appréciation des faits et des données. Il s'agirait de mettre les phénomènes dans une organisation intelligible, en sorte que ceux-ci puissent être perçus comme

---

<sup>4</sup> Hanson (Norwood Russell), *Modèles de découverte. Une enquête sur les fondements conceptuels de la science*, trad. et présentation par EMBOUSSI (Nyano), (Paris, Ed. Danoïa, 2001, p.154)

<sup>5</sup> Opt.cit, p.155



allant de soi. La rétroduction ou abduction devient donc une stratégie cognitive, plus tâtonnante, plus linéaire, plus réursive, plus téléologique. Avec la rétroduction ou abduction telle que proposée par Hanson, la physique devient une discipline de l'analyse du concept de matière, recherche d'ordre conceptuel parmi les données intrigantes. Avec la rétroduction ou l'abduction se dévoile clairement les limites de la nature de l'explication atomique. Comme erreur notoire, la physique quantique cherche à expliquer la totalité de la classe à partir d'un membre de la classe. Or comme le fait remarquer Hanson,

(...) bien que chaque membre d'une classe d'événement puisse être expliqué par d'autres, la totalité de la classe ne peut être expliquée par n'importe lequel des membres de la classe (...)  
La totalité des choses rouges ne être expliquée par toute chose rouge. Toutes les propriétés des objets, que l'on peut se représenter au plan pictural ne peuvent pas être expliquées en référence à toute chose qui, elle-même, possède ces propriétés.<sup>6</sup>

En procédant ainsi, c'est comme le physicien quantique laisse des propriétés dans l'ombre et qui restent inexpliquées. Cette manière de procéder loin de résoudre le problème ne fait que le porter d'un pas. A en croire Hanson, on ne peut faire figurer dans l'explication ce qui nécessite une explication. Dans l'histoire des sciences, le cas de Démocrite en est un exemple illustratif. En effet, la démarche de Démocrite dans l'explication des atomes évite de conférer aux atomes des propriétés secondaires qui requièrent une autre explication. Elle offre un modèle structurant de concept par lequel, les propriétés que possèdent effectivement les atomes (position, forme, mouvement) peuvent tout naturellement rendre compte des autres propriétés secondaires des objets. Pour une fois de plus insister sur l'importance de la rétroduction ou abduction dans une possible résolution des difficultés quantiques, Hanson note que :

Les particules élémentaires ne sont pas des fictions logiques, ou des hypothèses mathématiquement devinées, venues de nulle part pour servir de base à des déductions, la connaissance des particules élémentaires ne consiste pas non plus seulement en un résumé descriptif de ce que nous apprenons directement à travers les observations macroscopiques. Ce que nous devons réaliser, c'est que la connaissance de cette portion du monde est dérivée par des moyens plus complexes que ne suggèrent toutes ces approches philosophiques faciles.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Hanson (Norwood Russell), *Modèles de découverte. Une enquête sur les fondements conceptuels de la science*, trad. et présentation par EMBOUSSI (Nyano), Paris, Ed. Danoïa, 2001, p.155

<sup>7</sup> Hanson (Norwood Russell), *Modèles de découverte. Une enquête sur les fondements conceptuels de la science*, trad. et présentation par EMBOUSSI (Nyano), Paris, Ed. Danoïa, 2001, p.163



Ainsi pour parvenir à résorber les difficultés quantiques, le théoricien quantique doit comprendre que l'observation, la théorie, la physique et les mathématiques doivent être entrelacées dans l'explication des techniques mathématiques plus subtiles et puissantes que la géométrie de Kepler, Galilée, Beeckman, Descartes et Newton sont pour la pensée physique d'aujourd'hui. Mieux, ces techniques peuvent organiser en un système d'explication les propriétés d'une diversité chaotique. Selon Hanson, Heisenberg en est conscient. Il relève cette évidence en ces termes: « La totalité des équations différentielles de Schrödinger correspond à la totalité de tous les faits possibles des atomes et des composés chimiques. »<sup>8</sup>

Aussi faut-il noter qu'une autre erreur que commet le physicien quantique est son obstination à soutenir l'identité des atomes en se basant sur l'observation et l'expérience. La résolution de cette difficulté s'attelle moins sur l'expérience ou l'accumulation de plus de données. Mais elle est en grande partie conceptuelle, une question qui requiert la réflexion et la répétition des tests. Cette attitude radicale de la physique quantique à vouloir montrer l'identité des atomes ne demeure sans conséquences. D'ailleurs nous pouvons objecter cette position pour affirmer que deux choses ne sont jamais parfaitement identiques. Des jumeaux monozygotes peuvent être remarquablement similaires, mais en dernier ressort être distingués. Deux timbres postaux, retirés fraîchement du même carnet seront tout à fait différents en détails sous un microscope. Par conséquent l'identité des atomes n'est qu'une illusion. En effet tout atome qui sort d'un champ magnétique connaîtra plus ou moins un changement de sa structure interne. Hormis l'identité des atomes, l'erreur quantique se perçoit également sur le « principe d'incertitude » qui dans son incompréhension a conduit quelquefois à des conséquences philosophiques désastreuses. La physique gagnerait à réduire ces erreurs pour la bonne marche de la physique toute entière. Car aux dires de Hanson,

« L'impossibilité de parvenir une fois à localiser la position et mesurer la vitesse d'une particule élémentaire constitue non pas seulement une impossibilité technique, comme beaucoup continuent de l'imager, mais une impossibilité conceptuelle. »<sup>9</sup>

Dans la physique des particules, le phénomène ne peut être apprécié que sur fond d'un modèle conceptuel. D'ailleurs l'obstination de la physique quantique à résoudre absolument ses difficultés que sur le plan technique ne conduira qu'à des impasses. Car l'observation essentielle ne concerne pas que la technique de mesure de la matière, mais résulte plutôt de la conception de la matière elle-

---

<sup>8</sup> Opt.cit, 164

<sup>9</sup> Opt.cit, 177



même. La mécanique quantique peut sortir de cette certitude aveugle dans les expériences techniques pour attaquer ses difficultés sur le plan conceptuel. Sans risque de nous tromper, nous pouvons affirmer avec certitude que la mécanique quantique, pour être complète, doit être en position de dériver les équations classiques de mouvement comme approximations valides pour des systèmes contenant beaucoup d'atomes; et, de quelque manière que ce soit fait, certaines variables correspondant aux coordonnées et mouvement doivent persister. Nier qu'elles puissent avoir une distribution de probabilité simultanée, c'est dire que la mécanique quantique ne peut jamais expliquer pourquoi la mécanique classique donne la bonne réponse pour le mouvement des planètes. En effet, les théoriciens quantiques admettent qu'à tout développement de la physique, une loi est seulement traitée d'une manière, comme étant empirique ou comme étant fonctionnellement a priori. Ce statut conventionnel des lois quantiques laisse croire que la loi ne peut avoir à un moment donné qu'un seul usage. En procédant de la sorte, nous assistons à une utilisation monovalente de la loi des particules élémentaires. Fustigeant cette conception Hanson écrit: « (...) l'énoncé de la première loi peut exprimer autant de choses appelées « loi d'inertie » qu'il y a d'usages différents dans lesquels les énoncés peuvent être mis. Aujourd'hui, comme en 1894 et 1687, les énoncés de lois sont utilisés quelques fois pour exprimer des propositions contingentes, quelque fois des propositions a priori. »<sup>10</sup>

La méconnaissance de la loi laisse croire que la corde a un seul usage. La conséquence qui en découle est que les théoriciens quantiques rejettent toute autre forme d'utilisation de la loi qui contraste avec leur point de vue. En laissant de côté certaines conceptions jugées gênantes, la physique quantique contribue inéluctablement à la stérilisation de la connaissance scientifique. En effet, la théorie de Proust en 1815 constitue, à l'appréciation de Lakatos un exemple typique. Proust, en ce temps avait émis l'hypothèse selon laquelle les poids atomiques de tous les éléments chimiques purs étaient des nombres entiers. En faisant cette affirmation, le chimiste savait que par rapport aux observations du moment, sa thèse contenait beaucoup de failles. Mais une fois posée, il a cherché à y apporter des preuves en perfectionnant des moyens d'observation des éléments atomiques. Il a en outre constitué toute une machine de mesure et de calcul précis, ce qui lui a permis de réussir les techniques expérimentales et concevoir de nouvelles hypothèses explicatives. Ces hypothèses, à leur tour ont permis de rendre compte de certaines expériences chimiques, demeurées

---

<sup>10</sup> Hanson (Norwood Russell), *Modèles de découverte. Une enquête sur les fondements conceptuels de la science*, trad. et présentation par EMBOUSSI (Nyano), Paris, Ed. Danoïa, 2001, p.126.



jusqu'à là inexplicables. De même lorsque Maxwell formule sa théorie cinétique, celle-ci contenait des éléments de contre-exemple notamment en ce qui concerne les calculs. Mais l'auteur fait consciemment fi de ces anomalies et continue hardiment ses recherches. Quelques années plus tard, il constate des résultats positifs. A ce propos, il affirme: « Certaines d'entre elles sans doute, nous semblent satisfaisantes dans l'état actuel de notre savoir sur la constitution des corps. »<sup>11</sup>

On peut donc conclure qu'une hypothèse peut rencontrer au départ des contres exemples ou des obstacles, ce n'est pas une raison suffisante pour l'abandonner ou pour baisser les bras sous prétexte qu'ils sont gênants à notre point de vue. Il faudrait plutôt continuer les recherches. Même si à la longue on échoue, le chemin parcouru aura au moins permis de réaliser des nouvelles découvertes qui pourront un jour être exploitées et servir à des générations futures pour résoudre d'autres problèmes donnés. C'est à ce seul prix que progresse et fait progresser continuellement et constamment la connaissance scientifique. Il est donc évident de rompre avec les méthodes figées et stériles qui excluent le tâtonnement dans la démarche scientifique. A ce propos Lakatos (Imre) nous avertit en ces termes: « (...) il faut abandonner le modèle poppérien des conjectures et réfutations. »<sup>12</sup>

Les signes d'un progrès scientifique efficace ne sont que rétroductifs. Une fois de plus, le principe d'indétermination de Heisenberg n'est pas dépourvu d'anomalies. Pour rappel, ce dernier affirme qu'il existe une limite fondamentale à la précision de la position et de la vitesse d'une même particule. Pour Hanson, cet énoncé est utilisé par les physiciens quand ils ressentent le besoin. Ils l'utilisent comme une définition. Lorsqu'il est utilisé comme tel, tout énoncé potentiellement contradictoire à cet énoncé doit être rejeté et considéré comme absurde. Or si le principe d'incertitude de Heisenberg est perçu comme une définition, tel que postulé par ses partisans, le travail de Atwood serait vain puisque sa célèbre machine visait moins à rendre compte de la cohérence du mouvement que de montrer la vérité empirique de ces lois. Le physicien doit toujours rechercher non pas une description générale de ce qu'il observe, mais un modèle organisateur général de phénomène à l'intérieur duquel, ce qu'il observe apparaîtra intelligible. Nous ne devons donc pas attendre la même cohérence et la même intelligibilité dans les formules fondamentales qui

---

<sup>11</sup> Maxwell, *The kinetic theory of gases*, in Chalmers (Alan. F) *Qu'est-ce que la science?* Paris la Découverte, 1987, p.135

<sup>12</sup> Lakatos (Imre), *Histoire et méthodologie des sciences*, Paris, P.U.F, 1994, p.200.



structurent les phénomènes. En voulant à tout prix chercher une certaine conventionalité ou à considérer les lois quantiques comme des définitions, nous risquons de refuser un accueil à toute autre idée contraire aux lois quantiques. Par conséquent, l'utilisation monovalente de la loi n'est plus loin et cette façon contraste considérablement avec le progrès scientifique. Par ailleurs, attendre une telle cohérence et la même intelligibilité dans les formules fondamentales, reviendra à concevoir une seule approche dans l'élaboration des lois dans la physique quantique. Heisenberg n'a pas échappé à une telle conception. En effet, il rêvait trouver une formule unique dans son principe d'incertitude de laquelle découleraient toutes les propriétés de la matière en général. Sans doute cette erreur découle de l'idée qu'il fait de la physique des particules élémentaires. Mais si tel est le cas, la loi de gravitation de Newton qui fournit un autre ordre conceptuel ne verrait pas le jour. Si nous pouvons considérer la loi de Newton comme un nouveau modèle structurant pour la pensée mécanique, nous pouvons soutenir que son usage est différent, sa signification différente, et si sa signification est différente, sa logique est différente. L'histoire de la science nous révèle que c'est la loi de l'attraction universelle qui permet de calculer la masse du soleil et des planètes, d'expliquer les marées, les variations et la pesanteur en fonction de la latitude. Elle est considérée comme la théorie qui permît d'unifier les lois planétaires de Kepler et celle de Galilée. La loi de Newton fournit pour dire une gestalt

conceptuelle. Elle vient façonner le langage classique en fournissant un meilleur cadre représentatif et plus fécond dans la démarche scientifique. Le travail de Newton ne consiste pas à un pur décalque de la réalité dans toute sa richesse, mais c'est une représentation délibérément schématique qui permet à la physique classique de mieux agir sur la nature et mieux la connaître. De ce qui précède, nous pouvons affirmer sans risque de nous tromper que la physique quantique doit fléchir ses lois pour parvenir à la fécondité des théories scientifiques. Minimiser les approches tâtonnantes de la physique, c'est inéluctablement se diriger dans une impasse conceptuelle. L'impossibilité dans laquelle se trouve la théorie quantique à rendre compte de la position des particules est moins une défaillance technique qu'une pauvreté conceptuelle. Les théoriciens de la physique quantique ignorent que la science doit être vue comme une adéquation des résultats obtenus à des normes internes toujours évolutives. Les efforts des scientifiques pour résoudre les problèmes auparavant explicités débouchent de temps en temps sur de profondes mutations théoriques. Les synthèses nouvelles, parce qu'elles fonctionnent comme de nouvelles grilles de lecture, promeuvent de nouvelles recherches, suggèrent de nouvelles pistes jusqu'alors non envisagées, définissent des opérations possibles auparavant insoupçonnées, délimitent des projets théorico-expérimentaux inédits, génèrent de nouveaux phénomènes. L'œuvre de Kepler procède



d'une conception nouvelle de l'ordre cosmique fondée elle-même sur l'idée renouvelée d'un Dieu géométrique, et c'est l'union de la théologie chrétienne avec la pensée de Proclus qui permet au grand astronome de s'affranchir de la hantise de la circularité qui avait dominé la pensée antique et médiévale. On ne peut véritablement comprendre l'œuvre de l'astronome ou celle du mathématicien, que si on ne la voit pénétrée de la pensée du philosophe et du théologien. L'erreur donc de la physique quantique est de vouloir stigmatiser la recherche scientifique dans une voie unilatérale. Si elle éprouve de nombreuses difficultés à rendre compte de certains phénomènes, c'est parce qu'elle ferme la porte à certaines possibilités pouvant aboutir à des découvertes inédites et inattendues. Le modèle structurant de la microphysique rend toute expérience impossible alors que telle n'est pas le cas. En effet en allant au-delà de l'incertitude qui structure la mécanique quantique par le diaphragme à la fois large et étroite que décrit Hanson, l'on est susceptible de découvrir d'autres descriptions de la particule dans la physique quantique. Parvenir à surmonter les difficultés que connaît la physique quantique reviendrait à une réécriture de l'ensemble organisationnel, à la révision d'un modèle organisé de concepts. L'ignorer, c'est toujours rester dans l'impossibilité de résoudre certains faits inintelligibles puisqu'il n'existe pas d'arrière-plan conceptuel sur lequel basée la recherche.

Stephen Toulmin tout comme Hanson, soutenant la thèse de la continuité dans la recherche scientifique, montre que le professeur Dupond enseigne en 1850 la physique à son brillant étudiant Durand. Trente années plus tard, c'est-à-dire en 1880, Durand devenu professeur à son tour, enseigne son étudiant Dubois. Par conséquent à chaque génération se produisent des modifications conceptuelles qui sont elles-mêmes incorporées à la tradition. De Dupond à Dubois en passant par Durand, c'est pratiquement la même physique qui est enseignée avec des différences de degré dans la formulation des concepts. C'est donc dans la continuité de ces modifications positives des concepts que l'on peut parler de progrès scientifique. Comme nous venons de le constater, il n'y a donc pas de « révolution scientifique » comme dans la conception de Kuhn au point de faire croire à une incommensurabilité des normes et des contenus théoriques. Quelque chose est chaque fois maintenue dans la théorie. Cette démarche basée sur la rétroduction ou abduction est parfois utilisée dans la mécanique ondulatoire même si les tenants de cette théorie n'en parlent pas explicitement. En effet, la mécanique ondulatoire fait la synthèse du corpusculaire et de l'ondulatoire. Quant à la synthèse de la mécanique ondulatoire de la relativité, elle est donnée par Dirac à travers ses équations qui se représentent ainsi la charte du réel physique dans ses formes les plus fines. Mieux, les formules dans lesquelles s'exprime, en microphysique relativiste, le comportement des phénomènes, atteignent un niveau si profond des choses qu'elles ne permettent pas seulement de



stigmatiser de façon satisfaisante les phénomènes connus pour lesquels elles ont été forgées, qu'elles servent encore légitimement de base à des déductions à priori qui conduisent à affirmer l'existence des phénomènes inattendus, absolument inédits, non encore expérimenté et souvent même en contradiction avec les normes jusque-là admises du possible et de l'impossible. On s'est accoutumé à l'idée que l'électron était essentiellement un corpuscule à charge négative, la mécanique ondulatoire avait établi, pour tel corpuscule, les équations de propagation d'onde, les conditions de résonance. Mais la théorie telle que présentée par Schrödinger était supposée avoir une vitesse infinie, ce qui n'était pas en accord avec la théorie de la relativité d'où la nécessité de constituer une mécanique relativiste, dont Dirac donna une expression satisfaisante.

On considère tout d'abord assez généralement, qu'il s'agissait là d'une solution purement mathématique, imaginaire. Telle ne fut cependant pas l'opinion de Dirac poussé par une intuition épistémologique puissante, il affirma contre l'évidence même que puisque l'électron positif apparaissait dans le formalisme mathématique, avec la même nécessité que son analogue asymétrique, il devait être avec lui aussi une réalité physique. Pendant plus de quatre ans, les efforts des expérimentateurs furent vains pour mettre en évidence le phénomène correspondant à l'électron positif et Dirac était sur le point de renoncer lorsque Blackett et Occhialini obtinrent au laboratoire sans hésitation possible, la cause du phénomène. En somme, il importe de constater que la pensée scientifique est un processus qui s'étend dans le temps. La pensée de Dirac n'est pas sortie du néant. Elle est le fruit d'une constante activité qui, à chaque moment connaît des simplifications mélioratives. Il est donc évident qu'il existe une progression évolutive des idées scientifiques dont l'ordre de grandeur temporel laisse voir qu'il existe un lien ininterrompu entre les théories élaborées par le scientifique. Cette idée de continuité dans la science se lit une fois encore avec Alexandre Koyré dans l'analyse qu'il fait des œuvres de jeunesse de Galilée. Pour Koyré, elles représentent un raccourci synthétique qui permet de saisir la science pré galiléenne, aristotélicienne, la physique nominaliste (physique de l'impétus) et la physique archimédienne. Avec Galilée,

Nous assistons à l'élaboration d'une conception nouvelle du mouvement. Le mouvement-processus de la physique aristotélicienne (...) est remplacée d'abord par la conception du mouvement-effet de la force imprimée dans le mobile (...) en produisant son effet (conception qui implique l'arrêt nécessaire du mobile et donc, autrement que la première, est incompatible avec le principe d'inertie) ; enfin par celle du mouvement-état qui dure comme tout « état » sans qu'une cause soit nécessaire pour expliquer cette persistance.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> « Procès verbal de la séance de la section d'histoire des sciences du centre international de synthèse », in Koyré (Alexandre), *De la mystique à la science*, Paris, Ecoles des hautes études en science sociales, 1986, p.36.



La conception de l'espace bien qu'elle ne soit plus la même, on est en droit d'affirmer que c'est cette transformation des fondements conceptuels qui permet et fait venir au jour l'éclosion de la physique classique, c'est-à-dire celle de Descartes y compris et celle de Galilée. De ce qui précède, nous notons que la physique quantique gagnerait à améliorer ses fondements conceptuels

si elle veut véritablement résorber ses difficultés. Car les idées scientifiques se transmettent de génération en génération avec une continuité méliorative en se fondant bien sûr sur la rétroduction ou abduction

### **Conclusion**

Il eut toujours deux tendances principales dans l'interprétation de la physique quantique sous l'égide de Bohr et d'Einstein. Il semble qu'on peut réduire leur opposition à une divergence sur une unique question : la physique quantique est-elle complète? Si la physique est incomplète, alors il faut chercher d'autres principes, plus profondes que ceux de la physique quantique, et qui, eux permettront de construire une théorie vraiment complète. C'est ce à quoi s'attèle Hanson à travers sa méthode rétroductive comme solution aux difficultés quantiques. A en croire Hanson, si la physique quantique éprouve beaucoup de difficultés à surmonter ses obstacles, c'est parce qu'elle ferme la porte à certaines possibilités pouvant aboutir à des découvertes inédites et inattendues.

### **Bibliographie**

#### **1.Oeuvre principale de l'auteur**

HANSON (Norwood R.), *Modèles de découverte. Une enquête sur les fondements conceptuels de la science*, traduction et présentation par Nyano Emboussi, (Paris, Editions Dianoiä, 2001, 239 pages.

#### **2. Articles écrits par l'auteur consultés**

HANSON (Norwood Russell), « Y a-t-il une logique de la découverte scientifique ? », in

JACOB (Pierre) *De Vienne à Cambridge : L'héritage du positivisme logique de 1950 à nos jours*. Essais de philosophie des sciences [...] choisis, traduits et présentés par JACOB



(Pierre). – (Paris : Éditions Gallimard, 1980, pp. 405-424. – (Bibliothèque des sciences humaines).

HANSON (Norwood Russell), “Copernicus’ Role in Kant’s Revolution” *Journal of the History of Ideas*, (t. XX, 1959, pp. 274-281).

HANSON (Norwood Russell).-“Contra-equivalence”: A Defense of the Originality of Copernicus”, in *Isis*, t. LV, 1964, pp. 308-325.

HANSON (Norwood Russell).-“The Copernican Disturbance and the Keplerian Revolution”, in *Journal of the History of Ideas*, 1961, pp. 169-184.

HANSON (Norwood Russell), “Galileo’s Discoveries in Dynamics”, *Science*, (t. CXLVII, 1965, n°3657, pp. 471-478).

### 3. Autres ouvrages

CHALMERS (Alain F.), « Qu’est-ce que la science ? » Traduit de l’anglais par Michel (Biezunski), Paris, La Découverte, 1987, 287 pages.

EINSTEIN (Albert) et INFELD (Léopold), *L’évolution des idées en physique*, traduction de M. Solovine, Paris, Flammarion, 1983, 280 pages.

HEISENBERG (werner), *La partie et le tout. Le monde de la physique atomique*, traduction de KESSLER (Paul), Paris, Champ Flammarion, 1990, 338 pages.

HEISENBERG (werner), *Les principes de la théorie des quanta*, traduction, de MM. B. Champion et Hochard, Paris, Jaques Gabay, 1990, 126 pages.

KOYRE (Alexandre), *Etude d’histoire de la pensée scientifique*, Paris, P.U.F, 1966, 372 pages.

KOYRE (Alexandre), *Du monde clos à l’univers infini*, Paris, Gallimard, 1973.

KOYRE (Alexandre), *Etudes Galiléennes*, Paris, Hermann, 1980, 341 pages.

PLANCK (Max), *Autobiographie scientifique*, traduction de André Georges, Paris, Flammarion, 1991, 220 pages.

PLANCK (Max), *Initiation à la Physique*, traduction de J. du Plessis de Gredan, Paris, Flammarion, 1993, 285 pages.