

Hypothèse sur les grands nombres de Dirac menant à la constante de Hubble et à la température du fond diffus de l'univers

Claude Mercier ing., 4 février, 2013
Rév. 17 octobre, 2015

claudemercier@cima.ca

Dans son hypothèse sur les grands nombres de 1974, Dirac constatait qu'il semblait y avoir un parallèle à faire entre l'électron et l'univers [11].

En faisant un parallèle similaire entre l'électron qui tourne autour d'un proton dans l'atome d'hydrogène et notre univers qui tourne [1,2], il est possible d'obtenir une équation qui donne la valeur de la constante de Hubble H_0 en fonction de la constante gravitationnelle universelle G , de la masse de l'électron m_e , du rayon classique de l'électron, de la constante de structure fine α et de la vitesse de la lumière dans le vide c . De ces constantes, G est la moins précise et dicte la valeur de la constante de Hubble à $H_0 \approx 72,10 \pm 0,01$ km/(s·MParsec). Cette valeur est en parfait accord avec la valeur de $H_0 \approx 72,1 \pm 0,9$ km/(s·MParsec) obtenue par Xiaofeng Wang et son équipe [16].

Dans un travail antérieur, nous avons trouvé une équation qui liait H_0 à la température T du fond diffus de l'univers [5]. Se basant alors sur le fait que D. J. Fixsen [3] évaluait $T \approx 2,72548 \pm 0,00057$ °K, nous obtenions $H_0 \approx 71,50 \pm 0,01$ km/(s·MParsec). En faisant évaluer nos deux équations donnant H_0 , il devient possible d'isoler la variable T et de l'évaluer précisément en fonction de G (constante possédant maintenant la plus grande imprécision). Nous obtenons alors une valeur de $T \approx 2,7369 \pm 0,0002$ °K. Cette température est compatible avec des mesures prises entre 1982 et 1990 par la sonde Cobra [4] qui évaluait la température du fond diffus cosmologique à $2,736 \pm 0,017$ °K.¹

MOTS CLÉS : Dirac, Constante de Hubble, température univers, CMB, électron

1. INTRODUCTION

En faisant des calculs sur l'univers, Dirac constata que le rapport de certains nombres semblait toujours mener à certains nombres spécifiques. Sans en avoir tous les secrets, ces nombres semblent liés entre eux. Dirac publia donc un document sur ses hypothèses sur les grands nombres.

¹ De récents travaux que nous avons réalisés nous ont permis d'évaluer la constante de Hubble à $H_0 \approx 72,09548632 \pm 0,000000046$ km/(s·MParsec) et la constante de gravitation universelle à $G \approx 6,67323036 \pm 0,00000030 \times 10^{-11}$ m³/(kg·s²). Cette situation nous a permis de réévaluer la température moyenne du fond diffus de l'univers (CMB) à $T \approx 2,7367951 \pm 0,0000026$ °K [18].

Plusieurs travaux en astrophysique sont basés sur la connaissance de la constante de Hubble. Celle-ci permet, entre autres, de calculer l'âge apparent de l'univers et de connaître la vitesse d'éloignement des galaxies par rapport à nous en fonction de leur distance [17]. C'est pourquoi nous sommes intéressés à connaître cette valeur le plus précisément possible.

Le but du présent document est de trouver une nouvelle équation, indépendante de celle découverte récemment [5], qui nous permettrait de calculer la constante de Hubble de manière indépendante de la température T du fond diffus de l'univers. Nous constaterons, tout comme Dirac, que le rapport de certains nombres semble agir comme des facteurs d'échelle. Sachant ce facteur d'échelle, il nous devient possible de générer une nouvelle équation donnant la constante de Hubble. En utilisant l'équation trouvée dans notre premier document traitant de la constante de Hubble [5] ainsi que la nouvelle équation du présent document, nous nous trouvons à faire un système de deux équations à deux inconnus (comportant la constante de Hubble H_0 et la température du fond diffus de l'univers T). Il nous devient alors possible de déterminer précisément ces deux paramètres en fonction de la constante de gravitation universelle G et d'autres constantes de physique connues. Cette manœuvre permet de déterminer H_0 et T avec la même incertitude que celle qui pèse sur G .

Cette méthode nous mènera à compléter certains éléments manquants dans l'hypothèse de Dirac. Nous transformerons certaines équations qui menaient celui-ci à voir des similitudes entre certaines relations ou équations de même ordre de grandeur de telle sorte à obtenir l'égalité entre elles.

2. DÉVELOPPEMENT

2.1. Constante de Hubble théorique provenant de travaux antérieurs

Lors de précédents travaux, nous obtenions une équation qui permettait de calculer la constante de Hubble H_0 en fonction de la température moyenne de l'univers [12]. Se basant sur la température moyenne du fond diffus de l'univers (2,72548 °K) présentée dans un document de Fixsen [6], nous obtenions la constante de Hubble suivante :

$$H_0 = \frac{\pi^3 \cdot T^2 \cdot k_B^2 \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot G}{15 \cdot c^5 \cdot h^3}}}{\beta^2 \cdot \alpha} \approx 71,50 \pm 0,03 \text{ km/(s} \cdot \text{MParsec)} \quad (1)$$

Les valeurs suivantes proviennent du CODATA 2010 [6] :

Hypothèse sur les grands nombres de Dirac menant à la constante de Hubble et à la température du fond diffus de l'univers

3

- La constante de Planck $h \approx 6,62606957 \times 10^{-34}$ J·s
- La vitesse de la lumière dans le vide actuelle $c \approx 299792458$ m/s
- La constante gravitationnelle universelle $G \approx 6,67384 \times 10^{-11}$ m³/(kg·s²)
- La constante de structure fine $\alpha \approx 7,2973525698 \times 10^{-3}$
- La constante de Boltzmann $k_B \approx 1,3806488 \times 10^{-23}$ J/°K

Pour ce qui est de la constante β , elle représente le rapport entre la vitesse d'expansion de l'univers matériel par rapport à la vitesse de la lumière [7]. La valeur de β est un nombre pur.

$$\beta = 3 - \sqrt{5} \approx 0,764 \quad (2)$$

L'incertitude présentée à l'équation (1) provient de l'incertitude sur la température moyenne du fond diffus de l'univers qui est, selon Fixsen [3], de $\pm 0,00057$ °K. Comme nous le verrons plus loin, cette incertitude est probablement sous-évaluée. Cependant, la valeur de H_0 obtenue en (1) est en accord avec celle mesurée par l'équipe de David Rapetti [13] qui obtenait $H_0 \approx 71,5 \pm 1,3$ km/(s·MParsec).

2.2. Coïncidence notée par Dirac

Dans le but d'obtenir éventuellement une deuxième équation donnant la valeur de la constante de Hubble, analysons une des coïncidences découvertes par Dirac en 1973 [11].

En utilisant la valeur de H_0 présentée en (1), la masse apparente observable de l'univers est égale à [8,9] :

$$m_u = \frac{c^3}{G \cdot H_0} \approx 1,73 \times 10^{53} \text{ kg} \quad (3)$$

En supposant que l'univers lumineux [7] est présentement en expansion à la vitesse de la lumière c dans le vide [10], le rayon de courbure apparent de l'univers lumineux serait :

$$R_u = \frac{c}{H_0} \approx 1,3 \times 10^{26} \text{ m} \quad (4)$$

La plus grande unité de distance possible dans l'univers devient donc sa circonférence. Par conséquent, la plus petite masse qui puisse exister est celle que l'on peut associer à un photon de longueur d'onde $2 \cdot \pi \cdot R_u$:

$$m_{ph} = \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot R_u \cdot c} = \frac{h \cdot H_0}{2 \cdot \pi \cdot c^2} \approx 2,72 \times 10^{-69} \text{ kg} \quad (5)$$

Considérons le nombre N comme étant le nombre maximal de photons de longueur d'onde $2 \cdot \pi \cdot R_u$ dans l'univers. Si l'univers possède la masse m_u , et le photon, la masse m_{ph} , le nombre N est égal à :

$$N = \frac{m_u}{m_{ph}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot c^5}{G \cdot h \cdot H_0^2} \approx 6,41 \times 10^{121} \quad (6)$$

En 1973, Dirac publia une hypothèse sur les grands nombres [11]. En faisant l'hypothèse que la masse m_e d'un électron provient de son énergie électrostatique E_e et de son énergie gravitationnelle E_g , Dirac fit l'analyse du rapport entre ces deux formes d'énergie pour savoir la contribution relative de chacune. Il constata que la contribution de l'énergie électrostatique était environ 4×10^{42} fois plus élevée que celle de l'énergie gravitationnelle.

$$\frac{E_e}{E_g} = \frac{q_e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot G \cdot m_e^2} \approx 4,2 \times 10^{42} \quad (7)$$

Selon le CODATA 2010 [6], la valeur de la permittivité du vide $\epsilon_0 \approx 8,854187817$ F/m.

Dirac constata ensuite que ce nombre est environ du même ordre de grandeur que $N^{1/3}$. En effet :

$$N^{1/3} = \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot c^5}{G \cdot h \cdot H_0^2} \right)^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (8)$$

Il fit l'hypothèse qu'il existe un lien proportionnel entre les équations (7) et (8).

Sa constatation n'était qu'une hypothèse basée sur des ordres de grandeur similaires et manquait certainement de justesse (remarquons qu'il y a environ un facteur de 100 entre les équations (7) et (8)). Elle ne pouvait donc pas être utilisée telle quelle, mais elle pouvait servir à soupçonner un lien de proportionnalité potentiel.

2.3. Masse de l'électron en rotation autour du proton dans l'atome d'hydrogène

Afin de réaliser certains calculs, nous aurons éventuellement besoin de connaître la masse m'_e de l'électron en rotation autour du proton dans l'atome d'hydrogène.

La masse m'_e dépend de sa vitesse de rotation autour du proton. Comme il est en

Hypothèse sur les grands nombres de Dirac menant à la constante de Hubble et à la température du fond diffus de l'univers

5

rotation à une vitesse proche de celle de la lumière, sa masse en rotation est obtenue en divisant sa masse au repos m_e par le facteur de Lorentz [14]. Ici, la vitesse de rotation est représentée par ω :

$$m'_e = \frac{m_e}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{c^2}}} \quad (9)$$

Il nous faut connaître la valeur de la vitesse ω .

Commençons par faire les hypothèses suivantes :

- L'électron tourne sur lui-même à la vitesse ω .
- L'électron tourne autour du proton à la vitesse ω .
- La constante de structure fine α est en fait le facteur de Lorentz suivant :

$$\alpha = \sqrt{1 - \frac{\omega^2}{c^2}} \quad (10)$$

La vitesse de rotation ω serait donc la suivante :

$$\omega = c \cdot \sqrt{1 - \alpha^2} \approx 0,999973 \cdot c \quad (11)$$

En utilisant les équations (9) et (10), nous obtenons la valeur de m'_e :

$$m'_e = \frac{m_e}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{c^2}}} = \frac{m_e}{\alpha} \quad (12)$$

Sachant que le rayon de Compton r_c d'un électron est en fait le rayon apparent d'un électron lorsque celui-ci tourne à une vitesse avoisinant celle de la lumière (phénomène relativiste expliqué par Einstein dans les disques tournant [15]), nous obtenons la relation suivante :

$$r_c = \frac{r_e}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{c^2}}} = \frac{r_e}{\alpha} \approx 3,86 \times 10^{-13} \text{ m} \quad (13)$$

Si, en plus de tourner sur lui-même, l'électron tourne autour du proton (noyau de l'atome d'Hydrogène) à la vitesse ω , un autre facteur α s'ajoutera pour donner la distance moyenne électron-proton de rotation dans l'atome d'hydrogène. Nous nommerons cette distance r_B (rayon de Bohr). Pour des fins de calculs, nous utiliserons les valeurs du rayon classique r_e et la constante de structure fine α mentionnées dans le CODATA 2010 [6] :

$$r_B = \frac{r_c}{\alpha} = \frac{r_e}{\alpha^2} = \frac{r_e}{1 - \frac{\omega^2}{c^2}} \approx 0,5291772102 \times 10^{-10} \text{ m} \quad (14)$$

$$\text{Où } r_e \approx 2,8179403267 \pm 0,0000000027 \times 10^{-15} \text{ m (CODATA)}$$

$$\alpha \approx 7,2973525698 \pm 0,0000000024 \times 10^{-3} \text{ (CODATA)}$$

La valeur de l'équation (14) est exactement la distance moyenne mesurée dans l'atome d'hydrogène (niveau 1) qui est mentionnée dans le CODATA 2010 sous le nom de « rayon de Bohr » [6].

$$r_B \approx 0,5291772102 \pm 0,0000000007 \times 10^{-10} \text{ m} \quad (15)$$

Ceci confirme que nos hypothèses sont probablement exactes et que, par conséquent les équations (10), (12) et (14) sont correctes.

2.4. Hypothèse sur les rapports masse/rayon dans l'univers et l'électron

De manière similaire à Dirac [11], nous avons constaté que le facteur $N^{1/3}$ semble jouer un rôle de facteur d'échelle entre deux rapports bien définis :

- 1) Le rapport de la masse apparente de l'univers en rotation m_u et son rayon de courbure apparent r_u à notre emplacement dans l'univers.
- 2) Le rapport de la masse de l'électron en rotation m'_e autour du proton dans l'atome d'hydrogène et le rayon classique de l'électron r_e .

Nous avons alors:

$$\frac{\left(\frac{m_u}{r_u} \right)}{\left(\frac{m'_e}{r_e} \right)} = N^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (16)$$

Ici, la valeur du rayon de courbure r_u est évaluée à notre emplacement dans l'univers. Comme la matière se déplace moins vite que la lumière, la progression de l'expansion de l'univers matériel se fait plus lentement que celui de l'univers lumineux. En fait, selon nos calculs [7], elle se fait à $\beta \cdot c$ (consulter l'équation (2) pour connaître la valeur de β). Donc :

$$r_u = \frac{\beta \cdot c}{H_0} = \beta \cdot R_u \approx 1,0 \times 10^{26} \text{ m} \quad (17)$$

Hypothèse sur les grands nombres de Dirac menant à la constante de Hubble et à la température du fond diffus de l'univers

7

L'équation (16) devient alors :

$$\frac{\left(\frac{m_u}{\beta \cdot R_u}\right)}{\left(\frac{m'_e}{r_e}\right)} = N^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (18)$$

La constante m'_e de l'équation (18) représente la masse de l'électron en mouvement de rotation autour du noyau. Comme montré à l'équation (12), elle inclut donc un facteur de Lorentz (avec une vitesse ω) en raison de sa vitesse de rotation autour de celui-ci. Par conséquent, en utilisant l'équation (12), nous obtenons :

$$\frac{\left(\frac{m_u}{\beta \cdot R_u}\right)}{\left(\frac{m_e}{r_e \cdot \alpha}\right)} = \frac{m_u \cdot r_e \cdot \alpha}{m_e \cdot R_u \cdot \beta} = N^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (19)$$

Bien que, pour l'instant, nous ne puissions pas prouver hors de tout doute la véracité des équations (16) et (19), celles-ci semblent logiques et naturelles. En effet, ces rapports font référence à des paramètres similaires dans les deux ordres de grandeur : d'une part, dans l'univers en rotation et de l'autre part, dans l'électron en rotation dans l'atome d'hydrogène.

Remplaçons m_u par l'équation (3) et R_u par l'équation (4) dans l'équation (19) :

$$\frac{c^2 \cdot r_e \cdot \alpha}{G \cdot m_e \cdot \beta} = N^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (20)$$

En utilisant l'équation (8) dans l'équation (20), nous obtenons :

$$\frac{c^2 \cdot r_e \cdot \alpha}{G \cdot m_e \cdot \beta} = \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot c^5}{G \cdot h \cdot H_0^2}\right)^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (21)$$

En réarrangeant l'équation (21), nous obtenons:

$$\frac{m_e \cdot \beta}{r_e \cdot \alpha} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot G^2}{h \cdot H_0^2 \cdot c}\right)^{1/3} \approx 1,006 \quad (22)$$

Si nous faisons une évaluation numérique de l'équation (22), le résultat est suffisamment proche de 1 pour que nous puissions émettre l'hypothèse que le résultat devrait évaluer 1 si la constante G était mieux évaluée. En effet, c'est la constante la moins précise du lot. Nous ferons donc cette conjecture.

2.5. Calcul de la constante de Hubble H_0 théorique

Le paramètre ayant la plus grande incertitude dans l'équation (22) est la constante de Hubble H_0 car les autres sont connus beaucoup plus précisément. Isolons donc ce paramètre en tenant compte de la précision de G (qui possède la plus grande incertitude) :

$$H_0 = G \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \pi \cdot m_e^3 \cdot \beta^3}{h \cdot c \cdot r_e^3 \cdot \alpha^3}} \quad (23)$$

Associions l'énergie contenue dans la masse de l'électron au repos à une onde. Nous devons alors utiliser le rayon de Compton r_c pour calculer la longueur d'onde. En utilisant l'équation (13), nous obtenons :

$$m_e \cdot c^2 = \frac{h \cdot c}{2 \cdot \pi \cdot r_c} = \frac{h \cdot c}{2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{r_e}{\alpha}\right)} \quad (24)$$

En faisant quelques remplacements algébriques dans (23) à l'aide de l'équation (24), nous obtenons :

$$H_0 = \frac{G \cdot m_e \cdot \beta^{3/2}}{r_e^2 \cdot \alpha \cdot c} \approx 72,10 \pm 0,009 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{MParsec}} \quad (25)$$

Cette valeur est en accord avec la valeur obtenue par l'équipe de recherche de Xiaofeng Wang qui a obtenu une valeur de $H_0 \approx 72,1 \pm 0,9 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{MParsec})$. Elle est aussi en accord avec la valeur obtenue par l'équipe de David Rapetti [13] qui obtenait $H_0 \approx 71,5 \pm 1,3 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{MParsec})$.

Notons que la précision de la valeur obtenue en (25) dépend principalement de G .

2.6. Calcul de la température moyenne du fond diffus de l'univers T

Dans des travaux antérieurs, nous avons réussi à faire un lien théorique entre la constante de Hubble H_0 et la température T de l'univers [12]. Nous avons alors obtenu l'équation (1). Notons que la valeur de la constante de Hubble obtenue par cette équation est différente de celle obtenue à l'équation (25). Bien que Fixsen et son équipe aient obtenu $2,72548 \pm 0,00057 \text{ °K}$, nous pensons que l'évaluation expérimentale de la température du fond diffus qui a été utilisée pour calculer la

Hypothèse sur les grands nombres de Dirac menant à la constante de Hubble et à la température du fond diffus de l'univers

9

valeur de la constante de Hubble en (1) n'est peut-être pas aussi précise que ce que les auteurs de l'étude laissent présager. L'erreur relative de la température obtenue est environ deux fois plus grande que celle sur la constante gravitationnelle universelle G . Il demeure que les deux sont environ du même ordre de grandeur.

Si nous donnons plus de crédibilité à la valeur de la constante gravitationnelle universelle G qu'à celle de la température obtenue par Fixsen, nous pourrions obtenir la température moyenne de l'univers T en l'évaluant de manière théorique en fonction, entre autres, de la constante G . Pour ce faire, nous allons faire égaliser les équations (1) et (25) et isoler T . Nous utiliserons également l'égalité présentée à l'équation (24). Nous obtenons alors :

$$T = \frac{1}{k_B} \cdot \left(\frac{15 \cdot G \cdot m_e^5 \cdot c^6 \cdot \beta^7}{\pi^3 \cdot r_e \cdot \alpha^3} \right)^{1/4} \approx 2,73686 \pm 0,00008^\circ\text{K} \quad (26)$$

Cette valeur de température concorde bien avec les mesures obtenues par la sonde COBRA [4] qui a obtenu $2,736 \pm 0,0017$ °K. La valeur de T obtenue en (25) dépend principalement de la précision de la constante gravitationnelle universelle G . Il semble donc que nos hypothèses de calculs soient correctes.

3. COMPARAISON DES RÉSULTATS AVEC L'HYPOTHÈSE DE DIRAC

Si nous faisons l'hypothèse que la masse d'un électron au repos est entièrement due à son énergie électrostatique E_s , nous obtenons l'équation suivante :

$$E_0 = m_e \cdot c^2 = \frac{q_e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_e} \quad (27)$$

Nous reformulons l'équation (16) en utilisant l'équation (27) pour obtenir :

$$\frac{q_e^2 \cdot \alpha}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot G \cdot m_e^2 \cdot \beta} = N^{1/3} \approx 4,0 \times 10^{40} \quad (28)$$

Si nous reprenons ce résultat et le comparons à l'équation (7), nous voyons qu'il y a un facteur α au numérateur et un facteur β au dénominateur. Ce sont exactement les facteurs requis pour rendre l'équation de Dirac égale à $N^{1/3}$.

Nous pouvons alors nous demander d'où viennent les facteurs α et β .

Supposons que nous analysions l'énergie cinétique E_k d'un électron qui voyage

de manière colinéaire avec un autre électron, à une vitesse ω . Supposons les deux électrons distancés, l'un par rapport à l'autre, d'une distance quelconque r .

Selon la relativité d'Einstein [15] l'énergie cinétique E_k totale de l'électron de masse m_e voyageant à la vitesse ω est donnée par :

$$E_k = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{c^2}}} = \frac{m_e \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{c^2}}} \quad (29)$$

En utilisant l'équation (12), l'équation (29) devient :

$$E_k = \frac{m_e \cdot c^2}{\alpha} \quad (30)$$

Si nous utilisons l'équation (27) dans le cas particulier où $r = r_e$, l'équation (30) devient :

$$E_k(r_e) = \frac{m_e \cdot c^2}{\alpha} = \frac{q_e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_e \cdot \alpha} \quad (31)$$

En généralisant un peu plus l'équation (31) pour qu'elle soit en fonction de r , nous obtenons :

$$E_k(r) = \frac{m_e \cdot c^2}{\alpha} = \frac{q_e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r \cdot \alpha} \quad (32)$$

De la même manière que pour l'énergie cinétique totale d'un électron, analysons l'énergie gravitationnelle $E_g(r)$ en mouvement d'un électron de masse m_e séparé d'une distance quelconque r par rapport à un autre électron. Les deux électrons voyagent de manière colinéaire, à la vitesse ω .

Si les électrons avait été statiques, l'énergie gravitationnelle E_g aurait été :

$$E_g(r) = \frac{G \cdot m_e^2}{r} \text{ (cas statique)} \quad (33)$$

Mais comme ils sont en mouvement à une vitesse ω , chaque masse devient affectée par le facteur relativiste de Lorentz pour une vitesse ω . Par conséquent, nous obtenons :

$$E_g(r) = \frac{G \cdot m_e^2}{r \cdot \left(1 - \frac{\omega^2}{c^2}\right)} \text{ (cas dynamique)} \quad (34)$$

Hypothèse sur les grands nombres de Dirac menant à la constante de Hubble et à la température du fond diffus de l'univers

11

En utilisant l'équation (12), nous obtenons :

$$E_g(r) = \frac{G \cdot m_e^2}{r \cdot \left(1 - \frac{\omega^2}{c^2}\right)} = \frac{G \cdot m_e^2}{r \cdot \alpha^2} \text{ (cas dynamique)} \quad (35)$$

Si nous faisons maintenant le rapport entre l'énergie cinétique de l'électron et l'énergie gravitationnelle, nous obtenons :

$$\left. \frac{E_k(r)}{E_g(r)} \right|_{r=r_u} = \frac{q_e^2 \cdot \alpha}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot G \cdot m_e^2} = \beta \cdot N^{1/3} \approx 4,165 \times 10^{42} \quad (36)$$

Si nous analysons cette équation, nous constatons que ce rapport s'applique seulement ici, à r_u , dans l'univers matériel. En effet, nous avons fait le calcul avec les constantes connues ici, sur Terre. C'est pourquoi il y a le facteur β devant le facteur $N^{1/3}$. En effet, l'univers matériel doit nécessairement se déplacer moins vite que la lumière. Par conséquent, notre position r_u est à β fois le rayon de courbure apparent R_u de l'univers lumineux.

Si nous isolons $N^{1/3}$ pour connaître le rapport qui subsiste aux abords de l'univers lumineux, c'est-à-dire à R_u , nous avons :

$$\left. \frac{E_k(r)}{E_g(r)} \right|_{R_u} = \frac{q_e^2 \cdot \alpha}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot G \cdot m_e^2 \cdot \beta} = N^{1/3} \approx 3,979 \times 10^{40} \quad (37)$$

Cette dernière équation explique la similitude observée par Dirac entre les équations (7) et (8). Nous constatons que les seules différences, ce sont les facteurs α et β qui apparaissent au numérateur et au dénominateur. Par conséquent, pour que l'intuition de Dirac puisse se concrétiser, nous pouvons, entre autre, évaluer le rapport entre l'énergie cinétique et l'énergie gravitationnelle d'un électron en mouvement colinéaire avec un autre électron à une vitesse ω . Nous aurions le même résultat en évaluant le rapport de la force électrique relativiste versus la force gravitationnelle relativiste entre deux électrons voyageant de manière colinéaire à une vitesse ω .

4. CONCLUSION

Nous constatons que l'hypothèse de Dirac sur les grands nombres [11] semble avoir un fondement réel. Certains grands nombres servent de facteur d'échelle. Un de ces grands nombres, $N^{1/3}$, semble utile pour déterminer le facteur d'échelle

liant le rapport masse/rayon de l'univers au rapport masse/rayon d'un électron en rotation dans l'atome d'hydrogène. Il semble aussi lié au rapport de l'accélération électrostatique/gravitationnelle entre deux électrons.

Indirectement, l'hypothèse de Dirac sur les grands nombres nous a mené à trouver une équation qui nous permet maintenant de calculer la constante de Hubble H_0 de manière précise en fonction principalement de la constante gravitationnelle universelle G . Par la même occasion, en faisant le lien avec une équation trouvée dans un travail précédent, cela nous a permis de trouver la température T du fond diffus de l'univers en fonction principalement de la constante gravitationnelle universelle G .

Dans le futur, advenant que nous trouvions une manière indépendante de calculer H_0 ou T , il nous sera possible de calculer la constante gravitationnelle universelle de manière précise en fonction de paramètres hautement plus précis que G l'est présentement.

5. RÉFÉRENCES

- [1] Hawking, Stephen, "On the Rotation of the Universe", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 142, 1969, pp. 129-141.
- [2] Fennelly, A. J., "Effects of a Rotation of the Universe on the Number Counts of Radio Sources: Gödel's Universe", *The Astrophysical Journal*, v. 207, août 1976, pp. 693-699.
- [3] Fixsen, D. J., "The Temperature of the Cosmic Microwave Background", *The Astrophysical Journal Supplement Series*, v. 707, décembre 2009, pp. 916-920.
- [4] Gush, H.P. et al., "Rocket Measurement of the Submillimeter Cosmic Background Spectrum", *Physical Review Letters*, v. 47, émission 10, 1981, pp. 745-748.
- [5] Mercier, Claude, "Calcul de la température du fond diffus de l'univers et de la constante de Hubble", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 9 juillet 2012, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [6] "Latest (2010) Values of the Constants", NIST Standard Reference Database 121, dernière mise à jour : avril 2012, article Internet à : <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>
- [7] Mercier, Claude, "La vitesse de la lumière ne serait pas constante", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 8 octobre 2011, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [8] Carvalho, Joel C., "Derivation of the Mass of the Observable Universe", *International Journal of Theoretical Physics*, v. 34, no 12, décembre 1995, p. 2507.

- [9] Mercier, Claude, "Calcul de la masse apparente de l'univers", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 5 mai 2012, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [10] Macleod, Alasdair, "Evidence for a Universe Expanding at the Speed of Light", *University of Highlands and Islands physics*, Scotland, UK, avril 2004.
- [11] Dirac, P. A. M., "Cosmological Models and the Large Numbers Hypothesis", *Proceedings of the Royal Society*, Grande-Bretagne, 1974, pp. 439-446.
- [12] Mercier, Claude, "Calcul de la température moyenne du fond diffus de l'univers et de la constante de Hubble", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 9 juillet 2012, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [13] Rapetti, David et al., "A Combined Measurement of Cosmic Growth and Expansion from Clusters of Galaxies, the CMB and Galaxy Clustering", *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, déposé le 22 mai 2012, pp 1-10, arXiv:1205.4679v1 [astro-ph.CO]
- [14] Einstein, Albert, "On the Electrodynamics of Moving Bodies", *The Principle of Relativity (Dover Books on Physics)*, New York, publications Dover, 1952 (article original de 1905), pp. 35-65.
- [15] Einstein, Albert, "La relativité", *Petite Bibliothèque Payot*, v. 25, Paris, édition originale de 1956 de Gauthier-Villar reprise intégralement par les éditions Payot & Rivages pour l'édition de 2001, p. 109.
- [16] Wang, Xiaofeng et al., "Determination of the Hubble Constant, the Intrinsic Scatter of Luminosities of Type Ia SNe, and Evidence for Non-Standard Dust in Other Galaxies", mars 2011, pp. 1-40, arXiv:astro-ph/0603392v3
- [17] Hubble, E. et Humason, M. L., "The Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae", *The Astrophysical Journal*, v. 74, 1931, p.43.
- [18] Mercier, Claude, "Calcul de la constante de gravitation universelle G", *Pragtec*, Baie-Comeau, 13 mars 2013, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/