



QUANTIQUE pour le meilleur et pour le pire

Dans l'Univers Quantique l'in vraisemblable n'est pas impossible !

La Physique, la reine des sciences, nous a habitués à des révolutions spectaculaires dans le domaine des connaissances du Grand Univers. Après Newton, nombre de physiciens se lamentaient de ne plus avoir de grandes découvertes à réaliser, car ce génie paraissait avoir définitivement écrit les tables des lois qui gèrent notre Univers. Lorsqu'un petit bonhomme aux yeux rieurs et étrangement profonds, Albert Einstein, survint et, en quelques notes, nous expliqua le monde de la Relativité qui déconcerta le monde de la recherche devenu léthargique et incrédule. Il secoua les fondations des trois concepts majeurs: le temps, l'espace et la gravitation. L'homme se remit à regarder les étoiles, le romantisme avait changé d'âme.

Insidieusement, ce même petit bonhomme aux yeux rieurs, presque sans le vouloir, fut à l'origine d'un deuxième tsunami qui révolutionna la physique en transformant la certitude en probabilités et en remettant en question la notion même de particule solide. Le monde quantique à peine né fut d'emblée un hors la loi, car il prétendait que la réalité, dans laquelle nous vivons, est un monde fondamental mais virtuel, d'un monde invisible émergerait le visible! Bref,

l'homme, décidément myope au regard des deux infinis, dut s'acharner à fabriquer des prothèses pour suppléer ses incapacités.

Cet animal conscient d'être conscient eut subitement peur de ne voir de lui-même qu'une image floue dans le miroir de l'Univers. Las, son cerveau évolué ne lui donne qu'une interprétation de la réalité, son esprit fabrique la réalité : nous croyons voir un coucher de soleil comme une photographie de la réalité, or, il n'y a pas de lumière dans le cerveau et donc pas d'image d'un coucher de soleil! L'Univers que nous voyons n'est qu'une création de notre esprit... aucune espèce vivante ne perçoit la même réalité que nous.

Le hasard est une excuse pour cacher notre ignorance! De façon inattendue la physique quantique nous apprend que tous les Univers possibles existent, même si nous ne parvenons pas à les percevoir, ils sont aussi vivants que nous.

Il existerait une Potentialité quantique, cachée dans le royaume des ondes, dans un monde situé au-delà des limites planckiennes.

Et si le petit bonhomme aux yeux rieurs avait encore une fois raison: le monde n'est pas fou, Dieu ne joue pas aux dés, car il cache bien son jeu dans le royaume des ondes, finalement déterministe, où se trouve l'alpha et l'oméga du monde.

Platon fut le premier à affirmer que toutes les choses visibles sont des copies d'idées qui existent quelque part dans une partie invisible et transcendante du monde.

Au début du XXème siècle, les physiciens, qui ont formulé la théorie quantique, découvrirent avec stupéfaction que toute structure matérielle est la manifestation d'une forme invisible !

I - La découverte du monde quantique, une découverte du XXème siècle pour le meilleur de l'Esprit humain !¹

Si la Relativité fut l'œuvre d'un seul homme, Albert Einstein, qui l'élabora entre 1905 et 1915, la Physique Quantique impliqua de nombreux physiciens : Max Planck (1900), Albert Einstein (1905), Niels Bohr (1913), Louis de Broglie (1923), Wolfgang Pauli (1925), Erwin Schrödinger (1926), Werner Heisenberg (1927), Paul Dirac (1928). Et plus récemment John Bell (1964) et Alain Aspect (1982) qui relevèrent le défi d'Einstein concernant l'intrication et la non localité !

¹ Philippe Jean Coulomb, « Penser l'Univers, Dieu est-il quantique ? », Editions Le Manuscrit, 2017
Philippe Jean Coulomb, « Les Réalités de l'Univers, Les nouveaux paradigmes », Editions Sydney Laurent, Paris, 2018.

De Planck à Alain Aspect : 82 ans de découvertes époustouflantes de l'Esprit humain !

Les applications de la Mécanique quantique furent, nous le verrons plus loin, prodigieuses dès le XXème siècle et ont façonné notre quotidien, notre société et notre époque !

Cependant, elle reste à ce jour incompréhensible. D'un côté elle triomphe sur tous les plans, car toutes ses prédictions ont été confirmées expérimentalement ; de l'autre, elle nous dit que l'Univers semble totalement contraire à l'intuition, voire à l'entendement, car le sacrosaint **Principe de Causalité**, socle de la théorie de la Relativité, qui gère le monde matériel, est totalement remis en cause dans le microcosme par un probabilisme hasardeux : l'homme serait-il le résultat d'une succession d'évènements hasardeux ? Cela paraît assez inconcevable, car l'augmentation de la complexité des êtres biologiques, qui paraît plus obéir à la Néguentropie qu'à l'Entropie universelle, semble en faveur d'un déterminisme orienté. La plupart des entités qui vivent aujourd'hui sur Terre, à part quelques rares exceptions, sont plus complexes que celles qui ont existé à des périodes antérieures de l'histoire du monde.

Il existerait un processus entéléchique aristotélicien, loi universelle, qui confirmerait une évolution du monde non darwinienne ! Exit le hasard qui pour certains serait le moteur de la quantique...

Jean Gayon, professeur de philosophie à Panthéon-Sorbonne ² écrivait en 2005 un article intitulé « **Evolution et Hasard** » :

« Il n'existe pas et il n'a jamais existé une théorie biologique ayant prétendu expliquer l'évolution des espèces par le hasard, sans autre spécification. Une telle idée

n'apparaît jamais que dans un contexte polémique, où des savants, philosophes

ou théologiens qui n'aiment pas telle ou telle théorie de l'évolution, la lui imputent. Ceci

ne veut pas dire que la notion de hasard n'intervient pas dans l'explication des phénomènes évolutifs. Elle y a presque toujours été présente, notamment dans les versions successives de l'approche darwinienne de l'évolution.

La notion de hasard est notoirement ambiguë, en sorte qu'il n'y a pas grand sens à parler de manière générale du rôle du hasard dans l'évolution, comme on le fait trop souvent »

² Laval théologique et philosophique, 61, 3 (octobre 2005) : 527-537

Rappel de quelques étapes de cette découverte.

Ernest Rutherford, en 1911, proposa un modèle selon lequel les atomes ont une structure nucléaire : ils seraient constitués d'un noyau de charge positive et d'électrons, chargés négativement, qui tournent autour de celui-ci à la manière des planètes autour du soleil. De surcroît, l'espace entre les électrons et les noyaux serait vide. En effet, si l'atome d'hydrogène était grand comme deux fois la Tour Eiffel, son noyau mesurerait 6,4 millimètres de diamètre et se trouverait au sommet de la tour, soit à 320 mètres du sol. Les électrons décriraient des cercles de 640 mètres de diamètre autour du sommet et tout cet espace serait vide, en fait il existerait plus de vide que de matière !

Révélation inouïe pour Leucippe et Démocrite : si l'on éliminait ces espaces vides d'un corps humain, et si l'on concentrait les protons et les électrons : l'homme serait réduit à la taille d'un point tout juste visible à l'aide d'une loupe !

Neuf années plus tard, en 1920, Erwin Schrödinger conçut qu'une fonction d'onde devait être associée à une particule, permettant ainsi le développement du formalisme théorique de la mécanique quantique. L'équation d'onde, qu'il formula, tenait compte à la fois de la quantification et de l'énergie non relativiste.



Erwin Schrödinger (1887-1951)

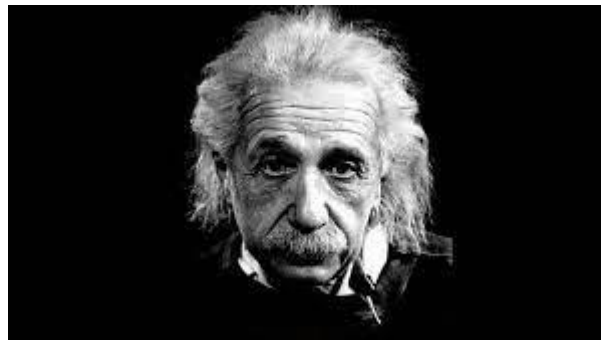
La fonction d'onde d'une particule comme l'électron correspond à une amplitude de probabilité. La densité de probabilité de présence de l'électron dans une position r à l'instant t est alors donnée par le carré du module $|\Psi(\mathbf{r}, t)|^2$ de la fonction d'onde.

Il découle de cette théorie que les électrons ne sont pas des particules matérielles mais des ondes stationnaires, des fonctions d'onde. **Ces ondes ne transportent ni masse, ni énergie mais de l'information, en fait, ce ne sont plus des**

particules matérielles. Lorsqu'un électron entre dans la constitution d'un atome, il perd son identité de particule matérielle pour devenir une onde. Ce qui lui permet de rester loin du noyau au lieu de s'écraser sur lui c'est que les ondes, selon Schrödinger, ne sont pas des ondes de matière ou d'énergie mais des ondes de probabilité.

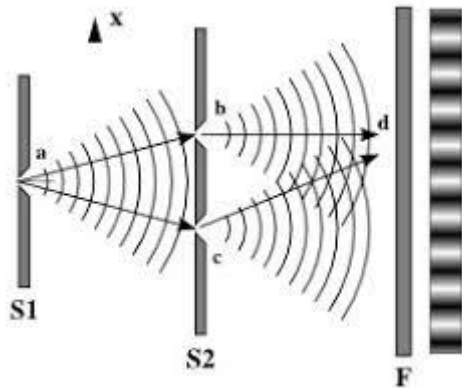
Ainsi, les particules élémentaires ont des propriétés ondulatoires, il serait justifié de les appeler *ondes élémentaires* ou *pensées élémentaires*. Stanley Eddington eut l'audace d'écrire « *l'Univers est de la nature d'une pensée ou d'une sensation dans un esprit universel* » ce qui signifie que la substance du monde est une substance-esprit. Une onde est une entité dynamique, une particule est une structure statique, une onde a un mouvement continu, une particule est localisée, les ondes fusionnent ou s'annihilent, créent des interférences.

Albert Einstein démontra, en 1905, en découvrant l'effet photoélectrique, que la lumière était composée de particules, les photons.



Albert Einstein 1879-1955

Une expérience, réalisée par Thomas Young en 1801, qui consiste à faire interférer deux faisceaux de lumière issus d'une même source, en les faisant passer par deux petites fentes percées dans un plan opaque, permet de mettre en évidence le comportement inattendu de la lumière. Sur un écran disposé en face des fentes, on observe un motif de diffraction qui est une zone où s'alternent des franges sombres et illuminées. Cette expérience semble révéler la nature ondulatoire de la lumière mais elle a été également réalisée avec de la matière, comme les électrons, neutrons, atomes, molécules, avec lesquels on observe aussi des interférences. Les interférences montrent donc que la matière présente un comportement ondulatoire, mais, suivant le détecteur utilisé, son comportement devient particulaire.



Expérience de la double fente

Thomas Young (1793-1829)

Bref, si l'on choisit pour les observer un instrument sensible aux ondes, on enregistrera les propriétés des ondes. Si l'on choisit un instrument sensible aux particules, on enregistrera les propriétés des particules. Conséquence directe du principe d'incertitude de Heisenberg : nous ne pouvons jamais savoir à travers quelle fente le photon voyage, le principe de causalité est donc mis en défaut.

La première interprétation fut que cette expérience mettait en évidence un comportement étrange de la particule qui pouvait se comporter à la fois comme une onde ou comme une particule, c'est ce que l'on baptisa la dualité onde-particule.

En fait, il n'y a pas de dualité, il n'y a qu'une particule élémentaire qui est susceptible d'exister dans différents états, autrement dit, la matière est un état furtif toujours prêt à se transformer en ondes !



Stephen Hawking (1942-2018)

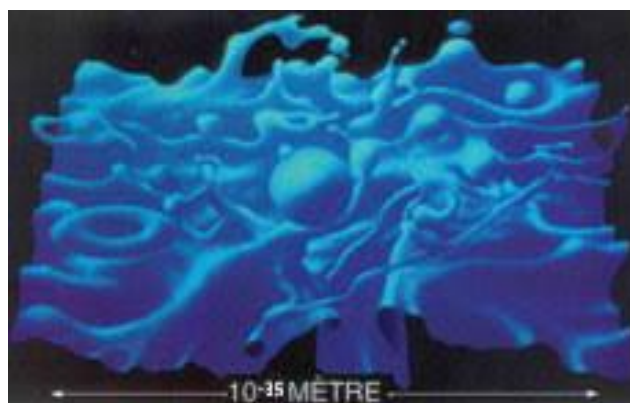
Stefen Hawking estime que « *l'on pourrait croire à tort que la physique quantique sape l'idée selon laquelle la nature est gouvernée par des lois. En réalité, elle nous oblige à accepter une nouvelle forme de déterminisme : si l'on considère l'état d'un système à un instant donné, les lois de la nature déterminent non pas le futur et le passé avec certitude, mais les probabilités des futurs et passés possibles* ».

Les particules virtuelles de la mousse quantique



John Archibald Wheeler, 1911-2008

En 1955, John Wheeler emploie la notion de *Quantum foam*, «mousse quantique», pour décrire qualitativement des turbulences dans l'espace-temps à une échelle subatomique concernant des distances qui sont de l'ordre de la longueur de Planck. À des échelles aussi infinitésimales sur le plan de la distance et aussi du temps, le Principe d'incertitude d'Heisenberg admet que l'énergie peut brièvement se décomposer en particules et antiparticules et ensuite s'annihiler sans pour autant entrer en contradiction avec les lois physiques de la conservation de l'énergie.



Mousse quantique

Pour Stephen Hawking, « *l'espace n'est jamais vide, il peut être dans un état d'énergie minimale, ce que nous appelons le vide, mais cet état est sujet à des fluctuations quantiques ou fluctuations du vide, des apparitions et disparitions incessantes de particules et de champs... »*

Cette énergie augmente avec la diminution proportionnelle des échelles de temps et d'espace correspondantes. Compte-tenu que, selon la théorie de la Relativité Générale, l'énergie impose une courbure à l'espace-temps, ce dernier prendrait l'aspect d'une mousse quantique.

Les particules virtuelles (particules/antiparticules) ont donc une énergie et, étant donné qu'elles sont en nombre infini, la quantité d'énergie correspondante est également infinie.



Richard Feynman (1918-1988)

Le prix Nobel de physique en 1965, Richard Feynman, a suggéré que le positron peut se concevoir comme un électron remontant le temps.

Cette vision étrange fut reprise par John Wheeler, en effet, selon lui :

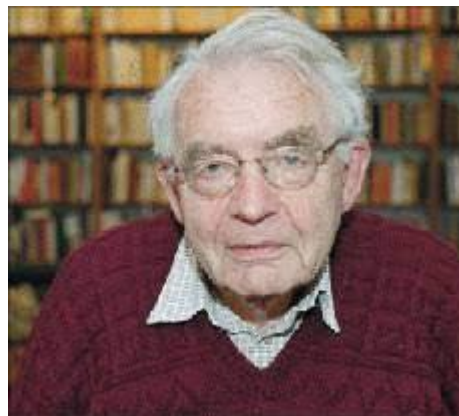
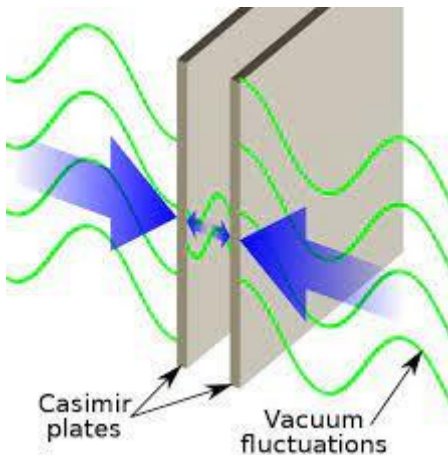
- Tous les électrons furent produits initialement par création d'une paire de particules électron-positron.
- Tous les chemins que les électrons et les positrons parcourent en voyageant dans l'espace-temps naissent et finissent avec le commencement ou la fin d'un autre électron ou positron.
- Tous les chemins sont liés bout à bout en une longue trajectoire qui se déploie en zigzag dans toutes les directions de l'espace-temps.
- Si le positron n'est qu'un électron remontant le cours du temps, alors tous les électrons et positrons que nous observons maintenant dans l'Univers ne

sont qu'un seul électron aperçu en différents endroits d'un seul et long chemin.

- Ceci explique pourquoi tous les électrons ont exactement la même charge : il s'agit du même électron !

Pour Sakharov, il existerait un Univers constitué d'antimatière *avant* l'instant zéro, et de matière après.

Le physicien hollandais Hendrik Casimir démontra, expérimentalement, en 1948, que deux plaques parallèles et sans charge, quand la distance entre elle est très petite (de l'ordre de quelques diamètres atomiques) subissent une pression qui les rapproche l'une de l'autre. Le vide peut donc renfermer une grande quantité d'énergie nommée énergie du point zéro.



Expérience de Casimir

Hendrik Casimir (1909-2000)

Le monde étrange de la Potentialité quantique : l'Univers de David Bohm³

Pour le physicien théoricien David Bohm, le comportement du photon s'explique car il est informé de façon « non locale », c'est-à-dire de façon totalement indépendante de l'espace et du temps, par un « potentiel quantique » qui pilote la particule.

Il semblerait donc que le monde quantique et le monde classique soient couplés :

Le premier opérant de façon non locale et le second de façon causale.

Pour Lothar Schäfer : « *à la racine de la matière, au niveau des atomes et des molécules, la notion de matière est perdue dans un domaine de formes non*

³ David Bohm (1917-1992), physicien américain qui a réalisé d'importantes contributions en physique quantique, physique théorique, philosophie et neuropsychologie. Il a participé au projet Manhattan et conduit des entretiens filmés avec le philosophe indien Krishnamurti.

matérielles, et la réalité se transforme en potentialité ». Cela signifie que la réalité nous apparaît dans deux domaines : la potentialité des formes matérielles, qui sont étendues dans l'espace et la manifestation des choses matérielles, localisées.



David Bohm (1917-1992)

Pour David Bohm, les particules et les ondes sont réelles et coexistent tout le temps. Les ondes ont une fonction de pilote qui guide l'action des particules. La base du monde visible est une entité invisible, non matérielle, c'est un domaine d'images cachées. C'est **le monde implicite** qui pilote **le monde explicite** matériel dans lequel nous vivons.

Pour comprendre cette théorie, il utilise la métaphore du bateau. Un bateau de plusieurs milliers de tonnes vogue sur l'océan, son énergie lui est donnée par un puissant moteur, mais pour se diriger il utilise le GPS qui lui fournit toutes les informations pour réaliser son itinéraire d'un port A vers un port B. Le bateau, l'océan et le moteur appartiennent au monde matériel spatio-temporel géré par l'énergie, par contre, le GPS relève du monde informationnel des ondes dans lequel l'énergie est presque négligeable. Le monde des ondes est l'ordre implicite, le monde matériel est l'ordre explicite.

Bohm refusa le comportement hasardeux de l'électron et prétendit qu'**il était possible d'expliquer la nature quantique de manière entièrement causale** : les particules peuvent se mouvoir le long de trajectoires prédéfinies sous l'action du potentiel quantique.

Il n'acceptait pas une absence de causalité dans l'infiniment petit, non plus que la dualité onde-particule. S'inspirant des travaux du français Louis de Broglie, il reformula l'équation de Schrödinger en y intégrant le potentiel quantique qui guide le trajet de l'électron et dont le comportement est alors déterministe.

Le monde explicite de matière dans lequel nous vivons n'est qu'une différenciation transitoire d'une énergie venue du monde implicite qui gouverne l'Univers tout entier.

Cette formulation se retrouve dans la théorie quantique classique du vide ou champ de point zéro

Inspiré par l'holographie, Bohm a avancé que l'ordre total de l'Univers est contenu dans chaque région de l'espace et du temps. *Ainsi, le cerveau humain et les atomes qui le constituent, contiennent l'ordre entier du monde*, l'Univers n'est pas géré par les lois du hasard, en fait, il est cohérent. Plutôt qu'un hasard fondamental, les probabilités reflèteraient une ignorance de notre part ! Pour Bohm, le monde quantique est déterministe.

Révolutionnaire, l'expérience d'Alain Aspect a démontré que le concept de non-localité joue un rôle fondamental.



Alain Aspect (1947)

En 1935, Albert Einstein, Boris Podolsky, et Nathan Rosen (E.P.R.) ont alors imaginé une expérience de pensée qui, si on estimait que les états intriqués existent réellement, mène à un paradoxe : soit une influence se déplace plus vite que la lumière (non-causalité), soit la physique quantique est incomplète. Aucun des deux termes de l'alternative n'était acceptable à l'époque, d'où le paradoxe.

Le physicien irlandais John Stewart Bell publia alors un article dans lequel il mit en évidence *des effets quantitatifs et mesurables* des expériences de type EPR. Ce sont les fameuses inégalités de Bell. Ces inégalités sont des relations quantitatives que doivent vérifier les corrélations de mesures entre systèmes qui respectent

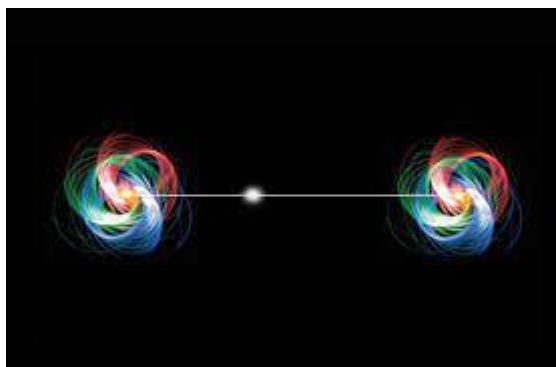
totallement la causalité relativiste. Si ces inégalités sont violées, alors il faut admettre des influences instantanées à distance.

Les expériences d'Aspect ont confirmé sans ambiguïté la violation des inégalités de Bell comme le prévoyait l'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique, infirmant par là même la vision réaliste locale d'Einstein de la mécanique quantique et les scénarios à variables cachées locales. Non seulement la violation était confirmée mais de plus, elle était confirmée exactement *de la manière prédite par la mécanique quantique*, avec un accord statistique jusqu'à 40 écarts types.

Aujourd'hui, en 2022, la violation des inégalités de Bell par la physique quantique est clairement établie. On utilise d'ailleurs concrètement la violation des inégalités de Bell dans certains protocoles de cryptographie quantique, où la présence d'un espion est détectée par le fait que les inégalités de Bell ne sont plus violées.

On doit donc admettre la non-localité de la physique quantique et la réalité de l'état d'intrication.

La non-localité est l'action instantanée entre deux entités physiques séparées par une distance qui peut être énorme. Il existerait donc des informations (ou une influence ou un principe inconnu ?) qui se propagent à travers l'espace à une vitesse supérieure à celle de la lumière. L'Univers se comporterait alors comme un système holistique.



Fascinante intrication quantique !

Selon Bohm, il existerait dans la matière une sorte de proto-intelligence afin que n'importe quel nouveau développement évolutif n'émerge pas par hasard mais de façon créative à partir des niveaux implicites de la réalité. Il affirme que « *Tout ce qui entre dans l'existence et que nous pouvons observer reste relativement stable pendant un certain temps puis sort de l'existence.* »

Une théorie fondée sur l'indéterminisme et le hasard ne peut pas fournir une interprétation réelle de l'Univers.

La photosynthèse chlorophyllienne qui consiste en la transformation d'une certaine quantité d'énergie photonique en une certaine quantité d'énergie chimique potentielle est un exemple du pilotage de la matière (l'eau et le gaz carbonique) par la lumière, (ondes électromagnétiques).

Selon Massimo Teodorani, l'information voyagerait instantanément d'un point à l'autre de l'Univers, grâce à la médiation des particules virtuelles. Lorsque ces particules énergétiques entrent en interaction avec notre Univers de matière, elles réagissent sur le moment magnétique de n'importe quelle particule de matière qu'elles approchent. Celle-ci devient alors de l'information que les particules virtuelles restituent au vide quantique. ***Mais comme la dimension quantique n'a ni temps ni espace, l'information sur une particule donnée en un point donné de l'Univers serait alors disponible n'importe où dans l'Univers et simultanément.***

Selon Lothar Schäfer, la Potentialité est un état physique de l'Univers, elle marque la fin de l'ère du matérialisme newtonien et darwinien et permet d'expliquer la nature de l'être humain. En effet, si un domaine de Potentialité existe dans l'Univers, il peut aussi exister dans l'être humain en tant que Potentiel Interne qui l'emmène au-delà des possibilités du corps et du cerveau matériels.

L'idée même de molécules d'ADN peut avoir existé dans la potentialité cosmique longtemps avant que de réelles molécules d'ADN n'apparaissent dans le monde matériel. En ce qui concerne les êtres humains, nous existions nous aussi en tant que sous-espace de formes dans la potentialité cosmique bien avant d'être nés, et ce sous-espace qui est nous continuera d'exister dans la potentialité après notre disparition.

Dans l'évolution quantique de la vie, le hasard intervient dans les sauts quantiques, un saut peut se produire ou non et peut conduire à un état ou à un autre, mais l'ordre des états auxquels le saut va aboutir n'a rien à voir avec le hasard, l'ordre complexe n'émerge pas à partir de rien et n'est pas créé par le hasard, c'est finalement du chaos qu'émerge l'ordre et le désordre !

Supposons que nous puissions revêtir un habit d'*atomonaute* et pénétrer à l'intérieur d'un atome, que verrions-nous ? Le paysage qui entoure celui-ci est vide, mais rempli de Potentialité supposée invisible...or, en examinant attentivement ce vide, nous pourrions voir de temps en temps un électron qui surgit de la Potentialité sous la forme d'un petit point ! La répétition de ces

apparitions notées puis consignée sur un graphique permet de mettre en évidence la forme d'une orbitale.

Les formes des orbitales sont importantes car elles déterminent la structure des molécules et ces dernières sont responsables de notre biochimie. Quand deux atomes se rencontrent leurs Potentialités peuvent former une molécule. Inversement, lorsqu'une molécule se disloque, ses atomes constitutifs vont réapparaître avec leurs électrons et leurs Potentialités complètement rétablis.

L'Univers, rempli de matière (en grande partie sombre ?) baigne dans un champ cosmique d'ondes électromagnétiques qui est un champ d'énergie. Il est donc un océan de Potentialité car, là où la matière et l'énergie apparaissent, les aspects de la Potentialité apparaissent également.

John Wheeler précisait que « *Toute Potentialité n'est pas convertie en matérialité en un temps donné. Il y a d'innombrables nuages de probabilité qui se promènent dans l'Univers et qui n'ont pas encore déclenché des évènements visibles dans le monde macroscopique.* »

D'après le physicien Benni Reznik, les propriétés de l'intrication se trouveraient à l'état libre dans la nature, notamment dans le vide quantique qui sous-tend notre réalité, c'est-à-dire dans un règne invisible où, si l'on descend dans une dimension de 10^{-33} cm (longueur de Planck), on découvre que le néant n'existe pas, mais que le néant serait en réalité un bouillonnement d'énergie sous forme de particules et d'antiparticules virtuelles qui interagissent sans cesse avec notre Univers sous la forme de fluctuations, dont la plus importante est celle qui aurait fait naître l'Univers actuel. Au niveau de l'échelle de Planck, les particules élémentaires sont liées avec toutes les autres particules de l'Univers.

Le vide est le créateur du monde de matière : exit Dieu !

II – Les applications du quantique, au XXème puis au XXIème siècle pour le pire de l'avenir de l'humanité !

Dans la mythologie de la Grèce antique Pandore apporta dans ses bagages une boîte mystérieuse que Zeus lui interdit d'ouvrir. Celle-ci contenait tous les maux de l'humanité, notamment la Vieillesse, la Maladie, la Guerre, la Famine, la Misère, la Folie, le Vice, la Tromperie, la Passion, l'Orgueil ainsi que l'Espérance. L'homme est le triste détenteur de tous ces maux, prédateur suprême, après avoir exterminé toutes les espèces qui lui faisaient concurrence, il poursuit son œuvre en s'exterminant lui-même : quoi de plus naturel puisque tout l'Univers obéit à la dite relation proie-prédateur !

Quelques applications déterminantes de la Mécanique Quantique

1945-Ainsi, après les découvertes de la Relativité et de la Mécanique quantique, la toute *première application fut guerrière.*

Au XXème siècle, en 1945, dans le cadre du projet Manhattan, à Los Alamos fut mise au point la première bombe atomique, baptisée « little boy ». La fission en chaîne de l'atome et son développement doit autant à la Quantique qu'à la relativité ($E=mc^2$) qui entraîna à Hiroshima un cataclysme apocalyptique !

Les applications suivantes furent plus pacifiques :

1947-Le transistor révolutionne l'électronique.

1951-Les travaux réalisés pour mettre au point la bombe A ont permis, avec les centrales nucléaires, de produire de l'électricité à partir de la fission d'atomes. Puis, de réaliser des moteurs nucléaires pour bateaux et sous-marins.

1955-L'horloge atomique au césium, fondée sur la fréquence de rayonnement des électrons, permet une précision de 1 seconde sur 100 millions d'années !

1958- Le circuit intégré lance l'informatique.

1960- Découverte du Laser à rubis.

1962- Découverte de la LED. Un semi-conducteur émet des photons lorsqu'il est traversé par un flux d'électrons.

1982- Le succès de l'expérience du français Alain Aspect qui permet de mettre en évidence, en laboratoire, le phénomène de l'Intrication, va galvaniser la communauté des expérimentateurs qui savent désormais que la nature quantique est à portée d'observation !

1983- Mise au point du synchrotron qui permet de découvrir le boson de Higgs, puis de fabriquer de **l'anti-matière** prévue mathématiquement par Paul Dirac.

Tout s'accélère au XXIème siècle :

Téléportation quantique, mise en évidence expérimentale de l'évaporation d'un trou noir (prévue par Stephen Hawking), intrication quantique de 15 000 milliards d'atomes de rubidium à 190°C, lévitation quantique d'une nanobille de silice de 100 millions d'atomes dans une cavité quantique à - 273°C, transformation de 2 000 atomes en une seule onde, généralisation de la cryptographie quantique : tout message devient inviolable, simulateur quantique...

Un enjeu de taille : la course des superpuissances pour la suprématie quantique !

Etats-Unis et Chine en tête et géants de la high-tech se livrent une guerre sans merci !

En 2016, la **Chine** est la seule à avoir construit un satellite quantique ; elle est également très avancée dans la sécurisation des données qui transitent au sol par fibre optique en l'associant au quantique, formant ainsi un réseau hybride ; elle dispose déjà du plus grand réseau au monde déployé sur 2 500 km.

En **France**, nous avons un réseau expérimental, autour de Nice, d'une centaine de kilomètres qui servira à tester les composants cryptographiques...

En 2019, **Google** a annoncé avoir atteint la suprématie quantique avec un calculateur de 53 qubits ⁴baptisé Sycamore.

Mais la Chine annonce un nouvel ordinateur quantique aux performances inouïes. Cette machine serait 10 millions de fois plus rapide que le Sycamore de Google, considéré jusqu'à présent comme l'ordinateur quantique le plus puissant. En une milliseconde, elle est capable de résoudre une tâche nécessitant 30 billions d'années à l'ordinateur classique le plus avancé.

Une guerre froide technologique a donc commencé entre les États-Unis et la Chine. **Il y a quelques jours, le CSO du Pentagone annonçait sa démission, estimant que la Chine a déjà gagné la course à l'intelligence artificielle.**

En 2020, **la Chine** annonce une téléportation quantique entre deux puces en silicium.

Google, IBM, Intel et une nuée de Start up se disputent aussi la technologie quantique. Ainsi, Psiquantum, en avril 2020, a réussi à réunir la somme record de 215 millions de dollars pour développer un ordinateur quantique !

Au Canada, la start-up D-Wave a commercialisé le premier ordinateur quantique. En Europe, un projet, baptisé flagship Quantique, en 2017, dispose d'1 milliard d'euros étalés sur 10 ans.

La France, tente de rattraper son retard en débloquant un budget de 2 milliards d'euros sur 5 ans...

Mais le diable est un sacré tentateur, car curieusement les peuples mettent à la tête des grandes puissances actuelles des dictateurs d'un niveau moral et intellectuel des années-lumière en dessous de celui des scientifiques géniaux qui pensent et expérimentent dans l'ombre de leurs laboratoires et dès qu'une découverte

⁴ En informatique quantique, un qubit ou qu-bit, parfois écrit qbit, est un système quantique à deux niveaux, qui représente la plus petite unité de stockage d'information quantique.

d'intérêt est publiée des technocrates et des industriels s'en saisissent pour une application hégémonique et guerrière.

Ainsi, en ce qui concerne l'équipement militaire, les applications du Quantique sont potentiellement énormes : aussi bien en ce qui concerne l'arsenal offensif que défensif.

Bien que tenus jalousement au secret, des projets concrets les plus cités sont :

- Les capteurs quantiques et l'utilisation de la lumière pour mesurer des objets sans les toucher.
- La communication quantique,
- La cryptographie,
- Le radar quantique,
- La détection des avions furtifs,
- Les dispositifs de contre-brouillage

Bref, des armes qui donneront un avantage tactique décisif à celui qui les possèdera le premier !

Nous assistons donc à une réorganisation totale et stratégique de la recherche chez les pays qui sauront se donner les moyens financiers.

Les chasseurs de jeunes cerveaux géniaux sont à l'affut. En la matière, la France a un retard considérable : le choix entre les salaires offerts par les services publics (CNRS, INRA, INSERM, Universités...) et les propositions des laboratoires des GAFAs ou géants du numérique par exemple à partir de 10 000 euros par mois, voire beaucoup plus, sera vite fait par nos jeunes scientifiques en quête d'avenir et de reconnaissance !

L'Exode scientifique a déjà commencé...

Il est fini le temps où les chercheurs (Newton, Einstein, Dirac...) choisissaient leurs thèmes de recherche en toute liberté ! Désormais, ils se voient contraints d'accepter des thématiques programmées, particulièrement dangereuses pour la planète, par des financeurs totipotents sans scrupules et en dehors de toute éthique et au risque de perdre leur âme !

L'urgence est de refondre de fond en comble l'Enseignement et la Recherche, mais il est utopique de penser que l'on puisse, en France, réaliser rapidement quelque réforme que ce soit : nous ferons donc bientôt partie des pays sous-développés !