

**Quand l'extrême Scepticisme mène à la Vallée de l'Ignorance
Ou**

La non-applicabilité des principes de la thermodynamique au vide quantique

par Marc Hermans, mai 2002

"When any one says "theoretically", they really mean "not really"." David Parnas

1.	<u>INTRODUCTION</u>	<u>3</u>
2.	<u>DE QUOI PARLONS-NOUS ?</u>	<u>4</u>
3.	<u>LES FONDEMENTS DE LA THERMODYNAMIQUE.....</u>	<u>5</u>
4.	<u>VERS UNE PHYSIQUE HOLISTIQUE : LES MODELES ET LEURS LIMITES.....</u>	<u>8</u>
5.	<u>CONCLUSION</u>	<u>9</u>
6.	<u>ANNEXES</u>	<u>11</u>
6.1.	ANNEXE I: LES FONDEMENTS THÉORIQUES DE LA THERMODYNAMIQUE	11
6.2.	ANNEXE II: QUELQUES COMMENTAIRES DE PHYSICIENS.....	13
6.3.	ANNEXE III : L'INCOMPLÉTUDE DE LA THÉORIE QUANTIQUE	16
6.4.	ANNEXE IV : L'EFFET AHARONOV-BOHM	17

1. INTRODUCTION

“Il existe deux façons de se laisser vivre sans problème: croire en tout ou douter de tout : les deux nous dispensent de penser.”¹

« Question d'un profane émerveillé:

-quand on sait tout ce qu'on sait sur le vide, qu'est-ce qu'on attend pour en faire une source d'énergie?

Réponse d'un spécialiste:

-Impossible, par Carnot! Reculez, ténèbres de l'ignorance! relisez vos classiques du 19e siècle...: aucune énergie ne peut être extraite d'un "réservoir de chaleur" se trouvant-par définition-au zéro absolu ! »

En clair: l'application des « principes de la thermodynamique » au milieu énergétique du vide est généralement le seul et dernier argument choc qui est censé dissuader les esprits curieux et impertinents et "confondre" dans la foulée ceux qui osent vouloir transformer ce "milieu" en source d'énergie utile...

Je verrai plutôt cette attitude pseudo-épistémologique comme une démarche de la dernière chance, sorte de rempart intellectuel auto-protecteur de la part de ceux qui n'osent pas encore voir les choses en face.

D'un côté le vide quantique est le lieu de toutes les folies, plus délirantes les unes que les autres. On est dans la science spectacle, parfois directement inspirée d'Alice au pays des merveilles ou de la série télévisée Star Trek!.. A en croire les "vrais" physiciens le vide serait, au niveau microscopique, bouillonnant d'une activité visible et invisible, plein d'une énergie quasi infinie (virtuelle ou non selon le cas) qui se déploie en 6 ou 26 dimensions, sans compter les univers parallèles² évoqués par certains et/ou nécessaires pour d'autres, mais quant à imaginer qu'il y a une quelconque énergie « utile », alors là non, tout mais pas ça ! Le raisonnement se bloque et les esprits se ferment comme une huître. « It's just there », ainsi que l'écrit le professeur Louis Bloomfield³ à propos de l'énergie du point zéro...

Le deuxième principe de la thermodynamique est ensuite brandi comme l'ultime argument censé discréditer toute recherche en ce sens. Mais a-t-on vraiment cherché à trouver les bases de ce phénomène ? Il semble que peu d'études sérieuses ont été faites jusqu'à ce jour pour (a) en comprendre le mécanisme de base, encore moins pour (b) savoir si on peut le manipuler, et quasiment aucune pour (c) investiguer des expériences et des phénomènes déjà connus dans lesquels les principes de la thermodynamique classique ne seraient éventuellement pas d'application...

¹ *“There are two ways to slide easily through life - to believe everything or to doubt everything. Both ways save us from thinking.”* Werner Schmidlin (réponse à un sceptique concernant le Lutec 1000)

² Aaahh! les bons vieux univers parallèles! N'oubliez jamais les univers parallèles, ne sortez pas de chez vous sans votre univers parallèle personnel. Quand vous vous trouvez en mauvaise posture (pendant une conférence ou dans un dîner en ville par exemple) évoquez les univers parallèles: ça impressionne, ça ouvre des horizons, ça rend optimiste et ça détend l'atmosphère. De plus ça ne coûte pas cher, c'est totalement invérifiable et dénué d'effets secondaires.

³ [Louis A. Bloomfield: howthingswork.virginia.edu](http://rabi.phys.virginia.edu), 1997, Professor of Physics, The University of Virginia (http://rabi.phys.virginia.edu/HTW/home_mar_1997.html)

Extrait: *“Thus an electron that is localized at all--that is known to be within a certain region of space--must have a certain minimum energy, even if it is stationary. This minimum energy is called zero point energy and it is a consequence of trying to localize the particle within a certain region of space. Since the zero point energy is a base level and can't be reduced, you can't use zero point energy to do anything useful. It's just there.”*

Ce n'est que très récemment que des publications de haut niveau ont établi les bases de cette voie de recherche⁴.

2. DE QUOI PARLONS-NOUS ?

Sans même évoquer les expérimentations visant à produire de l'énergie à partir des champs de point zéro, des arguments rationnels sont émis par des physiciens montrant que le domaine d'application de ces fameux principes de la thermodynamique s'arrête là où commence le vide quantique lui-même. N'oublions pas que les lois de la thermodynamique concernent les propriétés statistiques de l'énergie et de la matière quantifiée, et non du vide, dont les propriétés étranges et "contraires au sens logique" n'ont été découvertes que bien plus tard, et dont les fondateurs de la thermodynamique statistique ne soupçonnaient pas l'existence.

De fait, depuis Einstein et son interprétation des résultats de l'expérimentation de Michelson-Morley⁵, les propriétés du vide ont été définies comme « par défaut »⁶. Elles ont en outre été accumulées petit à petit, comme à reculons, toujours avec la conviction profonde (la croyance ?) que cette *toile de fond* n'est que l'antichambre du « néant ». Ce n'est qu'à demi-mot, et avec le temps, que la théorie quantique reconnaîtra peu à peu le « vide » comme un médium actif et en fera un de ses ingrédients de base. Quels trésors d'ingéniosité sémantique ont été déployés pour conserver à la matière son caractère autonome et indépendant, un peu comme les épicycles de Ptolémée avaient pour but de garder la Terre au centre du monde⁷.

⁴ Voir notamment les avancées de l'école de Prigogine dans le dossier en trois parties sur <http://www.scientecmatrix.com> (accessible par >Opinions>Scientists who make a difference>Prigogine>Part 01 - 02 - 03). Voir également les extraits repris en annexe.

⁵ Les résultats de cette fameuse expérience font jusqu'à aujourd'hui l'objet de discussions et de ré-interprétations. Voir notamment **Finslerian Extension of Lorentz Transformations and First-Order Censorship Theorem, G. S. Asanov**, Foundations of Physics Letters, **15** (2): 199-207, avr. 2002
Résumé: *Granted the post-Lorentzian relativistic kinematic transformations are described in the Finslerian framework, the uniformity between the actual light-velocity anisotropy change and the anisotropic deformation of measuring rods can be the reason proper for the null results of the Michelson-Morley-type experiments at the first-order level.*

⁶ Extraits de Michel Cassé, **Du vide et de la création**, Ed. Odile Jacob, 1993
p. 162 : « Ce serait un exercice bien attachant que de suivre la valorisation progressive du vide chez les physiciens d'Occident, tâche qui appellerait parallèlement une recherche tendant à préciser les traits sous lesquels s'est présenté le *non-être* depuis les philosophes présocratiques jusqu'à Bergson. » (...) « Du vide on dira, maintenant de manière affirmée, qu'il est *l'état minimal d'être*, l'état d'énergie minimum du système de champ qui constitue le monde, l'espace serein, le repos invisible des champs. » (...) « Par cette ruse de langage on s'accorde la liberté de considérer que l'énergie minimale du vide n'est pas forcément nulle, ce qui revient, le cas échéant, à lui attribuer un contenu. Et en lui affectant une énergie non nulle, on lui donne une chance d'évoluer. »

⁷ Au vu du « zoo » des particules connues actuellement et des efforts sémantiques pour préserver certaines apparences, on peut parler du « mythe de la brique fondamentale » de la matière.
Lire à ce propos une récente lettre de Patrick Driessen publiée dans le Courrier des lecteurs du Sciences & Avenir N°663 de mai 2002 (<http://www.sciencesetavenir.com/articles/p663/COURRIER.html>): « Il s'est abattu une chape de plomb de conformisme sur la science alors que plus aucun résultat marquant n'est apparu depuis environ cinquante ans. Rien de comparable à la théorie de la relativité, à la théorie quantique, etc. Et qu'on ne me parle pas de celle des cordes (cette usine à gaz prédisant des dizaines de particules jamais observées) ni du modèle standard (qui ne comporte pas moins de 26 paramètres entrés à la main). »

Malheureusement, suite à cette conviction scientifique, doublée d'un manque de motivation, on a projeté sur le vide des propriétés de la matière elle-même. On peut tenter ici une analogie avec le problème de la conscience. A chaque évolution de la technologie a correspondu une nouvelle grille d'interprétation matérialiste. On a d'abord assimilé la boîte noire qu'est le cerveau humain à une mécanique, puis à une super-réaction chimique, puis à un super-système cybernétique, puis à un hologramme organique, et enfin au chaos quantique...

Ainsi que le montrent les travaux de David Bohm (<http://www.archipress.org/episteme/bohm.htm>), de Jean-Pierre Vigié (<http://qedcorp.com/pcr/vigier/slides/vigier.htm>), de Mendel Sachs (<http://www.compukol.com/mendel/>), de Laurent Nottale (<http://www.daec.obspm.fr/users/nottale/>) et de bien d'autres il existe un lien intime et naturel entre l'espace-temps, les fluctuations d'énergie, la « courbure », la gravitation, l'inertie, ainsi que les propriétés « non locales » des interactions fondamentales. Tout cela forme un tout indivisible, qui peut devenir cohérent si on prend comme acteur fondamental et universel l'espace-temps lui-même. Cela suppose de développer un nouveau langage conceptuel et un outil mathématique approprié, qui fera apparaître d'une part de nouvelles propriétés⁸, et d'autre part la matière et ses interactions comme conséquence *secondaire* de ses propriétés de base.

Une des tendances actuelles de la physique est de faire des expériences virtuelles. Grâce à l'informatique on fait « tourner » des modèles mathématiques qui exécutent des calculs astronomiques. Grisée par ses succès historiques, la physique a persisté dans des voies de moins en moins fécondes. La plupart des miracles technologiques issus de l'application de la théorie quantique ont été décrits et prédits il y a des dizaines d'années. (transistors Josephson, effets EPR, effet Casimir, condensats de Bose-Einstein, ...). Curieusement, certaines voies de recherche trouvent des défenseurs beaucoup plus aisément que d'autres⁹...

Car tout se passe « comme si » la matière était composée de « particules élémentaires » « identiques » et « indiscernables ». Le problème est qu'il faut à chaque niveau d'échelle (molécules, atomes, noyaux, protons, quarks, cordes, etc..) redéfinir cet élément « fondamental ». Il s'agit donc d'un artefact, d'une commodité théorique, d'un concept abstrait, d'un cadre interprétatif, plus ou moins facile à modéliser en partant des propriétés macroscopiques observables de notre univers (lois de Newton, de Maxwell, etc..), mais EN AUCUN CAS d'une RÉALITÉ microphysique¹⁰. Ce simple raisonnement n'est pas encore, en Occident, évident pour tous.

3. LES FONDEMENTS DE LA THERMODYNAMIQUE

“In this house, young lady, we OBEY the laws of thermodynamics”¹¹

⁸ et permettront la venue du Quantum Vacuum Engineering. Voir notamment le site du CIPA : **Technology Projects for the Future: Quantum Vacuum Engineering** - <http://www.calphysics.org/newtech.html>

⁹ Prenons par exemple le cas de la fusion nucléaire : malgré des résultats expérimentaux médiocres, et systématiquement inférieurs aux attentes des spécialistes, de laborieux programmes de recherche-développement ont été entrepris depuis des dizaines d'années. Des milliards de dollars ont été investis et des milliers de chercheurs y ont consacré leur carrière (des chercheurs qui cherchent on en trouve, des chercheurs qui trouvent on en cherche...).

¹⁰ Ne dit-on pas, en mécanique quantique, que les *particules* ne se *matérialisent* (c'est à dire se localisent) que lors du *collapse* de la fonction d'onde...

¹¹ Homer Simpson punissant Lisa pour la fabrication d'une machine à mouvement perpétuel...Extrait du dessin animé américain Les Simpsons (cité par Craig Callender)

La thermodynamique classique peut être vue comme une approximation de la mécanique statistique classique qui elle-même peut être déduite comme approximation de la mécanique quantique¹². La remise en perspective de cet ensemble permet de relativiser les domaines d'application de chacune de ces disciplines ainsi que de découvrir peut-être de nouvelles propriétés.

Après une analyse extensive des fondements qui sont à l'origine de la thermodynamique (voir les extraits d'articles en annexe I), des physiciens en sont récemment arrivés à la conclusion suivante : le deuxième principe de la thermodynamique pourrait, en dernière analyse, être relié à la mécanique quantique par le phénomène de la *décohérence*¹³.

La décohérence est le germe quantique de l'entropie ! En d'autres termes, c'est le seul élément qui introduit une asymétrie temporelle à un moment donné de l'interaction quantique.

Cela aurait comme conséquence immédiate de montrer que l'univers ne produirait de l'entropie que dans des conditions bien particulières. Le vide quantique, quant à lui, ne serait pas concerné par ce phénomène. Il s'agirait d'une propriété statistique qui *n'émerge* que lors de l'actualisation (par une asymétrie temporelle) des valeurs *observables* quantiques suite à *l'effondrement* de la fonction d'onde. Maintenant nous voilà avec un tout autre phénomène. Qu'est-ce qu'exactly la décohérence, quand et comment se produit-elle exactement, et quelle en est la signification réelle ? Bien peu peuvent répondre actuellement à ces questions.

D'après le physicien Roger Penrose, qui s'exprime dans un récent article du *Newscientist*¹⁴, la décohérence est un processus naturel qui permet à deux ensembles matériels distincts de minimiser leurs différences de fluctuations d'énergie gravitationnelle, c'est-à-dire de la mise au diapason de leur « tissu commun d'espace-temps » local, qui constitue aussi l'arrière-plan des échanges quantiques¹⁵. Le Potentiel Quantique de Bohm est aussi impliqué dans ce phénomène. Toute présence de matière structure en quelque sorte son espace-temps environnant de façon particulière. La décohérence n'est peut-être que la partie émergée d'un subtil processus qui se joue au niveau du vide quantique lui-même.

¹² Voir les extraits de David Wallace en annexe I **Implications of quantum theory in the foundations of statistical mechanics**, September 27, 2001. Extraits "The moral seems to be that the quantum-mechanical and entropic arrows of time are closely linked. Depending on our interpretation we may solve one by fiat and thus solve the other, or we may recognise both as aspects of the same problem. But it seems unwise to attempt to solve them separately." (...) "Here we have possibly the most powerful reason for including decoherence (and thus, interaction with other systems) when considering statistical systems, as was advocated in section 2.3: there is just no such thing as a totally isolated, approximately classical system. Such systems are artifacts of classical mechanics proper: they do not exist in classical-domain quantum mechanics, and hence do not exist in the actual world."

¹³ **Décohérence**. Extrait de Ivan Semeniuk dans l'article **Cat-in-the-box, New Scientist**, 9 Mars 2002. « The trouble is, in the quantum world both possibilities occur simultaneously. Physicists refer to this as a "superposition of states". According to orthodox quantum theory, the superposition endures until someone looks into the box to see what has happened. The observation doesn't have to be direct. The photon might be seen to have arrived at one place or another, for example, allowing someone to infer the state of the cat. But whatever form it takes, this act of observation plays a critical role: it is the physical transmission of information during an observation that causes the superposition to collapse and seal the cat's fate. Physicists call this leakage of information "decoherence". » L'article prend comme référence historique la fameuse expérience imaginaire du chat formulée par le physicien Schrödinger. Cette expérience de pensée, dont l'issue fait directement intervenir la décohérence, est censée trancher définitivement entre les interprétations antagonistes de ce mystérieux phénomène.

¹⁴ <http://www.newscientist.com/hottopics/quantum/quantum.jsp?id=23334400>

¹⁵ Extrait de **Ivan Semeniuk, Cat-in-the-box, New Scientist**, 9 Mars 2002 "Penrose suggests that whenever a particle is in a superposition of states, then space-time must also be in a superposition. "You have two separate distortions of space-time," he says. But the particle would have slightly different amounts of gravitational energy, with respect to the objects around it, in each of these two states. So the superposition introduces an uncertainty-a kind of cosmic ambiguity-in the energy of the whole system." (...)

" Which is exactly Penrose's point. He says the energy uncertainty between two superposed states means that all

La modification de la structure des fluctuations du vide (Quantum Vacuum Engineering) aurait donc une conséquence directe sur le champ de gravitation local, sur l'inertie, sur les propriétés thermodynamiques de la matière environnante, etc. Cela nous permet d'entrevoir des développements technologiques extraordinaires¹⁶, autant dans la manipulation de la matière et de l'énergie au niveau fondamental, que pour la toute nouvelle discipline des nanotechnologies. Du point de vue de la physique holistique¹⁷, chère à David Bohm¹⁸, on a ici un bel exemple d'action du global sur le local, à l'inverse de ce que à quoi la physique nous avait habitué depuis longtemps, du moins en occident¹⁹. L'effet Aharonov-Bohm ne serait que le cas particulier d'un mode plus général d'interaction. Les propriétés (les probabilités ?) quantiques de la matière seraient subtilement modifiées par les interactions macroscopiques des ensembles dont elles font partie. On trouve ici comme un écho au principe de Mach²⁰, dont le mécanisme n'a toujours pas trouvé d'explication.

Bienvenue dans l'univers du *chaos quantique* avec son cortège de phénomènes hautement non-linéaires²¹, c'est à dire loin de l'équilibre (mais ce mot a-t-il encore un sens ?). Ce nouveau domaine commence à peine d'être exploré. Mais ceux qui sauront créer et inventer un formalisme adéquat, générateur de nouvelles technologies, seront les vrais pionniers d'un Nouveau Monde !

superpositions are inherently unstable and limited to a certain lifetime. The bigger the object in superposition, the more energy difference between the individual states that make up the superposition, and thus the bigger its energy uncertainty. And the bigger the uncertainty, the faster it decays into one state or the other.

Penrose estimates that for an object the size and mass of a proton, a superposition of states can last for millions of years. Atoms and molecules would not last as long in superposition, but still far too long for the collapse to be measured. So far this agrees with Zeilinger's experimental observations."

<http://www.newscientist.com/hottopics/quantum/quantum.jsp?id=23334400>

¹⁶ Voir notamment les extraits d'articles de Simon Diner en annexe.

¹⁷ C'est à dire qui prend en compte l'action du tout sur les parties.

Voir notamment **Holism and Nonseparability in Physics** - Stanford Encyclopaedia of Philosophy

<http://plato.stanford.edu/entries/physics-holism/>

Extrait de l'introduction: "Holism has often been taken as the thesis that the whole is more than the sum of its parts. Several different interpretations of this epigram prove relevant to physics, as we shall see. Here is a correspondingly vague initial statement of nonseparability: The state of the whole is not constituted by states of its parts. It is already apparent both that holism and nonseparability are related notions and that their exact relation needs to be clarified."

¹⁸ Voir Böhm David, *Wholeness and the implicate order*, Arc Paperbacks, Routledge and Kegan Paul Ltd., London, 1987 (première publication 1980). Voir aussi la page sur Bohm dans le site Epistème

<http://www.archipress.org/episteme/bohm.htm>

Adresse du site <http://www.archipress.org/episteme/episteme.htm>

¹⁹ Il semble que les esprits sont en train d'évoluer lentement. Voir notamment un récent article qui évoque l'application du principe holographique au vide quantique : « The Hollow Universe », newscientist, de J.R. Minkel , 27 avril 2002. Extraits (p.26) "In this view, we will have to stop thinking about "things " as fundamental features of reality. Instead of things, reality would be made of processes, such as information flow.

For Smolin, the holographic principle must be on the right track because of the way it has changed theorising about quantum gravity. "Everybody who has tried to think about this has come up with something that's shocking from the point of view of 10 years ago", he says. "That means this is very important."

²⁰ Principe de Mach: (<http://www.bun.kyoto-u.ac.jp/~suchii/mach.pr.html>) qui stipule que les propriétés inertielles locales de la matière sont en quelque sorte déterminées par la présence et la position de toutes les masses de l'univers. C'est l'archétype de l'action du global sur le local.

²¹ Voir par exemple : V.S. Anishchenko V.V. Astakhov A.B. Neiman T.E. Vadivasova L.Schimansky-Geier: "Nonlinear Dynamics of Chaotic and Stochastic Systems" <http://www.springer.de>

4. VERS UNE PHYSIQUE HOLISTIQUE : LES MODELES ET LEURS LIMITES

Vouloir comprendre la Nature sans un modèle de pensée, même simple, c'est comme essayer de sculpter un bloc de pierre sans outil. Et les modèles, comme les outils, sont toujours perfectibles.

Les modèles géométriques -au sens large- et leur choix de coordonnées sont des inventions formidables : elles permettent de parcourir un espace de perception et d'expérience²² dans lequel on décrit ensuite des *fonctions* sur des *variables*, qui sont en général des valeurs *observables* (temps, énergie, vitesse, phase, spin, etc..)

D'un point de vue épistémologique, ce processus est en quelque sorte la crystallisation d'un espace imaginaire que l'on projette sur le « réel » en espérant qu'il en *capture* les traits essentiels. C'est également un acte autant *arbitraire* (en tant qu'expression du libre arbitre) qu'*irréversible* dans ses conséquences, comme je vais tenter de l'expliquer.

Marceau Felden s'est attardé sur cette question dans un de ses ouvrages²³. Il prend de nombreuses précautions sémantiques pour montrer la relativité de tout modèle théorique vis-à-vis du réel. Son analyse claire de la question met en évidence le côté crucial des choix initiaux et des conséquences épistémologiques –et techniques- qui s'ensuivent.

Dans une construction théorique particulière, appelée Système Formel, il sera cependant plus facile de décrire certains phénomènes naturels plutôt que d'autres. En effet, certaines difficultés et même certains paradoxes purement artificiels peuvent apparaître du seul choix particulier de tel ou tel modèle²⁴.

En voici une analogie géométrique simple : le système de coordonnées longitudes-latitudes. Choisi pour *couvrir* la surface terrestre, il paie sa commodité d'utilisation au prix de la création de deux points singuliers, à savoir les pôles sud et nord, qui ont une valeur *<longitude>* indéterminée. Un autre choix de système de coordonnées, qui aurait été moins intuitif et plus difficile à utiliser, n'aurait peut-être donné aucun point singulier. Ce type de choix, bien que judicieux et pratique à première vue, n'est donc pas neutre dans ses conséquences. Car c'est évident dans ce cas (simple) : les pôles n'ont rien de particulier (si ce n'est leur température...). Pour des cas plus complexes et plus abstraits, des singularités et des contradictions théoriques peuvent apparaître sans pour autant que l'on puisse les interpréter immédiatement comme de simples conséquences des choix du modèle de base.

²² Espace tridimensionnel trivial, espace des phases en mécanique quantique, etc..

²³ Voir Marceau Felden « **Le modèle géométrique de la physique – L'espace et le problème de l'interprétation en relativité et en physique quantique** », Masson, 1992 – ISBN 2-225-82433-9 L'auteur prend de nombreuses précautions sémantiques pour montrer la relativité de tout modèle théorique vis-à-vis du Réel. Il met en évidence le côté crucial des choix initiaux et des conséquences épistémologiques qui s'ensuivent. Voir les extraits choisis en annexe III.

²⁴ Extraits de **Basarab Nicolescu**: « Nous, la particule et le monde », Ed. Le Mail, coll science et conscience, 1985 (isbn 2-903951-01-2). p.75 :« On pourrait aussi se poser des questions sur la véritable signification de la *confirmation expérimentale* d'une théorie. Le vide quantique contient d'infinies possibilités d'existence « expérimentale ». Dans nos expériences nous effectuons nécessairement un choix, une sélection des « faits expérimentaux » que nous considérons comme « significatifs ». On pourrait ainsi penser, comme Andrew Pickering et d'autres représentants de l'école anglo-saxonne de sociologie des sciences, que nous sommes engagés inévitablement dans une « construction sociale » de la Réalité. Mais on peut aussi penser que notre rôle est à la fois de trouver et de donner un sens à la réalité.

Le vide quantique est, je crois, une merveilleuse facette de la Réalité, qui nous montre que nous ne devons pas nous arrêter aux « illusions » créées par notre propre échelle. Les quanta, les vibrations, qu'ils soient « réels » ou « virtuels » sont partout. *Le vide est «plein» des vibrations*. Il contient potentiellement toute la Réalité. »

NB : Cet excellent ouvrage, qui avait reçu en 1986 la médaille d'argent de l'Académie française, est réédité cette année (2002) aux éditions du Rocher, collection Transdisciplinarité, 330 pages.

On aperçoit ici une sorte de piège psychologique dans lequel la pensée, et plus particulièrement la pensée logique et rationnelle, peut tomber. Une fois qu'un modèle est assimilé et confondu (souvent inconsciemment !) avec la Réalité elle-même (voir Felden, op. cit.), l'intelligence scientifique rationnelle, quoique efficace dans son fonctionnement « normal », aura tendance à assimiler les anomalies à des erreurs de mesure ou d'interprétation, à des cas *particuliers*, à des imperfections diverses, quand ce n'est pas à des illusions ou à des fraudes délibérées. Les occasions d'évolutions fondamentales s'amenuisent donc avec le temps, puisque l'illusion d'efficacité d'un modèle s'accroît avec l'accumulation des « faits » d'expériences, des technologies développées, des mesures expérimentales, etc..., qui cadrent parfaitement avec le modèle qui les a généré²⁵. Cela s'appelle tourner en boucle.

5. CONCLUSION

Les théories quantiques de jauge contiennent des symétries de toute sorte qui ne sont que la traduction en langage mathématique des équilibres naturels spontanés qui se manifestent dans les échanges énergétiques microscopiques, à la vitesse de la lumière, et selon la relation d'incertitude de Heisenberg et sa rigoureuse répartition statistique.

Mais la puissance *lumineuse* de la Mécanique Quantique, avec son cortège de succès historiques, ne crée-t-elle pas une zone d'ombre sur la Réalité elle-même dans la mesure ou elle nous aveugle au point de ne plus pouvoir imaginer l'outil adéquat qui nous aiderait à concevoir, à identifier et à comprendre des phénomènes naturels qui sortent par nature des limites de cette théorie?

Ce n'est pas en ressassant et en ré analysant sous toutes les coutures des expériences connues depuis longtemps (effet Aharonov-Bohm, expérience Michelson-Morley, effet EPR, condensats de Bose-Einstein, etc..) ou en faisant « tourner » des modèles mathématiques sophistiqués (garbage in, garbage out) qu'un nouveau génie sortira de sa boîte, **mais bien en envisageant**

systématiquement des expérimentations -ou des observations- nouvelles et particulières précisément là où les théories connues donnent des résultats ambigus ou contradictoires !

Les exemples abondent dans d'autres disciplines, et notamment en astrophysique ou presque chaque nouvelle campagne d'observation de l'univers permet d'invalider tel ou tel modèle théorique²⁶, qui avait l'air de « résister » à l'analyse virtuelle, étalant généreusement ses formes chatoyantes et colorées sur les écrans d'ordinateurs des informaticiens-physiciens (qui ne ménagent pas leurs efforts)²⁷.

²⁵ Les instruments de mesure constituent véritablement une *matérialisation* des théories physiques : ils permettent de *capturer* des paramètres mesurables dans des conditions normalisées. Ces paramètres deviennent alors récupérables, et digérables par les abstractions mathématiques que sont les modèles théoriques. Mais plus les instruments deviennent spécifiques et efficaces dans la détection de ces « observables », plus ils sont sélectifs, et moins ils sont susceptibles de mettre en évidence des phénomènes qui sortent du cadre dans lequel ils ont été inventés. Si l'on ne *regarde* l'univers qu'à travers la lorgnette de ces extensions perceptives, même spectaculaires (comme le sont par exemple les instruments de détection des « ondes » gravitationnelles), on risque alors -sans vraiment s'en rendre compte- de rester cantonné dans un sous-univers virtuel qui est un pur produit de l'esprit humain. Voir la citation dans cet article de l'ouvrage de **Basarab Nicolescu** (« Nous, la particule et le monde »)

²⁶ C'est tellement vrai que cela en deviendrait presque dérangeant : le cas de l'astrophysicien Halton Arp, qui fait l'objet d'un mystérieux veto d'activité scientifique sans justification sérieuse, est évoqué dans une récente lettre de Patrick Driessen publiée dans le Courrier des lecteurs du Sciences & Avenir N°663 de mai 2002 (<http://www.sciencesetavenir.com/articles/p663/COURRIER.html>) : « On nous rebat les oreilles avec des observations prétendument héroïques des champs profonds qui consomment des centaines d'heures d'observation chaque année, alors que quelques heures passées sur des objets proches permettraient probablement de bouleverser tout l'édifice incertain reposant sur la mesure du redshift. Cela restera comme le plus grand forfait de la science officielle de tous les temps. C'est encore bien plus fort que ce qui a été fait à Galilée. Arp est maintenant interdit

Il semble qu'il n'existe aucun chemin tracé d'avance pour transcender les limites intrinsèques des modèles théoriques, sinon l'investigation systématique des zones d'ombres et des cas limites, un peu comme les explorateurs du passé qui s'aventuraient quand même sur l'océan contre l'avis unanime de leurs contemporains éclairés qui « savaient » d'avance que l'entreprise était inutile car « la Carte du Monde était connue depuis longtemps »...²⁸

L'exemple des frères Wrights, s'entêtant à essayer de faire voler des machines dont l'incapacité à prendre l'air avait été « définitivement prouvée » par les spécialistes de l'époque (jusque dans les colonnes du Scientific American), peut être désignée comme *l'archétype* de cette attitude salutaire.

Depuis quelques années les choses commencent à bouger : des voies alternatives de la physique sont peu à peu explorées, avec relativement peu de moyens, par des organismes et des individus indépendants et souvent en marge de la machine scientifico-industrielle²⁹. Ces recherches permettront peut-être de mettre au point des technologies nouvelles et originales qui ensuite donneront lieu à des refontes théoriques fondamentales. Car comme le fait remarquer Simon Diner « En général c'est la science qui s'installe sur une technologie et non le contraire. »³⁰

En pratique, toutes les créations, quoique difficiles et imprévisibles, ont comme préalable l'observation systématique et sans a priori :

- des phénomènes « aux limites » ;
- des anomalies et des observations -naturelles et artificielles- réputées inclassables ;
- ainsi que de tout phénomène -statistiquement avéré- sortant d'un cadre explicable.

La réussite d'une percée scientifique véritable sera quant à elle le résultat d'un subtil mélange de persévérance, de hasard, d'intuition et d'esprit critique, le tout couronné par une formulation rationnelle et communicable.

d'observation dans le spectre visible, sur tous les grands télescopes, après avoir été considéré comme un des meilleurs observateurs. Sa seule erreur : regarder ce que les autres ne veulent pas voir. »

Pour les travaux de ARP, voir par exemple : <http://users.aol.com/arpgalaxy/index.html>

²⁷ L'univers est un laboratoire à ciel ouvert : il est à la portée de tous ceux qui voudront bien y jeter un œil curieux, attentif et sans a priori.

²⁸ Irréversibilité de l'activité scientifique : la connaissance n'est pas la lecture révélée du Grand Livre de l'Univers - qui aurait un nombre fini de pages-, mais bien un acte de création pure et irréversible de la science.

²⁹ Des exemples: Transdimensional Technologies (<http://www.tdimension.com>) explore, en collaboration avec le Breakthrough Propulsion Physics Program de la NASA, des nouvelles technologies de propulsion électrogravifiques sans carburants. Bearden commente leurs travaux sur son site (<http://www.cheniére.org>) : "I was able to examine the equipment, etc.. and I can personally vouch that this experimentation is for real. (...) The rotor was tested in vacuum, to prove it is not an ion wind effect."

D'autres exemples: <http://www.americanantigravity.com> ; Jean-Louis Naudin (<http://jnaudin.free.fr/>) ; ou encore Faraday.ru.

³⁰ Voir les extraits repris en annexe III

6. ANNEXES

6.1. Annexe I: Les fondements théoriques de la thermodynamique

Voici trois articles qui décortiquent, chacun à leur façon, l'incomplétude des fondements de la thermodynamique ainsi que des assomptions cachées qui figurent dans ses fondements depuis son origine. Source des articles ci-dessous :

<http://philsci-archive.pitt.edu/view-statistical-mechanics-thermodynamics.html>

Article I:

- **Approximations, idealizations, and models in statistical mechanics**, par Chuang Liu, 2001.
 Extraits: “There are plenty of laws in physics or elsewhere that are false but true only in their tailor-made models. (...) And all those laws which are regarded as 'limiting cases' of the more general true laws -- e.g. all the laws in non-quantum and/or non-relativistic theories -- are also of this kind.”
 “One may nonetheless ask the following question: is it not the case that the truth of all thermodynamic laws depends on a drastic idealization which ignores the molecular nature of bulk matter? Should we not therefore say that all thermodynamic models are among the most (unrealistically) idealized models in science?”
 “This analysis illustrates the point about the relevance of levels of stability in the phenomena to the evaluation of idealizations. Even though it is one of our fundamental beliefs that matter is made of small particles, the degrees of idealization should not be measured on an absolute scale dictated by this ontological picture. Models of celestial mechanics in which great and complex bodies such as stars are regarded as nearly point masses and models of thermodynamics in which fluid and magnet are regarded as continuous matter are not to be regarded as highly idealized models because they are so close to being the way such systems are presented to us by nature. To us humans, the mid-size macroscopic level is one of the most stable level of natural phenomena on which a whole host of idealized models should be evaluated independently. There are other levels, from the cosmological to that of the elementary particles, on which exist stable phenomena, from which idealized models can be made and evaluated. We should not think that there is an absolute scale. Hence, idealizations are level dependent; and the ones belonging to different levels are not comparable (those in thermodynamics are not any better or worse than those in statistical mechanics). One can only speak of degrees of idealization and make comparison among idealized models within the same level.”
 “We see three different levels of idealized models in the theory of thermostatistical physics. The thermodynamic level is the closest to direct experiments and therefore needs the least idealization, except the level itself is sealed off by an almost metaphysical idealization which ignores the molecular nature of bulk matter. The result of this idealization is thermodynamic laws and state equations that describe fluctuationless processes. The semi-microscopic level sees models that acknowledge the molecular structures but pack the information into average quantities that appear in the phenomenological laws with empirical constants whose values are determined experimentally. At the fully microscopic level we find models with their micro-structures fully -- if somewhat artificially -- specified. Just when one might think that the idealizations which make the Ising-type models may deprive of them the possibility of explaining PT and CP (i.e. the no-go

theorem), another idealization -- taking the thermodynamic limit -- comes to the rescue; and together not only PT is recovered but with the help of renormalization group technique one can also make accurate calculations to reveal the details of CP regions.”

“This paper mainly discussed those idealized models which are intended for the discovery or the application or both of laws of nature. Some such laws are true but some are only true in the models -- which I call idealized or approximate. Now, are thermodynamic laws on the first level true or approximate laws? This seemingly innocent question is actually difficult to answer. Judging from the enormous effort by the physicists and mathematicians in trying to 'recover' those laws from statistical mechanics, one would conclude that they are true laws; but the very effort clearly reveals that from a microscopic perspective those laws must admit exceptions, however unlikely such exceptions are.”

“It seems that going down one level always gives one cases of exceptions for the laws obtained as universal at the upper level. But this is a very preliminary speculation. One may simply ask the following question: why should Boyle's law be false -- though somewhat approximate -- while the law of inertia be true?. Very roughly put, Boyle's law is true for a diluted tank of sizeless and forceless particles while the law of inertia is true for a forceless region. Shouldn't they have the same truth value?”

Article II:

- **Taking thermodynamics too seriously**, par Craig Callender

Extraits: “In general, we don't expect laws of the reduced theory to be laws of the reducing theory; nor do we think the concepts used by the former to always be applicable at the level of the latter. We instead expect the laws and concepts to emerge as complicated, approximate statements true under certain conditions. Of course, it is logically possible that some of the laws and concepts of the theory to be reduced find themselves literally holding in the reducing theory too. But it is generally naïve to expect this to happen and plainly mistaken to view it as something that necessarily ought to happen.”

“My claim is that the majority of mainstream foundations of statistical mechanics, up to and including the present day, is also guilty of one or more of the above mistakes. A shocking and depressing amount of the research pursued in the field is possibly misdirected as a result.”

“The massive drive to keep the Second Law exceptionless runs directly contrary to the very goals of the field.”³¹

“It's impossible to calculate the intellectual cost this mistake has had on the foundations of statistical mechanics. The vast majority of projects in the field in the past century have sought to explain why my coffee tends to equilibrium by proving that an ensemble has a property evincing monotonic behavior. It's worth pointing out, furthermore, that these projects invariably invoke re-randomization processes that are inconsistent with the underlying dynamics, or commit some other “sin.” “

“It is time we identify this problem for what it is and take appropriate action; namely, we should start taking thermodynamics really seriously, seeing what it actually says and appreciating its limits. The phenomenological laws of thermodynamics lose none of their lustre after we understand where and why they hold.”

³¹ Compare with Maudlin:

“If something is guaranteed to increase then that something can't be a function of the physical state before me. Since phenomenological thermodynamics originally was about such individual boxes [of gas], about their pressures and volumes and temperatures, 'saving' it by making it be about probability distributions over ensembles seems a Pyrrhic victory (1995, p.147). For a simple example of a Gibbs entropy that does this see Klein (1955).”

Article III:

- “**implications of quantum theory in the foundations of statistical mechanics**” par David Wallace, September 27, 2001
 Extraits: “Why should we consider quantum issues when working in the foundations of statistical physics?
The simple (too simple) answer is that classical physics is false. If our purpose, in doing foundational work, is to understand the actual world, it is necessary to use a theory which validly describes that world.(...)
Although we can get a good general idea of their locations, it is generally not possible to predict perfectly at what level we can explain some natural phenomenon, and it is always possible to be surprised. (To take one example, it turns out that the color of gold is due to relativistic corrections to its electron orbits).”
 “The moral seems to be that the quantum-mechanical and entropic arrows of time are closely linked. Depending on our interpretation we may solve one by fiat and thus solve the other; or we may recognize both as aspects of the same problem. But it seems unwise to attempt to solve them separately.”
 “On the dynamical side, the nature of quantum chaos requires us to replace CM(*) with an irreversible cousin, drastically undermines the validity of treating systems as totally isolated, and implies a close link between the statistical-mechanical and quantum (‘wave-packet-collapse’) arrows of time.”
 “Here we have possibly the most powerful reason for including decoherence (and thus, interaction with other systems) when considering statistical systems, as was advocated in section 2.3: there is just no such thing as a totally isolated, approximately classical system. Such systems are artifacts of classical mechanics proper: they do not exist in classical-domain quantum mechanics, and hence do not exist in the actual world.” (...)

 “Quantum mechanics seems to add another ‘arrow’: the collapse of the wave-function appears to be an explicitly time-asymmetric process. Furthermore, it has long been recognized (since Von Neumann; (43) see also (44)) that the pure-to-mixed-state transition associated with wave-function collapse is a process which increases entropy; this hints at some sort of connection between the entropic and quantum-mechanical arrows of time. If the account of quantum chaos presented in section 4.1 is correct, the two are in fact linked in a fairly straightforward manner: chaotic systems will become macroscopically delocalized unless their wavefunction is collapsed, but adding this collapse into such systems causes an increase in entropy — hence the arrow of time defined by the collapse process gives the direction of entropic increase.”(...)

 “The moral seems to be that the quantum-mechanical and entropic arrows of time are closely linked. Depending on our interpretation we may solve one by fiat and thus solve the other; or we may recognize both as aspects of the same problem. But it seems unwise to attempt to solve them separately.”
 (*) Classical Mechanics

Bibliographie spécialisée concernant la flèche du temps:

<http://home.arcor.de/klaus.scharff/time/biblio2.htm>

6.2. Annexe II: Quelques commentaires de physiciens

Article I:

- **Thermodynamics and free energy**, 1994 par Peter A. Lindemann. (du [Borderlands Magazine](#)):
 Extraits: “All of these ideas are fundamentally inherent in "The First Law of

Thermodynamics." From an alternative science point of view, the experimental work of Carnot and Joule will stand for all time. It is the *intellectual overlay* of Helmholtz and Clausius, on this experimental work, where the problems are introduced." (...)

"The "Second Law of Thermodynamics" evolved out of further studies of the behavior of heat in closed systems. Remarkably, there is no one statement that is universally recognized as the definitive expression of this so called "Law". Among the more popular statements which reflect the general understanding of the "Second Law of Thermodynamics" are the following: "In a closed system, entropy does not decrease", "The state of order in a closed system does not spontaneously increase without the application of work", "Among all the allowed states of a system with given values of energy, number of particles and constraints, one and only one is a stable equilibrium state", and "It is impossible to construct a device that operates in a cycle and produces no other effect than the production of work and exchange of heat with a single reservoir."(...)

"Problems arise, however, with some of the more generalized interpretations of the "Law" such as "the state of order in a closed system does not spontaneously increase without the application of work." In order to understand why this statement is not universally true, it is important to clearly define our terms. We must understand what is meant by the "state of order" in a system, and we must define the boundaries of the "closure" of that system. In the first case, the "state of order" in the system is generally regarded as the temperature. Understanding this, we can rephrase this statement to say, that in a thermally isolated enclosure, the temperature will not increase unless work or energy is added to the system. Here again, by clearly defining our terms, and limiting the discussion to heat and work, we have a universally true statement backed up by mountains of experimental data. If, however, we define the "state of order" as a generalized "quantity of energy", and we further define the "closed system" as the Universe, we are led to believe that under no circumstance is it possible to create a condition where the concentration of energy will increase spontaneously. This is not true!" (...)

"Here then is a major problem with how the scientific community regards the "Laws of Thermodynamics." When the discussion is limited to the behavior of heat in closed systems, the "Second Law of Thermodynamics" is a well tested and accurate description of what happens under those circumstances. It is when it is incorrectly assumed that all forms of energy behave this way and that enclosure of the system is possible at all levels, that grossly false conclusions can be drawn from what started out as experimentally derived observations. The scientific community-at-large obviates these problems simply by denying the existence of the Etheric Energy Field because it doesn't fit within their intellectual model." (...)

"The line of logic embodied in the "Laws of Thermodynamics" is flawless. The problem doesn't exist in the logic, but it does illustrate that logic alone is not enough to reveal the truth. The problem exists in certain interpretations of these "Laws." Let's go back and look at the "First Law" again in light of our "over-unity" discussion. "Energy can be changed from one form to another, but it is neither created nor destroyed." This seems simple enough to understand. Underneath the surface, however, there is an assumption that this also means that energy will not spontaneously appear or disappear from the system. This is also a necessary condition if **conservation** of energy is to be satisfied **LOCALLY** as well as **UNIVERSALLY**."

Article II:

- **Engineering the Zero-Point Field and Polarizable Vacuum for Interstellar Flight**, H.E. Puthoff*, S.R. Little et M. Ivison, Institute for Advanced Studies at Austin, 4030 West Braker Lane, Suite 300, Austin, Texas 78759-5329, USA. (©JBIS, Vol. 55, pp.137-144,

2002)

Extraits: “Energy Extraction

With regard to the extraction of energy from the vacuum fluctuation energy reservoir, there are no energetic or thermodynamic constraints preventing such release under certain conditions. And, in fact, there are analyses in the literature that suggest that such mechanisms are already operative in Nature in the “powering up” of cosmic rays, or as the source of energy release from supernovas and gamma-ray bursts.

For our purposes, the question is whether the ZPE can be “mined” at a level practical for use in space propulsion. Given that the ZPE energy density is conservatively estimated to be on the order of nuclear energy densities or greater, it would constitute a seemingly ubiquitous energy supply, a veritable “Holy Grail” energy source.”

Article III:

- **Solid State Physics and General Relativity The Cipher of Genesis for the Birth of Spacetime**, par Jack SARFATTI (13 avril 2002) <http://stardrive.org/Jack/open.pdf> :

Extraits: “Quantum Loophole in Second Law of Thermodynamics

A note on the meaning of temperature, energy and information in open systems held far from thermodynamic equilibrium. Recall: $DS=dQ/T$ (equation 2.1)

Temperature of random heat is essentially for a closed system. (equation 2.2)

That is the ordinary classical thermodynamic temperature of hot matter and radiation in a quasi-closed system is the rate of change of the random internal energy with entropy or c-bit information. In classical kinetic theory of ideal gases, temperature is a measure of random kinetic energy of “molecular chaos” and it must be positive. This random classical measure of temperature is not complete in the quantum realm where we can have negative temperatures from (2.2) due to quantization of energy of microscopic states. For example, in a system of N spins, or generally strings of N qubits in a “quantum computer”. The Carnot efficiency of a reversible thermal engine is by the second law of thermodynamics. (equation 2.3)

However, in quantum physics, any negative temperature is hotter than any positive temperature. Therefore, we can, in principle, have Carnot efficiencies greater than 100% in which heat flows from both hot and cold reservoirs are completely converted to useful work W . This is not a violation of the second law of thermodynamics as it first appears.

To the contrary it is a consequence of the classical second law of thermodynamics combined with the quantum principle to give still another weird counterintuitive result.”

Article IV:

- Extraits de “**Quest for Zero Point Energy: Engineering Principles for Free Energy**” par Moray B. King, 224 pages, Adventures Unlimited Pr; ISBN: 0932813941 (janvier 2002)
Page 52: ”Can the zero-point energy be tapped as an energy source? At first this idea seems to be a blatant violation of conservation of energy. But if the ZPE is physically real, then there is energy available and its conservation would not be the issue. The real issue centers on the second law of thermodynamics, the law of entropy, for how could a system based on chaotic energy fluctuations evolve into coherence? Prigogine (1977) won the Nobel prize in chemistry for showing how a system can evolve from chaos into order. The system must exhibit three characteristics: 1) It must be nonlinear, 2) far from equilibrium and 3) have an energy flux through it. The published theories of the ZPE can be tapped as an energy source without violating thermodynamics.”

6.3. Annexe III : L'incomplétude de la théorie quantique

(a) Le passage du monde quantique à celui de la thermodynamique classique n'est pas trivial. Les hypothèses de base de la thermodynamique ne sont pas compatibles avec ceux de la mécanique quantique. Il s'agit de deux théories incommensurables, c'est à dire qui traitent d'objets et de concepts qui ne peuvent être comparés. Tout au plus peut-on imaginer que la thermodynamique est un des "sous-ensembles" possible d'une théorie quantique après sa "réduction" au monde réel macroscopique linéaire.

Dès lors, pour en revenir à ce monde quantique, si riche et si complexe, que nous ne comprenons pas encore vraiment d'ailleurs, et prétendre y appliquer les "lois" de la thermodynamique sans autre forme de procès, est au mieux une maladresse épistémologique et au pire une malhonnêteté intellectuelle.

Voir les extraits choisis du site de Simon Diner.ⁱ

(b) De plus, la mécanique quantique, si complexe dans sa formulation et encore plus dans ses multiples interprétations, montre difficilement son incomplétude face au réel. Les notions de cybernétique, de chaos déterministe, d'auto-organisation, d'oscillations non-linéaires, etc.. ne sont que des extensions opératoires mises au point pour résoudre des problèmes particuliers sans pour autant améliorer la complétude de l'ensemble de la théorie.

Voir des extraits choisis d'un article de Diederik ERTS publié sur le site de Simon Dinerⁱⁱ

(c) Les potentiels de jauge (ou les champs de jauge), qui sont à la base des théories d'invariance de jauge, semblent exister dans un no-man's land sémantique et épistémologique. Soit ils sont une illusion mathématique de plus, n'ayant aucune contrepartie physique, soit les modèles de jauge sont mathématiquement formulés de manière ambiguë et ont générés des entités situées à mi-chemin entre l'être et le non-être.

Comme souvent des découvertes naissent non pas de la récolte d'éléments nouveaux mais de la reformulation originale des modèles, ce qui permet de jeter une lumière nouvelle sur la nature des phénomènes qu'ils prétendent décrire.

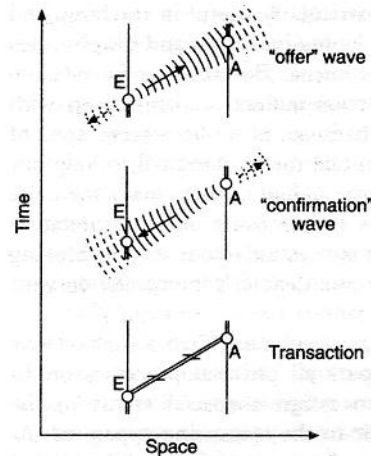
Voici une discussion concernant l'interprétation de l'invariance de jauge dans l'expérience d'Aharonov-Bohm: l'auteur s'interroge sur le paradoxe qui veut que des différences de valeurs mathématiques apparemment purement imaginaire (les valeurs des potentiels de jauge, c'est à dire des commodités de calculs sans effet réel sur les interactions qui sont réputées "Gauge-Invariant") peuvent quand même avoir des conséquences réelles dans ce cas précis. Il en conclut, après un raisonnement qui utilise des analogies géométriques, que les interactions électromagnétiques doivent se concevoir de manière "non-triviale", c'est à dire "non-locale", par l'intermédiaire d'un espace "imaginaire" qui met en évidence la non-séparabilité des interactions.

Voir les extraits choisis d'un article de Robert Battermanⁱⁱⁱ

(d) Marceau Felden dans son ouvrage « **Le modèle géométrique de la physique – L'espace et le problème de l'interprétation en relativité et en physique quantique** » (Masson, 1992 – ISBN 2-225-82433-9) prend de nombreuses précautions sémantiques pour montrer la relativité de tout modèle théorique vis-à-vis du Réel. Il met en évidence le côté crucial des choix initiaux et des conséquences épistémologiques qui s'ensuivent.

Voir les extraits choisis en annexe^{iv}

Pour terminer, voici un diagramme extrait d'un article de **John Cramer** illustrant 'l'interprétation transactionnelle' de la mécanique quantique :



Explication: un émetteur E envoie une onde "offre" vers l'avenir et vers le passé (dessin du haut). Elle est captée par un absorbeur A, qui envoie en écho une onde de confirmation dans le passé vers l'émetteur ainsi que vers le futur. (dessin du milieu). L'onde d'offre et l'onde de confirmation s'annulent l'une l'autre partout dans l'univers excepté sur le chemin direct entre l'émetteur et l'absorbeur, où elles se renforcent l'une l'autre pour produire une transaction quantique (dessin du bas). Ce diagramme est tout ce dont vous avez besoin pour expliquer tous les mystères quantiques. C'est le mythe de notre époque. (Extrait de:

http://www.physics.hku.hk/~tboyce/modern_physics/topics/quantum/epilogue.html)

6.4. Annexe IV : L'effet Aharonov-Bohm

Article I:

- **"Significance of Electromagnetic Potentials in the Quantum Theory"**, Aharonov et D. Bohm, "Physical Review", Second Series, Vol. 115, No. 3, Aug 1, 1959, pages 485-491. On page 490 you will find that it's possible to have a field-free region of space, and still have the potential determine the physical properties of the system.

http://prola.aps.org/abstract/PR/v115/i3/p485_1

Extraits: "We shall show that, contrary to the conclusions of classical mechanics, there exist effects of potentials on charged particles, even in the region where all the fields (and therefore the forces on the particles) vanish. We shall then discuss possible experiments to test these conclusions; and, finally, we shall suggest further possible developments in the interpretation of the potentials."

Article II:

- Akira Tonomura, Nobuyuki Osakabe, Tsuyoshi Matsuda, Takeshi Kawasaki, et Junji Endo (Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd., Kokubunji, Tokyo 185, Japan) et Shinichiro Yano and Hiroji Yamada (Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd., Kokubunji, Tokyo 185, Japan): **"Evidence for Aharonov-Bohm effect with magnetic field completely shielded from electron wave"**

Extrait: "Evidence for the Aharonov-Bohm effect was obtained with magnetic fields shielded from the electron wave. A toroidal ferromagnet was covered with a superconductor layer to confine the field, and further with a copper layer for complete shielding from the electron wave. The expected relative phase shift was detected with electron holography between two electron beams, one passing through the hole of the toroid, and the other passing outside."

Article III:

- Un commentaire intéressant concernant l'effet Aharonov-Bohm:
(http://www.singtech.com/Potential_Theory.html)
Extrait: "According to Y. Aharonov and David Bohm (see Aharonov and Bohm's classic paper "Significance of Electromagnetic Potentials in the Quantum Theory" published in The Physical Review, Second Series, Vol. 115, No. 3, August 1, 1959, Pages 485-491) the potentials play a role in Schrödinger's equation which is analogous to the index of refraction in optics. Eleven years earlier W. Ehrenberg and R. W. Siday, Proc. Phys. Soc. London, B62, 8 (1948) formulated electron optics with refractive index represented by the potentials. This means that the potentials are the media of propagation. They also proposed: "that, in quantum mechanics, the fundamental physical entities are the potentials, while the fields are derived from them by differentiations.""
<http://web.mit.edu/biophysics/papers/NATURE1998.pdf> (Magneto-electric Aharonov–Bohm effect in metal rings)

Article IV:

- Nicoleau, F. "**An Inverse Scattering Problem with the Aharonov-Bohm Effect.**" J. Math. Phys. 41, 5223-5236, 2000. Ruijsenaars, S. N. M. "The Aharonov-Bohm Effect and Scattering Theory." Ann. Phys. 146, 1-34, 1983. Schwarzschild, B. "Currents in Normal-Metal Rings Exhibit Aharonov-Bohm Effect." Phys. Today 39, 17-20, Jan. 1986. Importance of Backscattering Effects in Ballistic Quantum Transport in Mesoscopic Ring Structures
<http://etrij.etri.re.kr/etrij/pdfdata/18-04-06.pdf>

ⁱ Extraits d'articles de Simon Diner disponibles sur son site internet. (<http://www.oiseaudefeu-omphalos.com/>)

Extrait de "**Vers une technologie quantique**" (non daté) :

"En général c'est la science qui s'installe sur une technologie et non le contraire. Les techniques distillatoires des moines franciscains et des alchimistes ont de loin précédé la Chimie. La machine à vapeur a été le moteur de la révolution industrielle longtemps avant l'apparition de la thermodynamique."

Extraits de "**La Mécanique Quantique, une théorie cybernétique**", (non daté)

"Il faut alors considérer les différentes interprétations (de la mécanique quantique) comme les facettes multiples d'une même théorie, sans que cette multiplicité révèle nécessairement le monde réel de la microphysique. Aucune des nombreuses présentations de la Mécanique Quantique n'est d'ailleurs indiscutable."

Extraits de "**Vous avez dit Quantique**" (non daté) :

"Le défi que la Physique Quantique jette à la Science et à la Technologie, est celui de la compréhension et de la manipulation d'un alliage particulièrement subtil entre l'Ordre et le Désordre. A l'instar de ce que l'on voit prendre forme en Physique Classique sous le nom d'Auto-Organisation, on sent la nécessité de la constitution d'une doctrine de l'Auto-Organisation Quantique. "

Extraits de "**Perspectives et prospective de la Technologie Quantique**", (non daté)

"Le Quantique apparaît alors comme une nouvelle Quintessence, ce remède universel à la misère humaine recherché par les distillateurs franciscains au Moyen Age. Va-t-on vers la naissance d'une nouvelle Alchimie, où loin de se satisfaire d'appriivoiser les atomes, on irait même jusqu'à domestiquer le Vide, qui n'est pour certains que la quintessence même du Quantique?"

ii « **Les theories quantiques alternatives et le vide** », par Diederik ERTS (VUB, Bruxelles) (NB: pages internet non datées!) <http://www.oiseaudefeu-omphalos.com/PAGES/AERTS-1.html>
 "On a identifié des situations bien concrètes, à signification physique plus ou moins claire, où l'on voit que le cinquième axiome, celui de la linéarité de l'espace des états, n'est pas satisfait. C'est le cas des systèmes séparés pour lesquels on peut construire l'algèbre des propositions expérimentales explicitement. On se trouve donc plus ou moins au même stade que Gauss, Bolyai ou Lobatchevsky, lorsqu'ils pouvaient explicitement identifier des situations non linéaires." (...)
 "Disons pour terminer que dans cette description alternative la notion de vide subsistera sans doute, mais les propriétés de ce vide seront certainement différentes dans une telle théorie non linéaire."

iii **"Falling Cats, Parallel Parking, and Polarized Light"**, par Robert W. Batterman, Ohio State University, March 20, 2002 <http://philsci-archive.pitt.edu/documents/disk0/00/00/05/83/PITT-PHIL-SCI00000583-00/falling-cats.pdf>

"The reason the debate rages in the context of quantum mechanics and electromagnetism (particularly in the AB effect) has to do with certain metaphysical assumptions about the nature of spacetime which are absent in many applications where gauge invariance plays an important role."
 "The failure of the physical situation to return completely to its original state upon a cycle of a parameter dependent system in parameter space is called an "anholonomy." Each such instance has the following form. Some quantities, characteristic of a system is « slaved » to certain variables X_i ; $f_i = 1; 2; \dots; g$ which are taken around some kind of loop in X-space. If the values X_i return to their original values (that's what is meant by the loop), yet the slaved quantity s fails to return to its original value, the difference between the s values is the geometric phase or "anholonomy."
 "The terms "holonomy" and "anholonomy" derive from the classical mechanics of systems evolving under certain constraints. If the constraint is integrable and leads to a reduction in the number of degrees of freedom, it is called "holonomic." Nonintegrable constraints are called "anholonomic" or "nonholonomic." Geometers apparently do not respect this distinction calling anholonomies "holonomies"

Voir aussi :

- "On the Reality of Gauge Potentials", Richard Healey, Department of Philosophy, University of Arizona, Tucson, AZ 85721-0027; email : <mailto:rhealey@U.Arizona.edu>
- Concernant David Bohm, voir aussi:
<http://philsci-archive.pitt.edu/documents/disk0/00/00/04/04/index.html>
<http://philsci-archive.pitt.edu/documents/disk0/00/00/03/28/index.html>
<http://philsci-archive.pitt.edu/documents/disk0/00/00/04/94/index.html>

iv Marceau Felden « **Le modèle géométrique de la physique – L'espace et le problème de l'interprétation en relativité et en physique quantique** », Masson, 1992 – ISBN 2-225-82433-9
 Extraits : p.2 : « Ainsi l'interprétation n'est-elle pas tant dans la mise en évidence de certaines propriétés, par exemple dans leur classement (propriétés du formalisme) ; que dans la traduction effective du formalisme en termes de physique. Autrement dit, les calculs se font dans un certain ensemble modélisé, purement abstrait et *à priori* non nécessairement unique, que nous allons appeler l'ensemble **G**. Alors que les expériences et les interprétations doivent être faites dans un autre ensemble, que nous allons appeler **P**, celui de la physique, lequel est *à priori* unique. »(...) Ce qui revient à dire que nous distinguerons l'espace physique **P** proprement dit de sa représentation géométrique **G**, quand elle existe, alors que l'un et l'autre sont généralement confondu sans justification particulière. Précisons d'entrée de jeu que *cet espace physique P n'est pas obligatoirement identifiable au « réel »...* » (...)

« Dans la physique classique, aucune distinction n'est faite entre **G** et **P**, probablement à cause des origines et des immenses succès de la mécanique de Newton ; Mas aussi en raison du mythe d'Euclide pour qui les axiomes de la géométrie, exposés dans les *livres* de ses *Eléments*, sont des *vérités* immuables, indiscutables et rigoureuses sur l'univers. Partant de là, et procédant par démonstration logico-déductive, on doit, selon lui, en tirer une connaissance objective certaine et éternelle du monde physique identifié au « réel ». D'ailleurs, c'est Pythagore qui fut à l'origine de cette conception et qui attacha à la géométrie et au nombre un statut de « vérités éternelles ». Ce mythe fut incontesté jusqu'à la fin du XIX^e siècle et beaucoup de nos contemporains y croient encore aujourd'hui ! » (...)

« L'identification de l'espace physique à un espace géométrique, c'est à dire la négation de toute différence entre ces deux espaces, peut paraître un peu trop simplificatrice et entraîner d'importantes conséquences discutables. » (...)

p. 3 : « Vérifier que la théorie quantique s'applique au monde subnucléaire est tout à fait essentiel, mais il n'en résulte rigoureusement aucun progrès pour l'interprétation et la connaissance du microcosme si l'on ne va pas au-delà d'un formalisme de plus en plus lourd. En effet, cette théorie prédit statistiquement ce qui est observé, mais pas nécessairement ce qui *est*, comme le montrent les nombreuses querelles concernant sa signification. En fait c'est le problème général de l'*interprétation physique* et de la *connaissance* (de ce qui peut être connu) qui est posé à propos de la modélisation et de ce que celle-ci représente, en particulier de ses *limites*. » (...)

« Ainsi, ce qui nous renseigne sur le champ de validité et la signification d'une théorie n'est pas seulement son étude en tant que telle, à travers ses développements abstraits, ses conséquences et ses prédictions, mais tout autant l'examen critique des principes généraux, axiomes et postulats sur lesquels elle repose et dont dépendent les interprétations. »

p.4 : « D'ailleurs, on peut observer que la physique rend compte de l'expérience à travers le modèle choisi, c'est à dire en utilisant l'outil mathématique qui lui est associé, lequel donne une description (qui n'est pas nécessairement unique) des relations entre l'observateur et la nature, mais rien de plus. En particulier, il ne décrit pas nécessairement « le fond des choses ». Position qui a été clairement exprimée par Eddington puisque, selon lui, on ne démontre pas « une certaine propriété de l'univers » mais on démontre que si *l'on accepte* certaines *prémisses fondatrices*, « il en résulte certaines propriétés de l'univers ». Nuance, mais de taille ! »
