

CENTRE D'OSTÉOPATHIE ATMAN

ANNÉE : 2015-2016



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR  
LE DIPLÔME DE COMPÉTENCE EN OSTÉOPATHIE ATMAN

- RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE -

OSTÉOPATHIE LIQUIDIENNE : ASPECTS PHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE  
DE L'APPORT RÉEL OU SUPPOSÉ DE LA THÉORIE QUANTIQUE

PRÉSENTÉ ET SOUTENU

EN JUIN 2016

À SOPHIA ANTIPOLIS

PAR

GUILLAUME DARENGOSSE

TUTEUR DE MÉMOIRE :

MONSIEUR GILLES GERMAIN, D.O.



*La science donne à celui qui y consacre son travail et ses recherches beaucoup de satisfaction, à celui qui en apprend les résultats, fort peu. Mais comme peu à peu toutes les vérités importantes de la science deviennent ordinaires et communes, même ce peu de satisfaction cesse d'exister : de même que nous avons depuis longtemps cessé de prendre plaisir à connaître l'admirable deux fois deux font quatre. Or, si la science procure par elle-même toujours de moins en moins de plaisir, et en ôte toujours de plus en plus, en rendant suspects la métaphysique, la religion et l'art consolateurs : il en résulte que se tarit cette grande source du plaisir, à laquelle l'homme doit presque toute son humanité. C'est pourquoi une culture supérieure doit donner à l'homme un cerveau double, quelque chose comme deux compartiments du cerveau, pour sentir, d'un côté, la science, de l'autre, ce qui n'est pas la science : existant côte à côte, sans confusion, séparables, étanches : c'est là une condition de santé. Dans un domaine est la source de force, dans l'autre le régulateur : les illusions, les préjugés, les passions doivent servir à échauffer, l'aide de la science qui connaît doit servir à éviter les conséquences mauvaises et dangereuses d'une surexcitation. — Si l'on ne satisfait point à cette condition de la culture supérieure, on peut prédire presque avec certitude le cours ultérieur de l'évolution humaine : l'intérêt pris à la vérité cessera à mesure qu'elle garantira moins de plaisir ; l'illusion, l'erreur, la fantaisie, reconquerront pas à pas, parce qu'il s'y attache du plaisir, leur territoire auparavant occupé : la ruine des sciences, la rechute dans la barbarie est la conséquence prochaine ; de nouveau l'humanité devra recommencer à tisser sa toile, après l'avoir, comme Pénélope, détruite pendant la nuit. Mais qui nous est garant qu'elle en retrouvera toujours la force?*

NIETZSCHE, F, *Humain, trop humain ; Avenir de la science*



# REMERCIEMENTS

C'est avec un profond respect que je souhaite exprimer ma gratitude à Monsieur Marc BOZZETTO, Président Fondateur ATMAN, pour ces trois années passées dans son école à baigner dans l'Ostéopathie atmanienne.

Je voudrais également remercier Monsieur Benjamin VERDEIL, Vice-Président AOA, ainsi que l'ensemble de l'équipe pédagogique, avec une pensée particulière pour Monsieur Denis CÔME, D.O., et le D<sup>r</sup> Florence GOMMY, Docteur en Médecine, pour leur disponibilité et leur soutien précieux durant cette dernière année riche en rebondissements.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance à Monsieur Gilles GERMAIN, D.O., pour m'avoir fait confiance en acceptant d'être mon tuteur de mémoire, pour son esprit, pour sa disponibilité, et de m'honorer de son amitié.

J'adresse mes remerciements à Monsieur Jean-Luc PAYROUSE, D.O., pour ses conseils avisés durant l'édification de ce mémoire.

Je voudrais par ces mots remercier les professeurs dont j'ai reçu l'enseignement durant ces cinq années d'étude, ainsi que plus largement l'ensemble des ostéopathes qu'il m'a été donné de rencontrer depuis mon jeune âge et qui m'ont inspiré et donné l'envie de faire ce métier. Comment, parmi eux, ne pas citer Monsieur Christian DEFRANCE de TERSANT, D.O., fondateur de ma première école, InSO-Aix.

Je remercie aussi mes patients, ces enseignants qui s'ignorent, pour leur confiance et pour tout ce qu'ils m'ont apporté.

J'adresser aussi ma gratitude au D<sup>r</sup> Jean VION-DURY, Docteur en Médecine, Docteur en Sciences, praticien hospitalier et Maître de Conférence à la Faculté de Médecine de Marseille, ainsi qu'au D<sup>r</sup> Carlo ROVELLI, Docteur en Physique, professeur à l'Université de la Méditerranée et directeur de recherche au CNRS au Centre de physique théorique de Luminy à Marseille, pour m'avoir donné le goût des sciences physiques en général et de la physique quantique en particulier, ce qui n'était *a priori* pas une mince affaire.

De façon plus personnelle, mes remerciements vont à mes ami(e)s, d'hier et d'aujourd'hui, qui m'ont épaulé, soutenu, écouté et enrichi par leurs paroles ou simplement leur présence.

Enfin, *last but not least*, j'adresse mes remerciements et ma gratitude aux membres de ma famille. Mon grand-père et ma grand-mère pour leur soutien inconditionnel, mes parents pour avoir cru en moi, mon frère et ma sœur d'être ce qu'ils sont.



# PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

## Buts :

D'une part, partant du double constat que les pratiques liquidiennes sont peu évoquées dans la littérature ostéopathique et peu développées au cours du cursus – sans doute du fait qu'une main expérimentée semble nécessaire pour leur mise en œuvre – on voudra ici éclaircir le sujet par une revue exhaustive de la littérature ostéopathique.

D'autre part, considérant qu'invariablement les propos des auteurs dévient sur la métaphysique pour les plus anciens, sur la physique quantique plus récemment, nous étudierons dans un second temps la question de l'apport réel ou supposé des théories quantiques en vue d'une meilleure compréhension de la pratique liquidienne et de ses enjeux.

## Limites :

S'agissant d'un mémoire et considérant les limites de temps, de moyens et de volume de la production écrite, nous ne nous engagerons pas dans une revue exhaustive de la littérature scientifique évoquant les liquides et leurs comportements (physiologie, rhéologie, thermodynamique, biodynamique, etc.). La littérature ostéopathique seule sera considérée dans la première partie de l'étude, le plus exhaustivement possible.





# TABLE DES MATIÈRES

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>1</b>
<b>PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>3</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>5</b>
<b>1. CHAPITRE PREMIER : OSTÉOPATHIE LIQUIDIENNE, ASPECTS PHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE .....</b>	<b>7</b>
1.1. INTRODUCTION : .....	9
1.2. LA CIRCULATION ARTÉRIO-VEINEUSE : .....	10
1.3. LA CIRCULATION LYMPHATIQUE : .....	10
1.4. LE LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN : .....	11
1.5. LE LCR ET SOUFFLE DE VIE : DE LA PHYSIQUE À LA MÉTAPHYSIQUE .....	15
<b>2. CHAPITRE DEUXIÈME : DE L'APPORT RÉEL OU SUPPOSÉ DE LA THÉORIE QUANTIQUE.....</b>	<b>19</b>
2.1. L'APPROCHE QUANTIQUE : UNE EXPLICATION POSSIBLE ?.....	21
2.2. QU'EST-CE QUE LA PHYSIQUE QUANTIQUE ?.....	21
2.2.1. Le principe fondamental de superposition : .....	21
2.2.2. Conséquences du principe fondamental de superposition : .....	22
2.2.2.1. L'indéterminisme de la mesure : .....	22
2.2.2.2. La réduction des états quantiques (ou réduction du paquet d'onde) : .....	23
2.2.2.3. La dualité onde/corpuscule : .....	24
2.2.2.4. La quantification des propriétés physiques : .....	26
2.2.2.5. Le principe d'incertitude de Heisenberg : .....	26
2.3. QUANTIQUE – CLASSIQUE : LA FRONTIÈRE DES DEUX MONDES.....	27
2.3.1. Le Chat de Schrödinger : .....	27
2.3.2. La décohérence quantique : .....	28
2.4. CONCLUSION : .....	29
<b>3. CHAPITRE TROISIÈME : LE MOT DE LA FIN.....</b>	<b>31</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES : .....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE : .....</b>	<b>37</b>



# 1. CHAPITRE PREMIER : OSTÉOPATHIE LIQUIDIENNE, ASPECTS PHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE



## 1.1.    INTRODUCTION :

Le 22 juin 1874 – à dix heures – Andrew Taylor STILL (1828-1917) fonde l'*Osteopathy*, la Voie de la matière en mouvement.

Ce concept qu'il énonce repose sur quatre principes fondateurs :

- Le corps est une unité
- La globalité du corps est régie par les mécanismes d'autorégulation
- La structure gouverne la fonction
- **La loi de l'artère est suprême**

Par ce dernier principe, A.T.STILL donne la primauté aux liquides dans le maintien d'un équilibre de santé.

Dans ce courant d'idée, Franklyn SILLS considère que les fluides sont essentiels à « *l'expression de la santé*<sup>1</sup> » et Paul LEE lui fait suite en les considérant comme des « *transporteurs de la force de vie et donc de la santé*<sup>2</sup> ». Ainsi l'organisme sera en santé si les fluides accèdent les tissus librement.

Derrière le terme générique de « fluides » nous entendons ici l'ensemble des liquides de l'organisme, qui, bien que nommés de différentes façons en fonction du lieu où ils circulent et de leur composition, forment en fait un continuum. En effet, selon le modèle classique enseigné en ostéopathie, le **Liquide Céphalo-Rachidien (LCR)** imprègne l'immense et complexe réseau de tissus conjonctifs constituant l'organisme, il prend alors l'appellation de **liquide interstitiel**. Celui-ci est réabsorbé au niveau des lymphatiques initiaux et prend le nom de **lymphe** qui est transportée *via* les vaisseaux et canaux lymphatiques jusqu'au confluent veineux jugulo-subclavier (angle de Pirogoff) où elle se jette dans le **sang veineux**. Suite à l'hématose dans les poumons, le sang veineux devient artériel. Lequel **sang artériel** transsude au niveau des plexus choroïdes pour former le LCR. Ainsi la boucle est bouclée et apparaît clairement le **continuum liquidien** dans l'organisme.

---

<sup>1</sup> SILL, F., 2001, *Craniosacral biodynamics*, USA : Editions North Atlantic Books

<sup>2</sup> LEE, P., 2005, *Interface*, Paris : Editions Sully

## 1.2. LA CIRCULATION ARTÉRIO-VEINEUSE :

Pour A.T. STILL, « *la philosophie du sang est simple : ce fluide contient la vie quand il est en mouvement et la mort quand il n'est plus en mouvement* », ainsi « *la loi de l'artère et de la veine est universelle dans tout être vivant.*<sup>3</sup> »

L'organisme sera en santé si, d'une part, les artères jouent leur rôle vitalisant et, d'autre part, si les veines jouent leur rôle purifiant en éliminant les substances mortes et nocives « *avant qu'elles ne fermentent dans les lymphatiques et le système cellulaire.*<sup>3</sup> »

## 1.3. LA CIRCULATION LYMPHATIQUE :

Dans sa *Philosophie de l'Ostéopathie*, A.T. STILL souligne l'importance des lymphatiques qu'il considère comme primordiaux : « *ils sont indubitablement des centres vitaux* », ils contiennent « *un liquide vitalisant et d'autres fluides nécessaires au maintien de la vie animale* », « *ainsi lorsque nous nous adressons aux lymphatiques, nous touchons la source de la vie et de la mort.*<sup>4</sup> »

Il fait une analogie entre le rôle des lymphatiques et le travail des pompiers qui luttent contre un incendie :

*« Par exemple, la pneumonie correspond à trop de saletés déposées dans les rouages pulmonaires, et s'il est ainsi, nous devons nettoyer ; pour ce qui concerne l'eau, nous ne pouvons nous adresser à meilleures sources que les lymphatiques. Ne ressemblent-ils pas à une compagnie de pompiers, pointant des lances vers toutes les fenêtres pour inonder la maison qui brûle ?<sup>3</sup> »*

Ainsi les lymphatiques ont la capacité de nettoyer une zone de ses impuretés qui sont emportées par la lymphe vers les émonctoires. La symbolique du feu nous renvoie immédiatement à l'inflammation. Pour éteindre l'inflammation il faut balayer ses médiateurs loin de la zone.

Par la suite, Frederick Payne MILLARD – diplômé de la même promotion que W.G. SUTHERLAND en 1900 au collège de Kirksville – s'empare de l'étude des lymphatiques et développe dès 1904 une approche diagnostique et curative *via* le système lymphatique. Il considère que le nid des pathologies consiste en la perturbation de ce système : « *Alors que la stase veineuse est relativement importante, nous croyons toutefois qu'une perturbation lymphatique s'avère l'élément le plus probant lors de l'apparition d'excroissances ou de congestions.*<sup>4</sup> »

---

<sup>3</sup> STILL, A.T., 2003, *Philosophie de l'Ostéopathie*, France : Editions Sully

<sup>4</sup> MILLARD, F.P., 2014, *Anatomie appliquée du système lymphatique*, France : Editions Sully

Précisant sa pensée, il ajoute que la stase veineuse est, à l'évidence, antérieure au désordre lymphatique qui s'en suit. Mais l'atteinte pathologique des tissus proviendrait d'avantage du désordre lymphatique lui-même.

Ainsi F.P. MILLARD recommande de traiter la stase veineuse avant qu'elle ne crée une perturbation au niveau lymphatique. En effet, il semble plus facile de rétablir la stase veineuse que lymphatique puisque les vaisseaux lymphatiques ont un calibre moindre que les veines et que le flux lymphatique doit constamment passer par des ganglions.

De plus, il précise que « *le sang nourrit la lymphe et la lymphe nourrit les tissus* <sup>4</sup> ». En effet, le sang ne se trouve pas en contact direct avec les cellules des différents tissus conjonctifs (sauf au niveau de la rate). Donc la circulation sanguine agit à titre de support à la lymphe et renouvelle la lymphe à tous les tissus.

Par conséquent, il convient de s'assurer d'une bonne circulation lymphatique même si la congestion ou la stase se situe au niveau sanguin.

#### 1.4. LE LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN :

A.T. STILL estime que le LCR est l'élément le plus noble connu dans le corps humain.

*« Faites en sorte que les eaux de la vie se dispersent du cerveau, enlevez toutes les entraves et le travail sera fait, vous donnant le legs éternel, la longévité. »*<sup>3</sup>

*« Celui qui est capable de raisonner saura que la grande rivière de la vie doit être captée et le champ desséché doit être à nouveau irrigué, sous peine de perdre pour toujours la récolte de la santé. »*<sup>5</sup>

Son élève, William Garner SUTHERLAND (1873-1954), a élaboré durant ses cinquante-cinq années de carrière son concept d'ostéopathie crânienne, appliquant les enseignements de son maître à la sphère crânienne. Au fur et à mesure de l'évolution de ses perceptions, il explora des structures de moins en moins densifiées : l'os, la membrane, le fluide, pour aboutir à des notions plus subtiles que nous évoquerons au chapitre suivant.

On peut diviser la vie de recherche de W.G. SUTHERLAND en deux grandes périodes<sup>6</sup> : la **période biomécanique (1899-1948)** durant laquelle il a élaboré le concept osseux (1899-1933), puis le concept de Membranes de Tension Réciproque et de motilité du système nerveux central

---

<sup>5</sup> STILL, A.T., 2001, *La philosophie et les principes mécaniques de l'ostéopathie*, Paris : Edition Frison-Roche

<sup>6</sup> SCHMITT, I., 2001, *Evolution de la perception chez William Garner Sutherland*, Mémoire d'ostéopathie, Paris, France

(1933-1942), enfin le concept fluïdique (1942-1948) ; et la **période biodynamique (1948-1954)** durant laquelle il étudie les forces inhérentes du corps et le Mécanisme Respiratoire Primaire.

Il conclut que le Mécanisme Respiratoire Primaire repose sur cinq composants : la motilité du cerveau (contraction de la névroglie), la fluctuation du LCR, la mobilité des membranes intracrâniennes, la mobilité articulaire des os du crâne et la mobilité involontaire du sacrum entre les iliaques.

Concernant les fluides, il précise qu'il s'agit d'avantage d'une **fluctuation** que d'une circulation du LCR. Il décrit la perception de cette fluctuation comme une « *Marée* », avec un mouvement de va-et-vient, traversant tout le corps. Cette Marée naît dans le LCR au niveau du système nerveux central puis, sous l'impulsion des contractions rythmiques autonomes des cellules de la névroglie, s'engage à travers l'ensemble du corps. **Cette possibilité pour le LCR d'atteindre toutes les parties de l'organisme pourrait-elle s'expliquer par le continuum liquidien évoqué en introduction ?**

En 1943, A.D. SPERANSKY<sup>7</sup>, souvent cité par les ostéopathes, réalisa des expériences avec des traceurs colorés et observa l'existence d'une connexion directe entre le LCR et la cavité nasale *via* les espaces périneuraux du canal olfactif puis vers le système lymphatique de la nuque. Ce qui fit dire à W.G. SUTHERLAND : « *Lorsque vous entendez quelqu'un éternuer, ne lui dites pas qu'il prend froid. En fait, il protège sa muqueuse nasale avec du liquide céphalo-rachidien.* »

En 1959, Ralph F. ERLINGHEUSER fut l'un des premiers ostéopathes à effectuer une revue exhaustive de la littérature scientifique au sujet des voies de résorption du LCR. Dans son article « *The circulation of the cerebrospinal fluid through the connective tissue system* » il conclut que le LCR est « *mis en circulation par l'intermédiaire de ses fluctuations, à travers tout le corps, via les fibres tubulaires de collagène du système du tissu conjonctif, comme système de transport entre l'espace subarachnoïdien et l'espace intercellulaire*<sup>8</sup> ». Cet article fit date et ce modèle fut repris par de nombreux ostéopathes par la suite, tels que H. MAGOUN, V. FRYMANN ou L. ISSARTEL.

Harold MAGOUN (1898-1981), met l'accent sur le lien étroit qu'il existe entre le LCR et les autres fluides de l'organisme.

*« Il présente un état du liquide céphalorachidien à l'intérieur de sa cavité naturelle, en équilibre, sous pression entre le sang artériel et le sang veineux. C'est un mécanisme hydrodynamique en relation avec l'échange physiologique des liquides du corps, ceci se réalise par les voies périvasculaires et périneurales ainsi que par les tubules de collagène vide qui parcourent tout le corps. »*

---

<sup>7</sup> SPERANSKY, A.D., 1943, *A Basis for the theory of medicine*, New York, International Publishers, p.111, cité in Sutherland, 2002

<sup>8</sup> ERLINGHEUSER, R.F., 1959, *The circulation of the cerebrospinal fluid through the connective tissue system*, Academy of Applied Osteopathy Year Book



*L'expérience clinique du traitement crânien qui influence les liquides tissulaires et la lymphe est explicable par ce fait<sup>9</sup>. »*

Ainsi, il explique ce lien par le jeu des pressions hydrostatiques et du fait que le LCR ne reste pas prisonnier des espaces sous-arachnoïdiens mais traverse le corps tout entier.

*« Il pénètre tous les espaces, infiltre tous les tissus conjonctifs, aponévroses, tendons, ligaments, os, muscles, enveloppe tous les nerfs, enveloppe tous les tissus, baigne les cellules gliales...<sup>10</sup> ».*

Ainsi, en prenant les travaux de R. ERLINGHEUSER pour base, H. MAGOUN propose un modèle dans lequel le LCR circule librement de l'espace sous-arachnoïdien vers l'espace périneural jusqu'à la plaque motrice à la périphérie, puis diffuse librement dans les tissus interstitiels des muscles, organes et téguments *via* les tubules creux de collagène constituant les fasciae.

Les observations des D<sup>rs</sup> François Le CORRE et Serge TOFFALONI (DO), médecins spécialistes en médecine physique attachés aux hôpitaux de Paris, semblent plaider en faveur de cette possibilité de diffusion et de propagation du LCR puisqu'ils ont pu observer au microscope une organisation tubulaire des fibres de collagène qui pourraient donc constituer une voie de diffusion du LCR vers les espaces intercellulaires<sup>11</sup>.

Cependant, la possibilité de résorption périneurale est réfutée par le Pr. Frank WILLARD (PhD), professeur d'anatomie et de neurobiologie au *College of Osteopathic Medicine, University of New-England* aux Etats-Unis. Il s'exprime dans un entretien accordé à Laurence DEORA et Henri O. LOUWETTE en 2002 :

*« À une époque, on pensait que le LCR descendait le long des nerfs et transmettait ainsi sa pulsation. Il a été prouvé maintes et maintes fois que l'arachnoïde se retourne sur elle-même au niveau du ganglion de la racine dorsale ; le LCR ne peut donc pas s'écouler le long des nerfs. Dans les années cinquante, des études très précises ont été faites sur le sujet car on voulait savoir si c'était une voie potentielle pour la transmission de l'infection du nerf vers le LCR. Ces études ont montré que non. Il existe une barrière et le LCR ne se répand pas le long du nerf. Cela réfute-t-il ce que sentent les ostéopathes*

---

<sup>9</sup> MAGOUN, H.I., 2011, *Ostéopathie dans le champ crânien : édition originale*, France : Editions Sully

<sup>10</sup> EVRARD, P., 2002, *Ostéopathie vétérinaire : introduction à l'ostéopathie crânio-sacrée appliquée au cheval*, Thy-le-Château : Olivier éditeur

<sup>11</sup> LE CORRE, F. ; TOFFALONI, S., 1998, *L'ostéopathie*, Paris : Edition Presse Universitaire de France, 2<sup>e</sup> édition corrigée

*quand ils touchent un corps? Bien sûr que non. Cela veut seulement dire qu'ils l'expliquent mal ; ils doivent l'expliquer mieux.<sup>12</sup> »*

*« Les radiologues ont fait une découverte fascinante; ils ont trouvé que le LCR circule autour du ganglion de la racine dorsale puis qu'il s'écoule dans les granulations rachidiennes qui se vident dans la citerne de Pecquet. Les physiologistes avaient tort, tout le LCR ne sort pas de la circulation au niveau du sinus longitudinal supérieur ; les ostéopathes avaient tort, il ne s'écoule pas le long des nerfs ; il fait une chose tout à fait intéressante, il sort de la circulation par les granulations arachnoïdiennes rachidiennes. Est-ce que cela prouve que l'ostéopathie a tout faux? Pas du tout. Cela exprime seulement que les hypothèses doivent être réévaluées. Les physiologistes avaient tout faux aussi, cela ne veut pas dire qu'il faille jeter aux orties toute la physiologie. Il faut juste se pencher sur cette question. Comment le LCR s'évacue-t-il de la circulation?<sup>12</sup> »*

En effet, il semblerait qu'il y eut un manquement dans l'analyse de R. ERLINGHEUSER en 1959. Il semble qu'il ait interprété les conclusions de HASSIN datées de 1947 – stipulant que l'arachnoïde est en continuité avec l'espace périneural – comme étant définitives alors que la contre-expertise de J. BRIERLEY en 1950 prouvait définitivement le contraire par des coupes histologiques. Ces coupes montrent que malgré le fait que la dure-mère se prolonge au-delà du ganglion spinal pour réaliser sa gaine puis le péricône, l'arachnoïde ne présente pas une telle expansion distale. L'espace sous-arachnoïdien se rétrécit à proximité du pôle proximal du ganglion et se termine dans un cul-de-sac clairement défini anatomiquement. A cet endroit, il y a une reduplication de la membrane arachnoïdienne sur elle-même<sup>13</sup>.

De plus, de récentes études dirigées par Bruno CHICKLY<sup>14</sup> en 2004 ont démontré que près de 50% du LCR était réabsorbé au niveau de vaisseaux lymphatiques. Lesquels vaisseaux ont aussi été retrouvés au niveau de la dure-mère, de la pie-mère, de la capsule pituitaire, des orbites et des muqueuses nasales.

*In fine*, le modèle théorique du continuum liquidien selon lequel le LCR est en continuité anatomique avec le liquide interstitiel et baigne l'ensemble des cellules de l'organisme ne semble pas avoir résisté à l'épreuve des faits de soixante années de recherche supplémentaires. Selon le modèle physiologique actuel, le LCR ne s'écoule pas le long des nerfs rachidiens au-delà du niveau du ganglion spinal où il termine sa course dans un cul-de-sac puis rejoint directement

---

<sup>12</sup> WILLARD, F., 2003, Entretien réalisé avec le professeur Frank Willard, PhD, le 10 novembre 2002 par Laurence Deora et Henri O. Louwette, ApoStill, n°13 – Printemps/été 2003

<sup>13</sup> BRIERLEY, J.B., 1950, *The penetration of particulate matter from the cerebrospinal fluid into the spinal ganglia, peripheral nerves, and perivascular spaces of the central nervous system*, Neurol Neurosurg Psychiatry, 13 Aout

<sup>14</sup> CHIKLY, B., 2004, *Lymph drainage therapy*, USA : I.H.H. Publishing, 2<sup>nd</sup> Ed.

le système lymphatique local. Il ne pénétrerait donc pas par ce biais les tubules creux de collagène constituant les fasciae et ne baignerait donc pas l'ensemble des cellules du corps comme décrit par le modèle ostéopathique classique. Ainsi, le LCR serait donc en continuité anatomique avec le sang veineux et la lymphe.

## 1.5. LE LCR ET SOUFFLE DE VIE : DE LA PHYSIQUE À LA MÉTAPHYSIQUE

Comme évoqué précédemment, c'est vers la fin de sa vie que W.G. SUTHERLAND aboutit à une approche plus subtile de son Art, intégrant des notions plus spirituelles à sa pratique de l'Ostéopathie. Il introduit notamment le concept de **Souffle de Vie**<sup>15</sup> (*Breath of Life*), support de la santé et moteur de la guérison.

Il extrait ce terme de la Bible « *Alors Yahvé Dieu modela l'homme avec la glaise du sol, il insuffla dans ses narines une haleine de vie et l'homme devint un être vivant.* » (Gn 2,7)

Par-là, il s'inscrit dans les traces de son maître, A.T. STILL, fils de pasteur méthodiste, qui a toujours intégré dans ses enseignements celui qu'il appelle Dieu, Nature, Grand Architecte, Maître Mécanicien ou Topographe Divin, et qui avouait « *j'aime mon congénère humain, parce que dans son visage et sa forme, je discerne Dieu* ».

De même, Viola FRYMANN, affichant une grande communauté d'esprit avec A.T. STILL, écrit que c'est « *de l'âme de Dieu lui-même, d'où part la vie*<sup>16</sup> ».

A.T. STILL écrit que « *le Souffle de Vie [est] le principe vital animateur donnant vie aux organismes physiques en s'investissant dans la matière*<sup>17</sup> ».

H. MAGOUN affirme dans *Osteopathy in Cranial Field* – relatant l'enseignement de W.G. SUTHERLAND – que le LCR « *reçoit le Souffle de Vie qui le nantit. Tant que la vie existe, l'élément le plus noble connu constitue le support persistant de cette mystérieuse étincelle qui ne peut être expliquée mais n'en est pas moins présente*<sup>9</sup> ».

Le LCR apparaît ici comme le support physique du Souffle de Vie et donc son véhicule à travers tout l'organisme.

---

<sup>15</sup> SUTHERLAND, W.G., 2006, *Enseignement dans la science de l'ostéopathie*, Sutherland Cranial Teaching Foundation

<sup>16</sup> FRYMANN, V.M., 2000, *L'ostéopathie en hommage aux enfants – L'œuvre de Viola Frymann, D.O.*, Montréal : Editions Spirales

<sup>17</sup> STILL, A.T., 1908, *Autobiography of A.T. Still*, Indianapolis, IN : The American Academy of Osteopathy, Republié en 1981

A la mort de W.G. SUTHERLAND, son élève Rollin BECKER poursuit son enseignement :

*« J'ai souvent dit que nous avons perdu une notion en ostéopathie que le Dr. Still a essayé de faire passer, c'est la part du Spirituel qu'il incluait dans la science ostéopathique<sup>17</sup>. »*

*« Si nous, étudiants de la science ostéopathique désirons comprendre l'ostéopathie, nous découvrirons qu'il est nécessaire de réveiller notre connaissance de la divinité qui nous centre, d'en faire notre Fulcrum Spirituel pour nous guider et apprendre à penser, à ressentir et à utiliser le Créateur dans nos pratiques journalières.<sup>18</sup> »*

R. BECKER s'est notamment interrogé sur l'impact que peut avoir le Souffle de Vie sur le système nerveux. Il lui semble possible que le Souffle de Vie puisse annuler les mauvais messages envoyés au système nerveux, considérant que lorsque nous offrons la moindre possibilité de retrouver le bien-être et la santé, les tissus du corps cherchent automatiquement cette tendance<sup>19</sup>.

Ainsi – hormis J.M. LITTLEJOHN qui considérait que la métaphysique n'est pas le problème de la physiologie – à ce stade il est intéressant de noter que pour tous les ostéopathes pionniers que nous venons de citer, l'origine de la Vie et de la Vitalité, c'est Dieu. Pour eux, Vie et Vitalité ne peuvent se réduire à un ensemble de réactions chimiques et de processus physiques. Ils s'inscrivent ainsi dans un modèle Vitaliste que l'on retrouve, en fait, dans toutes les traditions autres que la nôtre. Ce que nous nommons ici *Souffle de Vie* est synonyme du *Chi* de la médecine traditionnelle chinoise, du *Ki* de la tradition japonaise, du *Prâna* des Indiens, du *Pneuma* en Grèce Antique ou du *Ka* dans l'ancienne Egypte. C'est aussi ce que Franz MESMER appelait « *magnétisme animal* » et Wilhelm REICH « *orgone* ». Le concept de Vitalisme est bien théorisé par le philosophe allemand Georg Ernst STAHL (1660-1734), qui s'oppose à la vision mécaniste de René DESCARTES. Il nomme quant à lui cette énergie créatrice, ce principe de guérison que le médecin ne peut seconder, *Natura Medicatrix*.

De nos jours, le courant de pensée spiritualiste en Ostéopathie demeure. James JEALOUS se place dans la droite lignée d'A.T. STILL, W.G. SUTHERLAND, V. FRYMANN et R. BECKER à travers son programme d'ostéopathie biodynamique. Il considère que « *les décisions sont prises par le Souffle de Vie, les décisions qui dictent la priorité, la proportion et la terminaison de la guérison ; décisions que le praticien peut percevoir et sentir en utilisant instinct et intuition.* »

Il estime que « *reconnaître une Sagesse Supérieure à l'œuvre et sentir plutôt que palper correspond à l'Âme de l'Ostéopathe.* »

---

<sup>18</sup> BECKER, R., 1965, *Be Still and Know*, The Cranial Academy Newsletter december 1965

<sup>19</sup> BROOKS, R.E., 2013, *L'immobilité de la vie : la philosophie ostéopathique de Rollin E. Becker, DO*, France : Editions Sully

J. JEALOUS ajoute la notion du **Potentiel inhérent** ou **Potency**. Le but de l'ostéopathe est d'entrer en contact avec ce Potentiel :

*« Si vous avez l'aptitude à établir un neutre dans un tissu inerte et l'aptitude à discerner le changement qui survient, alors vous avez discerné les effets d'interaction entre tissu, fluide et potentiel inhérent en tant qu'unité de fonction à travers un fulcrum. Si vous avez attentivement examiné un neutre, vous discernerez qu'il doit être mis en relation avec tous les niveaux de fonctionnement, incluant les forces génératrices les plus subtiles.<sup>20</sup> »*

D'après F. SILL, également pionnier dans l'approche biodynamique, **le Potentiel se manifeste à travers le LCR en premier** et rejoint éventuellement les autres fluides corporels grâce à une fluctuation. Le Potentiel se définit comme une force bioénergétique et biodynamique de la vie. Il se manifeste dès la conception et est nécessaire tout au long de la vie, il possède une aptitude à la guérison. De plus, il confère une **forme d'intelligence à toutes les cellules** et les tissus de l'organisme. On entre ainsi progressivement dans une approche **holographique** du corps humain.

Actuellement, P. TRICOT, qui a développé l'approche tissulaire de l'ostéopathie, considère le corps humain vivant comme une « **organisation de consciences**<sup>21</sup> ».

Quant à Bonnie GINTIS, ostéopathe américaine enseignant le Continuum (exercice visant à se connecter à ses propres fluides), elle écrit :

*« En plus des caractères physiques des fluides du corps, il y a une résonance énergétique qui englobe la totalité du système fluidique. Le « corps fluidique » est un terme qui suggère l'habileté de l'organisme à **résonner instantanément comme un tout**. La proximité des molécules ne peut expliquer qu'en partie cette réaction instantanée. [...] La résonance correspond à un **aspect intangible qui ne peut être expliqué par la physique newtonienne** et par les autres sciences. [...] Nous ressemblons à une goutte d'eau qui tombe du ciel, qui s'assemble aux océans pour devenir une partie de ceux-ci, tout comme l'ensemble du corps fluidique qui est difficilement dissociable. Ainsi, notre corps fluidique agit en résonance comme un **champ unifié**.<sup>22</sup> »*

---

<sup>20</sup> JEALOUS, J., 1992, *Tensions réciproques*, The Cranial Letter

<sup>21</sup> TRICOT, P., 2002, *Approche tissulaire de l'ostéopathie, livre 1 : un modèle du corps conscient*, France : Editions Sully

<sup>22</sup> GINTIS, B, 2007, *Engaging the movement of life*, USA : Editions North Atlantic Books

F. SILLS, s'exprime dans les mêmes termes : « *La matrice cellulaire liquide résultante forme un **champ unifié** et ordonné à travers tout le corps<sup>1</sup>* » et va même plus loin en expliquant que « *cette matrice de fluide et tissu est un champ de communication rapide, beaucoup plus rapide que le système nerveux et que ceci se produit à l'intérieur d'un **champ d'action cohérent et bioélectrique de niveau quantique.*** »

R. BECKER lui-mêmes évoquait la physique quantique dans ses écrits :

*« De plus, je crois qu'il est important pour vous de comprendre que **vos capacités palpatoires tiennent du domaine de la mécanique quantique.** Vous ne pourrez jamais être qu'un simple observateur indépendant. Dès l'instant où vous posez vos mains sur un sujet, vous aurez forcément commencé à modifier son essence. Peu importe la nature du problème, vous aurez modifié le sujet. Le simple fait d'avoir examiné le patient implique que vous aurez déjà donné une impulsion au corps qui permettra à celui-ci de chercher à s'aider lui-même.<sup>17</sup> »*

Ce modèle tentant d'expliquer rationnellement par la physique quantique ce que les Anciens expliquaient en des termes métaphysiques, si ce n'est ésotériques, fait de plus en plus d'émules chez les ostéopathes. On voit notamment apparaître des thèses et mémoires de fin d'études (Cf. *bibliographie*) se basant sur le modèle quantique pour expliquer l'ostéopathie biodynamique, le travail liquidien, l'influence de l'intention du thérapeute sur les tissus du patient, la mémoire corporelle, etc. Ainsi est apparu le terme d' « ostéopathie quantique ». Pour savoir s'il est possible d'appliquer l'adjectif « quantique » à l'ostéopathie, ou à toute autre forme de thérapie par ailleurs, nous allons tenter de comprendre ce qu'est la physique quantique, quelles sont les lois qui la régissent, et donc selon quels critères un objet peut ou ne peut pas être qualifié de quantique.

## 2. CHAPITRE DEUXIÈME : DE L'APPORT RÉEL OU SUPPOSÉ DE LA THÉORIE QUANTIQUE





## 2.1. L'APPROCHE QUANTIQUE : UNE EXPLICATION POSSIBLE ?

Contrairement à la physique classique qui se manifeste quotidiennement dans notre environnement – la légendaire pomme qui tombe sur Newton en pleine sieste postprandiale et lui inspire la loi de la gravité – la physique quantique échappe à nos cinq sens. Elle n'est ni visible, ni perceptible et bien souvent conceptuellement contre-intuitive. C'est une physique compliquée, pour la comprendre fondamentalement nous devons passer par son écriture mathématique qui est fort complexe, faite de matrices, d'algèbre, etc. Naturellement donc, elle nous échappe, ce qui explique la difficulté fondamentale à appréhender le monde quantique.

Aussi, dans cette deuxième partie, nous allons nous appliquer à comprendre les bases de la physique quantique, ce qui fait qu'un objet est quantique ou ne l'est pas et ainsi tâcher d'éclaircir la frontière entre le monde classique et le monde quantique. Ce faisant, nous verrons auquel de ces mondes appartient le Vivant en général et l'Homme en particulier et dans quelle mesure la théorie quantique éclaire notre compréhension de l'ostéopathie.

## 2.2. QU'EST-CE QUE LA PHYSIQUE QUANTIQUE ?

La physique quantique est une physique inventée au début du XIXe siècle, essentiellement dans les années 1915-1930. Elle consiste en une théorie complète, très cohérente, qui permet de décrire le comportement de la matière à petit échelle. C'est une physique très opérationnelle, très juste, qui décrit des petits objets. Particules subatomiques, atomes, molécules sont régis par les lois de cette physique.

Pour être qualifié de quantique, et donc pouvoir être décrit par cette physique, un objet doit répondre à un ensemble de lois et notamment au principe fondamental de superposition.

### 2.2.1. Le principe fondamental de superposition :

Prenons un objet « classique » (c'est-à-dire un objet macroscopique répondant aux lois de la physique classique) tel que la Lune : à un instant donné elle a une certaine vitesse et se trouve dans une certaine position de l'espace. On dit qu'elle est dans **un état** bien défini.

Ceci n'est plus vrai au niveau quantique. Si on considère un objet quantique tel qu'un électron autour de son noyau atomique, il peut être à la fois en deux endroits différents et aller à deux vitesses différentes. On dit qu'il est **superposé** entre ces deux états possibles du système.

Une superposition d'états se note de la manière suivante :

Par exemple si un électron est superposé entre deux vitesses, 1000 km/s et 2000 km/s, on écrira entre crochets :

$$|V = 1000\rangle + |V = 2000\rangle$$

Un système quantique peut se trouver dans une superposition d'une infinité d'états. Ainsi, dans un atome, lorsqu'un électron circule sur son orbite autour du noyau, il se trouve en tous points de cette orbite à la fois.

Alors qu'un objet classique tel que la Lune se trouve à chaque instant en un et un seul point de son orbite autour de la Terre.

## 2.2.2. Conséquences du principe fondamental de superposition :

### 2.2.2.1. L'indéterminisme de la mesure :

En physique classique, un objet dans un état donné soumis à une mesure donnera invariablement un résultat donné. Par exemple, si on mesure cent fois la vitesse de la Lune, dans 100% des cas on trouvera le même résultat, soit environ 3280 km/h.

Cette situation est très différente si on considère un objet quantique. En effet, si on cherche à mesurer la vitesse d'un électron superposé entre deux états  $|V = 1000\rangle + |V = 2000\rangle$  on trouvera – non pas une moyenne de ces deux états (1500 km/s) – mais dans 50% des cas 1000 km/s et dans 50% des cas 2000 km/s. Le résultat des mesures dépend en parti du **hasard**, on dit qu'il y a un **indéterminisme**.

Ainsi la physique quantique renonce au déterminisme selon lequel « *si une cause est connue son effet doit l'être* » : socle de la physique classique.

C'est du fait de ce hasard qu'EINSTEIN, grand déterministe, tourne le dos à la théorie quantique qu'il a pourtant contribué à fonder. Pour lui, une bonne théorie physique est une théorie qui se doit d'éliminer le hasard, sinon de ses constructions du moins de ses principes. EINSTEIN disait, « *Dieu ne joue pas aux dés* », ce à quoi BOHR lui aurait répondu « *cessez de dire à Dieu ce qu'il doit faire !* » (dialogue largement apocryphe mais qui résume assez bien leurs positions respectives).

En effet, en physique classique on dit que le hasard n'est qu'une mesure de notre ignorance. Par exemple, lors d'un tirage à pile ou face, si on connaissait l'ensemble des variables cachées de la pièce (conditions initiales, vitesse, rotation, trajectoire, point d'impact, etc.) le hasard disparaîtrait et on pourrait prédire précisément de quel côté la pièce va tomber. De la même

façon, EINSTEIN pensait que le hasard quantique résultait en fait de variables cachées et qu'il s'effondrerait si on les connaissait.

Aussi, dans les années 1960, le physicien John S. BELL a établi des relations mathématiques, qui prennent la forme d'inégalités dans les statistiques sur un grand nombre de mesures, et qui lient obligatoirement les mesures que l'on obtiendrait dans un théorème à variables cachées. Or, l'expérience d'Alain ASPECT<sup>23</sup> à l'Institut d'Optique d'Orsay entre 1980 et 1982 prouve définitivement qu'en physique quantique les inégalités de BELL sont violées et que, par conséquent, **le hasard quantique est intrinsèque** et ne résulte pas de variables cachées. C'est une révolution conceptuelle dans le monde de la physique, qui donne par ailleurs définitivement tort à EINSTEIN sur ce sujet.

Nous sommes donc là face à une autre propriété de la mécanique quantique : **les résultats des mesures dépendent toujours en partie du hasard.**

### 2.2.2.2. La réduction des états quantiques (ou réduction du paquet d'onde) :

Poursuivons avec l'exemple de l'électron. Considérons donc que nous avons mesuré sa vitesse et que nous sommes tombés sur le résultat  $V = 1000$  km/s.

Si, de nouveau, nous remesurons la vitesse de cet électron un grand nombre de fois, dans 100% des cas nous trouverons  $V = 1000$  km/s et dans 0% des cas 2000 km/s.

**A la deuxième mesure il n'y a plus d'indéterminisme**, c'est comme si la première mesure avait forcé l'électron à choisir son camp et à décider à quelle vitesse il allait vraiment.

On dit que l'électron n'est plus dans son état superposé mais que son état a été **réduit** :

$$|V = 1000\rangle + |V = 2000\rangle \xrightarrow{\text{REDUCTION}} |V = 1000\rangle$$

Le fait d'avoir mesuré la vitesse de l'électron a, en fait, considérablement affecté son état. En physique quantique, on ne peut pas mesurer les états des objets quantiques sans les perturber fondamentalement. Ainsi, contrairement à ce qu'il se passe en physique classique, la mesure/l'observation change l'état du système en physique quantique. Gardons cela à l'esprit lorsque nous évoquerons par la suite le phénomène de **décohérence quantique**.

---

<sup>23</sup> ASPECT, A., GRANGIER, P., ROGER, G., 1982, Physical Review Letter., 49, 91

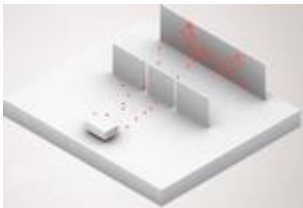
### 2.2.2.3. La dualité onde/corpuscule :

Il s'agit d'une grande loi de la physique quantique. La **dualité** est une idée proposée par un français, Louis DE BROGLIE. En se basant sur la théorie des quanta d'EINSTEIN – qui démontre que la lumière est à la fois une onde et un corpuscule et permet d'expliquer l'effet photoélectrique (prix Nobel de physique 1905) – DE BROGLIE émet l'hypothèse qu'**en physique quantique, un objet quel qu'il soit, est à la fois un corps et une onde** (prix Nobel de physique 1929). Cela sera démontré expérimentalement par C.J. DAVISSON et L.H. GERMER<sup>24</sup> puis par l'expérience de la fente d'YOUNG développée ci-après.

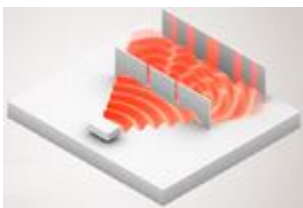
Les objets qu'on croit ponctuels se comportent en fait au niveau microscopique comme une onde. Ainsi, quand une particule semble se déplacer d'un point A à un point B en ligne droit, en fait elle effectue ce déplacement en empruntant à la fois tous les chemins possibles qui s'offrent à elle.

L'expérience de la fente d'YOUNG est particulièrement cruciale dans l'histoire de la physique moderne.

Le principe est le suivant : soit un petit objet, il s'agit de savoir si cet objet est un corps ou une onde. Pour se faire, on va le projeter sur un mur dans lequel on aura taillé deux fentes très fines. Puis on interprètera le résultat obtenu sur l'écran placé derrière ce mur.



Si on envoie un **corps** sur ce mur percé de deux fentes, soit il va s'écraser sur le mur, soit il va passer aléatoirement à travers l'une ou l'autre fente avant de venir s'écraser et produire des **impacts aléatoires** sur l'écran.

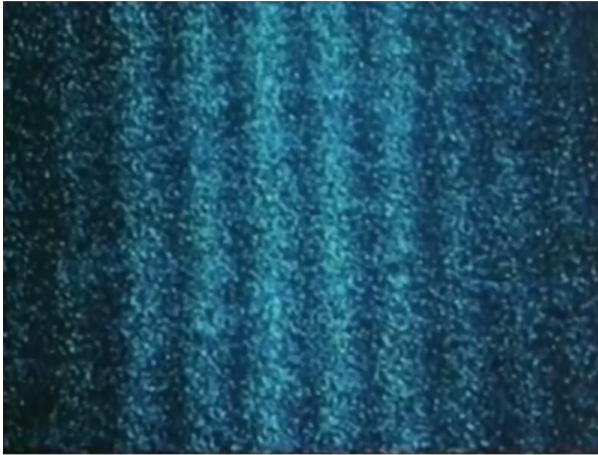


Si on envoie une **onde**, quand elle arrive au niveau des deux fentes cela va émettre deux nouvelles petites ondes qui vont se superposer entre elles, parfois en s'additionnant, parfois en se soustrayant, et ainsi créer une **figure d'interférence** (alternance de bandes foncées/claires) sur l'écran.

Ainsi, si un physicien veut connaître la nature corpusculaire ou ondulatoire d'un objet, il n'a qu'à l'envoyer à travers deux fentes et regarder sur l'écran disposé derrière si apparaissent des impacts aléatoirement répartis (corps) ou des franges d'interférence (ondes).

---

<sup>24</sup> DAVISSON, C. J.; GERMER, L. H., 1928-04-01, *Reflection of Electrons by a Crystal of Nickel*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 14 (4): 317–322



Cette expérience a été réalisée dans les années 1980 avec des électrons, donc des objets quantiques, *a priori* des corps. On les envoie ainsi un par un sur les deux fentes.

Dans les premiers temps de l'expérience, les électrons vont se répartir aléatoirement sur l'écran, laissant suggérer qu'il s'agit de corps. Mais en laissant tourner l'expérience avec un grand nombre d'électrons, des franges d'interférence finissent par apparaître.

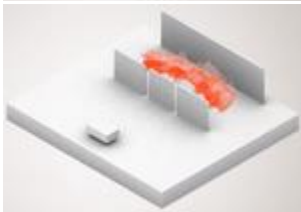
Ainsi l'électron est un corps (on voit des impacts) et une onde (on voit des franges d'interférence)

### Explications :

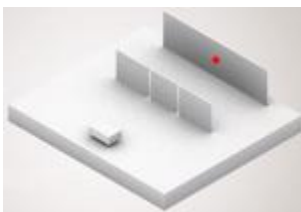
Contrairement à la physique classique, en physique quantique quand on mesure un objet cela change sa nature.



Au moment où l'électron part, c'est une onde, il va passer à travers les deux fentes.



Puis, comme toute onde, l'électron interfère avec lui-même et crée des franges d'interférence.



Mais au moment où on essaye de mesurer l'onde sur l'écran elle se réduit soudainement en un point. Ce point n'apparaît pas n'importe où mais la probabilité de réduction est plus importante là où l'onde est importante.

Comme nous l'avons vu ci-avant, on parle de **réduction du paquet d'onde**, ou **effondrement de la fonction d'onde**.

En conclusion, on dit qu'**une mesure provoque une réduction soudaine vers un des états possibles du système**.

Ceci constitue une des difficultés en physique quantique : la **difficulté de mesure**.

#### 2.2.2.4. La quantification des propriétés physiques :

Du fait de leur propriété ondulatoire à l'échelle microscopique, les particules quantiques peuvent donc adopter des comportements étranges : être à plusieurs endroits à la fois, passer par plusieurs chemins en même temps, etc.

Cependant elles ont une restriction : **leurs propriétés sont « quantifiées »**, d'où le nom de physique « quantique ».

Prenons l'exemple d'un objet classique, un satellite en orbite à une certaine distance  $r$  du centre de la Terre, possédant une certaine énergie  $E$ .

Ce satellite répond aux lois de la physique classique et on sait que cette énergie  $E$  est

directement liée à distance  $r$  par une relation simple, soit  $E = -\frac{1}{2} \frac{mMG}{r}$

Ainsi, si on fait monter ou descendre ce satellite de quelques mètres son énergie variera en fonction au fur à mesure de l'opération. Mais il n'y aura pas d'énergie interdite ou d'orbite impossible à atteindre.

Cela n'est plus vrai à l'échelle quantique. Un électron qui tourne autour d'un noyau ne peut pas avoir n'importe quelle énergie. Il n'y a que quelques valeurs d'énergie qui sont possibles et donc uniquement quelques orbites (ou niveau d'énergie) qui sont autorisées à l'électron. Donc pour un électron qui tourne autour d'un noyau l'énergie est **quantifiée**, elle ne peut prendre que certaines valeurs possibles, toute valeur intermédiaire lui est interdite. Pour passer d'une orbite (donc d'un niveau d'énergie) à une autre, l'électron ne se déplacera pas progressivement comme le fera le satellite mais effectuera un « saut quantique » d'une orbite à l'autre en gagnant ou perdant de l'énergie.

#### 2.2.2.5. Le principe d'incertitude de Heisenberg :

Un objet classique peut être décrit à la fois par sa vitesse et sa position. Par exemple, on peut connaître la vitesse d'une voiture lorsqu'elle est au niveau de la borne kilométrique 36.

On aura par exemple, à  $X = 36$ ,  $V = 90$  km/h.

A l'échelle quantique, on ne peut pas créer un état quantique qui soit à la fois une vitesse et une position donnée.

Par exemple, l'état  $|V = 1000; X = 36\rangle$  est impossible à cause du principe d'incertitude de HEISENBERG. Celui-ci interdit d'avoir un état qui décrit une particule dont la position et la vitesse sont toutes les deux parfaitement connues. **En effet, plus on est précis sur la vitesse, moins on peut l'être sur la position, et vice versa.** Ainsi, un électron dont on sait que  $|V = 1000\rangle$  peut se trouver n'importe où dans l'espace.

## 2.3. QUANTIQUE – CLASSIQUE : LA FRONTIÈRE DES DEUX MONDES

L'expérience de la fente d'YOUNG a tout d'abord été réalisée par Thomas YOUNG en 1801 avec des photons, puis avec l'évolution des technologies nous avons pu observer des interférences quantiques à différentes échelles. En effet, cette expérience a été reproduite – comme nous l'avons vu précédemment – avec des électrons dans les années 1920, des neutrons dans les années 1950, des atomes dans les années 1980 et même des molécules dans les années 1990. Cependant, personne n'a jamais observé d'interférences quantiques de boules de billard ou autres objets macroscopiques. On peut légitimement se demander pourquoi ? Puisqu'*in fine* tout est fait d'atomes, pourquoi les propriétés quantiques disparaissent à notre échelle ?

### 2.3.1. Le Chat de Schrödinger :

Il s'agit d'une expérience de pensée qui a été proposée en 1935 par l'un des pères de la physique quantique, le physicien Erwin SCHRÖDINGER, pour mettre le doigt sur l'une des grandes bizarreries du monde quantique. A cette époque, il avait pensé étendre le principe de superposition jusqu'à l'échelle macroscopique. Il avait imaginé coupler un objet quantique (un atome radioactif capable de se désintégrer) à toute une chaîne de détection : un détecteur de désintégration de l'atome qui déclencherait un marteau, qui casserait une fiole de gaz mortel, qui tuerait un pauvre chat dès lors que l'atome se désintégrerait.

Si on considère le système « atome + chat » à l'intérieur d'une boîte comme un système totalement isolé de l'environnement, l'atome radioactif étant une particule quantique il est superposé entre les deux états  $|DESINTEGRÉ\rangle + |NON - DESINTEGRÉ\rangle$ .

Ainsi, dès lors que la boîte est fermée et que le système n'est soumis à aucune mesure, le chat dont la survie est conditionnée à la désintégration de l'atome doit-il être considéré superposé entre les deux états  $|VIVANT\rangle + |MORT\rangle$  ?

La réponse donnée par le sens commun est que l'on n'a jamais eu besoin, pour décrire l'état des chats, du principe de superposition quantique ! Par conséquent, personne ne doute que le chat est soit mort, soit vif, mais pas les deux.

SCHRÖDINGER n'est pas allé plus avant dans la résolution de ce problème, considérant simplement que la physique quantique ne s'appliquait pas à l'échelle macroscopique.

Mais dans le cadre de notre réflexion, on se demande maintenant où est la **frontière** entre ces deux comportements : superposition d'états quantiques d'un atome radioactif et monde classique d'un chat mort ou vif, mais pas les deux.

### 2.3.2. La décohérence quantique :

La frontière floue qui sépare le quantique du classique est longtemps restée un problème purement théorique. Mais grâce à l'évolution de la technologie on peut désormais manipuler des objets quantiques (atomes, photons) un à un et les coupler de façon contrôlée avec un appareil macroscopique.

L'équipe du P<sup>r</sup> Serge HAROCHE, physicien français (Prix Nobel de Physique 2012), a effectué une série de travaux sur la mesure de la lumière lorsqu'elle a une intensité extrêmement faible et qu'on doit la décrire en termes de photons. Jusqu'à présent, pour mesurer la lumière on était obligé de la détruire : de même que les photorécepteurs de la rétine absorbent l'énergie du photon et la transforment en message chimique pour permettre la vision, les instruments de mesure que la technologie moderne utilise (photomultiplicateur, photodiode) absorbent et donc détruisent le photon étudié.

Or l'équipe du P<sup>r</sup> HAROCHE a réussi à concevoir des expériences qui permettent de détecter des photons mais sans les détruire. Cette découverte a permis la réalisation de nouvelles expériences. Ainsi a-t-on mis un objet (atome) dans des conditions particulières de telle sorte qu'il soit coupé de toute interaction avec l'environnement : sous ultravide pour qu'il n'interagisse pas avec les molécules de l'air, dans l'obscurité totale pour qu'il n'interagisse pas avec les photons de la lumière, à une température de moins d'un degré absolu (environ -273°C) pour qu'il n'interagisse pas avec le rayonnement thermique, etc. Dans ces conditions, l'objet quantique se retrouve dans une superposition d'états. L'expérience consiste à lui envoyer des photons et observer à quel moment il cesse d'être quantique. On analyse quantitativement la vitesse à laquelle les états superposés disparaissent. Le résultat est qu'au bout de quelques photons, de quelques nanosecondes, la fonction d'onde s'effondre : l'objet n'est plus dans une superposition d'états et donc cesse d'être quantique et peut être décrit selon les lois de la physique classique.

Par ailleurs, l'analyse des résultats de cette expérience montre une propriété essentielle de la décohérence qui entraîne la fragilité des états superposés à l'échelle macroscopique. Sans entrer dans des détails algébriques abscons, considérons simplement que ces expériences vérifient une loi comme quoi le temps de décohérence (c'est-à-dire le temps de vie des états superposés) est inversement proportionnel à la taille de l'objet considéré. ***De facto, lorsqu'on arrive à des systèmes macroscopiques, le temps de décohérence devient infiniment court.***

Où est la limite de taille ? En fait, il n'y en a pas de précise. Des objets relativement gros (jusqu'à 60  $\mu\text{m}$  dans l'expérience d'Aaron D. O'Connell<sup>25</sup>, soit la taille d'un cheveu) peuvent avoir des

---

<sup>25</sup> O'CONNELL A.D., 2010, *Quantum ground state and single-phonon control of a mechanical resonator*, Nature, 1 avril 2010



comportements quantiques. A la condition, cependant, d'être totalement coupés de l'environnement comme nous l'avons vu si haut (ultravide, obscurité absolue, zéro absolu, etc.) pour éviter toute interaction qui effondrerait rapidement la fonction d'onde.

## 2.4. CONCLUSION :

Ces expériences nous permettent donc d'explorer la limite entre le quantique et le classique. Pour rappel, comme nous l'avons vu précédemment, l'aspect essentiel de la physique quantique est l'existence d'une superposition d'états. Si un système est quantique, il peut se trouver à la fois dans deux états décrits classiquement de façon différente, pour ainsi dire suspendu entre eux. Cependant lorsqu'on considère des systèmes formés d'un grand nombre d'atomes ou des champs lumineux intenses formés d'un grand nombre de photons, les lois observées sont les lois habituelles, classiques, du monde macroscopique. Donc **la physique classique est en fait une limite, lorsqu'on augmente la taille des systèmes, de la physique quantique**. Et comprendre cette limite, ce passage d'une physique à l'autre, est l'un des aspects importants de la physique moderne. Comme nous l'avons vu, un système passe du quantique au classique par un ensemble de phénomènes rassemblés sous le terme de **décohérence** : c'est la perte de la cohérence quantique, la perte des superpositions d'états liée au fait que l'information fuit de façon inexorable dans l'environnement.

Voilà, en fait, la raison pour laquelle les physiciens quantiques actuels considèrent qu'**un corps humain à 37,7°C, de 70 kilogrammes, qui n'est bien entendu pas isolé de son environnement (air, lumière, chaleur...), ne peut en aucun cas être considéré comme quantique** et qu'aucune manifestation quantique ne peut y être observée. Il en va bien évidemment de même pour le reste du monde vivant. C'est un sujet d'un intérêt capital et très étudié. La découverte avérée de manifestations quantiques au sein du Vivant à température ambiante constituerait une preuve qu'au cours de l'Evolution des organismes (les études se portent actuellement sur des algues marines) ont su développer des mécanismes protecteurs limitant les effets de la décohérence quantique. Cela constituerait une révolution dans le monde de la Biologie et un important changement de paradigme.



### 3. CHAPITRE TROISIÈME : LE MOT DE LA FIN...



« *Personne ne comprends rien à la physique quantique* »  
Richard P. FEYNMAN (Prix Nobel de physique 1965)

La physique quantique est un vaste et complexe domaine de recherche qui ne permet pas l'approximation. Elle repose sur des modèles mathématiques d'une très grande exactitude. Bien que ses conclusions dépassent souvent notre entendement, notre perception du monde et notre intuition immédiate, nous sommes là face à une science dure qui laisse peu de place aux interprétations subjectives. C'est un modèle qui nous questionne, mais il semble prudent de se garder de sortir du cadre épistémologique pour s'aventurer dans des justifications scientifiques hasardeuses de concepts métaphysiques ou ésotériques.

De nombreux auteurs y vont de leurs idées, tentant de créer des ponts entre l'esprit et la matière par des syncrétismes mêlant théorie quantique et tel ou tel modèle de thérapie, à grand renfort de non-séparabilité quantique, d'incertitude de Heisenberg, de dualité, d'espace-temps et d' $E = mc^2$ . La littérature contemporaine offre pléthore d'ouvrages sur la médecine quantique, la guérison quantique, la conscience quantique, etc. Dans cette droite lignée, désormais, des concepts d'ostéopathie quantique apparaissent. On voit fleurir des thèses et mémoires de fin d'études (*Cf. bibliographie*) concluant qu'il est temps pour les ostéopathes de changer leur vision de la guérison et d'accepter le message de la physique quantique. Physique sur laquelle on pourrait, selon eux, avantageusement se baser pour donner une justification scientifique à des concepts jusqu'alors purement ostéopathiques, tel que l'ostéopathie biodynamique par exemple.

Cependant, pour les raisons que nous avons évoquées dans le deuxième chapitre, d'un point de vue scientifique pur et dur, le corps humain n'est pas quantique. Une nouvelle découverte et un changement de paradigme ne sont jamais à exclure, mais jusqu'à preuve du contraire c'est un fait acté par la communauté scientifique, dont l'immense majorité des membres se range derrière ce consensus. Ainsi, vouloir donner une assise scientifique à ces concepts ostéopathiques en basant sa démonstration sur le modèle quantique apparaît parfaitement contre-productif. Puisqu'en effet il semble bien s'agir là d'une volonté de crédibiliser les concepts les plus éthérés de l'ostéopathie face à la communauté scientifique, en prenant pour socle commun une théorie basée sur la science la plus dure qu'il soit, les mathématiques. Or, en voulant paraître plus catholique que le pape, on risque au contraire de discréditer une discipline déjà trop souvent taxée de charlatanisme, en lui ajoutant un adjectif tout à fait inapproprié : « ostéopathie quantique ».

Il va sans dire – mais cela ira encore mieux en le disant ! – que cette conclusion ne permet en aucune façon de remettre en cause l'efficacité de l'ostéopathie en général et de l'ostéopathie liquidienne en particulier. Ce n'est d'ailleurs pas ici le propos. Nous avons simplement mis l'accent sur le fait que ceux qui tentent de développer une théorie expliquant le mode d'action des pratiques liquidiennes en prenant pour prémisse le modèle quantique s'égarent peut-être... Si on veut absolument trouver un cadre scientifique aux pratiques liquidiennes, quitte à les faire

rentrer dedans à grand coup de marteau, il semblerait plus fécond de se détourner de la théorie quantique pour d'autres modèles. Peut-être des modèles offrant plus d'espace à l'interprétation subjective.

On pourrait aussi prendre le parti de considérer qu'il est intéressant, mais qu'il n'est pas nécessaire d'expliquer les phénomènes de la Vie par le langage scientifique.

*« Le clinicien se trouve ici avantagé par rapport au scientifique établi qui cherche à démontrer la réalité à l'aide de quelques moyens ou mesures de seconde main. Nous ne voulons pas commettre l'erreur de négliger la réalité, simplement parce que nous ne pouvons la voir sur une carte<sup>2</sup>. » (Paul Lee)*

En effet, cette volonté de justifier scientifiquement l'ostéopathie peut être discutée. Si on se base sur la définition qu'a donné Claude BERNARD (1813-1872) à la Science, à savoir que « *tout phénomène non reproductible et contraire au fait établi par une expérimentation rigoureuse doit être repoussé comme un fait non scientifique* », l'ostéopathie peut-elle alors espérer un jour entrer dans ce cadre ? Est-ce d'ailleurs souhaitable ? Tout ostéopathe, comme tout thérapeute holiste, conviendra qu'il est fondamentalement impossible de reproduire une consultation à l'identique puisqu'il ne traite pas une maladie mais une personne. Une consultation n'est pas scientifique et, par définition même, l'ostéopathie ne l'est pas non plus.

Par ailleurs, on sait qu'en l'état actuel des choses la Physique sera lacunaire tant qu'on ne parviendra pas à unifier le modèle quantique (monde de l'infiniment petit) au modèle relativiste (monde de l'infiniment grand). C'est un des grands enjeux actuels de la communauté scientifique. Mais les théories d'unification des physiques sont encore nombreuses et incomplètes (théorie des cordes, gravitation quantique à boucles, etc.). Le changement de paradigme que provoquerait une telle découverte ouvre des perspectives vertigineuses pour le futur de nos sociétés. Quant à ce qui nous concerne, cette théorie de l'unification devra expliquer la nature et la structure de ce que nous appelons le « vide ». Et il faut s'appliquer à considérer que vue les distances colossales éloignant le noyau atomique de ses électrons, notre véritable constituant est bien ce « vide » puisque nous en sommes composés à plus de 99,999 %

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- BECKER, R., 1965, *Be Still and Know*, The Cranial Academy Newsletter december 1965
- BRIERLEY, J.B., 1950, *The penetration of particulate matter from the cerebrospinal fluid into the spinal ganglia, peripheral nerves, and perivascular spaces of the central nervous system*, *Neurol Neurosurg Psychiatry*, 13 Aout
- BROOKS, R.E., 2013, *L'immobilité de la vie : la philosophie ostéopathique de Rollin E. Becker, DO*, France : Editions Sully
- CHIKLY, B., 2004, *Lymph drainage therapy*, USA : I.H.H. Publishing, 2<sup>nd</sup> Ed.
- ERLINGHEUSER, R.F., 1959, *The circulation of the cerebrospinal fluid through the connective tissue system*, *Academy of Applied Osteopathy Year Book*
- EVRARD, P., 2002, *Ostéopathie vétérinaire : introduction à l'ostéopathie crânio-sacrée appliquée au cheval*, Thy-le-Château : Olivier éditeur
- FRYMANN, V.M., 2000, *L'ostéopathie en hommage aux enfants – L'œuvre de Viola Frymann*, D.O., Montréal, Editions Spirales
- GINTIS, B, 2007, *Engaging the movement of life*, USA : Editions North Atlantic Books
- JEALOUS, J., 1992, *Tensions réciproques*, *The Cranial Letter*
- LE CORRE, F., TOFFALONI, S., 1998, *L'ostéopathie*. Paris : Edition Presse Universitaire de France, 2<sup>e</sup> édition corrigée.
- LEE, P, 2005, *Interface*, Paris : Editions Sully
- MAGOUN, H.I., 2011, *Ostéopathie dans le champ crânien : édition originale*, France : Editions Sully
- MILLARD, F.P., 2014, *Anatomie appliquée du système lymphatique*, France : Editions Sully
- SCHMITT, I., 2001, *Evolution de la perception chez William Garner Sutherland*, Mémoire d'ostéopathie, Paris, France
- SILLS, F., 2001, *Craniosacral biodynamics*, USA : Editions North Atlantic Books
- STILL, A.T., 1908, *Autobiography of A.T. Still*, Indianapolis, IN : The American Academy of Osteopathy, Republié en 1981
- STILL, A.T., 2001, *La philosophie et les principes mécaniques de l'ostéopathie*, Paris : Edition Frison-Roche

STILL, A.T., 2003, *Philosophie de l'Ostéopathie*, France : Editions Sully

SUTHERLAND, W.G., 2006, *Enseignement dans la science de l'ostéopathie*, Sutherland Cranial Teaching Foundation

TRICOT, P., 2002, *Approche tissulaire de l'ostéopathie, livre 1 : un modèle du corps conscient*, France : Editions Sully

WILLARD, F., 2003, Entretien réalisé avec le professeur Frank Willard, PhD, le 10 novembre 2002 par Laurence Deora et Henri O. Louwette, ApoStill, n°13 – Printemps/été 2003

- **Articles :**

ASPECT, A., GRANGIER, P., ROGER, G., 1982, *Physical Review Letter.*, 49, 91

DAVISSON, C. J.; GERMER, L. H., 1928-04-01, *Reflection of Electrons by a Crystal of Nickel*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 14 (4): 317–322

O'CONNELL A.D., 2010, *Quantum ground state and single-phonon control of a mechanical resonator*, *Nature*, 1 april 2010



## BIBLIOGRAPHIE :

- Ouvrages :

- BECKER, R., 1965, *Be Still and Know*, The Cranial Academy Newsletter december 1965
- BOZZETTO, M., *Le L.C.R. Fluctuations latérales et longitudinales*, direction de Marc Bozzetto  
MRO M Cr OA, Collège Ostéopathique Atman
- BRIERLEY, J.B., 1950, *The penetration of particulate matter from the cerebrospinal fluid into the spinal ganglia, peripheral nerves, and perivascular spaces of the central nervous system*, Neurol Neurosurg Psychiatry, 13 Aout
- BROOKS, R.E., 2013, *L'immobilité de la vie : la philosophie ostéopathique de Rollin E. Becker, DO*, France : Editions Sully
- CHIKLY, B., 2004, *Lymph drainage therapy*, USA : I.H.H. Publishing, 2<sup>nd</sup> Ed.
- CHOPRA, D., 1990, *Le corps quantique*, Paris: InterEditions
- COMEAX, Z., 2008, *Incendie dans la prairie*, France : Editeur Pierre Tricot
- DAMSION, A.R., 1995, *L'erreur de Descartes, la raison des émotions*, Paris : Editions Odile Jacob
- DEFRANCE de TERSANT, C., 1988, *Les sinus veineux du crâne une clé des migraines...*, Editions De Verlasques / Eurostéo
- ERLINGHEUSER, R.F., 1959, *The circulation of the cerebrospinal fluid through the connective tissue system*, Academy of Applied Osteopathy Year Book
- EVARD, P., 2002, *Ostéopathie vétérinaire : introduction à l'ostéopathie crânio-sacrée appliquée au cheval*, Thy-le-Château : Olivier Editeur
- EMOTO M., 2004, *Les messages cachés de l'eau*, Paris : Guy Trédaniel Editeur
- EMOTO M. ; Fliege J., 2005, *Le pouvoir guérisseur de l'eau*, Paris : Guy Trédaniel Editeur
- ESPAGNAT (d'), B., 1993, *A la recherche du réel : Le regard d'un physicien*, France : Bordas Editions
- FRYMANN, V.M., 2000, *L'ostéopathie en hommage aux enfants – L'œuvre de Viola Frymann, D.O.*, Montréal : Editions Spirales
- GINTIS, B, 2007, *Engaging the movement of life*, USA : Editions North Atlantic Books

HARAMEIN Nassim, 2012, *L'Univers décodé ou la théorie de l'unification*, Québec : Louise Courteau éditrice

ISSARTEL, M.; ISSARTEL, L., 1983, *L'ostéopathie exactement*, France : Éditions Robert Laffont

JEALOUS, J., 1992, *Tensions réciproques*, The Cranial Letter

LARROCHE, M., 1994, *Mes cellules se souviennent*, Paris : Editions Guy Trédaniel éditeur

LASZLO, E., 2005, *Science et champ akashique*, Canada : Ariane Éditions

LASZLO, E., 2008, *Science et champ akashique tome 2*, Canada : Ariane Éditions

LE CORRE, F., TOFFALONI, S., 1998, *L'ostéopathie*. Paris : Edition Presse Universitaire de France, 2<sup>e</sup> édition corrigée

LEE, P., 2005, *Interface*, Paris : Editions Sully

MAGOUN, H.I., 2011, *Ostéopathie dans le champ crânien : édition originale*, France : Editions Sully

MEYER, P. ; TRIADOU, P., 1966, *Leçons d'histoire de la pensée médicale*, Editions Odile Jacob

MILLARD, F.P., 2014, *Anatomie appliquée du système lymphatique*, France : Editions Sully

MONVOISIN, R., 2013, *Quantox : Mésusages idéologiques de la mécanique quantique*, Book-e-book

NIETZSCHE, F., 1995, *Humain, trop humain*, France : Editions Le Livre de Poche

SHAPIRO, D., 1998, *L'intelligence du corps*, France : Éditions Dangles

SCHWENK, T., 2014, *Le chaos sensible*, Paris : Editions Triades

SILLS, F., 2001, *Craniosacral biodynamics*, USA : Editions North Atlantic Books

STILL, A.T., 1908, *Autobiography of A.T. Still*, Indianapolis, IN : The American Academy of Osteopathy, Republié en 1981

STILL, A.T., 2001, *La philosophie et les principes mécaniques de l'ostéopathie*, Paris : Edition Frison-Roche

STILL, A.T., 2003, *Philosophie de l'Ostéopathie*, France : Editions Sully

SUTHERLAND, W.G., 2006, *Enseignement dans la science de l'ostéopathie*, Sutherland Cranial Teaching Foundation

TRICOT, P., 2002, *Approche tissulaire de l'ostéopathie, livre 1 : un modèle du corps conscient*, France : Editions Sully

TROWBRIDGE, C., 2010, *Naissance de l'ostéopathie, vie et œuvre de Andrew Taylor Still*, France : Editions Sully

VIGNERON, G., 2013, *Un médecin face à l'invisible*, Paris : Editions Le Relié

WILLARD, F., 2003, Entretien réalisé avec le professeur Frank Willard, PhD, le 10 novembre 2002 par Laurence Deora et Henri O. Louwette, ApoStill, n°13 – Printemps/été 2003

- **Thèses et mémoires de fin d'études :**

BERUBE, C., 2008, *L'influence de l'intention du thérapeute sur les tissus du patient*, Thèse d'ostéopathie, Montréal, Canada

BOILLEY Julien, 2012, *La théorie quantique appliquée au champ ostéopathique : intégration de l'esprit dans la matière*, Mémoire d'ostéopathie, Nanterre, France

CANARELLI, A., 2011, *La vitalité, mode d'expression et mécanismes de production*, Thèse d'ostéopathie, Montréal, Canada

LOUSSOUARN, S., 2014, *Histoire de « l'approche biodynamique » en ostéopathie*, Mémoire d'ostéopathie, Pantin, France

MALIGE, J., 2003, *Eléments remarquables de physique contemporaine et ostéopathie biodynamique*, Mémoire d'ostéopathie, Paris, France

POTVIN C., 2008, *Etude qualitative sur la mémoire corporelle*, Thèse d'ostéopathie, Montréal, Canada

SCHMITT, I., 2001, *Evolution de la perception chez William Garner Sutherland*, Mémoire d'ostéopathie, Paris, France

- **Conférences (visualisables sur Youtube)**

BOUSQUET, J., *Au cœur du vivant*, le 3 mars 2003 au colloque « Energies libres »

BOBROFF, J., *Les supraconducteurs et leurs fascinantes propriétés*, 1<sup>er</sup> février 2011, Les Mardis de l'Espace des sciences, Paris, France

BOBROFF, J., *Voir la quantique*, 2014, Les Mardis de l'Espace des sciences, Paris, France

HARAMEIN, N., *L'univers connecté*, le 25 juin 2015 à Bruxelles, Belgique

HARAMEIN, N., *L'univers connecté*, le 20 juin 2015 à Paris, France

HAROCHE, S., *Principes, expériences de pensée réalisables aujourd'hui au laboratoire*, 2000, Université de tous les savoirs, Collège de France, Paris, France

HAROCHE, S., *Jongler avec des photons dans une boîte pour explorer la frontière classique-quantique*, 27 mars 2014, Ecole Polytechnique, Université Paris-Saclay, Paris, France

HENRY, M., *Les nouvelles logiques du vivant*, Colloque organisé par l'Université Interdisciplinaire de Paris, 12 avril 2014, Paris, France

KLEIN, E., *Comment la physique quantique est-elle née ?*, Saison 2006/2007, Cité des sciences et de l'industrie, Paris, France

KLEIN, E., *Pourquoi les quanta sont-ils si troublants ?*, Saison 2006/2007, Cité des sciences et de l'industrie, Paris, France

KLEIN, E., *Comment « interpréter » la physique quantique ?*, Saison 2006/2007, Cité des sciences et de l'industrie, Paris, France

SPIRO, M., *Vide quantique, source d'énergie et d'émerveillement*, le 2 décembre 2003, Université Pierre & Marie CURIE, Paris, France

- **Articles :**

ASPECT, A., GRANGIER, P., ROGER, G., 1982, *Physical Review Letter.*, 49, 91

DAVISSON, C. J.; GERMER, L. H., 1928-04-01, *Reflection of Electrons by a Crystal of Nickel*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 14 (4): 317–322

O'CONNELL A.D., 2010, *Quantum ground state and single-phonon control of a mechanical resonator*, *Nature*, 1 april 2010