

# *L'imaginaire sans images : symboles et thémata dans la physique contemporain*

*Basarab Nicolescu*

---

## I – Introduction

Un cliché tenace veut que la création scientifique, surtout en mathématique et en physique théorique, soit associée à une démarche logique inébranlable, le facteur psychologique étant présent tout au plus sur le plan de l'accident et du pittoresque. Il est vrai qu'un résultat scientifique partiel, technique s'obtient généralement par le développement rigoureux d'un certain formalisme. Mais, dans le grand jeu de l'invention scientifique, le feu ardent de l'imaginaire joue souvent un rôle prédominant par rapport au calme imperturbable de la logique scientifique.

Les témoignages des grands inventeurs scientifiques sur le rôle de l'imaginaire, qui pourraient constituer des documents de premier ordre, sont malheureusement fort rares. Il y a certainement un certain gêne de la confession jugée « extra-scientifique » et une certaine peur de l'altération de la beauté de la construction scientifique par la considération des éléments psychologiques jugés comme « impurs » et même « inutiles ». En fin de compte, une fois l'édifice scientifique bâti, on peut se débarrasser de l'imaginaire, qui a pourtant constitué la chair de cet édifice.

On pourrait essayer de faire le chemin à l'envers, de remonter le cours historique des idées scientifiques et essayer ainsi de dégager le rôle de l'imaginaire dans leur élaboration. Mais ce chemin est bien évidemment plein d'embûches, tortueux et, à la limite, inefficace. Comment saisir le moment unique de la naissance d'une théorie, en étudiant un corps constitué, pleinement développé, cristallisé ?

Enfin, une difficulté de taille est liée à la nature même du domaine que nous approchons. L'imaginaire opère ici dans un cadre abstrait, mathématique, dont le raffinement et la complexité excluent une connaissance rapide.

Je commencerai cette étude de l'imaginaire dans les mathématiques modernes et dans la physique théorique contemporaine en rappelant deux témoignages majeurs : il s'agit de la célèbre conférence prononcée en 1908 par le grand mathématicien Henri Poincaré devant la Société de Psychologie de Paris<sup>1</sup> et du livre *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, écrit par un autre grand mathématicien français, Jacques Hadamard<sup>2</sup>.

## II Témoignage de Hadamard

Jacques Hadamard met en évidence *le rôle crucial de la très courte période intermédiaire située entre le sommeil et le réveil* : « Un phénomène est certain et je puis répondre à son absolue certitude : c'est l'apparition soudaine et immédiate d'une solution au moment même d'un réveil soudain. Ayant été réveillé très brusquement par un bruit extérieur, une solution longuement cherchée m'apparut immédiatement sans le moindre instant de réflexion de ma part – fait assez remarquable pour m'avoir frappé de façon inoubliable – et dans une voie entièrement différente de toutes celles que j'avais tenté de suivre auparavant<sup>3</sup>. »

A nouveau on peut noter le caractère *soudain*, immédiat (mais toujours après une longue période de « préparation ») de la manifestation de l'information, sans la moindre participation de la pensée logique ordinaire. Poincaré parle d'« illumination subite », Hadamard – d'une « apparition soudaine d'une solution », Glauss – d'un « éclair subit »<sup>4</sup>. D'autres témoignages – de Helmholtz, Langevin, Ostwald, cités par Hadamard, vont dans le même sens.

Une autre observation importante faite par Hadamard concerne *l'absence de mots, et même de symboles mathématiques*, pendant les moments privilégiés d'une véritable création scientifique. Les mots et les symboles mathématiques précis sont « *encombrants* » quand Hadamard « pense réellement ». Ils sont remplacés par des représentations d'une autre nature. Mais de quelle « autre nature » peut-il s'agir au juste ?

Et là une autre observation essentielle d'Hadamard éclaire le chemin : le caractère *flou* de la nouvelle pensée. Hadamard en donne une magistrale illustration concernant le théorème « la suite des nombres premiers est illimitée » : « Je vois une masse confuse... ; ... j'imagine un point assez éloigné de cette masse confuse. Je vois un second point un peu au-delà du premier. Je vois un endroit quelque part entre la masse confuse et le premier point... »<sup>2</sup>. Il faut convenir que cette description est très éloignée de tout cliché sur la nature d'une démonstration mathématique.

Le caractère flou de l'information ainsi reçue ne doit pas être confondu avec une absence de précision. Un détail d'une démonstration, un chaînon du raisonnement est certainement vague, imprécis, mais la *globalité* d'un problème est perçue avec une nette précision. *C'est comme si la perception de la globalité demande nécessairement le sacrifice de la précision logique ordinaire*. On voit ainsi s'opérer un nouveau renversement subtil : la précision logique ordinaire « égare » le chercheur engagé dans le chemin de la vision de la globalité. Elle est nécessaire *après* dans l'élaboration rigoureuse et détaillée d'une démonstration, étape dans laquelle c'est justement le flou et le vague qui peuvent « égarer ».

La réponse d'Einstein à l'enquête faite par Hadamard est, elle aussi, éclairante sur la réalité de cette pensée sans mots : « Les mots et le langage, écrits ou parlés, ne semblent pas jouer le moindre rôle dans le mécanisme de ma pensée. Les entités psychiques qui servent d'éléments à la pensée sont certains signes ou des images plus ou moins claires, qui peuvent à « volonté » être reproduits et combinés... Les éléments que je viens de mentionner, sont, dans mon cas, de type visuel et parfois moteur. Les mots ou autres signes conventionnels n'ont à être cherchés avec peine qu'à un stade secondaire, où le jeu d'associations en question est suffisamment établi et peut être reproduit à volonté... »<sup>5</sup>.

La remarque d'Einstein sur le rôle des *éléments moteurs* dans le fonctionnement de l'imaginaire est intéressante, car elle montre que le « signal » reçu n'est pas nécessairement visuel, mais il peut être aussi « cinétique » ou « auditif », fait confirmé par d'autres réponses à l'enquête d'Hadamard. L'hypothèse de Gilbert Durand sur « une étroite concomitance entre les gestes du corps, les centres nerveux et les représentations symboliques »<sup>6</sup> semble être donc pleinement justifiée.

### III Exemple de l'abolition de l'image dans le monde quantique : complémentarité et discontinuité

La dynamique de l'imaginaire, esquissée par Jacques Hadamard<sup>2</sup>, trouve son aboutissement dans le monde quantique où nous assistons à l'abolition totale de l'image, tout du moins de celle qui est fondée sur l'information fournie par les organes des sens.

La découverte palpable, expérimentale d'une échelle « invisible » pour les organes des sens (l'échelle quantique), où les lois sont complètement différentes de celles de l'échelle « visible » de notre vie de tous les jours, a été probablement la contribution la plus importante de la science moderne à la connaissance humaine. Le nouveau concept qui a ainsi émergé – celui de *niveaux de matérialité* – est parmi ceux qui peuvent fonder une nouvelle vision du monde.

Le monde des événements quantiques et subquantiques est tout à fait différent de celui auquel nous sommes habitués.

L'unité des contradictoires semble régner dans ce nouveau monde : les entités quantiques sont particules et ondes à la fois. L'événement quantique n'est pas séparable en tant qu'objet : le nouveau monde est celui de l'interconnexion universelle, de la relation, de l'interaction. La discontinuité et la continuité coexistent harmonieusement c'est-à-dire « contradictoirement » : l'énergie varie par des sauts, mais notre monde « visible » reste pourtant celui de la continuité. Le vide est « plein » – il contient potentiellement tous les événements. Le nouveau monde est celui d'un « bouillonnement » perpétuel, de l'annihilation et de la création, d'un mouvement à des vitesses vertigineuses, incomparables à celle de nos fusées. L'énergie concentrée à l'échelle de l'« infiniment petit », atteint des valeurs fabuleuses, à peine imaginables à notre propre échelle.

Décidément le monde quantique a sa place dans la « vallée de l'Etonnement » (une des sept vallées de *La Conférence des oiseaux* » d'Attar) où la contradiction et l'indéterminé guettent le voyageur.

L'inadéquation des images utilisées pour illustrer, d'une manière simple, les lois quantiques, est ainsi compréhensible. La plupart des images ne font que *traduire* en langage classique, macroscopique les lois d'une échelle de nature fondamentalement différente. Ici nous sommes au cœur de la difficulté : dans le monde quantique, on ne peut pas faire du neuf avec de l'ancien.

#### a) Bohr et la complémentarité

La signification de l'idée de « complémentarité » introduite par Niels Borh en 1927 est bien connue : une particule quantique peut être décrite *approximativement* en termes soit d'un corpuscule classique, soit d'une onde classique, mais la particule quantique n'est *ni* corpuscule *ni* onde. « Corpuscule » et « onde » apparaissent comme deux aspects *complémentaires* de la particule quantique qui est, dans ce sens, *et* corpuscule *et* onde.

Cette complémentarité, contrairement au sens de ce mot dans le langage familier, se réfère donc aux aspects *mutuellement exclusifs* que présentent les phénomènes quantiques.

La particule quantique défie toute représentation par les formes dans l'espace et dans le temps, car il est évidemment impossible de se représenter mentalement (autrement que par des équations mathématiques) quelque chose qui est corpuscule et onde *à la fois*.

Il s'agissait d'un défi sans précédent lancé par l'*expérience scientifique* au mode même de pensée qui caractérise notre vie de tous les jours. Mais l'imaginaire, de par sa liberté par rapport à la mémoire, peut nous éclairer sur la nature de ce qui est temporairement « impensable ». Il est donc intéressant d'essayer de déceler comment l'imaginaire a pu conduire Bohr à la formulation du principe de complémentarité.

Les historiens de la science ont démontré l'influence considérable de l'environnement culturel *occidental* sur la pensée de Bohr et premièrement celle des philosophes comme James, Kierkegaard ou Höfding. En particulier, Gérald Holton<sup>9</sup> a mis en évidence le rôle crucial joué dans la formulation du principe de complémentarité par la lecture par Bohr du livre de William James *The Principles of Psychology*. Dans un entretien accordé à Thomas Kuhn, en 1962, Bohr lui-même a reconnu explicitement que le livre de William James (et tout spécialement le chapitre « *Le courant des pensées* »), lu vers 1910, a été pour lui une vraie révélation<sup>10</sup>. Selon Meyer-Abich, Jammer ou Holton, le terme même de « complémentarité » a été emprunté à William James.

Or, en apparence, le livre de William James n'a aucune relation avec la physique quantique. James décrit des cas d'anesthésie hystérique, étudiés, par exemple, par Pierre Janet. Les malades se comportaient comme s'ils avaient *deux* consciences qui s'ignorent totalement l'une l'autre : une conscience *douée de parole*, qui se conformait aux suggestions hypnotiques déclenchant l'anesthésie complète et une conscience plus cachée, plus *organique* qui permettait aux malades de présenter une sensibilité normale aux zones touchées par l'anesthésie complète. Beaucoup d'autres phénomènes ont établi la réalité de ces deux « consciences ». Comme concluait William James, « Il faut convenir que, *chez certaines personnes*, à tout le moins, *la conscience globale susceptible d'exister peut, éventuellement, se scinder en parties qui coexistent, tout en restant dans l'ignorance mutuelle, les unes par rapport aux autres*, et se répartissent entre elles les objets de connaissance. Accorder un objet à l'une des consciences, c'est, par la même, le soustraire à l'autre, ou aux autres »<sup>11</sup>. Il y a ici un isomorphisme parfait avec ce qui se passe dans le monde des phénomènes quantiques où, par exemple, la lumière se comporte expérimentalement, *soit* comme ondes, *soit* comme corpuscules. Mais les résultats d'une expérience scientifique sont obtenus, par définition, à *notre propre échelle*, dans un monde inévitablement *classique*, incapable de concevoir l'unité des contradictoires. Cette séparation entre les contradictoires est due à notre logique, à notre langage, à notre manière d'interpréter les résultats, à une échelle infiniment *plus complexe* que celle quantique. A l'échelle quantique, la lumière est *une* : elle est *et ondes et corpuscules*.

Grâce à l'imaginaire, Bohr a pu saisir le parallélisme étonnant entre le fonctionnement pathologique de la conscience chez les hystériques et l'interprétation des phénomènes quantiques fondée sur la logique classique. Il a ressenti que la source de la schizophrénie structurelle de la vision classique se trouve dans la *séparation totale sujet-objet*. Dans *The Quantum Postulate and the Recent Developments of Atomic Theory* (1928), Bohr écrit : « J'espère toutefois que le concept de complémentarité est susceptible d'élucider les difficultés actuelles, qui présentent une analogie si profonde avec les difficultés d'ordre général, dans la formation des concepts humains, résultant de la nécessité de faire une distinction entre sujet et objet »<sup>12</sup>.