

Table des matières

L'état des lieux	1
Exégèse et nouvelle perspective	2
Le vide instable de Lamb et Rutherford	3
Bilan.....	3
Le pari de Descartes revisité à la sauce quantique	4
Le raisonnement.....	4
Conclusion : régions vides instables et C*-algèbres, un lien raisonnable.....	6
Bibliographie internationale.....	7
Articles, cours, livres.....	7
Contributions personnelles	7

L'état des lieux

Depuis l'expérience de Morley et Michelson [01] -surtout depuis l'analyse qui en a été faite et la conclusion qui en a été tirée ; in extenso : l'inconsistance de la notion d'éther-, nous désignons implicitement à travers l'usage du mot « vide » un certain volume de l'univers dans lequel il n'est pas possible de reconnaître la présence d'une particule élémentaire.

Bien que l'analyse de cette expérience ait constitué le réel point de départ de la relativité restreinte, notamment parce qu'elle justifie la construction des transformations spéciales de Lorentz [02] et bien qu'il soit hors de question de remettre en cause cette analyse, force est de reconnaître qu'elle soutient (i) à la fois une représentation uniforme et homogène de ce type de volumes et (ii) à la fois une claire délimitation géographique des particules matérielles qui sont toutes les deux en totale contradiction avec les images livrées par la physique quantique pour ces mêmes concepts.

En effet, dans le cadre de la physique quantique, on ne parle pas du vide (comme s'il s'agissait d'un seul et unique objet ; par exemple comme s'il s'agissait d'un morceau d'or pur) mais des « états » (sous-entendu énergétiques) du vide.

Par ailleurs, l'interprétation probabiliste de la présence effective des particules élémentaires introduite par l'approche quantique interdit d'affirmer que l'une d'entre elles soit située quelque part autrement qu'en ajoutant l'information complémentaire : « avec un taux de probabilité de tant de % »... ce qui veut finalement dire qu'il existe une petite probabilité qu'elle n'y soit pas ! Cette façon originale de concevoir la présence s'applique jusque et y compris au concept d'orbitale (exemple : quand ladite particule est un électron sensé orbiter autour d'un noyau).

L'approche quantique rend donc désuète la notion de surface bien délimitée attachée à, ou entourant, une particule. De sorte, qu'à l'extrême, en « descendant » mentalement le long de l'échelle des longueurs vers la longueur dite de Planck (environ 10^{-33} m), il devient très présomptueux – avec une représentation classique de la nature – de faire le distinguo entre ce qui est vide et ce qui ne l'est pas. Les frontières entre le contenu et son contenant s'estompent... au point de se demander si une sorte sophistiquée de bouteille de Klein ne serait pas la représentation symbolique la plus adaptée à la description de ces régions de l'univers.

Dans un tel contexte, nous comprenons vite que le challenge intellectuel se fixant pour objectif de faire loger sous un même toit théorique physique relativiste et physique quantique (le vieux rêve de théorie unitaire) met le cerveau humain face à une montagne de problèmes. Celui de la constante cosmologique consolide cette sensation inconfortable et ne constitue au fond qu'une des multiples couches de difficultés auxquelles il faut se confronter pour relever le défi.

Exégèse et nouvelle perspective

Devant de tels obstacles, rien ne vaut plus que la réalisation d'une exégèse. Pourquoi en sommes-nous arrivés là ? Quels sont les fondements de nos manières actuelles de penser la réalité ? Sur quels travaux scientifiques, sur quelles expériences basons-nous le paradigme actuel ? L'analyse de ces prémisses a-t-elle été correcte ? Y'avait-il d'autres façons de les interpréter ? Avons-nous omis ou sous-estimé un embranchement logique ?

La théorie de la relativité, en particulier sa présentation restreinte, repose sur [01] et [02 ; Annexe 9.B, pp. 340-351]. En dehors de l'éviction du concept d'éther, [01] entérine surtout l'invariance de la vitesse spatiale de propagation des ondes électromagnétiques (EM) dans ce qui venait de devenir le vide.

Ce sont les mathématiques, en particulier la vision de la géométrie développée par l'un des professeurs d'A. Einstein, Minkowski, qui ont ensuite contribué à donner une autre vision de ces régions vides. Tout d'abord parce qu'elles ont invité à faire glisser les conversations théoriques vers un contexte quadridimensionnel ; puis parce qu'elles ont suggéré de toujours doter ce contexte d'une structure géométrique. Sur la base de :

- L'observation quotidienne nous montrant que les objets tridimensionnels pouvaient avoir diverses formes, donc diverses topologies et diverses géométries ;
- Des extrapolations mentales que l'esprit humain est toujours prompt à faire, même s'il n'a que rarement les moyens d'en prouver la réalité ou d'en démontrer la justesse ;
- De la floraison des explorations concernant les géométries survenues à la suite des travaux initiateurs de Gauss, vers la fin du dix-neuvième siècle (Riemann [03], Christoffel [04-a ; 1869], Cotton [04-b ; 1899], Lobatchevski, etc.)

L'intuition a ensuite poussé à admettre que ces structures quadridimensionnelles pouvaient a priori, elles aussi, se déformer. Il a été admis que la géométrie de Minkowski était la géométrie attachée aux régions vides ; qu'elle constituait en quelque sorte le « point zéro » de toutes les autres et que toute déformation subie par elle signerait un écart par rapport à l'équilibre. Cette intuition consistant à associer « vide » et « géométrie de Minkowski » est largement renforcée par un constat aujourd'hui indéniable : l'omniprésence des régions vides dans l'univers.

La théorie de la relativité générale [05] a, très tôt et courageusement, intégré cette potentialité de déformation des espace-temps dans ses équations. Ce courage a été récompensé un siècle plus tard par l'observation de certaines des prédictions [06 ; chapitres 30 et 31] qui découlaient des équations maîtresses ; exemples : l'effet Lense-Thirring et par celle des ondes gravitationnelles. Les calculs, quant à eux, reposent sur le principe de Maupertuis (de moindre action) et livrent in fine pour solutions des équations du champ (gravitationnel) les éléments infinitésimaux de longueur déformés (les ds^2) [07 ; § 92, pp. 287-289] ; offrant ainsi une théorie monumentale dont les succès n'ont cessé de croître au cours du siècle passé. Il est utile de rappeler qu'une grande partie des équations utilisées dans [05] emprunte aux travaux de Christoffel [04-a] ; en particulier à son exploration des conditions préservant les formes différentielles bilinéaires (par exemple et justement le ds^2).

$$g_{\lambda\mu} \cdot \delta x^\lambda \cdot \delta x^\mu = \text{invariant}$$

En 1922, E. Cartan parvient par une autre série de calculs [08] aux mêmes équations du champ (gravitationnel) qu'A. Einstein dans [05] ; ses équations intègrent d'emblée la possibilité de l'existence d'une constante cosmologique. Le même E. Cartan développe dans les années qui suivent le concept de spineur (vecteur dont le carré calculé à l'aide du produit scalaire local est nul : $\langle \dots, \dots \rangle_{[B]} = 0$). Ce qui permet ainsi d'interpréter les solutions nulles de la théorie de la relativité générale comme la preuve de l'existence de spineurs et d'associer ces êtres mathématiques étranges à la géométrie instable des régions vides dans lesquelles, malgré les déformations, les ondes EM ne semblent pas pouvoir se mouvoir à une autre vitesse que $c \sim 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ [09]. A la fin du jour, comme disent les anglophones, il est permis de penser que la relation suivante joue un rôle essentiel dans la description des régions vides et plus personne ne peut vraiment remettre ce fait en cause :

(1)

$$g_{\lambda\mu} \cdot \delta x^\lambda \cdot \delta x^\mu = 0$$

Ce que certains nomment aujourd'hui le « scénario catastrophe » de la physique moderne, locution par laquelle ils désignent avec un trémolo dans la gorge le fait que la multiplication des investigations menées au sein du LHC ne livrent aucune information nouvelle sur les fondations de la physique, peut se regarder avec d'autres yeux. Telle une bouteille à moitié vide qui est aussi forcément à moitié pleine, cette absence de nouveauté assure de la validité d'un certain nombre de nos connaissances.

La version covariante de la loi de Lorentz (dite encore parfois loi de Lorentz-Einstein -LLE) fait partie de ces connaissances [07 ; § 33, p. 68, (33-1)] que nous n'avons aucun motif à rejeter ; jusqu'à preuve du contraire. Or dans la quête des arguments permettant de connecter cette approche historique et la physique quantique il nous est cependant apparu que les travaux de Christoffel [04-a] pouvaient s'appliquer à toutes sortes de formes différentielles bilinéaires.

C'est ce qui nous permet d'envisager de les appliquer en particulier à un scalaire constructible à partir de la LLE. Le résultat peut être lu dans [a].

Les lecteurs avertis remarqueront que cette approche alternative n'est pas incompatible avec l'invariance des ds^2 et qu'elle autorise, une fois de plus grâce aux apports théoriques essentiels d'E. Cartan [10], la préservation simultanée de la limite de Planck.

Ainsi, bien que la question délicate de la jonction conceptuelle entre physique relativiste et physique quantique ne s'en trouve pas pour autant être complètement élucidée, le travail proposé dans [a] offre le début d'une piste permettant de parvenir à y répondre. Et, ne serait-ce qu'à cause de cela, c'est déjà une avancée remarquable de la pensée.

Le vide instable de Lamb et Rutherford

Bilan

Nous voici donc munis de régions vides :

- Potentiellement susceptibles de se déformer géométriquement, donc instables mais dans lesquelles la limite de Planck peut être préservée [a] ;
- Potentiellement susceptibles d'être le lieu de réalisation de courants EM neutres [b : Les premières heures de la théorie, en anglais] ;
- Dans lesquelles les termes mathématiques capables de rendre compte de ces déformations géométriques se trouvent être représentés soit par le terme gravitationnel de la LLE qui est un produit tensoriel déformé par le cube des symboles de Christoffel de la seconde espèce, soit par une série de produits tensoriels déformés bâtis sur les composantes du tenseur de Riemann-Christoffel ;
- Pour lesquelles les produits tensoriels déformés qui les représentent sont nuls.

Or nous avons démontré dans [c] que ces circonstances mathématiques permettent d'assimiler de telles régions à des domaines dans lesquels une C*-algèbre est définie.

Nous sommes donc enclins à découvrir un raisonnement emprunté à la physique quantique qui permettrait de décrire un vide instable dans lequel au moins une partie des caractéristiques des C*-algèbres caractérisant $\{E(4, C), \otimes_A\}$, où A désigne un des cubes ad hoc permis, apparaît. Parmi ces caractéristiques notables, nous avons remarqué le lien au groupe cyclique des racines complexes sixièmes de l'unité.

Le pari de Descartes revisité à la sauce quantique

Descartes avait autrefois fait ce pari un peu insensé qu'il valait mieux croire en Dieu que de ne point y croire ; au motif qu'il n'y avait rien à y perdre s'il n'existait en réalité pas et tout à y gagner s'il existait réellement.

C'est le type de raisonnement « limite » que nous allons reproduire ici en l'appliquant, non pas à Dieu, mais à un présupposé « vide instable ».

Car, à bien y réfléchir et du point de vue de la logique, il peut être rétorqué aux arguments exposés jusqu'ici qu'il y a une contradiction certaine entre deux familles de faits incontournables. D'un côté, il n'y a rien de plus communément répandu que le vide ; ce qui donne à ces régions vides l'apparence de ces états énergétiques stables vers lesquels toutes agitations semblent irrémédiablement finir par venir s'éteindre. De l'autre côté, il y a toutes les explorations théoriques du siècle précédent et leurs confirmations expérimentales récentes qui nous confirment l'aptitude de ces régions à pouvoir s'écarter de temps en temps au moins de leur état d'équilibre. Les régions vides possèderaient donc un certain degré d'instabilité leur permettant d'osciller entre un état énergétique stable et un autre qui ne le serait pas – donc instable.

Le raisonnement

Supposons qu'il existe quelque part (au point M) à un moment donné t une densité volumétrique de force symbolisée par : $\partial F(M, t)/\partial \tau$.

Sans même connaître la nature précise de \underline{ce} qui bouge lorsque nous nous plaçons dans les circonstances exposées précédemment, on sait que si \underline{ce} qui bouge, bouge de dr pendant le laps de temps Δt , alors \underline{ce} qui bouge développe un travail –ou ce qui revient au même - représente l'équivalent d'une perturbation énergétique :

(2)

$$\Delta W = \int_0^{\Delta t} \partial F(M, t)/\partial \tau \cdot dr$$

L'idée retenue par l'approche quantique est que toute perturbation énergétique réalise de toute manière un lien entre deux états énergétiques. Ce peut être (i) entre deux particules (nous assimilons alors la perturbation à la particule vectrice de l'interaction entre les deux particules ; par exemple aux photons s'il s'agit de la lumière). Mais, en poussant ce raisonnement à l'extrême, ce pourrait être aussi (ii) entre deux configurations énergétiques du vide. C'est une idée très pratique qui permet de s'abstraire de considérations métaphysiques sur la nature du « \underline{ce} ». Reste alors à savoir à quelle particule nous pourrions associer cette évolution spontanée du vide entre ses divers états possibles.

Si nous considérons le vide comme un océan énergétique aux fluctuations erratiques (ce que permet d'envisager la relation d'incertitude d'Heisenberg), ces états de transition doivent être associés avec des particules spontanément présentes dans le vide. Si ces fluctuations sont fréquentes, on doit s'attendre à les trouver en grand nombre.

Sans pouvoir encore préciser de quelles particules il s'agit, c'est une idée que nous reprendrons à notre compte. Nous ferons donc l'hypothèse propre à cette théorie qu'il est possible de considérer le vide comme un « néant » oscillant entre deux types d'états énergétiques : les uns (notés $|\phi_2\rangle$) sont relativistes c'est-à-dire stables et caractérisés par une énergie nulle ; les autres (notés $|\phi_1\rangle$) sont quantiques, c'est-à-dire instables et, a priori jusqu'à preuve expérimentale du contraire, également caractérisés par une énergie nulle.

Sur la base de cette hypothèse nous allons alors nous attacher à reproduire un raisonnement dû à Lamb et Rutherford [11 ; complément H_{IV} ; pages 468-473]. Il va permettre d'établir des résultats sur \underline{ce} qui lie deux états du vide. Nous notons par convention :

(3)

$$\gamma = 1/\Delta t$$

Dans ce raisonnement, à chaque état instable est associé une énergie imaginaire :

(4)

$$E = -i. (h/4\pi). \gamma$$

L'énergie de couplage associée au passage entre deux états dépend étroitement du signe de la quantité :

(5)

$$\Delta W - (h/8\pi). \gamma$$

La relation d'incertitude d'Heisenberg est réputée valide pour les états quantiques et elle s'écrit :

(H)

$$\Delta W. \Delta t \geq h/4\pi$$

Elle a une conséquence immédiate dans le contexte que nous sommes en train d'explorer ; en effet, à cause de (3) et à cause du fait que nous pouvons implicitement considérer que le temps s'écoule toujours dans le même sens (vers le futur) :

(6)

$$\Delta t \geq 0$$

Il vient :

(7)

$$\Delta W \geq (h/4\pi). \gamma = 2. (h/8\pi). \gamma \geq (h/8\pi). \gamma$$

$$\Downarrow$$

$$\Delta W - (h/8\pi). \gamma \geq 0$$

Il en résulte finalement que l'état énergétique initial est transformé en un nouvel état énergétique dont la valeur est en théorie donnée par :

(8)

$$E' = \pm [|\Delta W|^2 - (h/8\pi)^2. \gamma^2]^{1/2} - i. (h/8\pi). \gamma$$

Ce nouvel état est associé avec une probabilité :

(9)

$$P(t)$$

$$=$$

$$[|\Delta W|^2 / |\Delta W|^2 - (h/8\pi)^2. (\gamma)^2]. e^{-\gamma.t/2}. \sin^2 \{ [|\Delta W|^2 - (h/8\pi)^2. (\gamma)^2]^{1/2}. (2\pi t/h) \}$$

Hormis le fait que cette probabilité n'est pas définie pour le cas limite où $\Delta W = \pm (h/8\pi)$. (γ) l'information la plus importante contenue dans cette formule est que la probabilité de trouver l'état énergétique E' en partant de l'état énergétique E est une exponentielle sinusoïdale décroissante.

Concrètement ceci veut dire que : plus l'époque t à laquelle nous tenterions de mesurer cette probabilité serait éloignée de l'instant choisi comme initial dans la chronologie locale de l'expérimentateur, et moins cet expérimentateur aurait la chance de détecter l'existence d'une perturbation ΔW qui aurait transformé l'état énergétique initial ($E, t = 0$) en l'état final ($E', \Delta t = t - 0$).
Brièvement résumé :

$$t \rightarrow +\infty \Rightarrow P(t) \rightarrow 0$$

Nous pouvons en déduire que le phénomène transitionnel ΔW est bien entendu éphémère, comme l'ensemble de ce qui existe dans l'univers. C'est donc un résultat cohérent et rassurant.

Mais cette approche cache un autre résultat, plus intéressant encore. En effet si nous supposons que la limite quantique est atteinte, la relation d'incertitude d'Heisenberg revêt son formalisme limite :
(H.0)

$$\Delta W \cdot \Delta t = h/4\pi$$

Nous vérifions aisément que l'état instable est associé avec :
(4.0)

$$E = -i \cdot \Delta W$$

Et que le nouvel état énergétique est donné par :
(8.0.±)

$$E' = i \cdot j \cdot \Delta W \text{ ou } i \cdot j^2 \cdot \Delta W$$

Où 1, j et j^2 sont les trois racines complexes cubiques de l'unité.

Le raisonnement de Lamb et Rutherford [11 ; complément H_{IV} ; pages 468-473], lorsqu'il appliqué aux états énergétiques du vide à la limite quantique (de Planck), démontre clairement que ceux-ci peuvent « librement osciller » entre trois configurations similaires (de même intensité) caractérisées par des « arguments » différents.

Ainsi, nous venons de démontrer, sans pourtant être en mesure de spécifier de quelle particule il s'agit exactement, qu'il faut s'attendre à trouver des « trinités » de particules dans le vide.

Nous pourrions éventuellement utiliser ce résultat de la logique pure pour justifier l'existence de trois types de neutrinos ou de quarks si nous étions certains que les neutrinos ou que les quarks soient les particules vectrices de l'auto-interaction du vide avec lui-même.

Or, à ce jour, rien n'est moins sûr. En l'état actuel de nos connaissances, le seul champ a priori susceptible d'être en permanente auto-interaction avec lui-même sans finir sous la forme d'un agrégat figé est le champ de gravitation. Et ce dernier est supposé être véhiculé par l'introuvable graviton.

Conclusion : régions vides instables et C*-algèbres, un lien raisonnable.

Ce document, contrairement aux précédents dans la série dédiée à expliquer notre conception des régions vides, fait peu appel aux mathématiques.

Il fait un point rapide sur nos connaissances relatives à ce sujet, rappelle qu'il semble exister un développement alternatif aux travaux historiques de Christoffel qui ne serait pas incompatible avec

l'existence d'une limite quantique invariante. Il confirme la dualité profonde des régions vides : à la fois d'une stabilité évidente (omniprésence volumique) et à la fois capable d'admettre des déformations (ondes gravitationnelles).



En opposition avec toutes les théories préalables connues, il propose d'assimiler ces régions vides à des C^* -algèbres et fonde cette proposition autant sur une investigation mathématique concernant ces structures mathématiques [c] que sur une extrapolation osée d'un raisonnement initialement dû à Lamb et Rutherford [11 ; complément H_{IV} ; pages 468-473].

Bibliographie internationale

Articles, cours, livres

- [01] Michelson A. and Morley E.: 'On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether. Originally published in "The American Journal of Science", N° 203 November 1887 (Editors James D. and Edward S. Dana; associated editors: Prof. A. Gray, J. P. Cooke and J. Trowbridge, of Cambridge, Prof. H.A. Newton and A. E. Verrill of New Haven; Prof. G. F. Barker of Philadelphia. Third series, Vol. XXXIV.- (Whole number, CXXXIV.)
- [02] Mécanique des particules, champs : R. Lennuier, P.-Y. Gal, D. Perrin ; Collection U., © Librairie Armand Colin, Paris 1970.
- [03] Manuscrit de 1864.
- [04] (a) Christoffel, E. B. : Über die Transformation der homogenen Differentiale Ausdrücke zweiten Graden; Journal für die reine und angewandte Mathematik, pp. 46-70, 3 Januar 1869. This document can be studied at the University of Göttingen (Germany). (b) Cotton, E. : Sur les variétés à trois dimensions ; annales de la facultés des sciences de Toulouse, 2ème série, tome 1, numéro 4 (1899), pp. 385 – 438, [www.numdam.org/item?id=AFST_1899_2_1_4_385_0].
- [05] (a) Einstein, A. : Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie; Annalen der Physik, vierte Folge, Band 49, (1916), N 7. (b) Einstein, A. and Minkowski, H.: The principle of relativity; translated in English by Saha, M.N. and Bose, S.N. published by the university of Calcutta, 1920; available at the Library of the M.I.T.
- [06] Fliessbach, T.: Allgemeine Relativitätstheorie, ISBN 3-8274-1356-7, 4. Auflage, 343 p. © Copyright Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin (2003).
- [07] Lichnerowicz, A.: Théories relativistes de la gravitation et de l'électromagnétisme, 298 p. Masson et Cie éditeurs, Paris (1955).
- [08] Cartan, E. : Sur les équations de la gravitation d'Einstein ; extrait du journal de mathématiques, 1922, Fasc. numéro 2, 74 p. édité par Gauthier-Villars et Cie, libraires du bureau des longitudes de l'école Polytechnique, Paris (1922).
- [09] Limits on neutrinos Lorentz violations from multi-messengers; observation from TXS 0506+056; arXiv:1807.05155v1 [astro-ph. HE], 13 July 2018.
- [10] Cartan, Elie. Les espaces métriques fondés sur la notion de d'aire dans "Actualités scientifiques et industrielles", numéro 72, exposés de géométrie publiés sous la direction de monsieur Elie Cartan, membre de l'institut et professeur à la Sorbonne ; Paris, Hermann et Cie, éditeurs, 1933.
- [11] Mécanique quantique I; Cohen-Tanoudji, B. Diu et Fr. Lalöe; 1977.

Contributions personnelles

- [a] PERIAT, T.: A. Einstein versus W. Heisenberg, ISBN 978-2-36923-112-7, EAN 9782369231127; v5, 16 September 2018
- [b] PERIAT, T.: The early hours of the theory, ISBN 978-2-36923-024-3, EAN 9782369230243, annex 02, 16 September 2018
- [c] PERIAT, T.: Produits tensoriels déformés et C^* -algèbres, ISBN 978-2-36923-137-0, EAN 9782369231370.