RAPPORT DES SECTIONS 01 ET 02 DU COMITÉ NATIONAL DU CNRS SUR DEUX THÈSES DE DOCTORAT

rédigé à la demande de

M. le Directeur du Département SPM du CNRS
M. le Président de l'Université de Bourgogne

Novembre 2003

APPENDIX I

Rapport de la Section 01 sur la thèse de M. Grichka BOGDANOFF en mathématiques, soutenue le 26 juin 1999

Dans la thèse de M. Grichka Bogdanoff, seuls les trois premiers chapitres ont une visée mathématique. Le discours sous-jacent est de "considérer les deux formes quadratiques de signature $(3,1)$ et $(4,0)$ comme deux aspects d'un même objet". Le chapitre 1 est constitué de rappels de faits bien connus sur les groupes fondamentaux de $SO(3,1)$ et $SO(4)$, rédigés avec une grande naïveté et des erreurs qui montrent la méconnaissance de l'auteur pour un sujet qui est enseigné en maîtrise de mathématiques. Le deuxième chapitre continue dans le même style, toujours en topologie. Il serait facile, mais cruel, de relever les nombreuses perles qui ornent ce texte, comme *"$SO(2,2)$ n'a pas de représentation matricielle"* (page 17). Nous nous contenterons de remarquer que l'espace Σ_{top} utilisé est simplement le produit cartésien de $\mathbf{R}^2$ par $(\mathbf{R}^3 \times \mathbf{R}^3)/SO(3)$, ce qui retire tout sens potentiel à l'expression "point singulier unique" qui est l'essentiel des énoncés de ce chapitre, et toute pertinence de cette étude pour la "Singularité Initiale" de l'espace-temps. Ce qui rend aussi cet espace isomorphe (comme espace analytique stratifié, en fait, si l'on souhaite un énoncé précis, qu'on ne trouvera pas dans la thèse) au produit de $\mathbf{R}^2$ par le cône convexe fermé donné par l'inégalité de Cauchy-Schwartz (encore un classique exercice de deuxième cycle, malheureusement mal traité par l'auteur). Le troisième chapitre enfin est la partie "groupes quantiques" de la thèse, celle dans lequel est construit un nouveau produit croisé, tout le reste n'étant que suggestions. Cette construction, qui a le niveau d'un exercice d'école sur les groupes quantiques comme on peut en trouver dans bien des mémoires de maîtrise ou de DEA (pour lesquels cependant une qualité de rédaction très supérieure est exigée), est donc le seul contenu mathématique de la thèse.

En résumé, un des huit chapitres de cette thèse contient une construction du niveau de celles qu'on peut trouver dans un mémoire de DEA, voire de maîtrise, mais très mal écrit ; les sept autres ne contribuent rien aux mathématiques.

APPENDIX II

Rapport de la Section 02 sur la thèse de M. Igor BOGDANOFF en physique théorique, soutenue le 8 juillet 2002

La thèse de M. Igor Bogdanoff consiste en un résumé d'une cinquantaine de pages auquel sont annexés quatre articles parus dans des revues scientifiques et signés ou cosignés (avec G. Bogdanoff) par l'auteur de la thèse :

1. *Classical and Quantum Gravity* **18** (2001) 4341-4372.
2. *Annals of Physics* **296** (2002) 90-97.
3. *Chinese Journal of Physics* **40** (2002) 149-158.
4. *Czechoslovak Journal of Physics* (2001) 1153-1176.

La commission a été amenée à considérer aussi une cinquième publication cosignée par M. Igor Bogdanoff et basée sur la thèse,

5. *Il Nuovo Cimento* **117** (2002) 417-424.

Dans ce rapport, on analysera ces articles en consacrant une attention particulière au premier, qui est de loin le plus long.

⋆⋆⋆

Le **premier article** est intitulé "Topological field theory of the initial singularity of spacetime" et est paru dans *Class. Quantum Grav.* **18** (2001) 4341-4372. On se reportera, à l'occasion, à la thèse de "Fluctuations quantiques de la signature de la métrique à l'échelle de Planck" de G. Bogdanoff, qui contient des détails supplémentaires.

Cet article, constitué d'une introduction et de 6 sections, se propose d'étudier le problème de la singularité initiale de l'espace-temps et de suggérer une nouvelle solution. Il s'agit là d'un problème à la fois fondamental et déjà fort étudié.

Dans l'introduction, les auteurs suggèrent que la singularité initiale de l'espace-temps peut être résolue ("*resolved*") non perturbativement dans le cadre de théories de supergravité $N = 2$ par une théorie duale de type topologique. La section 1 contient une brève discussion du concept de théorie topologique des champs. Les sections 2 et 3 sont consacrées à une discussion de la limite de haute température ($\beta \to 0$) de diverses théories et de leur interprétation topologique. On y retrouve, entre autres, le théorème de Atiyah-Singer, le développement à temps court du noyau de la chaleur d'un opérateur elliptique, les invariants de Donaldson et l'instanton gravitationnel. La section 4 présente une discussion des "dualités" entre structures algébriques lorentzienne et euclidienne et la q-déformation du produit bicroisé twisté ("*cocycle bicrossproduct*") qui, selon les auteurs, aurait un lien avec l'échelle de Planck. La section 5 est consacrée à l'application de la condition KMS (Kubo-Martin-Schwinger) à la singularité initiale (phase topologique de l'Univers dans le langage des auteurs) et à la transition vers la phase non topologique actuellement observée. Entre autres un "invariant de singularité" lié à l'algèbre de von Neumann hyperfinie II_∞ est discuté. Enfin la section 6 contient les conclusions des auteurs : le caractère euclidien et topologique de la métrique à l'échelle zéro ; l'interprétation de la singularité initiale de l'espace-temps comme un instanton gravitationnel singulier de taille nulle ; l'existence d'une dualité entre l'échelle de Planck et l'échelle zéro.

Avant d'entrer dans la discussion détaillée de ce travail, peut-être convient-il de rappeler les critères scientifiques généralement adoptés au sein de la communauté de physique théorique pour évaluer la qualité d'un article. Le point de départ en est un problème bien posé qui peut être motivé par une situation théorique ou expérimentale clairement énoncée. Des résultats bien identifiables (modélisation mathématique ou numérique du problème, prédictions ou explications qualitatives et/ou quantitatives des phénomènes physiques étudiés) sont ensuite obtenus dans un cadre bien défini, par des calculs clairs et précis, compréhensibles et reproductibles par tout lecteur qualifié. Le cheminement se fait selon les règles de la logique et en utilisant les acquis du moment. Les hypothèses avancées et les approximations utilisées doivent faire l'objet d'une analyse critique rigoureuse. L'accent n'est pas mis sur la rigueur formelle comme ce serait le cas pour un article de mathématiques, mais plutôt sur la cohérence de la discussion et sa pertinence dans la problématique étudiée. Comme dans toute science, la qualité de l'ensemble repose sur l'originalité et la fécondité des résultats obtenus et sur la clarté de l'exposition. L'application de ces critères permet de distinguer clairement une contribution scientifique, même mal écrite, même entachée d'imperfections et de lacunes, de ce qui n'est qu'utilisation stérile du jargon scientifique et poudre aux yeux.

Le lecteur est intrigué dès les premières lignes de l'article. Tous les mots-clés dont il vient d'être fait mention – instanton gravitationnel de taille nulle, théorie topologique des champs, invariant de Donaldson, "invariant de singularité" lié à l'algèbre de von Neumann hyperfinie II_∞, condition KMS, brisure de supersymétrie dans la supergravité $N = 2$ – apparaissent en effet dès le résumé. Et si un certain nombre de ces thèmes figurent fréquemment dans la littérature contemporaine, il est rare de les voir contribuer ensemble à une construction théorique.

Malheureusement, une lecture même rapide suscite de forts soupçons sur l'apport scientifique et sur la qualité de la présentation de ce travail, et une analyse plus approfondie ne peut que confirmer ces soupçons. Il apparaît en effet que l'article ne contient aucune construction cohérente. Bien au contraire, ce travail est constellé d'incohérences, de confusions graves et de propositions imprécises voire incompréhensibles. La conclusion de ce rapport, fondée sur une analyse détaillée qui va être présentée ci-dessous, est claire et sans ambiguïté : selon les critères rappelés plus haut, la valeur de ce travail est nulle.

Cette conclusion repose sur les trois lignes de critique suivantes :

1. L'aspect le plus frappant est indéniablement le grand nombre de confusions graves qui émaillent ce travail. Le lecteur est confronté à une construction faite d'éléments disparates, glanés par les auteurs au fil de leurs lectures et de leurs conversations et rassemblés selon une logique qui lui échappe.

   C'est ainsi que les auteurs semblent avoir une idée assez confuse et imprécise de la notion qu'ils font figurer dans le titre de leur article, celle de théorie de champs topologiques. Le lecteur est éberlué de lire la (nouvelle) définition que les auteurs en proposent (page 4345) "*A theory is topological if* [...] *it does not depend on* [*its Lagrangian*] L" ! Autrement dit, la théorie ne dépend pas de ce qui la définit... A plusieurs reprises, les auteurs invoquent pêle-mêle des arguments relatifs à la mécanique quantique et à la théorie des champs, ou à des théories de champs distinctes (Yang-Mills, supergravité), sans sembler bien apprécier la différence. D'autres confusions sérieuses portent sur la notion de température en théorie des champs, sur la température de Hagedorn, les états KMS ...

2. Les quelques fils conducteurs qu'on peut repérer dans le travail ne constituent pas des idées originales, mais ont été empruntés à d'autres auteurs et ce travail n'apporte aucun élément nouveau.

   Il en est ainsi de la problématique générale de la singularité initiale et de la question de l'éventuel changement de signature de l'espace-temps. Des auteurs comme S. Hawking ou A.D. Sakharov y ont consacré plusieurs travaux, et des contributions y sont régulièrement apportées dans le cadre des théories de cordes notamment. Au contraire, les auteurs du présent article n'ont à proposer aucun modèle, même spéculatif, dans un cadre théorique précis, qui s'appuierait sur des calculs et qui conduirait à des prédictions physiques. D'autres cas concernent la discussion des indices topologiques, celle des algèbres quantiques, où le lecteur averti reconnaît des emprunts à des auteurs variés.

3. La présentation laisse gravement à désirer, tant au niveau de la clarté et de la précision que de la correction de la rédaction ; à d'innombrables reprises, le lecteur s'interroge : de quelle théorie parle-t-on ? Les abus de notation, les erreurs typographiques, les définitions manquantes sont légion et rendent la lecture très difficile, voire impossible.

   L'usage d'affirmations floues est si fréquent qu'on est tenté d'y voir un procédé de camouflage de l'absence de réels arguments. Il est remarquable que le mot "*suggest*" revienne 15 fois dans les 11 premières pages... Il n'y a bien sûr rien de mal à faire des "suggestions", encore faut-il qu'elles soient argumentées et discutées de façon critique. On trouvera de très nombreux exemples de ces insuffisances dans l'analyse détaillée qui suit.

Outre ces défauts flagrants, le lecteur ressent un certain malaise devant certains procédés suspects, notamment dans les citations bibliographiques et les remerciements.

   Il est en effet curieux de noter que près de 50 % (19 sur 42) des références citées dans la bibliographie concernent des médailles Fields ou prix Nobel, et au premier chef, E. Witten, également remercié personnellement. L'implication de ces sommités est-elle donc nécessaire pour donner une certaine crédibilité au présent travail ?

L'analyse paragraphe par paragraphe à laquelle on va se livrer fournit le fondement de ces critiques.

⋆

Analyse paragraphe par paragraphe.

L'introduction commence par une des rares assertions à laquelle on ne peut rien trouver à redire : comme l'écrivent les auteurs, il n'existe pas dans le cadre du modèle standard cosmologique de description de la singularité initiale de l'espace-temps. Les auteurs prétendent résoudre ce problème dans le contexte de la supergravité $N = 2$ par une théorie duale de type topologique. Très vite, le lecteur est confronté aux imprécisions typiques de cet article : comment la résolution de la singularité primordiale est-elle connectée aux fluctuations quantiques que subit, selon les auteurs, la signature de la métrique ? Qu'appelle-t-on q-superposition ? En quoi ces fluctuations sont-elles une conséquence naturelle de la structure non commutative de l'espace-temps à l'échelle de Planck ? Il convient de rappeler que la description de l'espace-temps à l'échelle de Planck par la géométrie non commutative est une chose très mal comprise et n'est certainement pas établie. Dans quel cadre non commutatif est-on ? Les auteurs annoncent qu'ils ont construit un "*cocycle bicrossproduct*" (sans en rappeler la définition qui est grosso modo un produit tensoriel des quantifications des algèbres enveloppantes de $so(4)$ et de $so(3,1)$), et que cela *suggère* une *sorte* d'unification des algèbres (de Hopf) euclidienne et lorentzienne à l'échelle de Planck. On notera le style conditionnel prudent et flou : *"suggests", "kind of", "yields the possibility"*; que signifie la phrase "*'q− deformation' of the signature from the Lorentzian (physical) mode to the Euclidean (topological) mode*" ? Quel sens faut-il donner à l'expression "*kind of 'unification' between the Lorentzian and the Euclidean Hopf algebra*" ? ou, à la phrase suivante, à la *(semi)duality* (pas définie) ? Avec la phrase finale de ce paragraphe, "*This is important insofar as we consider that the Euclidean theory is the simplest topological theory*", on a un échantillon de plusieurs types d'insuffisances courantes dans cet article :

- assertion sans rapport évident avec ce qui précède,
- confusion apparente entre concepts distincts – théorie topologique et théorie euclidienne.

La suite est à l'avenant : de quelle théorie est-il question, qu'est-ce que le "*pre-spacetime*" ? notations non définies : $\mathcal{L} \sim R \wedge R^*$, S_{class}, $\mathcal{L}_{class}$ et/ou incohérentes (identité de Bianchi), etc. La brève description qui suit de ce qu'est une théorie topologique est également caractéristique du style des auteurs : *quantization of zero; the Lagrangian being* [...] *a zero mode* (?); $TrR \wedge R^*$ au lieu de $TrR \wedge R$; le nombre n dans l'expression $Tr(-1)^n e^{-\beta H}$ est décrit comme le *zero-energy states number* alors qu'il doit être défini pour tous les états (avec la contribution des états d'énergie positive s'annulant dans une théorie supersymétrique si n est le nombre de fermions); confusion entre la fonction de partition thermique $Tr\, e^{-\beta H}$ et $Tr(-1)^n e^{-\beta H}$. La lecture des articles de Atick-Witten et d'Antoniadis-Derendinger-Kounnas que les auteurs citent aurait du leur apprendre que la limite $\beta \to 0$ dans une théorie de champs ou de cordes exige une analyse beaucoup plus subtile que le simple remplacement de l'opérateur $e^{-\beta H}$ par l'identité, qui constitue leur argument principal. D'un autre côté, des expressions comme $Tr(-1)^n e^{-\beta H}$ peuvent être indépendantes de β et égales à des invariants topologiques. Ceci ne garantit aucunement que la théorie devient topologique dans la limite $\beta \to 0$. Peut-être s'agit-il pour les auteurs de la limite topologique d'un secteur restreint de la théorie ? Au moins, pourrait-on comprendre quelle théorie topologique les auteurs espèrent obtenir dans la limite $\beta \to 0$ de la supergravité $N = 2$? Même ici, le flou reste total. A la page 4343, les auteurs énumèrent les expressions limites obtenues à partir de $Tr(-1)^n e^{-\beta H}$ quand $\beta \to 0$, notamment :

- 1. $Tr(-1)^s$ appelé "invariant de singularité" où s est le nombre instantonique (? , de Yang-Mills ? gravitationnel ?),
- 2. $Tr(-1)^F$ (indice de Witten) où F est le nombre fermionique,
- 3. $\sum_i (-1)^{n_i}$ donnant le premier invariant de Donaldson,

prétendument "isomorphes" (?), sans préciser si ces différentes expressions correspondent aux limites de théories différentes, aux différentes manières de prendre la limite dans une même théorie, ou si elles sont censées être égales. On pourrait encore espérer à ce stade que le manque de clarté de l'introduction résulte du raccourci de l'exposition et que le texte principal apportera des éclaircissements. On est vite détrompé...

La **section 1** de l'article est spécifiquement consacrée à la "théorie topologique à l'échelle zéro". On y apprend que les auteurs veulent considérer la supergravité $N = 2$ (avec des corrections qui proviennent de la théorie des cordes) et que, selon eux, à la limite $\beta \to 0$, la théorie devrait être topologique et duale de celle pour β égal à la longueur de Planck, de telle façon que les fonctions de corrélations des observables physiques soient reliées aux cycles dans une variété à quatre dimensions. Quelles observables, quels cycles, quelle variété, comment, autant de questions laissées à la sagacité du lecteur : la correspondance ("dualité") entre les observables O et les cycles γ n'est pas explicitée, et on doit se contenter de l'indication que la dualité devrait être basée sur la dualité entre instantons et monopoles.

Dans la Définition 1.1 et ce qui suit, les auteurs tentent (maladroitement) de rappeler le schéma de la théorie topologique $N = 2$ Yang-Mills (twistée) construite par Witten pour décrire les invariants de Donaldson (à ceci près que, par erreur, ils demandent que le lagrangien soit un commutateur BRST et le tenseur d'énergie-impulsion soit invariant BRST au lieu de l'inverse !). Leur *Definition 1.2* donne une définition étendue d'une théorie topologique comme une théorie qui ne dépend pas de son lagrangien, ce qui n'a tout simplement aucun sens. L'assertion suivante "*Definition 1.2 means that L is a topological invariant of the form $L = R \wedge R^*$*" (voulant sans doute dire $TrR \wedge R$) n'en a pas davantage.

Suit la Proposition 1.3 qui maintient que la limite topologique $\beta \to 0$ de la théorie (laquelle ?) existe, est non triviale, et est duale de la limite topologique $\beta \to \infty$ (?). La *Proof* de la Proposition 1.3 n'en est pas une. Dans cette "démonstration", n dans $Tr(-1)^n e^{-\beta H}$ réapparaît comme le '*metric number*' (?, nulle part défini), la limite $\beta \to 0$ comme correspondant à la limite où la température T tend vers celle de Hagedorn (par une méconnaissance complète de cette notion ?), la self-dualité de la métrique et le premier invariant de Donaldson émergent de façon mystérieuse, et le tout est émaillé de charabia du style "*H vanishing from the metric states partition function*". On peut seulement deviner que les auteurs pensent que le traitement semi-classique de Witten de la théorie de Yang-Mills supersymétrique $N = 2$ peut être directement généralisé au cas de la limite $\beta \to 0$ de la supergravité $N = 2$. Les auteurs sont-ils seulement sensibles à la différence ?

La **section 2** de l'article se veut illustrative, avec plusieurs exemples du concept de théorie topologique. Dans l'exemple 2.1, est décrit le cas du développement à temps court du noyau de la chaleur d'un opérateur elliptique comme exemple de la situation où, dans la limite $\beta \to 0$, $\mathrm{Tr}\, e^{-\beta H}$ se réduit aux expressions topologiques. C'est, bien sûr, le cas de la mécanique quantique et pas de la "théorie des champs thermale" comme l'appellent les auteurs, mais passons. De plus, dans cet exemple déjà, on voit bien que le comportement asymptotique, contrairement à ce que disent les auteurs, n'est pas topologique : ainsi, par exemple, le coefficient de $\beta^{-d/2}$ dans le développement à temps court de $Tre^{-\beta\Delta}$ pour le laplacien Δ agissant sur les formes différentielles est proportionnel au volume de la variété. Ce sont seulement des combinaisons spéciales comme $Tr(-1)^n e^{-\beta\Delta}$, où n est le degré de la forme, qui produisent des invariants topologiques (comme la caractéristique d'Euler). L'exemple 2.3 cite la version de la mécanique quantique supersymétrique, appelée parfois $N = (1, 1)$, utilisée par Witten pour démontrer les inégalités de Morse, mais présentée ici à tort par les auteurs comme le cas de la théorie des champs $N = 2$. La brève présentation laisse beaucoup à désirer : les signes de H devraient être renversés dans une des lignes de l'équation (20), le hamiltonien est appelé invariant, pas un mot n'est dit sur le rôle des points critiques de H, la dernière phrase : "*Finally, on the zero-scale limit, we recover the topological index [37] corresponding to any standard topological field theory*" n'a aucun sens. L'exemple 2.4 n'est autre que le cas de la mécanique supersymétrique $N = (1, 0)$ reliée à l'indice de l'opérateur de Dirac, encore une fois mal présentée – par exemple, (26) qui est vrai seulement en 4 dimensions devrait avoir une fraction du rang de fibré de jauge au lieu de dim M. Incidemment, il semble que les auteurs aient beaucoup de peine à distinguer le cas de la mécanique quantique de celui de la théorie de champs, utilisant la première pour conclure sur la seconde (voir aussi la discussion de la Sec. 6.2 de la thèse de G. Bogdanoff).

L'apparition de fluctuations de la signature de la métrique à une échelle proche de la singularité cosmologique initiale est un des thèmes principaux de l'article. Il est discuté pour la première fois dans les Exemples 2.1 et 2.3. Le problème de la signature de l'espace-temps, et le rôle éventuel d'espaces-temps à signature euclidienne dans la naissance de l'univers est une vieille idée. Les auteurs maintiennent qu'ils ont un modèle précis, extrait de la supergravité $N = 2$ et censé décrire l'espace-temps autour de la singularité initiale, avec un mélange des signatures euclidienne et lorentzienne. Le modèle est présenté soit comme l'espace homogène $(SO(3,1) \times SO(4))/SO(3)$, soit comme l'espace $(R^{3,1} \times R^4)/SO(3)$. Ce dernier, un espace de dimension 5, avec une métrique de signature $++++-$ et une singularité conique, devrait, selon les auteurs, réaliser une "superposition" de signatures $+++-$ et $++++$. Le rôle du premier espace n'est pas du tout clair, sauf qu'il s'agit d'un espace homogène qui contient le groupe de rotations euclidien et le groupe de Lorentz comme deux sous-espaces. On devine seulement qu'il peut s'agir d'un espace paramétrisant des métriques et que les auteurs voudraient le relier au secteur bosonique de la supergravité $N = 2$ avec des corrections quadratiques en courbure dans l'action effective, mais comment ? (les diagrammes (12) et (14) et la discussion qui en est proche n'expliquent pas grand chose). On ne trouve pas non plus de réponse dans la référence [6] (la thèse de G. Bogdanoff). La discussion, même si elle y est plus détaillée, reste fantaisiste. On peut la résumer par quatre types de scénarios :

1. Dans l'action effective de la gravité qui contient des termes quadratiques en courbure R, on peut avoir des régimes limites différents selon les valeurs des couplages : un où l'action d'Einstein linéaire en R domine et l'autre où elle est négligeable devant les termes quadratiques et où seulement le terme topologique $\propto R \wedge R$ domine. Les auteurs voudraient associer le premier au système à l'échelle de Planck et l'autre à la singularité initiale qui devrait correspondre à la température infinie. Ils introduisent la température comme une constante de couplage devant le terme d'Einstein alors même que le rôle de la température est différent. Aucune relation avec le modèle standard cosmologique ou ses extensions n'est discutée.

2. Une combinaison linéaire de l'action topologique $\int TrR \wedge R$ et de l'action de Higgs $\int TrR \wedge R^* + \int |D\phi|^2$ peut avoir des régimes où soit l'une soit l'autre domine. Les auteurs (inspirés par la dualité de Seiberg-Witten) voudraient les associer à la singularité initiale et à l'échelle de Planck et postuler une dualité (avec quelles implications ?) entre les deux régimes limites.

3. L'état de l'univers au-delà de l'échelle de Planck est décrit par un état KMS sur le facteur II_∞ (pourquoi celui-là ?) et l'apparition d'un prolongement analytique du groupe d'évolution temporelle permet aux auteurs d'évoquer une fluctuation de la signature.

4. Un espace comme $(SO(3,1) \times SO(4))/SO(3)$ contient $SO(4)$ et $SO(3,1)$, de même que "l'espace-temps superposition" $(R^{3,1} \times R^4)/SO(3)$ contient R^4 et $R^{3,1}$.

Les relations entre ces quatre scénarios restent au niveau d'analogies plutôt verbales (la présence de deux sous-régimes). Par exemple, on ne propose rien de précis du type : un modèle (même tronqué), avec un lagrangien effectif, est obtenu à partir de la supergravité $N = 2$, une famille de solutions classiques est construite et le comportement est finalement étudié dans des régimes de constantes de couplage différents. Les auteurs se limitent à des "conjectures" du type suivant : dans la limite d'échelle nulle, la singularité de l'espace $(R^{3,1} \times R^4)/SO(3) \cong (R^3 \times R^3)/SO(3) \times R^{1,1}$ correspond à l'instanton gravitationnel de taille nulle parce que la direction de genre temps dans $R^{1,1}$ se découple. Dans le registre (fastidieux) des imprécisions, définitions manquantes, abus de notation, etc, notons encore en vrac : $d\Omega^2 = f(x, y, z)$ après (10); trois lignes après (10), "the w direction of $\mathbf{\Gamma}^5$ is cancelled"; au fait qu'est-ce que $\mathbf{\Gamma}^5$? dans l'exemple 2.2, que sont σ, ϕ? Seul ϕ est intégré dans l'intégrale fonctionnelle avant (15), que sont donc les g_2, ϕ_2, g_1, ϕ_1 du membre de gauche? qu'est-ce que le "*topological pole of the theory*"? (fin de l'exemple 2.2)?

Section 3.

Dès la première phrase on retrouve le style caractéristique de cet article : "... *infinite dimensional bundle on the manifold equally infinite* ...". Le reste est plus critiquable encore. La définition 3.1 essaye en vain de dire que l'invariant de Donaldson est une application polynomiale de l'homologie d'une variété à 4 dimensions dans l'anneau de cohomologie de l'espace des modules des instantons (de Yang-Mills). La Proposition 3.2 ne précise à nouveau pas de quelle théorie des champs il s'agit. Dans sa "démonstration" (où l'opérateur $(-1)^s e^{-\beta H}$ est appelé une matrice densité !), les auteurs mélangent (à nouveau) les cas de la théorie des champs et de la mécanique quantique; l'indice de l'opérateur de Dirac, la caractéristique d'Euler et l'invariant de Donaldson; les instantons gravitationnels et de Yang-Mills. Ces confusions sont d'ailleurs la conséquence inévitable et fâcheuse de l'absence de distinction entre des théories supersymétriques différentes. Les auteurs s'attribuent la redérivation des résultats de Donaldson : *We find the same result starting from* $T_{\alpha\beta} = \{Q, \lambda_{\alpha\beta}\}$", en oubliant d'ajouter "par l'intermédiaire de l'article de Witten [37]".

A nouveau, les auteurs font de leur mieux pour obscurcir leur présentation : notations défectueuses ou non définies CPB, *cpl*, (éq. (28) et (30)), que le lecteur devine être des conditions périodiques aux bords ou aux limites, entiers r, k, d non définis dans la définition 3.1 et (34), allusion à des "standard arguments" (avant (28)) sans référence, etc.

Section 4.

La première phrase de cette section est incompréhensible: "... *i-duality* $t \to 1/it$ *[5] of the type* $i = S \otimes T$". L'article [5] de Bachas, Bain et Green cité à ce point ne contient rien qui pourrait permettre de comprendre cette assertion. De cette phrase les auteurs déduisent que "*In this sense,* (??) *Planck (physical) scale should be i-dual to zero (topological) scale*" ! Puis dans une sous-section 4.1 (qui ne sera suivie d'aucune sous-section 4.2), ils entament une discussion de certains aspects de la question en termes d'algèbres de Hopf, en la motivant par : "*Considering the non commutative constraints at the Planck scale, it appears interesting to adopt an approach in terms of quantum groups at this scale.*" De quelles contraintes non commutatives s'agit-t-il ? La phrase suivante, "*So we have shown that in $D = 4$, it should exist a* superposition $(+++\pm)$ *between Lorentzian (physical) and Euclidean (topological) structures*", se réfère sans doute à l'assertion discutée plus haut à la section 2. On notera l'imprécision et le manque d'assurance avec lesquels les auteurs rappellent dans cette même phrase leur résultat antérieur, "*it should exist...*".

Les auteurs adoptent une terminologie ("*bicrossproduct*") et des notations ($\triangleright$ J , ψ) empruntées à Majid, mais qui ne sont pas d'un usage courant. Il aurait semblé naturel qu'ils en donnent une définition plus précise que "*a special type of crossproduct*", "*a 2-cocycle*". Telle quelle, leur discussion risque d'être parfaitement hermétique au physicien théoricien non spécialiste des groupes quantiques. A la suite de quoi les auteurs "proposent" (*sic*) la proposition 4.1, qui énonce en substance que $U_q(so(4))$ et $U_q(so(3,1))$ sont reliées ("*are related*") par $U_q(so(4))^{op\psi}\triangleright$ J $U_q(so(3,1))$". Ceci n'a pas davantage de sens que de dire : les algèbres A et B sont reliées par $A \otimes B$. En guise de preuve, appelée pourtant "*Proof*", les auteurs présentent quelques considérations sur les propriétés générales des algèbres de Hopf avant d'affirmer "*Clearly* (sic) *proposition 4.1 proves the possible 'unification' between the q-Lorentzian and the q-Euclidean Hopf algebras at the Planck scale*". En fait, les auteurs révèlent une nouvelle fois leur totale méconnaissance du sujet. L'absence de discussion des formes réelles de $U_q(so(4))$ et $U_q(so(3,1))$, qui sont au cœur de la distinction entre ces deux $\star$-algèbres de Hopf, montre que les auteurs ne comprennent pas cette distinction. En quoi l'existence de *bicrossproduct*, que les auteurs baptisent unification des structures euclidienne et lorentzienne, aurait-elle un lien avec l'échelle de Planck? Il y a deux algèbres quantiques, l'existence d'un *bicrossproduct* entre elles mais rien de plus et en particulier aucun lien avec une théorie à l'échelle de Planck. En quoi ce prétendu résultat de la proposition 4.1 "suggère-t-il l'existence d'un certain type de dualité entre groupes quantiques" ? Noter l'usage à nouveau du mot *duality*, dont le flou est accru par "*a certain type*" sans plus de précision.

La suite de la section 4 est constituée du même mélange d'imprécisions – "*the semidualization connects a version of $U_q(so(4))$ to a version of $U_q(so(3,1))$*" (Prop. 4.2); "*χ is constructed from ψ*" sans plus de détails, au bas de la page 4353 –, de confusions et d'incohérences. Des considérations de dimensionnalité des algèbres montrent que (39) et (40) sont incompatibles : comment $U_q(so(4))$ peut-il être à la fois le *bicrossproduct* de $U_q(su(2))$ avec $U_q(su(2))$ et de $U_q(so(4))$ avec $U_q(so(3,1)$? Le lecteur est ballotté entre dualités (encore !), "*semidualization*", et transmutation, et abreuvé de symboles nouveaux $> \bar{\triangleleft}$, etc, sans qu'une définition précise soit jamais donnée aux uns et aux autres. Il (le lecteur) est donc heureux d'apprendre, juste avant la proposition 4.3, que ces résultats mathématiques vont être appliqués à une problématique de physique théorique. Hélas, il n'y a aucun rapport intelligible entre ce qui précède sur les groupes quantiques et la proposition 4.3. D'ailleurs le contenu de la soi-disant preuve de cette proposition ne fait pas mention de résultats sur les groupes quantiques. Quoiqu'il en soit, avec ladite proposition, on revient à tous les travers déjà dénoncés plus haut. Les auteurs parlent de **la** cohomologie de l'opérateur BRST comme s'il était évident de quelle théorie et de quelle cohomologie il s'agissait. Est-il seulement clair aux auteurs que quelques précisions supplémentaires seraient nécessaires ? Après une nouvelle invocation de la théorie de Donaldson, on est confronté à l'affirmation incompréhensible selon laquelle "*There exists therefore an injective path from the physical mode to the topological mode*". Les considérations qui suivent procèdent à nouveau par assertions sans ordre ni logique et par insertions fantaisistes de nouveaux ingrédients : théorème d'Atiyah-Singer, branches de Coulomb et de Higgs... On relève au passage quelques perles, telle la "*functional integration over the empty degrees of freedom*".

Section 5.

Cette cinquième partie entend lever le voile sur la transition entre la phase topologique et la phase non topologique décrivant la physique que nous observons aujourd'hui. Un concept-clé utilisé par les auteurs pour analyser cette transition est le formalisme des états KMS. Toutefois ils manifestent à de nombreuses reprises des confusions ou incompréhensions sérieuses dans l'utilisation qu'ils en font.

Dès le début de la section 5, le lecteur se pose la question : en quoi l'existence de pôles en $\beta = 0$ et $\beta = \ell_{Planck}$ est-elle "*a direct and standard consequence of the KMS condition*" ?

• Section 5.1.1

Les questions et objections redoublent à la lecture de cette section :

- Quelle est la raison permettant de dire que du "point de vue thermodynamique", la température de Planck est la borne supérieure du système et pourquoi insister sur le mot physique dans "*physical* temperature of the system" (premières lignes du § 5.1.1) ?

- En quoi la notion d'équilibre thermique peut-elle être comprise comme une condition de jauge globale (premier alinéa du § 5.1.1) ?

- L'équilibre thermique généralement considéré en cosmologie correspond à des champs de matière sur une métrique de fond et ne s'applique pas à un hypothétique état de gravité quantique.

- Dans la définition 5.1, le concept de "système fini" veut probablement dire "à nombre fini de degrés de liberté", une hypothèse passablement suspecte en gravité quantique où H ne paraît pas avoir de spectre borné inférieurement.

- Toujours dans la Définition 5.1, ϕ est un état de Gibbs et non une "condition de Gibbs" et devrait être noté ω, compte tenu de la définition.

- "*The equilibrium state implies that β must be seen as a periodic (imaginary) time interval* $[0, \beta = \ell_{Planck}]$" !!! Passons sur le fait qu'une variable n'est pas un intervalle, et retenons que, selon cette assertion, tout opérateur à trace connaît la longueur de Planck !

Les auteurs font ensuite montre d'un nouvel ensemble de confusions surprenantes :

- "*Of course,* **A** *is a von Neumann* C^* *algebra*", alors que **A** vient d'être défini comme désignant un élément d'une algèbre. Les auteurs confondent donc un élément d'un ensemble avec l'ensemble lui-même, ce qui est confirmé par l'équation (51).

- La "*well known Heisenberg algebra*", toute bien connue qu'elle est, est confondue avec la représentation du même Heisenberg (haut de p. 4357) ... Dans le même ordre d'idées (si on peut dire), plus bas, sous l'équation (63), l'opérateur quantique d'évolution temporelle est confondu avec l'"*usual algebra of observables*".

- Plus sérieux, évoquer la théorie de Tomita-Takesaki, juste avant l'équation (51), dans le contexte d'un système "fini" révèle une grande confusion. La théorie devient triviale dans le cas où le générateur du groupe d'automorphismes entre directement dans la définition de l'état de Gibbs. En fait, les points essentiels ne semblent pas compris, ni du point de vue mathématique puisque ce théorème de Tomita-Takesaki construit un groupe d'automorphismes à partir de données qui n'en contiennent apparemment pas, ni du point de vue physique car la condition d'état KMS est cruciale uniquement pour des systèmes infinis, pour lesquels la définition 5.1 ne s'applique pas.

La fin du § 5.1.1 n'apporte rien et est une redite de la définition 5.1. La dernière phrase est d'ailleurs une tautologie : "*Then we claim in a natural way that the space-time, in an equilibrium state at the Planck scale, is therefore subject to the KMS condition at this scale.*" La propriété de KMS doit en effet être considérée comme caractérisant l'équilibre thermique. Cette tautologie déjà présente dans l'introduction à la section 5 réapparaît à plusieurs reprises dans la suite de la section 5.1 (dernier paragraphe du § 5.1.2, avant-dernière phrase du § 5.1.3).

- Section 5.1.2

Là encore les définitions d'un état satisfaisant aux conditions KMS comportent de nombreuses erreurs : ϕ à la place de ω, t et t_c sont parfois échangés, $\bar{t}$ n'est pas défini. On relève de nouveaux abus de language : "*holomorphicity of the KMS strip*" (pour holomorphie dans ce domaine), "*two boundaries of the strip do not commute*", "*the notion of non-commutative geometry vanishes*" ... Les termes "*hyperfinite system at the Planck scale*" et "*hyperfinite pre-spacetime*" qui reviennent fréquemment ne sont jamais définis. Finalement, la dernière phrase semble associer la non-commutativité des opérateurs dans le formalisme KMS et celle attendue dans la géométrie à l'échelle de Planck. Il s'agit là soit d'une nouvelle confusion, soit d'une remarque sans substance.

• Section 5.1.3

Les deux équations (53) $t \to \tau = t_r + \mathrm{i}\, t_i$ et (54) $T \to T_c = T_r + \mathrm{i}\, T_i$ qui décrivent la complexification des variables de temps et de température sont, telles quelles, vides de contenu, mais néanmoins Connes, Haag-Hugenholtz-Winninck, Atick-Witten et ... G. Bogdanoff sont cités à l'appui. Suit une nouvelle accumulation de phrases jargonnantes : "*the time like coordinate g_{00} becomes holomorphic*", (g_{00} est une composante de la métrique et non une coordonnée), "*the KMS field*", (pour le domaine KMS ?), d'inférences logiques incompréhensibles : "*So, the KMS condition suggests the existence at the Planck scale of an effective one-loop potential ...*", et de notations incohérentes : $t_c = t_r + \mathrm{i}\, t_i \in \mathrm{C}$, $\mathrm{Im}\, t_c \in [\mathrm{i}\, t_i, t_r]$ (*sic*).

L'équation (55) est une nouvelle source de confusion. Si $e^{i\theta}$ est une composante de la métrique (soudain rebaptisée $\eta_{\mu\nu}$), pourquoi est-elle devenue une phase ? θ est-il constant, ou au contraire dépend-il de la position sur la variété ? Pourrait-il se faire que θ soit égal à ϕ, le champ complexe dilaton+axion ? Plus généralement, pourquoi la métrique, qui est une quantité dynamique, ne dépendrait-elle que d'un champ comme en (55) ?

Équation (56) : nouvelle équation, nouvelle confusion. Il est vrai que, sous certaines conditions, le groupe d'automorphismes modulaire peut être étendu à des valeurs complexes. Mais les conditions doivent être spécifiées et le prolongement analytique n'existe alors que dans le domaine $0 < \mathrm{Im}\, t < \beta/2$. M_q n'est pas défini dans cette section mais le symbole est introduit plus tard comme étant un facteur de type III_λ. Il reste à vérifier que, pour un élément générique d'un tel facteur, le groupe modulaire peut être étendu à des valeurs complexes, ce qui semble surprenant. Dans tous les cas, il ne s'agirait là que de propriétés générales d'algèbres de von Neumann, n'impliquant pas la (super-)gravité quantique etc.

• Section 5.1.4

La classification des facteurs est exposée brièvement, mais est entachée d'une grossière erreur : les facteurs de type I et II sont caractérisés comme étant commutatifs, ce qui est évidemment faux. La dernière phrase de cette section est à ce stade tout simplement incompréhensible, mais le § 5.1.5 est censé l'éclairer.

• Section 5.1.5

Cette section commence par une phrase qui confine au charabia : "*The initial 'topological' scale corresponds to the imaginary vertex of the lightcone, i.e. a zero-size gravitational instanton.*" Qu'est-ce que le sommet *imaginaire* du cône de lumière, qu'a-t-il à voir avec un instanton gravitationnel de taille nulle et l'*échelle topologique* initiale ? Dans le même florilège, on peut ajouter la phrase suivante "*As all the mesures performed on the Euclidean metric are ρ-equivalent up to infinity, the system is ergodic*". Un peu plus bas, qu'est-ce que $M^{0,1}_{Top}$? À quoi se rapportent les indices 0 et 1 ?

S'ensuit alors une promenade à travers les échelles et les facteurs que les auteurs leur font correspondre, de l'"échelle topologique" $\beta = 0$ et son facteur II_∞ à l'échelle physique $\beta > \ell_{Planck}$ et son facteur I_∞ *via* l'échelle quantique $0 < \beta < \ell_{Planck}$ et son facteur III_λ. Si on comprend bien les auteurs, toute la physique à l'échelle "physique" serait décrite par un facteur de type I, c'est-à-dire l'algèbre des opérateurs bornés sur un espace de Hilbert $L^2(\mathrm{R})$, ce qui est assez étonnant pour ne pas dire invraisemblable. On sait en effet que les théories de champs locales impliquent des facteurs de type II ou III.

Section 5.2

Cette section entend discuter les relations entre états KMS, supersymétrie, et la transition "TP" entre état topologique et état physique.

Est d'abord présenté le calcul classique des fonctions de Green à deux points de champs libres bosoniques et fermioniques à température finie, recopié très soigneusement de l'article de Derendiger et Lucchesi cité. La périodicité, resp. antipériodicité, des fonctions bosoniques resp. fermioniques est retrouvée par les arguments heuristiques usuels, d'où les auteurs concluent à la difficulté de concilier états thermiques et supersymétrie. La seule échappatoire selon eux est de considérer la métrique elle-même comme sujette à la condition KMS, une assertion surprenante et non discutée (p. 4365). Plus surprenante encore est l'assertion suivante, vers le bas de page 4365, "*the $\beta \to 0$ limit of Eq. (78) is given by the scalar field $\phi(x)$, which, by construction is a topological configuration marking the origin of the imaginary time direction of the theory*". Ainsi, selon les auteurs, le champ ϕ (un champ scalaire supposé libre) est une configuration topologique (?) et devrait donner l'origine de la direction du temps imaginaire !? Un peu plus bas encore dans cette même page 4365, on lit : "*the breaking of the KMS state beyond the Planck scale should induce the breaking of supersymmetry at the same scale*". Est-ce de là que les auteurs veulent déduire que la supersymétrie implique la condition KMS, c'est-à-dire l'équilibre thermique ?!

On rencontre encore un nouvel avatar de la tautologie déjà abondamment signalée : page 4368, "*The observed cancellation of the thermal equilibrium beyond the Planck scale* [...] *is inducing KMS breaking*".

Les auteurs ne semblent pas être conscients du fait qu'il est bien beau de dire qu'une "*topological phase*" caractérise le "*(pre-)spacetime at the vicinity of the initial singularity*", mais que, dans une théorie topologique, les notions de longueur et de temps sont tout simplement abolies. Pour parler de la physique observée, en particulier pour discuter "l'expansion" de l'Univers, une (ou plusieurs) échelle(s) doi(ven)t impérativement être engendrée(s) lors de la transition TP. Faute de quoi, on n'a même pas une ébauche de "scénario".

Toute cette section 5 est si obscure et sa conclusion si invraisemblable qu'il est difficile de lui accorder le moindre crédit.

Au terme de cette longue analyse de ce premier article, une seule conclusion s'impose : selon les critères rappelés au début, l'article de *Class. Quantum Grav.* **18** (2001), 4341 ne peut en aucune façon être qualifié de contribution scientifique.

⋆⋆⋆

Les trois **autres articles** annexés, plus courts, reprennent en grande partie les thèmes du premier. Nous ne leur consacrerons pas l'espace qu'exigerait une analyse paragraphe par paragraphe comme nous l'avons fait pour le premier.

Dans le cas du **deuxième** et du **troisième article**, parus respectivement dans *Annals of Physics* en février 2002 et dans le *Chinese Journal of Physics* en avril 2002, une observation préalable est nécessaire. Curieusement, dans le manuscrit de thèse disponible sur le serveur, `http://tel.ccsd.cnrs.fr`, ces deux articles sont quasiment 100% identiques : l'un diffère de l'autre principalement par le titre et la première phrase. Il faut supposer qu'il s'agit d'une erreur de manipulation de fichiers et nous avons donc examiné les versions publiées de ces travaux. Nous avons en plus consulté un article par G. et I. Bogdanoff paru dans *Il Nuovo Cimento* en avril 2002 et qui n'était pas annexé à la thèse.
Or, il s'avère qu'*il s'agit trois fois du même travail.*

(i) Les articles dans *Nuovo Cim.* et *Ann. Phys.* comptent chacun 5 sections qui se correspondent une à une et ont les mêmes titres. Ces articles ont respectivement 17 et 18 formules hors texte, dont 14 sont identiques, se suivent dans le même ordre, et sont reliées par le même texte, abstraction faite de restructurations et recombinaisons de phrases, mots remplacés par des synonymes, insertions ou suppressions occasionnelles de phrases, de références, etc.

(ii) L'article dans *J. Chinese Phys.* est essentiellement identique à celui dans *Ann. Phys.*, augmenté d'une section *"Preliminaries"* insérée après l'*Introduction* et de quelques paragraphes insérés ailleurs. En dehors de la section rajoutée, cet article compte 19 formules hors texte dont 15 sont identiques, se suivent dans le même ordre et sont reliées par essentiellement le même texte que dans l'article dans *Ann. Phys.* ; et dont 3, avec le texte qui les accompagne, se trouvent dans l'article du *Nuovo Cim.* ; la seule formule restante pouvant être retrouvée avec ses quelques lignes de commentaire dans le premier article des auteurs dans *Class. Quantum Grav.*

Pour ce qui est de la section rajoutée, celle-ci reprend pour la moitié des fragments de texte déjà présentés dans *Class. Quantum Grav.* et, comme on le verra ci-dessous, n'est pas de nature à changer les conclusions.

(iii) Chacun de ces trois articles se termine par exactement la même section finale, la *Discussion*, abstraction faite, encore une fois, d'une restructuration de toutes les phrases.

(iv) Il est à noter que ces trois articles ne se citent pas mutuellement comme des *preprints* ou des travaux à paraître.

Il est clair que nous sommes en présence ici d'un exemple caractérisé non pas de double, mais de triple publication, au mépris de la déontologie professionnelle. La proximité des dates de soumission (le 27 juillet 2001 au *Nuovo Cim.*, le 30 octobre aux *Ann. Phys.* et le 31 octobre au *Chinese J. Phys.*) rend cette triple publication difficilement imputable à ces revues, quelles que soient par ailleurs les faiblesses de leurs procédures de relecture.

Considérons maintenant, indépendamment de ce préalable, le contenu scientifique de ce triplet d'articles. L'auteur y élabore, essentiellement, les arguments de la section 5 du premier article. La question est de savoir comment la singularité initiale, telle que la voit l'auteur, a pu conduire à l'univers d'aujourd'hui. Le point de départ pour expliquer cette transition est l'idée que le (pré-)espace-temps à l'échelle de Planck est soumis à la condition KMS.

Plusieurs points de critique soulevés ci-dessus (pages 19-22) concernant la section 5 du premier article, s'appliquent également ici : confusions, notations incohérentes, et évidence d'une incompréhension des états KMS.

Nous avions montré que la section 5 du premier article ne représente même pas l'ébauche d'un scénario. Ce nouvel article ne redresse aucunement la situation : tout reste confus.

Le **quatrième article**, publié au *Czechoslovak Journal of Physics,* prétend donner une nouvelle explication du phénomène de l'inertie d'une masse soumise à une force. Il s'agit d'une question sérieuse et nouvelle par rapport aux articles précédents. Selon l'auteur, l'explication réside dans "l'amplitude topologique liée à l'instanton gravitationnel de taille zéro qui correspond à la singularité initiale de l'espace-temps". On souhaiterait comprendre ce que cela veut dire.

Or, dès la première formule, des symboles non définis apparaissent, qui rendent les énoncés 'ni vrais ni faux'. La suite confronte le lecteur avec une accumulation d'imprécisions : quasiment rien n'est défini. L'auteur rappelle certains résultats de la thèse de M. Grichka Bogdanoff, à commencer, encore une fois, par la condition KMS régissant l'échelle de Planck. Le passage au monde que nous connaissons se fait moyennant une propagation sphérique de la "charge topologique" de l'instanton déjà mentionné. À ce stade, faute de précisions, toute conclusion devient possible. Sans revenir sur la question générale de l'inertie, l'auteur discute à titre d'exemple le pendule de Foucault et en arrive à la *"Conjecture 4.9. Whatever the orientation in physical space* R3 *of the plane of oscillation* Π2 *of the pendulum F, this 2-dimensional plane necessarily intersects the initial singularity S, i.e.,* Π2 *is always aligned on S."* La conjecture, justifiée par des *"elements of demonstration"*, est répétée par la suite sous des formes légèrement différentes, dont aucune ne nous permet de mieux la comprendre.

L'avant-dernière section de l'article contient une discussion aussi élémentaire que maladroite de la transformée de Fourier de la fonction delta de Dirac, suite à laquelle l'auteur conclut : *"The above results suggests in fact that the (topological) interaction here considered is ergodic."*

Une fois de plus le verbe *"to suggest"* est utilisé abusivement pour concaténer des énoncés sans souci de logique. Le premier énoncé (les *"results"* (!) sur la transformée de Fourier) est vrai bien que naïf ; le second énoncé, *"the* [...] *interaction* [...] *is ergodic"*, est 'ni vrai ni faux', les définitions manquantes laissant à la charge du lecteur de trouver une interprétation qui ait un sens.