

2 Pli cacheté 1998 : *l'univers stocke-t-il l'information ?*

Résumé : Une analyse dimensionnelle symétrique donne la distance R correspondant à 6,9 milliards d'années et conduit à un modèle d'univers sous la forme d'un atome géant de deutérium pour lequel les ondes gravitationnelles ont une super-célérité C qui excède c dans le rapport des forces électromagnétique et gravitationnelle. On en déduit un modèle cosmologique où l'univers évolue en stockant l'information dans de nouvelles particules stables et où les paramètres cosmologiques sont constants. Ce modèle du "petit pas" est ainsi intermédiaire entre le schéma du Big Bang et celui de l'Univers stationnaire. La conservation holographique du nombre de canaux indépendants de mémorisation permet d'appréhender le concept de masse, d'établir des relations quasi-képlériennes entre des principaux paramètres libres de la théorie standard, notamment une relation képlérienne entre une masse de grande unification $3,8310^{15} \text{GeV}/c^2$ et une longueur d'onde à 0,5 % du maximum de rayonnement cosmologique qui prend le statut de signal rétro-actif et joue le rôle de référentiel galiléen privilégié qui manquait à la cohérence de la théorie de la relativité.

En 1933, Eddington (The Expanding Universe, C.U.P.) publiait la première tentative d'unification de la microphysique avec la cosmologie standard, dans l'esprit de la Relativité Générale, en cherchant une unité de longueur commune aux deux domaines. La valeur proposée était le

rayon de courbure de l'Univers divisé par la racine carrée du nombre -supposé constant- de protons, longueur identifiée au rayon classique de l'électron. Ce modèle conduisait à des relations peu justifiées entre certains paramètres libres.

La présente note reprend cette tentative d'unification en donnant *d'entrée* une signification à la récession galactique : l'information *temporelle* qui s'accumule dans l'Univers est stockée non seulement sous forme d'espace supplémentaire, ce qui justifie la récession galactique, mais également sous forme d'une augmentation du nombre de particules, ce qui définit une propriété de la matière. Dans ce modèle, le Cosmos est en évolution constructive et non destiné à une mort thermique comme c'est le cas dans les modèles à masse-énergie totale constante. De plus, il conduit à des relations précises entre les paramètres libres classiques et les mesures actuelles des constantes cosmologiques, en particulier la longueur d'onde au maximum du rayonnement cosmologique, lequel prend ainsi une tout autre signification que celle admise par la théorie standard.

Cette transformation du temps en matière s'inscrit dans la quête séculaire de l'unification, laquelle s'étend ici aux concepts intuitifs les plus primitifs que sont la masse, la longueur et le temps. Or ces catégories sont déjà foncièrement unifiées par les constantes universelles c , G et h , lesquelles se sont avérées de vraies constantes dans un univers en évolution (F. Sanchez, Holic Principle, ANPA Proc. 16, 1994). Il en résulte que s'il existe de véritables constantes cosmologiques, elles doivent être déterminables par l'analyse dimensionnelle : c'est précisément le sens des corrélations relevées par Dirac (Nature Sup. June 12, p. 1001, 1937).

Alors que la microphysique n'utilise pas G mais principalement la masse de l'électron m_e , la cosmologie délaisse h et fait intervenir la masse du proton m_p : l'analyse dimensionnelle donne respectivement la longueur d'onde de Compton de l'électron $\lambda_e = h/m_e c$, et pour un ensemble de N protons, le diamètre de trou-noir GNm_p/c^2 , ce qui correspond, à un facteur 2 près, à la densité critique (Barnett et al, Rev. Part. Phys. D54, 1 (1996).) Or la densité des sources de gravitation (y compris celles non-identifiées, appelées de façon injustifiée "masses cachées") semble voisine de cette densité "naturelle". Il en résulte l'hypothèse que *l'apparition de nouvelle matière s'opère à densité constante, égale à la densité critique.*

Il est ainsi naturel d'examiner la longueur caractéristique donnée par une *cosmologie quantique* qui délaisserait c , vitesse qui paraît anormalement faible eu égard aux dimensions d'un Cosmos *holistique* (F. Sanchez, Holic Principle, ANPA Proc. 16, 1994), ce qui entraîne le gênant "paradoxe de l'horizon". L'analyse dimensionnelle fournit $R = h^2/G \times masse^3$. Considérons donc l'expression symétrique par rapport aux trois particules principales, c'est-à-dire les plus stables :

$$R = h^2/4\pi^2 G m_p m_n m_e \quad (1)$$

on obtient $R = 6,25 \cdot 10^{26}$ mètre, distance comparable au paramètre linéaire R_H , (on infère habituellement une "durée" à partir de cette longueur : $\tau_H = R/c$, ce qui correspond ici à $\tau_H \approx 6,9$ milliards d'années, mais la grandeur mesurée est essentiellement une longueur. La densité étant constante, l'âge de l'Univers ne peut, dans notre modèle, qu'être *largement supérieur* à cette constante temporelle de Hubble et non *légèrement inférieur* comme dans l'interprétation standard, ce qui d'ailleurs expliquerait les antinomies du modèle standard décelées récemment par le télescope orbital Hubble (R. C./ Kennicutt Jr, Nature, vol 3841, 1996), et rejoint les modèles nouveaux tels que ceux de Hoyle, Burbidge, Narlikar ou de Pecker, fondés sur des raisonnements différents.

Cet accord remarquable entre les constantes universelles et les données d'observation n'avait pu être remarqué par les "pères fondateurs" car les mesures de distances inter-galactiques étaient entachées d'une erreur d'un facteur 10.

Cependant en 1937 Dirac constatait que les grands nombres purs apparaissant en physique semblaient se grouper autour de valeurs dans un rapport logarithmique simple avec le rapport des forces électromagnétique et gravitationnelle dans l'atome d'hydrogène (10^{39}), également de

l'ordre de grandeur du rapport entre le paramètre temporel de Hubble et un temps caractéristique de l'atome, d'où son "hypothèse des grands nombres", selon laquelle les grands nombres apparaissant en physiques sont tous reliés entre eux par de simples relations mathématiques (P.M.A. Dirac, Nature, 1938, 1, 871). Dans cet article, Dirac proposait une nouvelle base pour la cosmologie où il introduisait un *référentiel galiléen privilégié*, pour laquelle "principe cosmologique" de Milne puisse s'appliquer : homogénéité et isotropie d'ensemble de l'Univers. Le rayonnement cosmique est la "matérialisation" de ce référentiel galiléen privilégié, qui manquait à la cohérence des fondements de la physique (H. Poincaré. La science et l'hypothèse).

En 1982 Davies (P. Davies, The Accidental Universe, p. 92, C.U.P., 1982) remarquait que le rapport entre le paramètre linéaire de Hubble et la longueur d'onde caractéristique du rayonnement cosmique est la puissance 3/4 du "nombre de Dirac". Or dans le modèle standard, ce rapport est constant. Cette "constante de Davies" d'ordre cosmologique s'identifie avec la constante d'unification U de la Théorie Holique (F. Sanchez, Holic Principle, ANPA Proc. 16, 1994).

Ces considérations nous autorisent à préciser la "constante de Dirac" comme étant l'inverse du coefficient gravitationnel de couplage α_G entre *proton et neutron* :

$$\alpha_G = 2_p m_n / (hc) \approx 1 / (1,6935 \cdot 10^{38}) \quad (2)$$

ce qui permet de dégager la relation hautement symétrique, qui prolonge la relation classique $\lambda_e = \alpha a_0$,

$$\lambda_e = \alpha a_0 = \alpha_G R \quad (3)$$

où a_0 est le rayon de Bohr de l'atome d'hydrogène. Cette relation suggère que l'Univers conserve la mémoire de l'époque où il se réduisait à un atome de Deutérium : un proton lié gravitationnellement avec un neutron distant de R (système de masse effective voisine de $m_p/2$), et un électron délocalisé, caractérisé par sa longueur d'onde de Compton λ_e , assurant la liaison entre le proton et le neutron. A cette époque gravitation et force nucléaire se confondaient. *L'indiscernabilité quantique de deux particules de même label est ici relié à la mémoire du passé : un "petit pas" à la Jordan (H. Kragh, Cosmology and Controversy, Princeton University Press, 1966, 71), où ne sont produites que ces trois particules par transformation du temps qui existait antérieurement (F. Sanchez, Holic Principle, ANPA Proc. 16, 1994).*

L'analogie doit porter aussi sur les vitesses : alors qu'elle est de αc pour l'électron de Bohr du niveau fondamental de l'atome d'hydrogène, elle doit être $\alpha_G C = c$ (C étant la super-célérité prévue par la "chronorelativité holique") pour le neutron périphérique dans le cas de l'atome-Univers, assimilé à une corde cosmique dont les extrémités ont la vitesse c . On a donc la vitesse des ondes gravitationnelles :

$$C = c / \alpha_G = c 2\pi G m_p m_n / (hc) \quad (4)$$

Dans l'hypothèse holistique, eu égard aux dimensions de l'Univers, une telle supercélérité $10^{38}c$, ne peut surprendre.

Toujours par analogie avec l'atome de Bohr, dans un atome-Univers au repos le nucléon périphérique ne doit pas rayonner d'énergie gravitationnelle. Cependant, du fait même de l'évolution, des modifications s'opèrent à l'intérieur de l'atome-Univers, perturbant la stabilité non-radiative, ce qui provoque un *rayonnement gravitationnel d'évolution cosmique*.

Dans le cadre du stockage de l'information ce rayonnement apparaît comme un retour d'information : c'est un signal rétro-informatif.

Or c'est un fait que, pratiquement, la technique la plus efficace pour le stockage de l'information est l'holographie. On peut donc envisager la possibilité que l'atome d'hydrogène puisse être comparé à un hologramme-boule de rayon a_0 et de longueur d'onde caractéristique λ_e . De

la sorte le nombre de canaux de stockage que nous appellerons la "multiplicité d'information" est

$$K_{at} = (4\pi/3)(a_0/\lambda_e)^3 \quad (5)$$

valeur qu'il faut comparer à l'hologramme surfacique à balayage séquentiel de rayon égal au rapport des périodes associées respectivement à l'électron et à l'ensemble proton-neutron. On obtient ainsi un système auto-référent, car cela signifie que la longueur d'onde Compton de l'électron, qui décrit l'atome, est elle-même décrite par la longueur d'onde Compton du couple proton-neutron, ce qui donne lieu à des relations du type Kepler :

$$K_{at}/4\pi = (1/3)(a_0/\lambda_e)^3 = (t_e/(2t_p))^2 \quad (6)$$

Avec la valeur empirique de $a_0/\lambda_e = \alpha^{-1}$, l'on obtient $(p+n)/2 \approx 1852,3$. Ainsi la constante de couplage α^{-1} et le rapport p de masse proton/électron, paramètres libres de la théorie standard, sont reliés par la conservation holographique de la multiplicité d'information.

Par analogie, appliquons le même procédé, mais cette fois pour obtenir une masse caractéristique de la gravitation :

$$K_G/4\pi = (1/3)(R/\lambda_e)^3 = (t_e/t_X)^2 = (R/\lambda_X)^2 \quad (7)$$

où les relations $\lambda_e = ct_e$ et $\lambda_X = Ct_X$ ont été utilisées. On obtient ainsi, l_{Pl} étant la longueur de Planck, $\lambda_X = l_{Pl}(3pm)^{1/2} \approx 5,143 \cdot 10^{-32}$ mètre, correspondant à la masse $m_X \approx 3,83 \cdot 10^{15} GeV/c^2$, dans le domaine des hautes énergies de la grande unification (H.M. Georgi, and Unified theories, The New Physics, 426, Davies, C.U.P.).

La relation ci-dessus est représentée par la figure 1a : on constate que si l'on représente (fig. 1b) la longueur d'onde λ_γ de l'ordre du mm (longueur d'onde au maximum du rayonnement cosmique) on visualise un rapport harmonique simple, conformément à la thèse de Dirac. Il en est de même (fig 1c) si l'on introduit $\lambda_p/\sqrt{2}$, caractéristique du noyau atomique.

On obtient en particulier la formule centrale $l_\gamma \approx (\lambda_e^3/\lambda_X)^{1/2} \approx 1,058$ mm correspondant à la température 2,738 K, à 0,5 % de la valeur mesurée (Barnett et al, Rev. Part. Phys. D54, 1 (1996). La longueur d'onde cosmique est donc bien une constante, maillon essentiel dans l'arpentage cosmique reliant l'atome à l'univers : les équations de la cosmologie doivent être reprises sur cette base. Les intuitions d'Eddington et de Dirac étaient essentiellement correctes, et les modèles concurrents (H. Kragh, Cosmology and Controversy, Princeton University Press, 1966) en cosmologie déterraient tous une part de vérité, notamment le modèle stationnaire de Bondi, Gold et Hoyle qui sacrifiait le premier principe de la thermodynamique au profit de la *constance des paramètres cosmologiques*. Les relations ci-dessus montrent en particulier que le deuxième principe de la thermodynamique doit être également sérieusement amendé. L'espoir est grand que la Physique retrouve son statut original de philosophie naturelle en retrouvant le chemin de la simplicité.