

Un observateur voyageant à la vitesse de la lumière percevrait l'univers comme étant de la grosseur de la longueur de Planck

Claude Mercier ing., 9 mars 2018
Rév. 17 juin 2018

claudemercier@cima.ca

Notre univers est immensément grand et il est en expansion [9]. Cependant, en raison des effets relativistes, un observateur qui voyagerait sur un photon de lumière percevrait l'univers comme étant de la grosseur de la longueur de Planck $L_p \approx 1,62 \times 10^{-35}$ m.

Cette constatation permet de calculer le quantum de vitesse qui est approximativement égal à $\varepsilon_v \approx 2,34 \times 10^{-114}$ m/s [6].

MOTS CLÉS : Quantum de vitesse, univers, vitesse de la lumière, Planck

1. INTRODUCTION

En 1907, Einstein a montré que la relativité s'appliquait au temps et à l'espace [7]. En effet, notre univers est fait de quatre dimensions. En demeurant immobile sur place, nous voyageons uniquement dans le temps. C'est d'ailleurs à cet instant que la vitesse de déplacement dans le temps est la plus rapide.

À l'inverse, lorsque l'observateur se déplace dans une direction donnée, sa vitesse de déplacement dans le temps diminue. S'il se déplace dans une direction quelconque, à la vitesse de la lumière dans le vide, sa vitesse de déplacement dans le temps tend vers zéro (en réalité, cette vitesse tend vers le quantum de vitesse ε_v). En effet, le temps de Planck t_p devient alors égal à l'âge apparent de l'univers T_u . Sa perception des dimensions de l'univers devient par conséquent tout autre. Ce qui lui semblait un univers immensément grand devient pour lui un univers qui prend la plus petite dimension qui soit; la longueur de Planck L_p .

Par le passé, nous avons fait le calcul du quantum de vitesse ε_v , c'est-à-dire la plus petite unité de vitesse qui soit. Nous avons obtenu ce résultat en faisant l'hypothèse qu'il n'était pas possible de donner à une particule plus d'énergie que celle contenue dans la masse de Planck et qu'il n'était pas possible de donner à un objet quelconque plus d'énergie qu'il y en a dans l'univers.

Dans cet article, nous montrerons que la même valeur du quantum de vitesse ε_v peut être obtenue par un calcul simple où nous faisons l'hypothèse qu'un

observateur qui voyage à la vitesse de la lumière dans le vide perçoit le rayon de courbure apparent de l'univers comme étant égal à la longueur de Planck. Nous énumérerons aussi d'autres méthodes similaires qui peuvent mener au même résultat.

2. DÉVELOPPEMENT

2.1. Valeur des paramètres physiques utilisés

Énonçons tous les paramètres fondamentaux de physique que nous avons l'intention d'utiliser dans cet article. Ces valeurs sont toutes disponibles dans le CODATA 2014 [1].

- Vitesse de la lumière dans le vide $c \approx 299792458$ m/s
- Longueur de Planck $L_p \approx 1,616229(38) \times 10^{-35}$ m
- Temps de Planck $t_p \approx 5,39116(13) \times 10^{-44}$ s
- Masse de Planck $m_p \approx 2,176\,470(51) \times 10^{-8}$ kg

2.2. Comment obtenir la valeur du quantum de vitesse

En 1907, Einstein a montré qu'un objet, qui avait une longueur L_0 au repos, est perçu par un observateur au repos comme ayant la longueur L' lorsqu'il voyage à la vitesse v [7].

$$L' = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (1)$$

Cette équation peut laisser croire que L' peut tendre vers zéro lorsque la vitesse v tend vers la vitesse de la lumière dans le vide c . Le problème est que même la lumière ne voyage pas réellement à la vitesse c . Dans le facteur de Lorentz, la constante c joue le rôle de vitesse limite qui ne peut être atteinte par aucun objet ou information.

Pour faire un comparatif, supposez une course de chevaux. Au début de la course, un véhicule qui possède une barrière soudée à son pare-choc arrière se déplace devant les chevaux pour les forcer à ralentir. Lorsque tous les chevaux sont côte à côte, à une vitesse qui semble égale, le véhicule se met à accélérer, laissant les chevaux derrière. Ceux-ci prennent alors de la vitesse et commencent la course. Avant que le véhicule n'accélère, peut-on vraiment dire que les chevaux vont à la même vitesse que le véhicule? En apparence, oui. Mais en réalité, le véhicule est

Un observateur voyageant à la vitesse de la lumière percevrait l'univers comme étant de la grosseur de la longueur de Planck 3

légèrement plus rapide que les chevaux, car il est en tête et a la possibilité d'accélérer à sa guise. Ce n'est pas le cas pour les chevaux. Il en est de même pour la lumière. En raison du fait que l'univers est en expansion, la vitesse limite augmente au cours du temps [16]. La vitesse limite c précède la vitesse réelle de la lumière v_L . La différence $c-v_L$ est ce que nous avons défini comme étant le quantum de vitesse. Comme cette différence est de l'ordre de $2,34 \times 10^{-114}$ m/s, celle-ci est, à toute fin pratique, nulle et non mesurable.

Supposons maintenant deux observateurs. Le premier est immobile au centre de masse de l'univers. Le second voyage sur un photon (qui se déplace à la vitesse v_L qui est très proche de la limite de la vitesse c dans le vide, sans pour autant l'égaliser) qui part du centre de masse de l'univers en se dirigeant vers la périphérie de l'univers. Pour le premier observateur, l'univers possède un rayon de courbure apparent égal à R_u (qui est en expansion) [4, 11, 12].

$$R_u = \frac{c}{H_0} \approx 1,28 \times 10^{26} \text{ m} \quad (2)$$

Dans l'équation (2), H_0 représente la constante de Hubble qui est d'environ 72,1 km/(s·MParsec) selon l'équipe de Xiaofeng [2] et selon nos calculs [3].

Contrairement à ce que cette équation (1) peut laisser croire, le second observateur ne percevra pas l'univers avec une longueur nulle. Il percevra plutôt l'univers comme ayant un rayon de courbure apparent de la dimension de la longueur de Planck L_p . En effet, en physique quantique, en raison du principe d'Heisenberg, la plus petite longueur « existante » est la longueur de Planck L_p . En-dessous de cette longueur, c'est zéro (pour un objet « inexistant »).

Le deuxième observateur aura donc l'impression que le rayon de courbure apparent de l'univers R_u se rétrécit pour devenir égal à la longueur de Planck L_p :

$$L_p = R_u \sqrt{1 - \frac{v_L^2}{c^2}} \approx 1,62 \times 10^{-35} \text{ m} \quad (3)$$

Isolons v_L :

$$v_L = c \cdot \sqrt{1 - \frac{L_p^2}{R_u^2}} \quad (4)$$

À partir de l'équation de Weyl-Eddington [13], il peut être montré que le grand nombre N est égal au rapport entre le carré du rayon de courbure apparent de

l'univers R_u et le carré de la longueur de Planck L_p :

$$N = \frac{R_u^2}{L_p^2} \approx 6,30 \times 10^{121} \quad (5)$$

Dans l'équation (5), N représente le nombre maximal de photons de plus basse énergie (possédant une longueur d'onde $\lambda = 2\pi \cdot R_u$) pouvant exister dans l'univers. Cette valeur découle de l'hypothèse sur les grands nombres de Dirac [9]. Dans des travaux précédents, nous énonçons plus d'une centaine de manières [10] d'obtenir le grand nombre N .

En utilisant l'équation (5) dans l'équation (4), nous obtenons :

$$v_L = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{N}} \quad (6)$$

L'équation (6) peut être approximée comme suit :

$$v_L \approx c - \frac{c}{2N} \quad (7)$$

Par le passé, nous avons défini le terme ε_v comme étant le « quantum de vitesse » :

$$\varepsilon_v = \frac{c}{2N} \approx 2,34 \times 10^{-114} \text{ m/s} \quad (8)$$

Comme nous devrions nous en attendre, la vitesse v_L est à toute fin pratique égale à c sans toutefois lui égarer :

$$v_L \approx c - \varepsilon_v \approx c - 2,34 \times 10^{-114} \text{ m/s} \approx c \quad (9)$$

Cette équation a été obtenue en faisant l'hypothèse qu'un observateur qui voyage sur un photon voit le rayon de courbure apparent de l'univers R_u se rétrécir, par effets relativistes, pour devenir égal à la longueur de Planck L_p .

Sans en faire la démonstration ici, nous laissons au lecteur le plaisir de constater qu'il serait possible d'obtenir le même résultat en disant que pour un observateur qui voyage sur un photon de lumière, le temps se contracte au point de voir l'âge apparent de l'univers, qui est $T_u \approx 13,56$ milliards d'années [5], devenir égal au temps de Planck $t_p \approx 5,39 \times 10^{-44}$ s. Nous partirions alors de l'équation suivante :

Un observateur voyageant à la vitesse de la lumière percevrait l'univers comme étant de la grosseur de la longueur de Planck 5

$$t_p = T_u \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (10)$$

De la même manière, toujours sans en faire la démonstration, il serait possible d'obtenir le même résultat en disant que pour un observateur qui voyage sur un photon de lumière, la masse apparente de l'univers [14, 15] $m_u \approx 1,73 \times 10^{53}$ kg se réduirait pour devenir égale à la masse de Planck $m_p \approx 2,18 \times 10^{-8}$ kg en partant de l'équation suivante :

$$m_p = m_u \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (11)$$

3. CONCLUSION

Grâce à cet article, nous constatons qu'il y a plusieurs manières différentes (mais similaires) d'obtenir le quantum de vitesse ε_v .

Nous constatons aussi que ce nombre est extrêmement petit et qu'il est non mesurable. C'est pour cette raison que la vitesse réelle de déplacement de la lumière a été longtemps confondue avec la vitesse limite c . Ces deux vitesses sont, à toute fin pratique, identiques.

En connaissant la valeur du quantum de vitesse, nous sommes en mesure d'utiliser les équations de la relativité de manière plus appropriée. Pour ne nommer que cet exemple, en utilisant le quantum de vitesse, il devient impossible de donner plus d'énergie à une masse qu'il y a d'énergie contenue dans l'univers entier...

4. RÉFÉRENCES

- [1] "CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2014", Cornell University Library, juillet 2015, article Internet à : <http://arxiv.org/pdf/1507.07956v1.pdf>
- [2] 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
- [3] Mercier, Claude, "Calcul de la constante gravitationnelle universelle G ", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 13 mars 2013, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/

- [4] Mercier, Claude, "Calcul du rayon de courbure apparent de l'univers", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 9 juin 2013, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [5] Mercier, Claude, "Calcul de l'âge de l'univers", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 9 avril, 2012, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [6] Mercier, Claude, "Calcul du quantum de vitesse et de la vitesse limite des objets", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 14 janvier 2013, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [7] Einstein, Albert, "On the Electrodynamics of Moving Bodies ", *The Principle of Relativity (Dover Books on Physics)*, New York, Dover Publications, 1952 (original 1905), pp. 35-65.
- [8] Hubble, E. et Humason, M. L., "The Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae", *The Astrophysical Journal*, v. 74, 1931, p.43.
- [9] Dirac, P. A. M., "Cosmological Models and the Large Numbers Hypothesis", *Proceedings of the Royal Society*, Grande-Bretagne, 1974, pp. 439-446.
- [10] Mercier, Claude, "Plus d'une centaine de manières d'obtenir le grand nombre N", *Pragtec*, Baie-Comeau, Québec, Canada, 20 mars, 2016, article disponible sur Internet à : www.pragtec.com/physique/
- [11] Sepulveda, L. Eric, "Can We Already Estimate the Radius of the Universe", *American Astronomical Society*, 1993, p. 796, paragraphe 5.17.
- [12] Silberstein, Ludwik, "The Size of the Universe: Attempt at a Determination of the Curvature Radius of Spacetime", *Science*, v. 72, novembre 1930, p. 479-480.
- [13] Singh, J., "Great Ideas and Theories of Modern Cosmology", *Dover*, New-York, 1961, p. 168ff.
- [14] Carvalho, Joel C., "Derivation of the Mass of the Observable Universe", *International Journal of Theoretical Physics*, v. 34, no 12, décembre 1995, p. 2507.
- [15] 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/
- [16] 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/