

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
Université Amar Téliidji de Laghouat
كلية العلوم
Faculté des Sciences
قسم علوم المادة



Département Sciences de la Matière

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Physique

Option : Physique des appliquée

Par : M^{me} . ADNANE Hanane

THEME

LA BIOLOGIE QUANTIQUE

Dr. KHANCHOUL Salah
Dr. ARAR Rabie
Dr. AISSOUS Basma
Dr. ZERGUINI Hocine

MCA
MAA
MAA
MCB

Président
Examineur
Examineur
Rapporteur

Année universitaire :2021-2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا

إِنَّا أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

سورة البقرة: الآية: 32

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

Remerciements

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, la patience jusqu'à l'achèvement de ce mémoire.

Je remercier particulièrement à mon encadreur ZERGUINI Houcine pour m'avoir guidé grâce à ses précieux conseils et ses encouragement lors de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie aussi les membres de jury d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Mes remerciements vont aussi à tous les enseignant de département de physique de l'université de Laghouat et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à ma formation scientifique.

Dédicace

Avec l'aide d'ALLAH le tout puissant, j'ai pu terminer ce modeste travail.

En témoignage d'amour et de respect à tous ceux qui me sont chers, je dédie ce modeste travail à :

Ma très **chère mère** qui a fait de moi la personne que je suis aujourd'hui, je ne la remercierai jamais assez pour son aide et son encouragement.

Mon **cher père** pour son soutien.

Mon **cher mari Fateh** pour tout l'encouragement, le respect et l'amour qui m'as offert.

Mes adorables enfants : **Samy , Sonya et Ranya**

Ma précieuse **grand-mère**.

Mon frère **Mohammed**.

Mes sœurs **Amina et Rafika**

Tous mes amis

Tous ceux qui m'aiment et m'estiment



Table des matières

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
	Introduction générale	5
	Chapitre I : Mécanique quantique	
I.1	Brève présentation de la mécanique quantique.	9
I.2	Etat de la physique à la fin du XIXe siècle.	9
I.3	La révolution	14
I.3.1	Les quanta d'énergie	15
I.3.2	L'effet photoélectrique.	16
I.3.3	La nature duale des électrons	19
I.3.4	La mystérieuse expérience de la double fente	21
	Chapitre II : biologie quantique	
II.1	Introduction à la biologie quantique	28
II.2	Révolution quantique en biologie	31
II.3	L'intrication quantique dans les réactions chimiques	33
II.4	L'intrication quantique observée sur des objets presque macroscopiques	34
II.5	La biophysique quantique selon Bruce Lipton	35
	Chapitre III: domaines d'application de la mécanique quantique en biologie	
III	Introduction	42
III.1	L'ADN quantique	43
III.2	le repliement des protéines repose sur la nature ondulatoire et de la matière	45
III.3	La mystérieuse expérience de Luc Montagnier	47
III.4	La photosynthèse	53
III.4.1	La biologie quantique pour expliquer la photosynthèse	54
III.4.2	Distributions de probabilités quantiques négatives	54
	Chapitre IV :Cerveau quantique	
IV.1	Introduction.	57

IV.2	La théorie quantique comme explication de la conscience.	57
IV.3	Le lithium	58
IV.4	La molécule de Posner	60
IV.5	La mécanique quantique à l'œuvre au sein du cerveau.	62
	Conclusion générale.	64
	Références.	66

LISTES DES FIGURES:

- Figure 1:** représentation de l'expérience de la double fente, avec formation de franges claires et sombres d'interférence.....21
- Figure2:** DNA waves and water, Montagnier et son équipe rapportent.....49
- Figure 3:** Device for the capture and analysis of electromagnetic signals (EMS).....49
- Figure4:** Illustration de cerveau dans un état de spin quantique positive symbolisé par une image rouge.....59

Introduction générale

Introduction :

"Il est absolument possible qu'au-delà de ce que perçoivent nos sens, se cachent des mondes insoupçonnés" - Albert Einstein

Derrière cette citation d'Einstein, je me suis demandé quels sont les concepts qui traduisent des faits observables par la perception de nos sens. Comment arrivons nous à décrire ces phénomènes physiques visibles et surtout comment la théorie permet-elle de nous faire découvrir ces "mondes insoupçonnés".

Lors des grandes découvertes scientifiques, l'homme a pu dépasser les limites de ses perceptions sensorielles. La physique quantique va au-delà encore, puisqu'elle se joue de son observateur.

Mon choix s'est porté sur ces phénomènes complexes et mystérieux. Nous allons nous intéresser dans un premier temps, à introduire les idées fondamentales de la mécanique quantique, à partir d'expériences présentant les phénomènes de cette dernière. Dans un second temps, nous allons donner une représentation des systèmes quantiques.

Les physiciens cherchent à comprendre où se situe la frontière entre le monde de la physique quantique et celui de la physique classique. Cette question est particulièrement intéressante en biologie.

Les travaux des physiciens sur la cohérence quantique ont été couronnés par le Nobel en 2012. Ce qu'on sait moins, c'est que dans le domaine de la biologie, des études sur la cohérence sont en cours et que des premiers résultats ont été obtenus expérimentalement en 2007 dans le laboratoire dirigé par Graham Fleming, soit une dizaine d'années après les premiers succès de la cohérence publiés par Serge Haroche et David Wineland.

Et nous étudierons le "mystère" de la physique quantique, à travers des paradoxes et des théorèmes, qui ont tourmenté les grands cerveaux du XX^{ème} siècle.

Chapitre I

La mécanique quantique

I.1 Brève présentation de la mécanique quantique [2]

La mécanique quantique est née au début du XXe siècle de l'étude de l'interaction lumière-matière. En a émergé une physique très riche, s'appliquant rapidement à une grande variété des systèmes, des particules subatomiques aux étoiles, la physique atomique et la physique du solide des semi-conducteurs aux nanotechnologie en passant par l'imagerie médicale à résonance magnétique jusqu'à l'informatique quantique, autant de découvertes au service de l'humanité .

Venue au monde au début des années vingt pour mettre définitivement fin à la crise qu'a connu la physique dès la fin du 19 siècle, marqué par l'impuissance et l'échec de la physique classique dans la description et la compréhension des phénomènes atomiques et subatomiques .Il nous est impossible de parler de mécanique quantique sans évoquer l'équation de Schrödinger, l'équation la plus fondamentale de la physique. Elle fut conçue en 1925 par Erwin Schrödinger, c'est l'équation d'évolution dans le temps d'une fonction de carrée sommable, dite fonction d'onde, qu'on doit associer à toute particule matérielle selon l'hypothèse de Louis de Broglie, auteur du double aspect de la matière : « onde-corpuscule ». Plus de détails peuvent être trouvés dans l'ouvrage .

1. Etat de la physique à la fin du XIXe siècle

A la fin du XIXème siècle, deux théories complémentaires semblent expliquer tous les phénomènes: La mécanique de Newton et l'électromagnétisme de Maxwell



Newton

1643 - 1727



Maxwell

1831 - 1879

Ces théories sont déterministes

Par exemple, la théorie de Newton permet le calcul des orbites planétaires



Electromagnétisme de Maxwell

La théorie de Maxwell décrit les propriétés électriques et magnétiques de la matière. Elle explique aussi la nature de la lumière



La bobine de Ruhmkorff: l'étincelle produite par une différence de potentiel élevée entre deux tiges est constituée d'un flux de charges électriques.

L'électricité peut être produite par induction magnétique: le mouvement d'un fil métallique entre les fers d'un aimant crée un courant électrique.



Expérience d'induction magnétique



Dynamo d'une bicyclette



Production industrielle d'électricité

La double fente

La cuve à ondes met les interférences en évidence.

Des franges d'interférences sont produites par des petites vagues qui passent à travers une double fente.

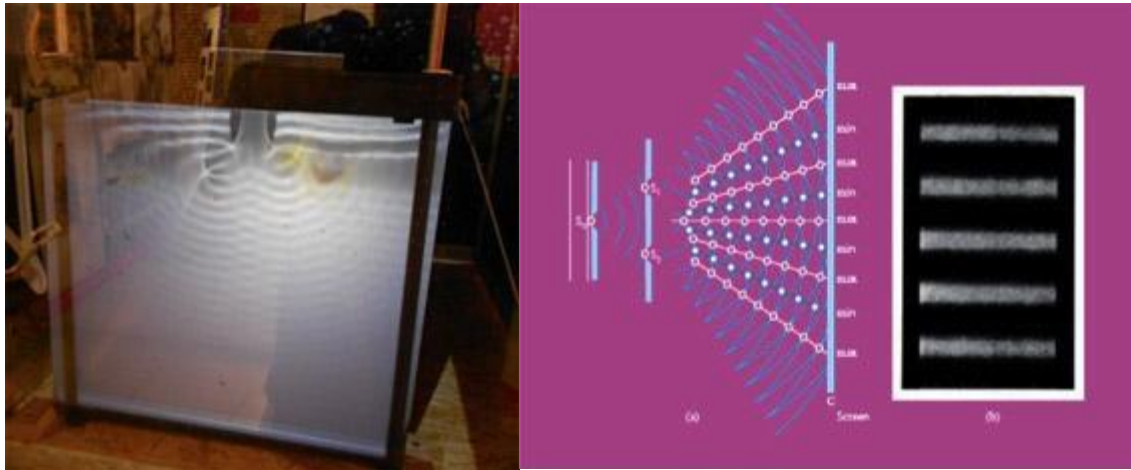
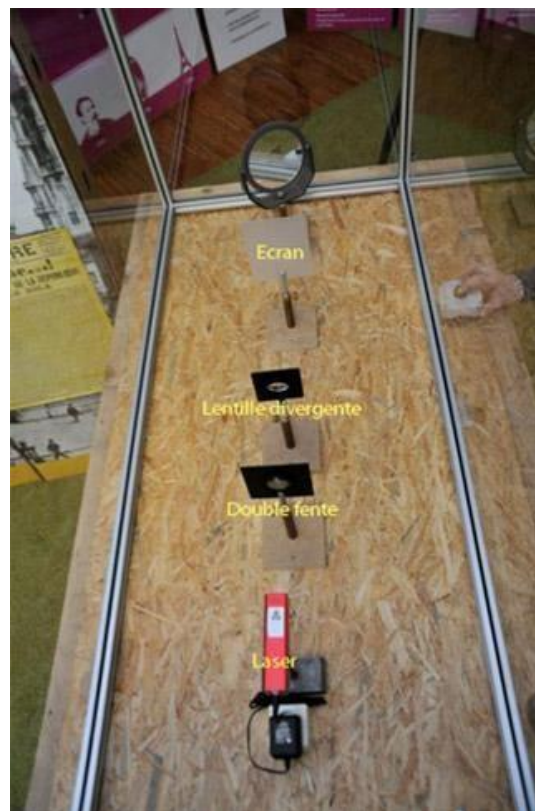


Schéma de la formation de franges

L'expérience de Young

Un montage optique montre la nature ondulatoire de la lumière:



Une lumière monochromatique passe par une double fente et produit des franges d'interférence sur l'écran



La lumière est donc constituée d'ondes

Un grand succès de la théorie de Maxwell est d'avoir expliqué la nature des ondes lumineuses. Ce sont des ondes électromagnétiques qui n'ont pas besoin d'un milieu matériel pour se propager

Petite roue à ailettes

Une petite roue à ailettes est mise en mouvement par un flux d'électrons.... comme le fait l'eau (les électrons) pour un moulin (la roue)



Les électrons ont une masse et obéissent aux lois Newton

Les électrons sont des particules

Conclusion à la fin du XIXe siècle

Deux théories complémentaires semblent décrire tous les phénomènes physiques:

- Les particules obéissent aux lois de Newton
- Les ondes lumineuses sont décrites par les équations de Maxwell.

Cependant personne ne comprend la nature profonde de ces lois. Elles sont capables d'unifier un grand nombre de faits physiques mais elles résultent de l'expérience et personne ne peut dire qu'il en comprend réellement la nature profonde.[5]

II. La révolution:



1900: Planck découvre une formule qui décrit le rayonnement du corps noir

$$I(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2 \lambda^{-5}}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

λ : longueur d'onde T : température I : intensité de lumière

h est une constante inévitable.

Sans elle, pas de description, ni d'explication, du rayonnement du corps noir.

Interprétation: la lumière rayonnée est émise par petits paquets dont l'énergie dépend sa fréquence :

$$E = h \nu$$

1. Les quanta d'énergie[2]

1905 : Einstein et l'effet photoélectrique

De la lumière peut éjecter des électrons d'une plaque métallique.

Lorsque les électrons sont recueillis sur une anode, un courant peut circuler dans le circuit.

Seule de la lumière de fréquence élevée est capable d'extraire des électrons de la plaque.

2. L'effet photoélectrique[2]

Le résumé de l'expérience : de la lumière blanche éclaire une cellule photoélectrique au travers de différents filtres colorés

Quand des électrons sont éjectés de métal un courant électrique peut passer dans le circuit.

La lumière blanche éjecte des électrons, la lumière bleu aussi.

La lumière rouge est incapable d'éjecter des électrons.

Comment expliquer ?

L'effet photoélectrique est expliqué par le fait que la lumière est constituée de quanta d'énergie $h \nu$ qui se comportent comme des particules.

Plus tard, ils seront appelés photons.

Le caractère ondulatoire de la lumière est admis depuis l'expérience de la double fente de Young au début du XIXe siècle.

Maintenant, la lumière a un caractère corpusculaire!

C'est la dualité onde-particule

Ces résultats troublants ont été discutés lors du premier Conseil de Physique Solvay en 1911 auquel a été invitée l'élite scientifique de l'époque.



La théorie des quanta a encore été discutée lors des Conseils suivants. Notamment, en 1927, le cinquième Conseil Solvay a permis la discussion entre tous les protagonistes de la théorie quantique : Schrödinger, Heisenberg, Dirac, Pauli, Born, de Broglie, ... Einstein et Bohr...

Le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène



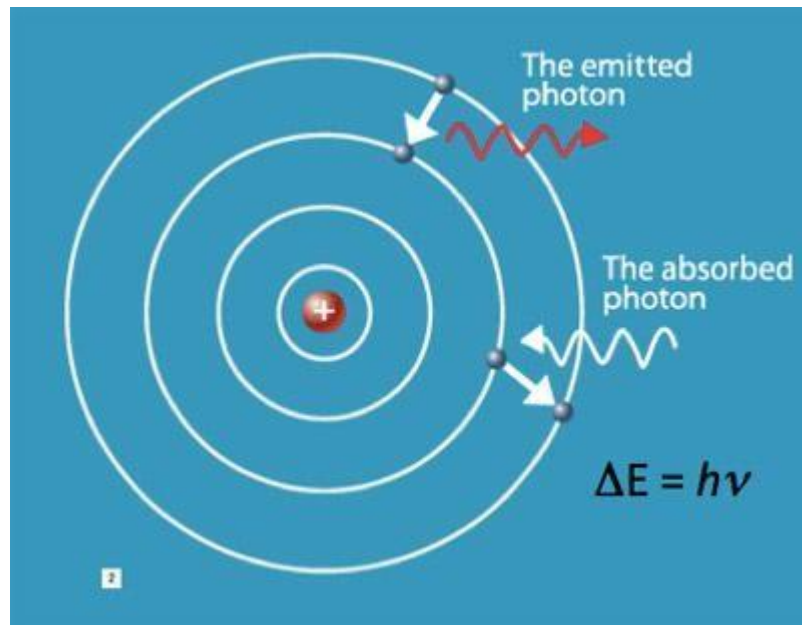
L'aspect corpusculaire de la lumière a été exploité par Bohr pour construire un modèle de l'atome.

2.1. L'électron unique de l'atome d'hydrogène ne peut se déplacer que sur certaines orbites autour du noyau. Chacune de ces orbites correspond à une énergie différente de l'électron.

2.2. Quand un électron passe d'une orbite à une autre correspondant à une énergie plus basse, un quantum de lumière est émis dont la fréquence ν dépend de la différence d'énergie entre deux orbites.

2.3. Inversement, un quantum de lumière peut être absorbé par l'électron si sa fréquence ν correspond à la différence d'énergie entre les deux orbites.

On dit que les niveaux d'énergie sont quantifiés.



Avec ce modèle, Bohr a été capable, entre autres, d'expliquer la nature discrète du spectre atomique.

Mais quelle est l'origine de la quantification des orbites ?

3. La nature dual des électrons[2]

1924 : Louis de Broglie propose que :

Une onde est associée à l'électron

Cette onde associée peut expliquer pourquoi seulement certaines orbites apparaissent dans l'atome de Bohr.

Comme une corde de violon, un cercle peut seulement vibrer à certaines fréquences bien définies

L'expérience de Debye-Scherrer : des électrons traversent une poudre cristalline et sont recueillis sur un écran fluorescent. Ils forment une figure d'interférence.

Les électrons se comportent comme des ondes !

Pourquoi les figures d'interférence sont-elles circulaires dans l'expérience de Debye-Scherrer?

Discussions:

Un rayon laser passe à travers deux réseaux de diffraction perpendiculaires : la figure d'interférences est faite de points.

Quand les réseaux tournent, les rayons laser est dévié dans toutes les directions: les points forment des cercles concentriques.

Dans l'expérience les cristaux de la poudre sont orienté au hasard: donc, les électrons sont déviés dans toutes les directions et forment des interférences circulaires.

LES ELECTRONS SE COMPORTEMENT COMME DES ONDES

L'expérience de Thomson : trajectoire des électrons dans un champ magnétique.

Résumé de l'expérience:

La trajectoire classique des électrons peut visualisé dans un tube à faisceau droit.

Un faisceau d'électrons peut être produit par un canon à électrons.

L'ampoule est remplie d'un gaz fluorescent qui permet la visualisation du faisceau.

des bobines placées de part et d'autre du tube peuvent créer un champ magnétique, le champ magnétique courbe la trajectoire des électrons.

En absence de champ magnétique le trajectoire est rectiligne.

En sa présence le trajectoire devient circulaire.

Donc, les électrons suivent des trajectoires des particules classiques.

LES ELECTRONS SE COMPORTEMENT COMME DES PARTICULES.

Conséquences de la dualité

Le déterminisme est perdu

Extension spatiale des ondes impossibilité de spécifier précisément la position des objets quantiques.

➡ Probabilités

Principe d'incertitude

Impossibilité de mesurer simultanément la vitesse et la position des particules.
Un temps infini est nécessaire pour mesurer avec précision leur énergie.

Complémentarité

Selon le montage expérimental, les objets quantiques se comportent comme des particules ou comme des ondes.

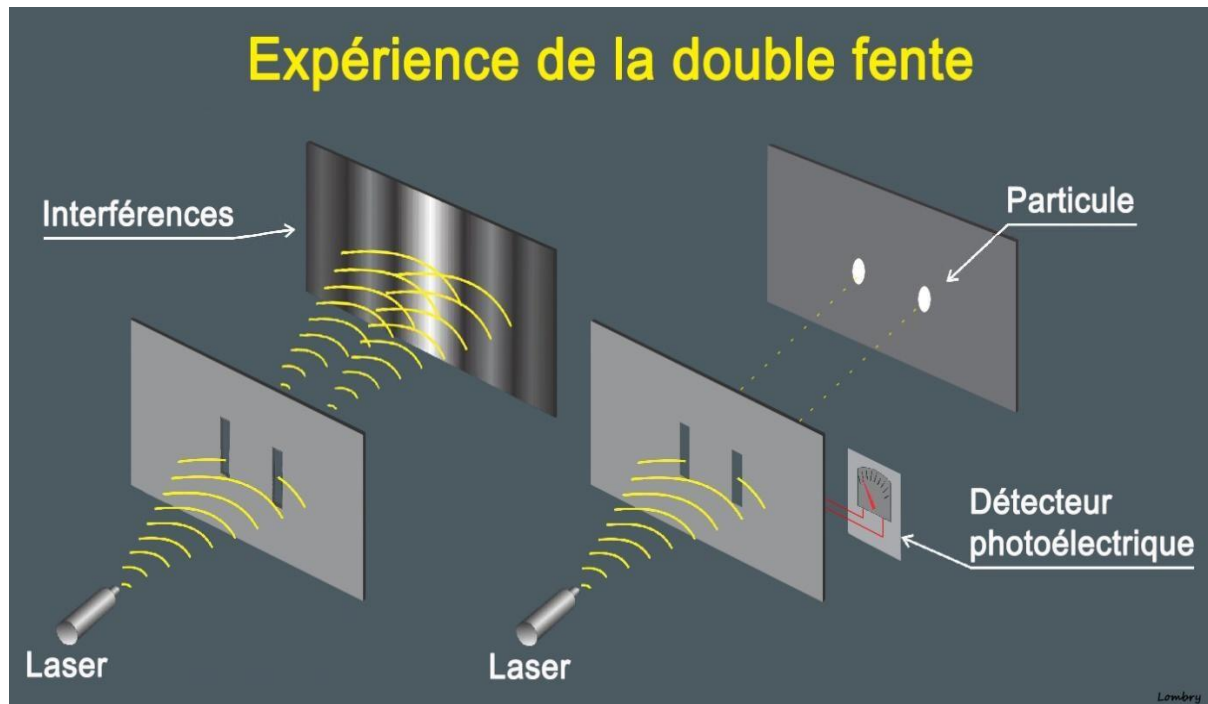
La dualité à l'œuvre

1909 : Taylor mène déjà une expérience.

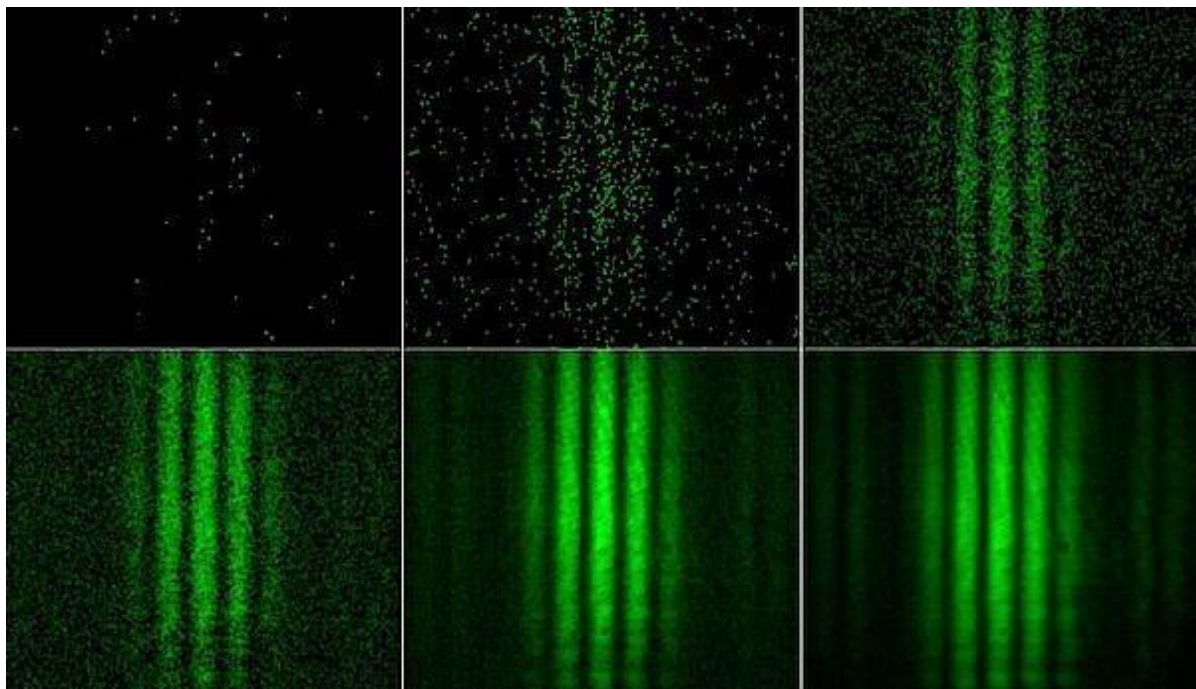
La lumière d'une bougie est atténuée par des verres fumés. Exposition de plaques photographiques jusqu'à trois mois.

Des photons arrivent un par un sur les plaques. L'accumulation des photons produit des franges d'interférence source[2]

4. La mystérieuse expérience de la double fente:[2]



l'expérience de la double fente Young



Les interférences qui appariassent progressivement sur l'écran démontrant la nature ondulatoire du phénomène

En 1800, à l'aide d'une **célèbre expérience**, le **physicien britannique Thomas Young** démontra que la lumière était constituée d'ondes en raison des figures d'interférence qu'un faisceau de lumière produit lorsqu'il passe à travers un écran percé de deux fentes.

En 1905, le physicien allemand Albert Einstein démontra également, en découvrant l'effet photoélectrique, que la lumière était composée de particules. Il ne restait dès lors qu'à conclure que la lumière possédait à la fois des propriétés ondulatoires et corpusculaires. Nous observons l'une plutôt que l'autre en fonction du type d'expérience réalisée.

Nous en déduisons donc que **le rayonnement électromagnétique a une espèce de «double vie »**, puisqu'il est représenté aussi bien par des ondes (c'est-à-dire de l'énergie pure) que par des particules (c'est-à-dire de la matière pure), qui ne peuvent toutefois jamais être révélées simultanément: il est possible d'observer l'une ou l'autre, mais pas les deux à la fois.

Cette dualité peut justement s'expliquer par le principe d'incertitude d'Heisenberg qui affirme qu'il est impossible de déterminer simultanément la composante énergétique et la composante matérielle d'un événement quantique donné.

Au vu de cette théorie, matière et énergie, position et vitesse deviennent des « variables conjuguées » (ou complémentaires) et constituent dans leur ensemble la caractéristique d'incertitude permanente des événements qui se vérifient en mécanique quantique.

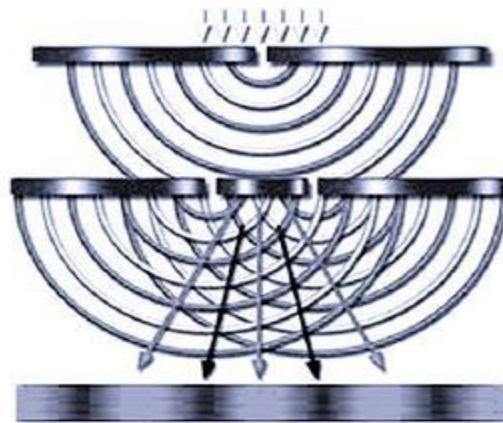


Figure 1: représentation de l'expérience de la double fente, avec formation de franges claires et sombres d'interférence.[3]

Dualité onde-particule

IL est facile de vérifier cette dualité onde-particule en analysant **l'expérience de la double fente de Thomas Young** dans le détail et à la lumière des connaissances actuelles. Supposons une source lumineuse monochromatique placée derrière un écran percé de deux fentes.

Si nous occultons l'une des deux fentes, la lumière se comporte comme une particule (c'est aussi le cas lorsque les photons heurtent un point quelconque de l'écran), tandis que si les deux fentes restent libres, la lumière se comporte comme une onde.

Le deuxième cas est vraiment le plus spectaculaire si on l'étudie de près: à l'époque, Young ne savait rien de mécanique quantique, il s'est simplement borné à vérifier la formation de franges d'interférence – l'une des propriétés de la lumière, qui se comporte de façon tout à fait identique aux ondes qui se forment à la surface d'un étang lorsque l'on y jette une pierre – derrière l'écran avec les deux fentes.

Si, au contraire, nous lançons deux cailloux dans l'eau, nous obtenons deux fronts d'onde qui interfèrent entre eux. De la même façon, nous obtenons deux fronts d'onde – dans ce cas, électromagnétiques – produits par la lumière lorsqu'elle passe par les deux fentes, lesquelles interfèrent comme dans le cas des deux pierres jetées dans l'eau.

Les franges d'interférence

Jusque-là, la chose ne présente aucune anomalie particulière, si ce n'est qu'une singulière bizarrerie se manifeste lorsque, au lieu de lancer quantité de photons tous ensemble, nous ne lançons qu'un photon à la fois contre l'écran à fentes : il va de soi que nous pouvons le faire, car, grâce à Einstein, nous connaissons également la nature corpusculaire du photon.

Le bon sens nous dirait que le photon simple – étant donné que sa nature corpusculaire (ou rayonnement) fut en son temps vérifiée par Einstein – ne devrait passer qu'à travers une seule des deux fentes.

D'ailleurs, si nous lançons une balle de tennis contre un mur avec deux fenêtres, elle ne pourra clairement passer qu'à travers l'une d'elles. Cependant, nous découvrons que le

comportement du photon est absolument déconcertant: **il passe à travers les deux fentes en même temps, puis crée des franges d'interférence, en n'interagissant qu'avec lui-même!**

Ce qui est troublant, ce n'est pas tant ce mystérieux dédoublement de la particule que l'absolue simultanéité avec laquelle se forment les franges d'interférence, nées d'un seul photon.

En résumé, le photon n'interagit qu'avec lui-même en se trouvant à deux endroits différents en même temps au point de créer l'interférence, et les physiciens sont obligés de reconnaître que c'est comme si le photon « connaissait » les points et les moments exacts où il doit se dédoubler pour donner lieu aux franges d'interférence.

Mais cet événement incroyable s'oppose violemment à tout ce que nous croyons savoir sur la réalité quotidienne, dès l'instant où le fait qu'une même particule puisse se trouver simultanément en deux endroits différents anéantit le principe de causalité pour le remplacer par un principe de synchronicité.

Double fente et mécanique quantiques

Les résultats de l'expérience de la double fente nous prouvent qu'en mécanique quantique – c'est-à-dire dans le règne des particules élémentaires – le principe de causalité est effectivement violé en raison de très étranges **effets de superposition** qui sont eux-mêmes une conséquence directe du principe d'incertitude de Heisenberg, selon lequel nous ne pouvons jamais savoir à travers quelle fente le photon voyage: le photon semble en effet avoir voyagé à travers les deux fentes simultanément. **Dans le domaine quantique, cette phénoménologie prend le nom d'« intrication », entanglement en anglais.**

Dans le cas spécifique de l'expérience de la double fente, ce sont les dédoublements d'un même photon qui s'intriquent dans l'espace et le temps, et la structure la plus intime de la mécanique quantique – celle élaborée par le physicien théoricien américain David Böhm – nous indique que le photon atteint des positions bien précises derrière les fentes parce qu'il est littéralement informé de façon « non locale » (c'est-à-dire de façon totalement indépendante de l'espace et du temps) par un « potentiel quantique » qui fonctionne comme un instrument de pilotage de la particule.

Les particules agissent donc en synchronie avec un potentiel quantique, dont la structure n'est pas évidente dans le monde newtonien dans lequel nous vivons, mais qui existe sur un plan invisible en influençant de façon non manifeste notre réalité.

En substance, **l'univers fonctionnerait à travers deux champs croisés**, de la même manière que le champ électromagnétique décrit par les équations de Maxwell qui comporte un champ électrique et un champ magnétique orthogonaux. Domaine quantique et domaine classique seraient accouplés pareillement, **le premier opérant de façon non locale et le second de façon causale**. La manière dont les deux domaines s'harmonisent est bien décrite dans la version de Böhm de l'équation de Schrödinger.

La mécanique quantique étudie justement ce mystère de la réalité qui conduit les particules, comme dans le cas de l'expérience de la double fente, à adopter un comportement apparemment insensé.

Photon : onde ou particule ?

Cette expérience déconcertante de la mécanique quantique démontre donc qu'**un photon se comporte comme une particule** si nous occultons l'une des deux fentes ou lorsque nous tentons de l'observer avec un détecteur ou un filtre polarisant, tandis qu'**il se comporte comme une onde** quand il interfère avec lui-même en passant par les deux fentes en même temps. Mais le phénomène de l'interférence n'est autre qu'une forme expérimentalement établie du principe de superposition de la mécanique quantique.

Le phénomène de l'interférence disparaît immédiatement si nous tentons de mettre un détecteur derrière l'une des deux fentes pour essayer de comprendre à travers quelle fente passe la particule : **la figure d'interférence n'apparaît que lorsque le chemin de la particule est inconnu !** Cela nous montre que l'observateur en personne interagit avec l'observé (le photon) en détruisant la superposition quantique.

Le type d'expérience menée peut nous permettre de vérifier la nature d'onde ou de particule d'un photon donné: par exemple, **si nous projetons un photon sur un cliché photographique sans fentes, nous obtenons la nature de particule, mais si nous le faisons passer à travers deux fentes, nous obtenons la nature d'onde**.

Dans les deux cas, la fonction d'onde d'un état quantique donné s'est effondrée, dans le sens où selon le type d'expérience menée, la nature d'onde ou de particule s'est concrétisée. Mais si nous n'effectuons aucune mesure, la lumière existe en tant que superposition d'onde ou de particule: elle est les deux choses à la fois.

Le don d'ubiquité

Dans les années 70 et 80, il a été prouvé que le comportement manifesté dans l'expérience de la double fente n'est pas seulement une prérogative de particules énergétiques comme les photons, mais aussi de particules de matière comme les électrons et les neutrons.

Les particules de matière témoignent donc parfois de phénomènes ondulatoires, tout comme les particules d'énergie témoignent parfois de phénomènes particuliers. Par ailleurs, les particules de matière, si on les fait passer à travers un écran avec une double fente, puis qu'on les étudie une par une, produisent exactement les mêmes franges d'interférence, justement parce qu'elles interfèrent avec elles-mêmes.

Ces particules aussi ont le don d'ubiquité: elles se trouvent simultanément dans le même espace. Il s'agit là d'une énième situation où se manifeste de façon mystérieuse l'intrication qui, lorsqu'elle comporte l'interférence entre ondes, présente cette caractéristique qui en mécanique quantique est connue sous le nom de « cohérence ».

Chapitre II

La biologie quantique

I.1 Introduction à la biologie quantique

Le physicien Paul Davies s'intéresse de près au rôle des lois quantiques dans le vivant. Dans une revue parue en 2009, il confesse que nombre de physiciens considèrent la vie comme une sorte de miracle par lequel des « molécules stupides » parviennent à coordonner leurs réactions pour engendrer ces systèmes extrêmement complexes capables de percevoir, se déplacer et se reproduire (*Physics world*, juillet 2009, p 24-28). La biologie contemporaine ne peut plus ignorer la physique quantique affirme avec force Davies pour qui l'hypothèse quantique pourrait expliquer par quel mystère le monde prébiotique est parvenu à engendrer la vie au terme d'une histoire de trois milliards d'années. Si cette hypothèse s'avérait exacte, alors l'origine de la vie serait moins le fait du hasard et plutôt le résultat d'un long procès dont le « miracle » tiendrait en fait à l'intervention de processus quantiques permettant aux molécules de tester des chemins et de trouver celui qui mène au vivant. Pour le dire autrement, le monde prébiotique aurait utilisé des processus similaires à ceux imaginés pour construire un ordinateur quantique. Cette fascinante hypothèse est partagée par quelques physiciens de renom. Mais il faudra théoriser cette affaire avant de bien comprendre un réel dont la connaissance est pour l'instant lacunaire pour ne pas dire embryonnaire. Ce qui ne nous interdit pas de réfléchir une fois de plus sur le grand tournant qui se dessine en biologie.

En fait, depuis plus d'un siècle, les sciences du vivant se sont pensées dans le cadre de la chimie. Plus précisément, la biologie contemporaine est une biologie chimique. Solidement ancrée sur deux spécialités largement développées dans les laboratoires, la chimie organique et la biologie moléculaire. Néanmoins, quelques scientifiques qu'on dira dissidents ont envisagé l'implication de phénomènes physiques dans le vivant mais cette orientation théorique est restée extrêmement marginale. Quelques savants ont misé sur le magnétisme avant la guerre de 39 mais c'est à la fin des années 1960 que grâce à l'impulsion de Frölich, les recherches en « biologie physique » ont pris un essor modeste mais avéré. Une précision importante ; la biologie physique étudie expérimentalement ou théoriquement des processus descriptibles par des formalismes physiques. Qui peuvent être quantiques comme la

CHAPITER II : La biologie quantique

cohérence et l'effet tunnel, ou électromagnétique ou autres comme par exemple les vibrations et propagations qu'on trouve dans les phénomènes désignés comme phonons et solitons. Ces derniers ayant fait l'objet des travaux précurseurs de Frölich. Il ne faut donc pas confondre la biologie physique et la biophysique. La seconde consiste à étudier par des techniques physiques (rayons X. résonance magnétique nucléaire...) les structures biomoléculaires. La première consiste à étudier des phénomènes physiques se produisant au sein des biomolécules, des cellules et même des organismes. Et peut-être pourrait-on envisager également la conscience.

CHAPITER II : La biologie quantique

La biologie quantique a donc définitivement émergé comme spécialité selon les dires de Davies qui mentionne plusieurs études impliquant les solitons mais aussi les effets tunnels. Les solitons pourraient intervenir dans la genèse de comportements coordonnés des biomolécules. Il faut en effet que ces milliards de milliards d'atomes puissent fonctionner ensemble pour permettre aux cellules d'assurer leurs fonctions. L'effet tunnel est une curiosité de la mécanique quantique. On sait que dans le monde classique, un solide ne peut franchir une barrière dont l'énergie est supérieure à la sienne. Par exemple, une bille dotée d'une vitesse donnée au centre d'un bol ne peut sortir du récipient si son énergie cinétique est inférieure à l'énergie gravitationnelle correspondant à la hauteur du bol. Mais dans un système quantique, ce phénomène est possible. Une particule peut franchir une barrière énergétique dont le seuil est supérieur à sa propre énergie. Tout dépend si fonction d'onde ne s'annule pas au niveau du franchissement. Auquel cas, cette fonction indiquant la probabilité de présence, la particule peut sauter la barrière avec plus ou moins de succès. Davies mentionne alors une spéculation sur le rôle de l'effet tunnel dans la mutation des gènes (censés être à la base de l'adaptation). Un tel effet pourrait produire un « défaut d'appariement » entre les bases au moment des processus géniques et engendrer une substitution de base, G au lieu de A par exemple. Un autre processus impliquant l'effet tunnel pourrait concerner des protéines repliées avec une structure tridimensionnelle quasi- labyrinthe au sein duquel un proton pourrait trouver plus facilement sa route vers le centre actif s'il se servait de cet effet tunnel. Davies mentionne également des travaux portant sur le rôle de la cohérence dans la photosynthèse avec cependant une interrogation sur la température où se produit le phénomène ; et conclut que si l'intervention de la mécanique quantique dans le vivant est appuyée par des expériences et des théories, ce n'est pas pour autant que la biologie quantique fait consensus dans la communauté scientifique. C'est même

CHAPITER II : La biologie quantique

L'inverse, un domaine réservé pour l'instant à une minorité. L'avenir dira s'il s'agit de curiosités de savants étudiant des « phénomènes exotiques » où si comme le pensent certains, avec l'auteur de ces lignes, une révolution scientifique se prépare.

II.2 Révolution quantique en biologie

la cohérence dans la photosynthèse

Les travaux des physiciens sur la cohérence quantique ont été couronnés par le Nobel en 2012. Ce qu'on sait moins, c'est que dans le domaine de la biologie, des études sur la cohérence sont en cours et que des premiers résultats ont été obtenus expérimentalement en 2007 dans le laboratoire dirigé par Graham Fleming, soit une dizaine d'années après premiers succès de la cohérence publiés par Serge Haroche et David Wineland. La cohérence quantique est un phénomène difficile à expérimenter et à comprendre car elle défie les notions de la physique classique. Il se produit une cohérence lorsqu'un photon interagit avec au moins deux atomes pendant un laps de temps extrêmement réduit ce qui limite les possibilités de l'observer. Pendant ce court espace de temps, le système quantique est dans deux états et lorsque la décohérence se produit, un transfert « réel » d'énergie se produit. Un photon est émis et la cohérence est supprimée au profit d'un phénomène classique. La cohérence peut être observée avec plus de succès lorsque la température est basse. C'est dans de telles conditions, à 77 degrés Kelvin (environ moins 200 degrés Celsius) que Fleming a observé cette cohérence en utilisant des molécules extraites de bactéries. Ces résultats n'ont rien d'inattendus car ils se situent dans le prolongement des études de décohérences menées par les physiciens et ne permettent pas d'émettre des hypothèses sur un éventuel rôle de la cohérence quantique dans les systèmes biologiques. Mais ce n'était que partie remise puisque trois ans plus tard, Greg Scholes est parvenu à observer la cohérence quantique dans des molécules particulières extraites d'algues. Ces expériences ont été menées à température ambiante, ce qui montre que ce processus quantique est envisageable dans n'importe quel système vivant.

Scholes et ses collaborateurs ont utilisé une protéine particulière, « l'antenna », extraite de cryptophytes, algues marines utilisant cette protéine qui, bien qu'étant distincte de

CHAPITER II : La biologie quantique

L'universelle chlorophylle, joue un rôle équivalent en permettant de transférer l'énergie lumineuse vers les dispositifs de carbosynthèse. En l'espace de quelques fractions de secondes, ces algues peuvent capter une proportion non négligeable de l'énergie lumineuse pour la diriger vers les centres de synthèse des carbohydrates. Pour réaliser ce phénomène, on imagine aisément que le photon doit trouver le plus rapidement possible son chemin, sinon il repart dans l'environnement. Et justement, cette possibilité est permise par la cohérence quantique. L'énergie passe ainsi par plusieurs chemins possibles dans la molécule avant de se décider pour emprunter le chemin accessible le plus direct. C'est étrange à concevoir mais c'est ainsi que fonctionne la cohérence quantique.

L'énergie du photon peut, à l'échelle quantique, tester les chemins dans la molécule de transfert et choisir le plus rapide pour aller vers les centres moléculaires de la carbosynthèse. Ces processus de cohérence quantique, bien qu'obtenus dans des conditions expérimentales créées en laboratoire, n'en sont pas moins tangibles d'un point de vue biologique.

Les recherches sur les effets quantiques en biologie constituent actuellement l'un des champs les plus prometteurs car les résultats commencent à tomber tandis que le schéma théorique est très loin d'être élucidé, comme le conclut Fleming, co-auteur d'une petite revue sur ce sujet et spécialiste de ce domaine très pointu nécessitant la maîtrise des expériences microphysiques sur des macromolécules biologiques ainsi qu'une bonne connaissance des formalismes quantiques. Selon Fleming, si le 20ème siècle a vu se développer des questionnements sur le « fonctionnement quantique » des systèmes biologiques, ce n'est que récemment que les phénomènes quantiques dans les biomolécules ont pu être observés (19). Des molécules essentielles à la communication cellulaire, comme par exemple les canaux ioniques, sont soupçonnés d'utiliser des processus quantiques. L'étendue de ces phénomènes est assez large, autant sur le plan des molécules étudiées qu'au niveau des processus quantiques impliqués et pour la plupart échappant au sens commun. Ce que l'on peut comprendre aisément car les concepts et formules de la mécanique quantiques ne représentent pas un monde classique. Et pourtant, ce monde classique émerge du monde quantique, telle une tapisserie dont les mailles sont non seulement invisibles mais tissées avec des lois défiant l'entendement classique. Des travaux récents ont même montré que l'espace et le temps

découlent des lois de la physique quantique. Alors autant miser sur l'hypothèse d'un monde vivant dont les éléments moléculaires sont pour une part soumis aux règles du monde quantique. Ce qui supposerait une double description du vivant, mécaniste, chimique et moléculaire lorsqu'on développe les techniques d'analyse moléculaire, mais quantique si l'on utilise des dispositifs ajustés à l'observation des phénomènes quantiques comme peuvent l'être la cohérence, la non séparabilité, l'effet tunnel et les interférences. Avec deux corpus théoriques complémentaires, celui de la chimie organique et celui de la physique.

II.3 L'intrication quantique dans les réactions chimiques

Deux physiciens ont proposé une généralisation des travaux de Bell fournissant un test de la présence de l'intrication quantique, permettant de l'appliquer à ces réactions dans le cadre de la chimie quantique.

deux physiciens de l'université Purdue (West Lafayette, États-Unis), Junxu Li et Sabre Kais pensent que l'on doit pouvoir trouver des effets de l'intrication quantique dans des réactions chimiques. Mais tout comme dans le cas de l'effet EPR initial, cela suppose de faire des mesures avec des opérateurs dont les spectres sont continus. Or, comme on l'a vu, les résultats des travaux de Bell, qui permettent de mettre en évidence des effets d'intrication, sont plus facilement exprimables et testables expérimentalement avec des spectres discrets de valeurs.

Les deux chercheurs ont donc entrepris de découvrir, et avec succès, une généralisation pour l'instant encore théorique des travaux de Bell qui permettraient de faire des tests d'intrication avec les variables continues des atomes et molécules intervenant dans des réactions chimiques (une généralisation des travaux de Bell dans le cas continu avait déjà été obtenue avec des paquets de photons). On peut comprendre basiquement l'idée quand on se représente par exemple l'inverse de la désintégration d'une particule en deux particules précédemment envisagée. On a alors par exemple deux atomes qui entrent en collision pour former une molécule. Plus généralement, on peut envisager des collisions de molécules donnant par redistribution des atomes d'autres molécules.

CHAPITER II : La biologie quantique

Junxu Li et Sabre Kais viennent de publier (10). Sabre Kais explique donc que : « *Personne n'a encore démontré expérimentalement la présence de l'intrication quantique dans des réactions chimiques parce que nous n'avions pas le moyen de la mettre en évidence. Pour la première fois, nous avons un moyen pratique de mesurer cet effet. La question est maintenant de savoir si nous pouvons utiliser l'intrication quantique à notre avantage pour prédire et contrôler le résultat des réactions chimiques.* »

Les deux physiciens ont fait passer un test théorique à l'inégalité généralisée de Bell qu'ils ont obtenue dans une simulation numérique de la physique quantique d'une réaction chimique conduisant à la molécule d'hydrure de deutérium (HD), à partir d'une expérience de collision de molécules H_2 et D_2 . Une expérience déjà menée par des chercheurs de l'université de Stanford, visant à étudier les états quantiques des interactions moléculaires.

Ils sont confiants qu'en répétant une expérience similaire, et en analysant les résultats avec leur nouvelle méthode, la présence de l'intrication quantique sera révélée.

II.4 L'intrication quantique observée sur des objets presque macroscopiques [2]

L'une des manifestations les plus incroyables de la physique quantique est probablement celle que l'on appelle l'intrication. Et après l'avoir observée sur des électrons et des atomes, des chercheurs affirment aujourd'hui en avoir été témoins sur des objets de taille presque macroscopique.

L'intrication quantique. Un phénomène étrange par lequel deux objets distants se retrouvent comme liés - par des états quantiques dépendants l'un de l'autre - d'une manière qui défie le sens commun et même la physique classique. Et pour la toute première fois, des scientifiques ont pu obtenir et observer ce phénomène sur des objets macroscopiques. Enfin presque. Des objets dont le diamètre est de l'ordre de 15 micromètres.

Jusqu'alors, l'intrication quantique n'avait pu être montrée que sur des particules. En 2015, par exemple, des chercheurs du MIT avaient réussi à intriquer, grâce à une impulsion laser, pas moins de 3.000 atomes de rubidium 87. Une brouille face aux milliards de milliards d'atomes que composent les oscillateurs mécaniques du diamètre approximatif

CHAPITER II : La biologie quantique

d'un cheveu humain, impliqués dans l'expérience qui vient d'être menée par des chercheurs de l'université de Aalto (Finlande)(12). “

Une intrication maintenue pendant 30 minutes

Une équipe a en effet réussi à placer ces sortes de peaux de tambours vibrants en aluminium dans un état quantique intriqué. Un état qui a pu être maintenu pendant pas moins d'une demi-heure. « Les corps vibrants interagissent via un circuit *hyperfréquence supraconducteur*. Les champs électromagnétiques dans le circuit sont utilisés pour absorber toutes les perturbations thermiques et ne laisser derrière que les *vibrations* quantiques mécaniques », explique Mika Sillanpää. Et le fait de conduire l'expérience à une température juste au-dessus du zéro absolu, aux environs de -273 °C donc, a permis d'éviter toute autre forme de perturbations et d'interférences

D'un point de vue fondamental, cette expérience démontre donc que les lois de la mécanique quantique peuvent aussi s'appliquer à des objets « massifs ». Restera à déterminer massifs à quel point. D'un point de vue plus pratique, l'expérience pourrait, entre autres, servir à optimiser la détection d'ondes gravitationnelles.

Notez par ailleurs qu'un autre groupe, issu cette fois de l'université de Delft (22) (Pays-Bas), a également annoncé avoir réussi à placer des objets de la taille de bactéries en état d'intrication quantique : deux oscillateurs micromécaniques à base de rayons de silicium nanostructurés sur des puces espacées de 20 centimètres. Une configuration intéressante en vue d'une intégration au sein d'un réseau quantique à fibre optique. Mais l'état d'intrication n'a toutefois pas pu être maintenu plus d'une fraction de seconde.

II.5 La biophysique quantique selon Bruce Lipton

on résume une intervention du biologiste cellulaire Bruce Lipton qui a contribué à la formation « la science des soins énergétiques[13] » proposée par l'association américaine de la psychologie énergétique globale, l'ACEP[14]. Il est un des précurseurs de l'épigénétique, cette nouvelle branche de la génétique apparue dans les années 1990. Il y remet en question l'ancien dogme de la génétique et nous sort du déterminisme de l'ADN. Il démontre que l'environnement auquel les cellules vivantes sont soumises est le facteur déterminant. Les

CHAPITER II : La biologie quantique

toxines, les pensées négatives, les champs électromagnétiques, sont autant de déclencheurs des hormones de stress mettant à mal notre santé .

Dans le monde actuel de la médecine allopathique, la pertinence du concept de l'énergie pour notre santé est vraiment laissée pour compte. Les origines du paradigme actuel remontent à Descartes et Newton. Descartes eut l'idée que le système solaire était comme une machine, un dispositif mécanique gigantesque. Gardant cela à l'esprit, Newton commença à examiner la nature des mécanismes de fonctionnement de l'univers.

Le fait que Newton ait pu prédire avec précision les mouvements de l'univers grâce à son calcul infinitésimal laissa entendre, que ces mêmes équations permettraient effectivement de tout comprendre dans l'univers. Cette science que nous appelons aujourd'hui la physique classique (ou newtonienne) se fonde sur la conclusion que nous pouvons comprendre l'univers par sa représentation mécanique, sans avoir à invoquer certaines forces invisibles. En somme, l'univers physique est autonome de l'univers de l'énergie.

Dans cette optique, on considère le corps humain comme une machine. Pour comprendre une machine complexe, il convient de la démonter. On parle alors de réductionnisme. En 1953, le démantèlement des systèmes vivants finit par permettre à la science de découvrir la nature de l'ADN, l'acide nucléique, soit la matière dont sont faits les gènes. On pensait alors qu'il s'agissait là du fondement physique de la vie. Il était donc logique que la pensée se développe au point d'affirmer que l'ADN régit non seulement nos caractéristiques physiques, mais aussi nos émotions et nos comportements. Ce système conceptuel porte le nom de déterminisme génétique. Y adhérer signifie quoi au juste ? Si l'on ne choisit pas ses gènes et que l'on ne peut rien y faire, nous sommes amenés à croire que nous sommes victimes, victimes de notre hérédité.

Nous sommes contrôlé par notre ADN

Mais cette pensée est-elle correcte ? Les gènes contrôlent-ils vraiment la vie ? Si l'on supprime le cerveau de tout organisme vivant, il n'y a qu'une conséquence nécessaire : l'organisme meurt. Observons la cellule en gardant cela à l'esprit. Le processus d'énucléation permet d'en supprimer le noyau (le siège de 99% des gènes). Que montre-t-il au juste ? Si

CHAPITER II : La biologie quantique

L'on retire le noyau, la cellule ne meurt pas. Une cellule sans noyau peut faire preuve de comportements très complexes lors de ses interactions avec l'environnement, avec d'autres cellules, mais aussi avec les parasites et les virus. Le comportement de la cellule n'est pas tributaire de la présence d'ADN. Le noyau n'est donc pas le cerveau de la cellule et les gènes ne contrôlent pas notre biologie.

Si les gènes ne contrôlent pas notre biologie, comment notre activité vitale est-elle contrôlée ? À la fin des années 1960, Bruce Lipton faisait des recherches et clonait des cellules souches (les cellules multi-potentielles trouvées dans notre corps, qui remplacent les centaines de milliards de cellules qui meurent tous les jours).

Il prenait alors une cellule souche et la plaçait seule dans une boîte de Pétri. Cette cellule allait se diviser toutes les 10-12 heures. Après environ une semaine, la boîte de Pétri recensait 50 000 cellules génétiquement identiques. Il divisa alors cette population de cellules et les inocula dans trois boîtes de Pétri différentes présentant chacune un milieu de culture (environnement) différent.

Résultat : dans l'environnement A, les cellules se sont différenciées et ont formé du muscle ; dans l'environnement B, elles se sont différenciées et ont formé de l'os ; dans l'environnement C, elles se sont différenciées et ont formé de la graisse.

Les cellules étant génétiquement identiques, nous savons que ce ne sont pas les gènes qui favorisent leur différenciation en muscle, en os ou en graisse. C'est l'environnement qui influence le comportement et l'activité génétique des cellules.

Cette nouvelle science a été baptisée épigénétique en 1990. Le préfixe « Épi » signifie au-dessus. La formule « contrôle épigénétique » signifie littéralement « contrôle au-dessus des gènes ». On peut alors abandonner l'idée de déterminisme génétique. Une fois que l'on comprend que l'environnement contrôle la vie, on réalise alors que l'on a la maîtrise de ses propres gènes. On est seul à pouvoir changer son environnement ou sa propre perception de cet environnement, et donc à pouvoir changer sa vie. Nous ne sommes plus victimes.

CHAPITER II : La biologie quantique

Que nous montre donc cette nouvelle science ? Si l'on ajoute de nouveaux signaux chimiques de l'environnement au système, une grande partie de ces signaux sont perçus par la membrane de la cellule (l'équivalent de la peau). Quand un signal de l'environnement est capté par la membrane, le signal est relayé à l'intérieur de la cellule et peut alors pénétrer dans le noyau pour activer les gènes. Ce phénomène porte le nom de transduction de signal, et est aujourd'hui à la fine pointe de la science. L'épigénétique est l'équivalent de la transduction de signal qui montre comment les signaux de notre environnement altèrent notre activité génétique.

Alors comment le signal de l'environnement se traduit-il en biologie ? Il s'avère que la membrane de la cellule n'est pas que la peau, mais aussi le cerveau. Le cerveau de la cellule est sa membrane. Fait intéressant, dans la biologie de l'être humain, la peau de l'embryon devient le système nerveux de l'organisme humain biologique.

Si l'on dissèque une cellule, on s'aperçoit qu'elle se compose d'environ 100 000 parties protéiques différentes. Les protéines sont donc la base physique de la vie et réagissent aux signaux de l'environnement. Quand une protéine reçoit un signal de ce type, le signal entraîne un changement de forme de la protéine. On parle alors de changement conformationnel, changement qui entraîne un mouvement. À quoi sert ce mouvement ? Comme les protéines se déplacent, le mouvement qu'elles effectuent peut servir à effectuer des travaux. La vie provient donc du déplacement de protéines. A toutes fins utiles, on peut envisager la chose en disant que nous avons 100 000 engrenages protéiques différents. À mesure que ces engrenages protéiques interagissent et se déplacent, ils créent les fonctions vitales : la respiration, la digestion, la sécrétion, la fonction nerveuse, etc. Lorsqu'un signal se lie à une protéine, celui-ci entraîne un changement de forme de la protéine et crée ainsi un comportement. Telle est l'équation fondamentale de la vie.

CHAPITER II : La biologie quantique

Quels types de signaux font réagir les protéines ? Tout dépend de votre perspective. Du point de vue de la médecine allopathique (basée sur la physique classique et le matérialisme scientifique), la vie est une machine physique, qui nécessite un dispositif physique pour la modifier. Donc, si vous êtes adepte de l'allopathie classique, vous allez vous servir de signaux chimiques pour aider les patients à modifier leur comportement, telle est la fonction des médicaments.

Physique newtonienne contre physique quantique :

Le modèle newtonien : l'énergie est une force qui fait bouger les choses, à savoir elle fait qu'une voiture peut se mouvoir dans la rue. Et selon le modèle quantique, l'énergie est de l'information : la communication par téléphonie mobile ne va pas faire fonctionner votre voiture, mais elle est porteuse d'informations.

Chapitre III

Application de la mécanique quantique en biologie

Introduction:

DES PHÉNOMÈNES DU VIVANT INEXPLICABLES PAR LA MÉCANIQUE CLASSIQUE

En bref, la biologie quantique suggère que certains phénomènes du vivant qui ne s'expliquent pas par la mécanique classique pourraient être d'origine quantique.

De récentes découvertes le démontrent et confirment d'ailleurs les intuitions de l'un des fondateurs de la physique quantique, E. Schrödinger. Ainsi, les plantes captent la lumière et la transforment en énergie chimique par la chlorophylle grâce à la cohérence quantique qui permet d'obtenir une efficacité de conversion énergétique proche de 100 %. Le système de navigation des oiseaux migrateurs, qui était jusqu'à maintenant resté incompris, semble fondé sur des compas quantiques et est constitué de paires de radicaux libres situés dans les yeux des oiseaux. Il peut mesurer le champ magnétique terrestre avec une très grande précision, ce qui permet aux oiseaux migrateurs de naviguer en tenant compte de variations infimes du champ magnétique terrestre. Les canaux ioniques, qui sont essentiels au fonctionnement cellulaire et neuronal, semblent exploiter la cohérence quantique pour transporter comme une onde les protons, les ions sodium potassium, etc., à très grande vitesse à travers la membrane cellulaire. On peut aussi citer l'étonnante capacité

des lézards tels que les geckos de grimper le long des murs. La force d'adhésion de leurs pattes défie les lois de la physique.

On sait aujourd'hui que cette puissante adhésion est créée par les milliards de poils d'échelle nanométrique situés au bout de leurs doigts, qui interagissent avec les surfaces par des forces de Van der Waal, qui sont d'origine purement quantique.

De plus, le très récent résultat sur l'intrication quantique de la photosynthèse chez les bactéries pourpres sulfureuses montre que les lois de la physique quantique s'étendent à la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique au sein de populations bactériennes de plusieurs millions d'individus en même temps. Dans ce contexte, on peut envisager que les cellules des organismes vivants, y compris les neurones, puissent être d'une certaine façon intriquées entre elles et participer à l'homéostasie en engendrant une cohérence globale de l'organisme.

III.1 L'ADN quantique



Activation de l'ADN quantique

Nous savons depuis la fameuse découverte de l'acide désoxyribonucléique par le biologiste Jim Watson et le physicien James Crick, en 1953, que la vie se constitue sur base de gènes et que ceux-ci dépendent d'une molécule très particulière en double hélice à l'acronyme universellement connu, l'ADN.

Or, l'ADN pose un problème de physique pure (parmi d'autres) qui est que sa balance énergétique n'est pas équilibrée: il faudrait pour que cette structure particulière tienne comme elle fait, plus d'énergie qu'elle ne semble avoir à sa disposition. D'où l'idée d'un groupe de chercheurs de l'Université de Singapour, de tester l'effet d'intrication quantique sur l'ADN.

L'intrication quantique, très brièvement, est la superposition de plusieurs états quantiques qui partagent la même fonction d'onde. Pour reprendre l'exemple archi-connu du chat de Schrödinger, l'intrication est le fait que tant que l'on n'ouvre pas la boîte du chat, le chat est en même temps vivant et mort – c'est

le fait d'observer le chat qui “réduit” la fonction d'onde (phénomène appelé décohérence) vers un seul état, chat mort ou chat vivant.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

Donc ils ont construit un modèle théorique de l'ADN dans lequel chaque nucléotide est formée d'un nuage d'électrons, négatif, autour d'un noyau central, positif. Le nuage se déplace relativement au noyau, créant ainsi un dipôle et une oscillation harmonique ou phonon. Au sein de l'ADN, quand les nucléotides se lient pour former une base, ces nuages doivent osciller dans des directions opposées l'un de l'autre afin de garantir la stabilité de la structure. La question alors posée par Elizabeth Rieper et son équipe est : que se passe-t-il quand ces paires de bases s'empilent afin de former la double hélice ?

La question est cruciale car les phonons étant des objets de nature quantique, ils peuvent exister dans un état intriqué et de ce fait résoudre le problème énergétique mentionné en introduction. Démontrer de manière théorique que les phonons sont intriqués sous conditions de zéro absolu ne pose pas problème, mais l'équipe est parvenue à en faire la démonstration à température ambiante – celle de la vie.

Elle y parvient en démontrant que le phénomène de “phonon trapping”, déjà connu dans le domaine de la supraconductivité pour limiter la capacité d'échappement des phonons, existe au sein de l'ADN: la longueur d'onde des phonons correspond à la taille de l'hélice ADN et crée de ce fait des ondes engendrant le phénomène de stationnaires phonon trapping.

Dans un modèle ADN au sens de la physique classique, l'oscillation des ces phonons ferait vibrer la structure et la détruirait. Pour qu'elle résiste, il faut que le mouvement global de la structure soit nul à tout moment, et ceci ne semble envisageable que si les phonons existent dans des états superposés – ou intriqués: la somme des états de chaque phonon étant alors nulle (le mouvement lié à l'un des états étant compensé par celui lié à l'autre état, superposé), la structure est stable.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

Donc, selon ce modèle, c'est l'intrication quantique qui serait à la base de l'existence de l'ADN et, partant, de la vie. Ce qui reste évidemment à prouver de manière expérimentale, mais pourrait révolutionner le lien entre biologie et mécanique quantique ! D'autant que les auteurs de l'étude terminent leur conclusion de la manière suivante :

”Nous avons démontré qu'une base ADN simple contient de l'information au sujet de son voisin, questionnant ainsi l'idée habituelle de traiter chaque base individuelle en tant qu'élément d'information indépendant.”

III.2 Le repliement des protéines reposerait sur la nature ondulatoire de la matière

Les protéines, avec les molécules d'ADN et d'ARN qui permettent leurs synthèses, sont les molécules reines du vivant. Elles sont des assemblages en chaînes d'acides aminés mais dès le début des années 1950 les biochimistes Linus Pauling et Robert Corey découvrent les premiers indices de la structure en trois dimensions qu'adoptent les protéines, ouvrant la voie à l'investigation du fameux phénomène de repliement des protéines (protéine folding, en anglais).

C'est à partir de 1958 que l'on va se rendre compte de l'importance et de la subtilité de ce phénomène lorsque le Britannique John Kendrew obtint la première image en rayon X de la structure cristallographique de la myoglobine. La protéine globulaire constituée de 150 acides aminés était en fait repliée sur elle-même d'une façon complexe. Les années passant, il devint évident que bien des propriétés des protéines étaient en liaison avec leur structure spatiale et qu'aussi bien pour comprendre l'origine de certaines maladies que pour leur trouver des remèdes, il allait falloir élucider et comprendre dans tous ses détails le repliement des protéines. L'enjeu est de taille parce que l'on sait notamment que des maladies neurodégénératives comme celle d'Alzheimer ou les maladies héréditaires rares nommées polyneuropathies amyloïdiques familiales sont liées à des anomalies de repliement des protéines.

Or, voilà que deux physiciens de l'université du Luxembourg viennent de publier (15) un article qui annonce une découverte étonnante. Les liaisons chimiques sont bien sûr d'origine quantique mais on considère généralement que les grosses molécules du vivant,

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

comme l'ADN et beaucoup de protéines, sont trop grandes et trop massives pour qu'un traitement global quantique soit pertinent et on préfère des modèles issus des lois de la physique classique pour étudier leur propriétés, par exemple leur élasticité.

Mais selon Alexandre Tkatchenko et Martin Stoeckl les processus de repliement des protéines plongées dans l'eau des cellules dépendent des interactions entre les molécules d'eau et ces protéines lesquelles font directement intervenir la nature ondulatoire de la matière, comme l'explique Martin Stöhr dans un communiqué lorsqu'il dit : « La persistance d'un comportement quantique ondulatoire dans les systèmes biomoléculaires ouvre un nouveau paradigme pour expliquer certains des processus fondamentaux en biologie » et selon Alexandre Tkatchenko : « Dans le futur, nous prévoyons un rôle majeur des interactions quantiques dans la machinerie biomoléculaire allant de l'assemblage des protéines à la fonction des *enzymes* »

Voilà de quoi intéresser des chercheurs, comme Paul Davies, qui spéculent depuis des années sur l'existence et l'importance d'une véritable biologie quantique à l'échelle des cellules.

III.3 La mystérieuse expérience de Luc Montagnier

Publié le 23 décembre 2010 [16]

La philosophie qui règne en science aujourd'hui, connue sous le nom du réductionnisme, présuppose que la vie est le résultat de molécules non vivantes. Composez un mélange adéquat d'acides aminés et d'autres ingrédients, placez-le dans des conditions propices, et spontanément des formes de vie primitive jailliront à partir desquelles des formes de vie plus développée pourront évoluer...

Une telle hypothèse ne s'est jamais démontrée et toutes les expériences visant à la prouver ont échoué. Ce qu'on présente comme la « création » d'une forme de vie primitive, ou des préfigurations de la vie tel que l'ADN ou un virus, nécessite toujours à l'origine une autre forme de vie. Jusqu'ici, et peut-être heureusement, personne n'a pu métamorphoser des molécules mortes en matière vivante.

A l'opposé de cette vision réductionniste, s'est affirmé le vitalisme, une théorie qui affirme que les organismes vivants possèdent une force vitale, un principe de vie, séparé de la matière qui les compose. La vie serait une combinaison de molécules organiques dotées de cette force vitale. Cependant, aucune expérience n'a pu identifier cette force vitale ou démontrer sa présence dans le vivant, ou son absence dans la matière non-vivante. Ainsi, le mystère de la vie demeure presque entier.

Les expériences récentes que nous allons décrire ici, viennent de bousculer quelques certitudes des théories anciennes. Sans nous fournir des réponses définitives, elles élargiront certainement vos horizons. Ces expériences ont été menées par le Professeur Luc Montagnier, le biologiste virologue co-lauréat du Prix Nobel avec Françoise Barré-Sinoussi pour leur découverte en 1983 du virus du HIV responsable du SIDA.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

Le Professeur Luc Montagnier et ses collaborateurs rapportent qu'il a été observé que certaines séquences d'ADN des bactéries et des virus peuvent induire des ondes électromagnétiques de basse fréquence dans les hautes dilutions aqueuses. Ce phénomène semble être provoqué par le fond électromagnétique ambiant de très basse fréquence.

Mieux encore, ces ondes seraient même capables de transformer certains nucléotides servant de base à l'ADN, en ADN bactérien nouveau, rien que par le biais de structures particulières de l'eau.

En examinant l'interaction complexe entre le rayonnement émis par des formes de vie, le rayonnement atmosphérique et le rayonnement cosmique, les travaux de Montagnier ont des implications révolutionnaires pour la biologie et notre façon de concevoir l'univers.

Tout démarra il y a dix ans quand Luc Montagnier étudia l'étrange comportement d'une petite bactérie qu'on trouve souvent en compagnie du VIH, le *Mycoplasma pirum*. Comme le HIV, cette bactérie adore et dévore les cellules blanches du sang humain, les lymphocytes.

Initialement, Montagnier tenta, à l'aide de filtres de différentes tailles, de séparer la bactérie, d'une taille d'environ 300 nm, des séquences du virus dont la taille est de 120 nm. En filtrant une culture de lymphocytes infectés par la bactérie, Montagnier arriva à obtenir un liquide stérile. Une vérification rigoureuse démontra qu'aucune trace ne resta de la bactérie *Mycoplasma pirum*.

Dans *DNA waves and water*, [16] Montagnier et son équipe rapportent:

Lorsque le filtrat [stérile] est incubé avec des lymphocytes humains (dont on a constaté auparavant qu'ils n'étaient pas infectés par le mycoplasma), la présence du mycoplasma avec toutes ces caractéristiques fut régulièrement constaté!

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

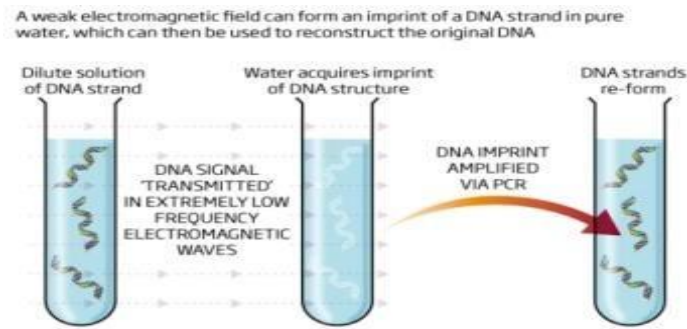


Figure2: DNA waves and water, [16] Montagnier et son équipe rapportent

L'expérience tend à prouver que, d'une manière ou d'une autre, les bactéries avaient communiqué au fluide lui-même l'information nécessaire à leur régénération ultérieure. Arriva alors la question : quel type d'information a été transmis par le filtrat aqueux ?

C'était le début d'une enquête de longue haleine quant aux propriétés physiques de l'ADN dans l'eau.

D'abord, une nouvelle propriété de l'ADN de *M. pirum* fut constaté : elle émet des ondes électromagnétiques d'ultra basse fréquence.

Mais ce n'était pas tout. A la surprise générale, des dilutions répétées avec de l'eau pure du filtrat émettait également les mêmes ondes électromagnétiques d'ultra basse fréquence qu'on peut mesurer en plaçant les filtrats au cœur d'un solénoïde (une bobine électrique formé par un fil de cuivre enroulé en hélice) couplé à un amplificateur.

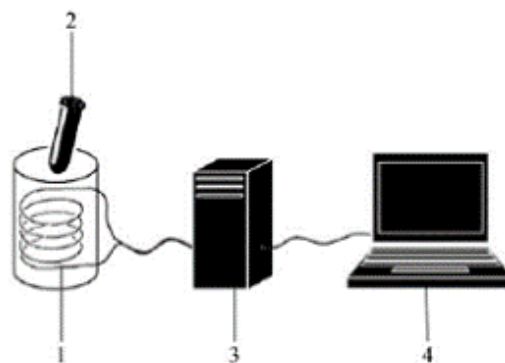


Figure Device for the capture and analysis of electromagnetic signals (EMS):

(1) Coil: a bobbin of copperwer, impedance 300 Ohms; (2) Plastic stoppered tube containing 1 mL of the solution to be analyzed ; (3) Amplifier ; (4) Computer with software.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

L'émission d'ondes d'ultra basse fréquence (ULF), de 500 à 3000 Hertz, qu'on situe à l'extrémité du spectre des radiofréquences, fut observée dans les dilutions de filtrats de plusieurs sortes : dans des solutions infectées par des bactéries et des virus ; dans le plasma sanguin d'humain infecté par ces agents ; ainsi que dans des filtrats dilués de liquides où l'ADN des ces bactéries et virus fut présent.

Une condition préalable essentielle existait pour l'émission de telles ondes : la présence d'une radiation électromagnétique en arrière-plan d'environ 7 Hz, ce qui correspond à peu près avec la fréquence d'une résonance naturelle, dite « *résonances Schumann* », formée par la cavité de la surface de la terre et de l'ionosphère. Cette fréquence est reproductible en laboratoire.

Montagnier démontra ensuite que chaque filtrat dilué émettait non seulement sa propre fréquence, mais aussi que les différentes dilutions d'un même filtrat pouvait « se parler » entre elles. En marge d'une conférence, Montagnier ironisait que le téléphone portable fut inventé bien avant les hommes!

Pour vérifier ce processus, on plaça un échantillon d'une dilution non-émettante à coté d'une dilution émettante du même type. La première réduit alors au silence la deuxième, indiquant que certaines émissions sont peut-être tellement faibles que nous manquons de moyens pour en mesurer l'existence dans le dispositif du solénoïde.

Etrangement, lorsque l'échantillon qui fut réduit au silence fut dilué de nouveau, le signal électromagnétique revenait ! Nous avons déjà indiqué que les signaux électromagnétiques, propres à chaque espèce et émanant du liquide aqueux des filtrats dilués, semblent être liés à une « signature » spécifique à chaque espèce imprimé dans la structure de l'eau.

La dernière expérimentation a démontré cet aspect d'une façon éclatante. Dans ce cas, c'est une séquence d'ADN du virus HIV qui a fourni le matériel de départ. Une solution avec cette séquence fut filtrée et diluée jusqu'au moment où on a obtenu un signal électromagnétique, comme ce fut le cas lors des expériences précédentes.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

Ensuite, on a filtré et dilué cet échantillon en même temps qu'un échantillon d'eau pure. Les deux échantillons furent ensuite posés à l'intérieur d'un solénoïde et le tout placé dans une boîte en mu-métal (un alliage de nickel et de fer permettant un isolement électromagnétique). Un courant électrique de 7 Hz a permis au solénoïde de générer le rayonnement stimulant. Après dix-huit heures, le récipient contenant de l'eau pure fut enlevé. Il émettait désormais son propre signal.

C'est la démarche suivante qui a donné le résultat le plus étonnant. On a ajouté au même récipient contenant de l'eau pure, tous les ingrédients organiques (nucléotides, amorces, etc.) employés pour synthétiser l'ADN par amplification en chaîne par polymérase (PCR), une méthode d'amplification génique permettant de copier en grand nombre une séquence ADN ou ARN. Normalement, sans la présence d'un brin « matrice » de la séquence ADN ou ARN, la reproduction en est impossible. Dans ce cas-ci, aucune « matrice » fut ajoutée, et l'échantillon contenant l'eau pure avec les ingrédients fut exposé aux températures habituelles pour synthétiser l'ADN.

Le résultat de l'expérience fut étonnant. Non seulement la séquence d'ADN du virus HIV s'est reproduite dans l'échantillon, mais elle était à 98 % identique à la séquence d'origine. Comment expliquer cette régénération à partir de l'eau ?

Tout comme pour l'échantillon d'eau pure, toutes ces expériences avec les bactéries, les virus et leur ADN, les filtrats sont tellement dilués qu'il n'y a aucune chance qu'ils possèdent du matériel génétique d'origine. Pour expliquer les phénomènes constatés, Montagnier avance l'hypothèse esquissée par un certain nombre de scientifiques concernant les propriétés étonnantes de l'eau, notamment le fait que l'état liquide de l'eau n'est pas une simple agglomération de molécules. Il s'agirait plutôt de chaînes de molécules d'eau capable de former de nanostructures cohérentes, qui pourraient être aussi bien le produit que les sources des phénomènes de résonance électromagnétique.

Bien que les expériences de Montagnier ne permettent pas de conclure, on peut dire qu'elles s'avèrent parfaitement consistantes avec l'approche expérimentale développée par Alexander Gurvitch. Ce dernier avait démontré le rôle du rayonnement électromagnétique ultraviolet dans la mitose, le processus de division cellulaire. Les travaux plus récents de Fritz

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

Popp et ses collègues ont confirmé que c'est bien l'ADN du noyau des cellules qui est à l'origine des émissions de lumière ultraviolette. L'émission de ces « biophotons » s'accorde notamment avec la périodicité des cycles et rythmes diurnes, nocturnes et lunaires.

Le phénomène rapporté par Montagnier pourrait permettre de développer rapidement des systèmes de détection très sensible des infections chroniques bactériennes et virales. Au-delà de cette utilité immédiate, ces découvertes soulèvent des questions extraordinaires et nous avons bon espoir que d'autres expériences permettront d'affiner les instruments et apporteront d'autres découvertes.

Cependant, le travail de Montagnier touche à la question fondamentale de la nature de la vie. Le principe développé par Francesco Redi au XVII^e siècle, repris par Louis Pasteur et Vernadski, disant que toute forme de vie vient de la vie, n'a jamais été contredit par une expérience quelconque jusqu'ici. Cependant, on a tenté à réduire ce principe à la simple action matérielle d'un germe, d'une spore ou de la division cellulaire.

Ce qu'indiquent les expériences évoquées ici, c'est que la vie semble être transmise, au moins partiellement, non pas par la présence d'une matière physique, mais par l'intermédiation et en lien avec un signal identifiable comme électromagnétique par origine et apparemment relié aux caractéristiques plus larges de l'environnement.

Pour le chimiste Jeff Reimers de l'Université de Sydney :

Si ces résultats sont corrects, cette expérience serait la plus significative depuis 90 ans, imposant une réévaluation complète du cadre conceptuel de la chimie moderne.

Un autre poids lourd de la « biologie quantique », Greg Scholes de l'Université de Toronto au Canada et crédité de la démonstration d'effets quantiques au sein des plantes, dit que

Ces expériences biologiques sont intrigantes, et je ne les balaierais pas si vite.

Le consensus actuel semble être qu'il faut investiguer plus avant cette recherche, et l'un des membres de l'équipe de Montagnier, le physicien Guiseppe Vitello de l'Université de Salerne en Italie, y croit et encourage d'autres équipes à essayer de reproduire ces résultats.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

Les principes exacts des processus à l'œuvre, que ce soit la formation de nanostructures dans l'eau comme cela fut suggéré, ou d'autres mécanismes, restent à découvrir. Ce qui s'impose, c'est une vision plus large que la conception habituelle de la vie.

Comme le souligne le collaborateur de Lyndon LaRouche Larry Hecht , le principe que « *toute vie vient du vivant* » demeure, mais sous condition qu'on adopte une conception "non corpusculaire" de la vie.

III.4 la photosynthèse

La biologie actuelle en est-elle au stade où était la physique classique avant la découverte de la physique quantique ? Certains le soupçonnent depuis quelques années, et une publication récente [17] vient d'apporter de l'eau à leur moulin. Il y aurait bien des processus quantiques derrière l'efficacité de la photosynthèse

C'est un fait bien établi que l'existence des atomes, des molécules et des liaisons chimiques ne sont pas compréhensibles en dehors des lois de la mécanique quantique. En ce sens, la physique et la chimie d'un bloc de métal ou d'une cellule sont quantiques. Mais on sait bien que le comportement de ces objets ne manifeste pas directement la nature quantique de la matière, ils font partie du monde de la physique classique. Cependant, certains phénomènes comme la supraconductivité ou la superfluidité débordent du domaine quantique d'ordinaire réservé à la microphysique pour entrer dans le monde à notre échelle.

Lorsque la nécessité de la physique quantique s'est révélée aux physiciens explorant la matière et la lumière, ce fut essentiellement avec deux phénomènes qui semblaient au départ être de simples anomalies bien localisées dans l'univers de la physique classique : le rayonnement du corps noir et l'effet photoélectrique. Nous savons aujourd'hui qu'ils étaient la pointe émergée du monde quantique et que, fondamentalement, le réel est fort différent de la vision du monde bâtie par les fondateurs de la science classique comme Galilée, Descartes et Newton.

III.4.1 La biologie quantique pour expliquer la photosynthèse

De nos jours, les biologistes qui réfléchissent sur le fonctionnement des cellules, de l'ADN ou des neurones considèrent que ces objets sont majoritairement décrits par les lois de la physique classique. Pourtant, ces dernières années, quelques résultats expérimentaux en biologie, notamment sur la photosynthèse, semblaient défier les lois de la physique classique.

Il était et il est encore bien trop tôt pour savoir si la photosynthèse finira par être, pour une éventuelle biologie quantique, ce que le rayonnement du corps noir a été pour la physique quantique. Toutefois, Alexandra Olaya-Castro et Edward O'Reilly, des chercheurs du célèbre University College de Londres, viennent de publier [18], dans lequel ils affirment que des macromolécules biologiques utilisent bel et bien des processus quantiques pour effectuer de la photosynthèse. Jusqu'à présent, le doute planait sur l'inadéquation des processus classiques pour décrire le comportement de chromophores attachés à des protéines qu'utilisent les cellules végétales pour capter et transporter l'énergie lumineuse.

Selon les deux physiciens, certains des états de vibrations moléculaires des chromophores facilitent le transfert d'énergie lors du processus de photosynthèse et contribuent à son efficacité. Ainsi, lorsque deux chromophores vibrent, il arrive que certaines énergies associées à ces vibrations collectives des deux molécules soient telles qu'elles correspondent à des transitions entre deux niveaux d'énergie électronique des molécules. Un phénomène de résonance se produit et un transfert d'énergie en découle entre les deux chromophores.

III.4.2 Distributions de probabilités quantiques négatives

Or, si le processus était purement classique, les mouvements et les positions des atomes dans les chromophores seraient toujours décrits par des distributions de probabilités positives. Alexandra Olaya-Castro et Edward O'Reilly ont découvert qu'il fallait employer des distributions négatives. C'est une signature indiscutable de l'occurrence de processus quantiques. Mieux, il s'agit dans le cas présent de la manifestation d'une superposition d'états quantiques à température ambiante assistant un transfert cohérent d'énergie.

Chapitre III : Application de la mécanique quantique en biologie

On retrouve ces vibrations collectives de macromolécules dans d'autres processus biologiques comme le transfert d'électrons dans les centres de réaction des systèmes photosynthétiques, le changement de structure d'un chromophore lors de l'absorption de photons (comme dans les phénomènes associés à la vision). Selon les chercheurs, il est donc plausible que des phénomènes quantiques assistant des processus biologiques que l'on croyait classiques soient assez répandus. Si tel est le cas, on peut s'attendre à découvrir d'autres manifestations hautement non triviales de la mécanique quantique en biologie.

Cela n'aurait certainement pas surpris Werner Heisenberg, et encore moins Niels Bohr qui, il y a déjà plus de 60 ans, prédisaient que l'on pourrait bien rencontrer des limites de la physique classique avec les systèmes vivants

Chapitre IV

Le cerveau quantique

[1] Introduction:

Le cerveau humain, comme dans une moindre mesure les cerveaux animaux, dispose de capacités calculatoires dont les bases neuronales demeurent encore mal expliquées. Ceci notamment qu'il s'agisse de la mémoire à long terme et de la conscience. L'hypothèse a depuis longtemps été formulée que ces fonctions tiendraient à certaines propriétés du monde quantique, notamment l'indétermination et l'intrication. Il n'y aurait rien d'étonnant en principe car les biologistes pensent pouvoir démontrer le rôle de particules quantiques dans un certain nombre de fonctions intéressant le vivant, fonction chlorophyllienne ou vision chez certains oiseaux.



La théorie quantique comme explication de la conscience:[19]

Concernant la conscience, le mathématicien Roger Penrose et le médecin anesthésiste Stuart Hameroff avaient dans un ouvrage qui fit grand bruit proposé en 1989 que les bases des mécanismes conscients pourraient se trouver dans les microtubules neuronales, structures protéiniques qui participent à l'architecture du neurone. Celles-ci se comporteraient comme les q.bits dans un ordinateur quantique. Mais ils n'ont pas pu présenter de preuves expérimentales intéressant leurs hypothèses.

un q.bit (l'état quantique qui représente la plus petite unité de stockage d'information quantique.)ne peut en effet conserver ses propriétés quantiques que s'il est maintenu strictement isolé du milieu physique

Chapitre IV : Cerveau quantique

ordinaire, autrement dit s'il maintient sa cohérence. Empêcher la décohérence des bits quantiques constitue la plus grande difficulté dans la réalisation des ordinateurs quantiques, expliquant la lenteur du développement de ces calculateurs. Or il a été montré que dans un milieu chaud et humide tel que celui régnant au sein du cerveau, la cohérence, à supposer qu'elle se produise, disparaîtrait quasi instantanément.

Matthew Fisher n'essaye pas pour le moment de traiter le sujet complexe de la conscience. Ses recherches l'ont conduit à explorer les mécanismes qui paraissent simples mais qui restent encore incompréhensibles et qui permettent à deux ou plusieurs neurones de communiquer entre eux ou de s'influencer sur des distances pouvant s'étendre à l'ensemble du cerveau et dans des temps qui ne seraient pas seulement instantanés.

Les neurologues classiques répondent qu'ils ont présenté depuis longtemps des solutions à ces questions, en analysant les architectures neuronales, les transmissions électriques et les neurotransmetteurs permettant au cerveau de se comporter comme un ordinateur classique. Il ne serait pas nécessaire dans ces conditions de faire appel à d'éventuelles propriétés s'inspirant de celles de l'ordinateur quantique. Il reste que beaucoup de points obscurs demeurent au coeur des mécanismes cérébraux.

C'est la raison pour laquelle Matthew Fisher a fait de nouveau appel aux solutions quantiques. Mais comme la difficulté à résoudre consiste à montrer comment des processus neuronaux quantiques pourraient éviter la décohérence, la première chose à faire devait être de montrer pour quelles raisons cette décohérence ne se produirait pas, aussi bien à l'intérieur des neurones que dans le milieu biologique où ils baignent.

Le lithium

Pour approfondir cette question, Matthew Fisher a été conduit à se demander pourquoi le lithium peut aider des malades perdant la mémoire ou manifestant des tendances dites bi-polaires à récupérer une certaine disponibilité neuronale. La pharmacologie a constaté expérimentalement en effet l'efficacité de médicaments contenant du lithium mais sans s'en expliquer la raison. Matthew Fisher a donc recherché des solutions faisant appel à sa spécialité, la mécanique quantique. [19]

Chapitre IV : Cerveau quantique

Les noyaux des atomes, comme les particules élémentaires qui les constituent, ont une propriété quantique nommé le spin. Le spin caractérise la sensibilité des noyaux aux courants électrique et magnétique les environnant. Plus le spin est élevé, plus ils y sont sensibles. A l'inverse un noyau disposant d'une valeur de spin minimum ne réagit que très faiblement aux rayonnements produits par ces courants. Le spin est, en physique quantique, une des propriétés des particules, au même titre que la masse ou la charge électrique. Comme d'autres observables quantiques, sa mesure donne des valeurs discrètes et est soumise au principe d'incertitude. C'est la seule observable quantique qui ne présente pas d'équivalent classique, contrairement, par exemple, à la position, l'impulsion ou l'énergie d'une particule. (Pour plus de précision, voir Wikipédia Spin) .

Dans le cerveau, où les champs magnétiques et électriques abondent, un noyau disposant d'un spin de $1/2$, la plus basse valeur possible, devrait être bien protégé des perturbations résultant de ces champs. Or c'est le cas des noyaux de lithium, plus précisément du lithium 6. Les physiciens avaient constaté depuis longtemps qu'il pouvait conserver son spin pendant au moins 5 minutes. Le lithium n'est pas présent naturellement dans le cerveau, au contraire du phosphore, très abondant. Les noyaux d'acide phosphorique et de phosphates en dérivant (phosphate dit organique) disposent eux aussi d'un spin de $1/2$ et peuvent donc en principe résister aux processus de décohérence.

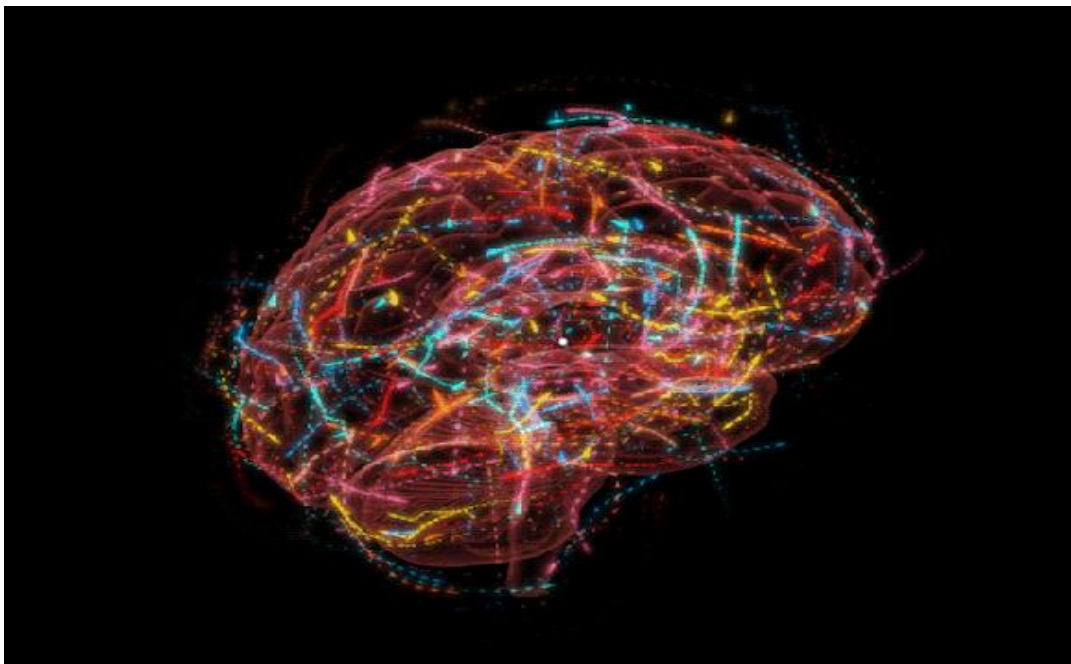


Figure 4: Illustration de cerveau dans un état de spin quantique positive symbolisé par une image rouge

La molécule de Posner

Or une molécule dite de Posner avait été identifiée en 1975 dans les tissus osseux. Elle apparaît également dans des fluides corporels reconstitués en laboratoire. Soumises à des effets quantiques, son temps avant décohérence peut être de 12 à 24 heures, c'est-à-dire un temps largement suffisant pour qu'elle puisse participer à des processus quantiques.

Fisher a trouvé au moins une réaction dans le cerveau qui pourrait en théorie produire des états intriqués entre spins de noyaux au sein des molécules de Posner. Elle fait intervenir une enzyme nommée la pyrophosphatase. Celle-ci peut casser des structures comportant deux ions phosphates liés, en produisant deux ions phosphates indépendants. En théorie, les spins nucléaires de ces ions pourraient subir une intrication, s'ils avaient été soumis auparavant à un processus quantique. Libérés dans le fluide entourant les cellules, ils pourraient se combiner avec des ions calcium pour produire des états intriqués entre spins de noyaux au sein des molécules de Posner.

En théorie toujours, les fluides inter-neuronaux du cerveau pourraient comporter de grandes quantités de molécules de Posner intriquées. Si elles pénètrent les neurones, ces molécules pourraient

modifier leur comportement, leur donnant la possibilité de réaliser des activités complexes, telle que des pensées et des mémorisations. Restera à vérifier expérimentalement si des molécules de Posner existent réellement dans les fluides intercellulaires du cerveau, en ce cas, si elles peuvent se trouver intriquées et finalement, par quels mécanismes quantiques elles le seraient.. Fisher envisage aujourd'hui de réaliser en laboratoire des expérimentations portant sur ces points.

La mécanique quantique à l'œuvre au sein du cerveau:

En cas de succès, les effets thérapeutiques du lithium, proche de l'acide phosphorique comme indiqué ci-dessus, pourraient commencer à trouver des explications. Ils découleraient de mécanismes faisant globalement appel à la mécanique quantique. Si aux origines de la vie les mécanismes biologiques avaient appris à utiliser celle-ci au profit de cette fonction universellement répandue qu'est la fonction chlorophyllienne, pourquoi n'auraient-ils pas réutilisé la mécanique quantique pour permettre le fonctionnement des systèmes nerveux, dès que ceux-ci sont apparus dans la suite de l'évolution?

Certes, réussir à montrer que des neurones pourraient s'influencer à distance en dehors des voies connues de la communication intra et inter-neuronale ne pourrait suffire à faire comprendre les mécanismes infiniment plus complexes de la production des idées ou de la mémoire à long terme. Il faudra sans doute des années, si les hypothèses de Matthew Fisher sont validées, pour y réussir. Mais la voie proposée par lui pourrait enfin ouvrir des perspectives nouvelles dans des problématiques suspectées être les plus complexes de celles présentées par l'univers. Que la physique quantique y joue un rôle clef n'aurait rien d'étonnant, si l'on admet que la physique dite macroscopique aurait pu émerger, avec l'univers macroscopique lui-même, d'une fluctuation dans le monde quantique

L'affirmation de la logique quantique au sein du raisonnement

Fin 2020, il a été prouvé que notre pensée suit les lois quantiques. Le modèle de raisonnement jusqu'alors connu doit être repensé. Lors du processus de réflexion sur un choix à faire, il n'y a pas qu'une opinion sur une question mais une opinion sur plusieurs réflexions à la fois. On appelle cela la « superposition d'états ». Le principe de superposition est fondé sur l'idée qu'un état quantique peut posséder plusieurs valeurs pour une certaine quantité observable. En effet, une partie des systèmes quantiques comme les atomes ou les spins peuvent posséder deux états en même temps. C'est l'expérience de pensée de Schrödinger appelée « chat de Schrödinger » qui les met en lumière.

L'opposition à la théorie de la pensée quantique

Beaucoup de théoriciens réfutent cependant la théorie de la conscience quantique. Pour eux, la conscience n'est pas en corrélation avec la théorie quantique. La conscience est tout d'abord subjective et insaisissable. Nous ne pouvons pas la matérialiser et donc comprendre réellement son fonctionnement. De plus, limiter le cerveau à un ordinateur, revient à limiter le cerveau humain à des théorèmes mathématiques et

Chapitre IV : Cerveau quantique

des algorithmes, et donc réduit la conscience à ce fait. Au sein même des théoriciens défendant la conscience, il existe des oppositions. Certains défendent l'idée que la conscience serait matérielle, d'autres que la conscience serait immatérielle. En effet, Goswami affirme l'idée que la conscience produit une réalité matérielle.

Conclusion

En conclusion, les avis divergent entre les physiciens et neurophysiologistes sur la réalité de la conscience quantique. Même s'il semble clair que nous pouvons influencer la conscience par notamment la Programmation Neurolinguistique, il reste cependant des questions en suspens concernant la possibilité d'une conscience quantique. La question essentielle reste: Comment détacher la conscience du fait et du contexte vécu par la seule personne qui le vit de façon subjective ?

Conclusion générale

Conclusion générale

Vers une révolution de la biologie, médecine et pharmacologie?

Effet quantique, effet minuscule ? Dans les manuels de physique, la théorie quantique décrit les particules, les atomes, les molécules, bref, le monde microscopique, mais céderait le pas à la physique classique à l'échelle des poires, des gens ou des planètes. Il y aurait ainsi, quelque part entre la poire et la molécule, une frontière où prend fin l'étrangeté quantique et où commence le caractère familier des comportements décrits par la physique classique. L'idée que la théorie quantique se limite au monde microscopique est d'ailleurs très répandue dans le grand public. Elle est très souvent annoncée comme étant le cadre théorique nécessaire pour comprendre l'Univers aux plus petites échelles, la relativité s'occupant à l'autre bout du spectre de l'Univers aux plus grandes échelles. Ce cloisonnement du monde physique est un mythe.

Peu de physiciens attribuent aujourd'hui à la physique classique le même statut qu'à la physique quantique. À leurs yeux, la physique classique n'est qu'une approximation utile dans un monde qui est quantique à toutes les échelles. La discrétion des phénomènes quantiques à notre échelle ne tient pas à la taille en soi des systèmes, mais à la façon dont ils interagissent. Depuis quinze ans, les physiciens multiplient les expériences où se manifestent à l'échelle macroscopique des effets quantiques, dont on s'aperçoit qu'ils sont bien plus présents qu'on ne le soupçonnait. Ils pourraient même jouer un rôle dans nos cellules, dans l'ADN, les récepteurs, les protéines, l'orientation des oiseaux migrateurs, la photosynthèse des plantes, la bactérie quantique...

Même les spécialistes qui consacrent leur carrière à la physique quantique doivent encore assimiler ce qu'elle dit vraiment sur la nature. Les comportements quantiques échappent au sens commun: ils nous forcent à repenser notre vision de la biologie et à en accepter une nouvelle révolution de la biologie, médecine et pharmacologie.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Cours de mécanique quantique par le professeur Farid BENABICHA
- [2] "ORIGIN OF QUANTUM MECHANICAL " complementarity probed by "WHICH- WAY" experiment in atome interfereometer source: le blog de David louapre
13 avril 2018
- [3] L'article : The origins of quantum biology Johnjoe McFadden and Jim Al-Khalili
Published:12 December 2018
- [4] Extrait de "MOLECULAR EXPRESSIONS
"http://micro.magnetotsu.edu/primer/java/interference/doubleslist/
- [5] Dürr, S., Nonn, T., & Rempe, G. (1998). Origin of quantum-mechanical complementarity probed by a „which-way“ experiment in an atom interferometer. Nature, 395(6697), 33.
- [6] Quantum mechanics explains efficiency of photosynthesis
9January2014
- [7] voir la video de Jim J Khalili :how quantum biology might explain life's biggest questions
- [8] Voir aussi le film de Jean-Yves Bilien : la nouvelle biologie cellulaire
- [9] L'esprit, l'ordinateur et les loi de la physique, Roger Pensor, inter editions 1992
- [10] The possibility of processing with nuclear spins in the brain Matthew P. A. Fisher
(Submitted on 19 Aug 2015 (v1), last revised 29 Aug 2015 (this version, v2))
- [11] Entanglement Classifier in Chemical Reactions Junxu Li, Sabre Kais
- [12] Published: 25 April 2018 Stabilized entanglement of massive mechanical oscillators C. F. Ockeloen-Korppi, E. Damskäg, J.-M. Pirkkalainen, M. Asjad, A. A. Clerk, F. Massel, M. J. Woolley & M. A. Sillanpää

[13] Disponible sur : www.quantum-way.com

[14] ACEP : www.energygy.org

[15] Martin Stöhr, Alexandre Tkatchenko *Quantum Mechanics of Proteins in Explicit Water: The Role of Plasmon-Like Solute-Solvent Interactions*

[16] « DNA waves and water »(http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1012/1012.5166v1.pdf)

[17] Quantum mechanics explains efficiency of photosynthesis

9January2014 <https://www.ucl.ac.uk/news/2014/jan/quantum-mechanics-explains-efficiency-photosynthesis>

[18] Article Open Access Published: 09 January 2014 Non-classicality of the molecular vibrations assisting exciton energy transfer at room temperature Edward J. O'Reilly & Alexandra Olaya-Castro *Nature Communications* ,Article number: 3012 (2014)

[19] *Quantum effects in the brain: A review* AVS Quantum Sci. 2,022901 (2020); <https://doi.org/10.1116/1.5135170>

Résumé

La physique quantique est la révolution de la science contemporaine, cette branche de la physique décrivant le comportement des objets microscopiques finirait sûrement par expliquer des phénomènes biologiques inexplicables auparavant.

La dualité onde-particule, Tout a débuté avec la découverte de la nature onde-particule des photons, une série des expériences l'ont affirmé.

L'intrication quantique où L'enchevêtrement quantique des particules dites intriquées lorsque leurs états physiques sont liés, qu'elles soient éloignées dans l'espace, elles forment un système indépendant de la distance qui les séparent.

Les physiciens cherchent à comprendre où se situe la frontière entre le monde de la physique quantique et celui de la physique classique. Cette question est particulièrement intéressante en biologie.

Mots clés: physique quantique, biologie quantique, photosynthèse, l'ADN quantique, cerveau quantique.

Abstract:

Quantum physics is the revolution of contemporary science, this branch of physics describing the behavior of microscopic objects would surely end up explaining previously inexplicable biological phenomena.

The wave-particle duality, It all started with the discovery of the wave-particle nature of photons, a series of experiments confirmed it.

Quantum entanglement or Quantum entanglement of so-called entangled particles when their physical states are linked, whether they are distant in space, they form a system independent of the distance that separates them.

Physicists seek to understand where the boundary lies between the world of quantum physics and that of classical physics. This question is particularly interesting in biology.

ملخص:

فيزياء الكم هي ثورة العلوم المعاصرة ، وهذا الفرع من الفيزياء الذي يصف سلوك الأشياء المجهرية سينتهي بالتأكيد بشرح ظواهر بيولوجية لم يكن من الممكن تفسيرها من قبل

ثنائية الموجة والجسيم ، بدأ كل شيء باكتشاف طبيعة الموجة والجسيم للفوتونات ، وقد أوضحت ذلك سلسلة من التجارب التشابك الكمي أو التشابك الكمي لما يسمى بالجسيمات المتشابكة عندما ترتبط حالاتها الفيزيائية ، عندما تكون بعيدة في الفضاء ، فإنها تشكل نظامًا مستقلًا عن المسافة التي تفصل بينها

يسعى الفيزيائيون إلى فهم أين تقع الحدود بين عالم فيزياء الكم وعالم الفيزياء الكلاسيكية. هذا السؤال مثير للاهتمام خاص في علم الأحياء.