

La Tension De Hubble

Professeur Edmond Twite Kabamba

Faculte Polytechnique, Universite De Lubumbashi (Unilu)

RESUME.

La constante de HUBBLE est déductible de la constante de structure fine (α) et est exprimable suivant « π » et « e ». Son estimation par des méthodes directes et indirectes conduit à un gap systématique appelé « TENSION DE HUBBLE ». Ce gap est exprimable suivant « π » et « e ». Les valeurs obtenues par les méthodes directes et indirectes sont exprimables suivant la relation :

$$H_0 = \frac{(\alpha^{-1}) \cdot (\tau_0 + \tau_i)}{(\tau_i)^{\pm q} \cdot \left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi}\right)^2} \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

Pour :

$$q = \frac{+\tau_i}{\pi^6}, H_0 \text{ corrobore les résultats des mesures directes}$$

$$q = \frac{-\tau_i}{\pi^6}, H_0 \text{ corrobore les résultats des mesures indirectes.}$$

Cette expression est une preuve supplémentaire qui corrobore l'hypothèse que l'UNIVERS est codifié suivant « π » et « e ».

Une analyse sommaire montre que les méthodes directes dont la précision des techniques de mesures est continuellement améliorée, donnent des résultats plus probants.

ABSTRACT

HUBBLE constant can be deducted from fine structure constant (α) and can be expressed with « π » and « e » numbers. Its estimation from direct and indirect methods leads to a systematic gap called « HUBBLE TENSION ». This gap can be expressed with « π » and « e » numbers. The values obtained through direct and indirect methods can be expressed as follow :

$$H_0 = \frac{(\alpha^{-1}) \cdot (\tau_0 + \tau_i)}{(\tau_i)^{\pm q} \cdot \left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi}\right)^2} \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

If :

$$q = \frac{+\tau_i}{\pi^6}, H_0 \text{ is in accordance with the results based on direct methods}$$

$$q = \frac{-\tau_i}{\pi^6}, H_0 \text{ is in accordance with the results based on indirect methods.}$$

This expression is a supplementary proof that the UNIVERSE is coordinated according « π » and « e ». A short analysis shows that direct methods whose measurement accuracy is continuously improved, give more probable results.

1. INTRODUCTION.

Contrairement à ALBERT EINSTEIN qui préconisait un UNIVERS statique, les physiciens ALEXANDRE FRIEDMAN en 1922, EDWIN HUBBLE en 1929 et Monseigneur GEORGES LEMAITRE en 1927, ont indépendamment établi par des études et l'observation, l'expansion de l'UNIVERS : phénomène d'éloignement avec le temps, à grand échelle, des galaxies et amas des galaxies dans l'UNIVERS. Depuis, EINSTEIN a revu sa théorie et admit l'expansion de l'UNIVERS.

Les équations de FRIEDMANN traduisent ce phénomène :

$$\left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho - \frac{k(c_0)^2}{R^2} + \frac{\Lambda(c_0)^2}{3}$$

$$\frac{\ddot{R}}{R} = -\frac{4\pi G}{3}\left(\rho + \frac{3P}{(c_0)^2}\right) + \frac{\Lambda(c_0)^2}{3}$$

R = facteur d'échelle qui correspond au rayon de l'UNIVERS d'EINSTEIN considéré comme une 3-sphère.

$\dot{R}$ = dérivée de R par rapport au temps cosmique

$\frac{\dot{R}}{R}$ = la vitesse relative d'évolution du facteur d'échelle = H

G = constante newtonienne de la gravitation universelle.

ρ = densité massique de l'UNIVERS considérée uniforme, car l'UNIVERS est considéré comme homogène et isotrope.

ρ est noté ρ_0 pour la densité actuelle de l'UNIVERS.

k = constante donnant la courbure de l'UNIVERS.

c_0 = vitesse de la lumière dans le vide.

Λ = la constante cosmologique, énergie quantique du VIDE, introduite par EINSTEIN. Elle correspond à l'énergie noire dans le l'UNIVERS.

La matière ordinaire et la matière noire s'opposent l'expansion de l'UNIVERS et garantissent sa cohésion à grande échelle, par gravitation, alors que la constante cosmologique (énergie noire) l'accélère. Les physiciens s'accordent pour dire que l'expansion de l'UNIVERS est due à l'énergie noire dont l'effet est celui de la constante cosmologique.

La deuxième équation de FRIEDMANN est aussi appelée équation du fluide. Elle met en relation le facteur d'échelle « R », la pression « P » et la densité « ρ ». Elle est en fait une dérivation par rapport au temps cosmique de la première équation de FRIEDMANN. Cette équation rend compte de l'expansion de l'UNIVERS qui peut accélérer, décélérer ou se maintenir avec le temps cosmique. L'équation d'état dit :

$$P = f(\rho)$$

Si, l'UNIVERS est caractérisé par :

- Une prédominance de rayonnement : $P = 0$.
- Une prédominance de la matière : $P = \frac{\rho(c_0)^2}{3}$.
- Une prédominance du VIDE : $P = \rho_\Lambda \cdot (c_0)^2$.

« $\rho_\Lambda \cdot (c_0)^2$ » est la densité d'énergie du VIDE et correspond à la constante cosmologique. Dans le cas où aucun élément ne prédomine, l'équation d'état est un mélange de toutes les contributions.

2. DEFINITION DE LA CONSTANTE DE HUBBLE.

Les physiciens ont ainsi établi que la vitesse d'éloignement des amas des galaxies et galaxies dans l'UNIVERS est directement proportionnelle à la distance « D » de ces amas des galaxies et galaxies par rapport à l'observateur (sur Terre). Cette proportionnalité est traduite mathématiquement par la constante de HUBBLE-LEMAITRE dite simplement CONSTANCE DE HUBBLE : H. Cette grandeur ne peut être saisie que par l'observation de la lumière dans l'UNIVERS. La constante de HUBBLE est donc une constante qui traduit l'expansion de l'UNIVERS visible.

« H_0 » est le taux actuel d'expansion de l'UNIVERS observable. Cette valeur traduit la vitesse de récession par rapport à la distance d'observation et s'exprime en « km/s/Mpc ». Elle a pour unité SI « s⁻¹ ».

1 Mpc = $3,0857 \cdot 10^{19}$ km.

« $\frac{1}{H_0}$ » est le temps de HUBBLE considéré approximativement égal à l'âge actuel de l'UNIVERS : « T_U ».

La détermination de l'âge de l'UNIVERS est basée sur trois paramètres cosmologiques qui décrivent ensemble son expansion :

- Le taux d'expansion « H »,
- La constante cosmologique « Λ », un paramètre lié à l'accélération de cette expansion,
- La densité de la matière baryonique et de la matière noire dans l'UNIVERS.

La valeur « $1/H_0$ » doit être corrigée en fonction de la constante cosmologique et de la densité des matières pour déterminer l'âge de l'UNIVERS.

Deux méthodes essentielles sont exploitées pour déterminer l'âge de l'UNIVERS :

- L'examen du fonds diffus cosmologique qui donne des indices sur le taux d'expansion de l'UNIVERS et sa composition : densité de la matière baryonique et de la matière noire.
- La méthode directe d'analyse de la lumière des amas d'étoiles et étoiles globulaires les plus anciennes (étoiles de populations II).

L'âge de l'UNIVERS est aujourd'hui estimé à :

$T_U = 13,799 \pm 0,021 \cdot 10^9$ ans.

La vitesse d'éloignement (vitesse de récession) est calculée comme :

$$v = H_0 \cdot D$$

Les scientifiques considèrent qu'il s'agit en fait de l'expansion, de la dilatation de l'ESPACE-TEMPS lui-même.

Le rayon de HUBBLE (R_H) :

$$R_H = \frac{c_0}{H_0}$$

traduit la taille de l'UNIVERS observable.

Le volume de la sphère de HUBBLE (V_H) :

$$V_H = \frac{4}{3} \pi (R_H)^3$$

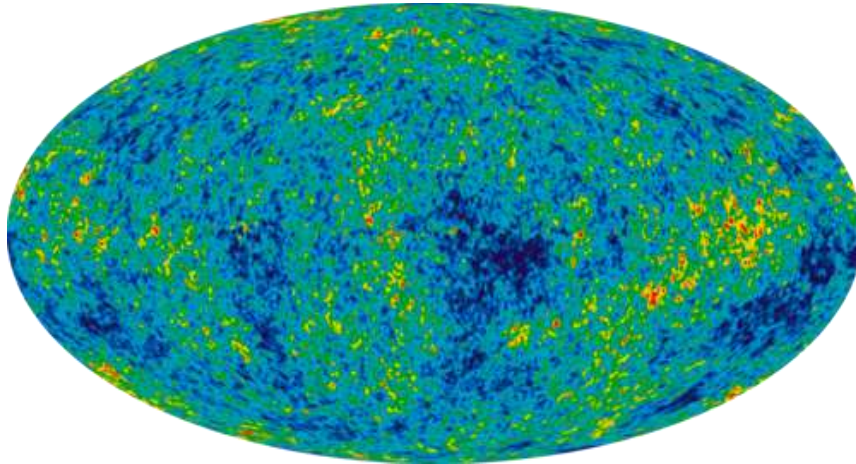
donne le volume de l'UNIVERS observable.

L'examen des équations de FRIEDMANN montre que la constante de HUBBLE n'a pas eu la même valeur aux différentes époques de l'évolution de l'UNIVERS, suivant que la densité des matières, la densité de rayonnement ou la densité d'énergie prédomine.

3. DETERMINATION DE LA CONSTANTE DE HUBBLE.

Deux méthodes sont principalement exploitées :

- La méthode directe basée sur l'observation des chandelles standards et les mesures des distances d'observation et des redshifts.
- La méthode indirecte basée sur l'exploitation des données du fonds diffus cosmologique (CMB) interprété sur base de la théorie de la relativité générale.



CARTE COUPLETE DU CMB.

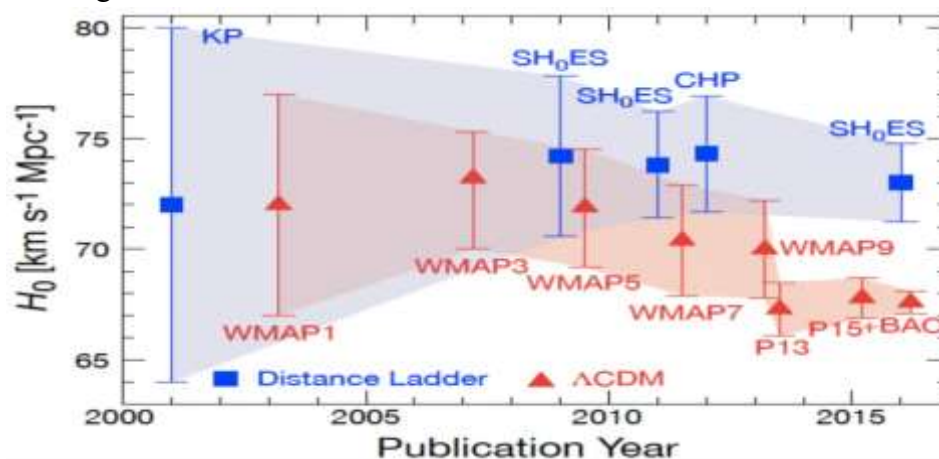
Dans la théorie du BIG-BANG, les scientifiques considèrent quelques étapes précises dans la genèse de l'UNIVERS, dont la transition matière-rayonnement qui s'est opérée 380000 ans après l'instant zéro (t_0) : émission à 3000 K du premier rayonnement dans l'UNIVERS, aujourd'hui fossile donnant lieu au FONDS DIFFUS COSMOLOGIQUE (CMB). Nous allons noter ce temps « T_{CMB} ».

$T_{\text{CMB}} = 380000$ ans.

Ces deux méthodes de mesure ne donnent pas strictement la même valeur de H_0 . Ce gap est connu sous le nom de : « TENSION DE HUBBLE ».

La méthode indirecte donne systématiquement des valeurs inférieures à celles obtenues par des mesures directes avec un gap de $\pm 5,6$ km/s/Mpc.

Les estimations basées sur la méthode indirecte donnent des valeurs qui convergent vers 67 km/s/Mpc. Et les estimations basées sur la méthode directe donnent des valeurs qui convergent vers 73 km/s/Mpc, comme le montre la figure ci-dessous.



Les valeurs déterminées de la constante de HUBBLE à partir des mesures réalisées depuis 2001.

Les points en bleu donnent des valeurs des mesures directes et les points en rouge donnent des valeurs des mesures indirectes. Les zones bleues et rouges donnent les marges d'erreurs.

Les techniques des mesures mises en œuvre actuellement sont si pointues que les marges d'erreurs s'amenuisent à tel point que les scientifiques s'accordent pour dire que le gap entre les deux méthodes des mesures n'est pas dû aux imprécisions des mesures.

Ce gap reste difficile à expliquer :

- Ou bien certaines lois de la physique sont à revoir. Le modèle cosmologique FLWR du BIG-BANG quoiqu'étant la théorie cosmologique admise par les scientifiques et décrivant au mieux l'UNIVERS, présente malgré tout quelques insuffisances.
- Ou bien ce gap est dû à une différence fondamentale et inconnue entre les propriétés de l'UNIVERS récent et celles de l'UNIVERS jeune, 380000 ans après le BIG-BANG.

4. CALCUL DE LA CONSTANTE DE HUBBLE.

Nous conjecturons que la constante de HUBBLE est une expression de « α » ou du moins qu'elle est déductible de la constante de structure fine de l'UNIVERS. Cette constante et le gap entre les valeurs déduites des estimations par le biais des méthodes directes et indirectes, sont exprimables suivant les expressions :

$$H_0 = \frac{(\alpha^{-1}) \cdot (\tau_0 + \tau_i)}{(\tau_i)^q \cdot \left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi}\right)^2} \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

$$q = \frac{\pm \tau_i}{\frac{5}{\pi^6}}$$

$$q = \pm 0,33913497323786269880661010643782 \dots$$

$$\text{Pour } q = \frac{\tau_i}{\frac{5}{\pi^6}}$$

Cette expression donne une valeur convergeant vers les valeurs déduites des méthodes directes :

$$H_0 = 73,881211052227526981729252142437 \dots \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

$$\text{Pour } q = \frac{-\tau_i}{\frac{5}{\pi^6}}$$

Cette expression donne une valeur convergeant vers les valeurs déduites des méthodes indirectes :

$$H_0 = 67,764362091594310182736474948733 \dots \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

Ces deux valeurs sont discordantes. Elles ne décrivent pas le même UNIVERS.

Le GAP est de :

$$GAP = \frac{1 - \left(\frac{\tau_i}{\tau_0}\right)^2}{\left(\frac{\tau_i}{\tau_0}\right)^{\frac{5}{\pi^6}} \cdot \left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi}\right)^2} \cdot (\alpha^{-1}) \cdot (\tau_0 + \tau_i) \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

Ce GAP est de $\pm 9\%$.

Pour, $q = 0$,

$$H_0 = \frac{(\alpha^{-1}) \cdot (\tau_0 + \tau_i)}{\left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi}\right)^2} \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

$$H_0 = 70,756717967332583214794209917116 \dots \frac{km}{s \cdot Mpc}$$

Et dans ce cas,

$$\frac{1}{H_0} = 13,819172988336287744448212822843 \dots \cdot 10^9 \text{ ans.}$$

Ce qui correspond à l'âge actuel de l'UNIVERS (T_U).

« τ_0 », « τ_i » et « τ_e » sont les nombres de TWITE tels que :

$$\sqrt[\tau_0]{\tau_0} = \sqrt[\tau_e]{\tau_e} = \frac{\pi}{e}$$

$$\tau_0 = \left(\frac{\pi}{e}\right)^\infty$$

$$\sqrt[\tau_i]{\tau_i} = \frac{e}{\pi}$$

$$\tau_i = \left(\frac{e}{\pi}\right)^\infty$$

$$\tau_0 = 1,1875236353592499054384079028236 \dots$$

$$\tau_e = 21,05346056187855187496328900106 \dots$$

$$\tau_i = 0,88036777898173462182674985285442 \dots$$

Ces résultats suggèrent que les propriétés de l'UNIVERS ont évolué entre le temps T_{CMB} et T_U . Nous allons poser l'hypothèse que cette évolution a été linéaire en fonction de « $\log t_c$ ». « t_c » symbolise le temps cosmique mesuré avec comme étalon de mesure « T_{CMB} ». Nous allons écrire :

$$q = a \cdot \log t_c + b$$

En posant $T_{CMB} = 1$, considéré ici comme étalon de mesure du temps cosmique, on déduit le rapport actuel des temps cosmiques tel que :

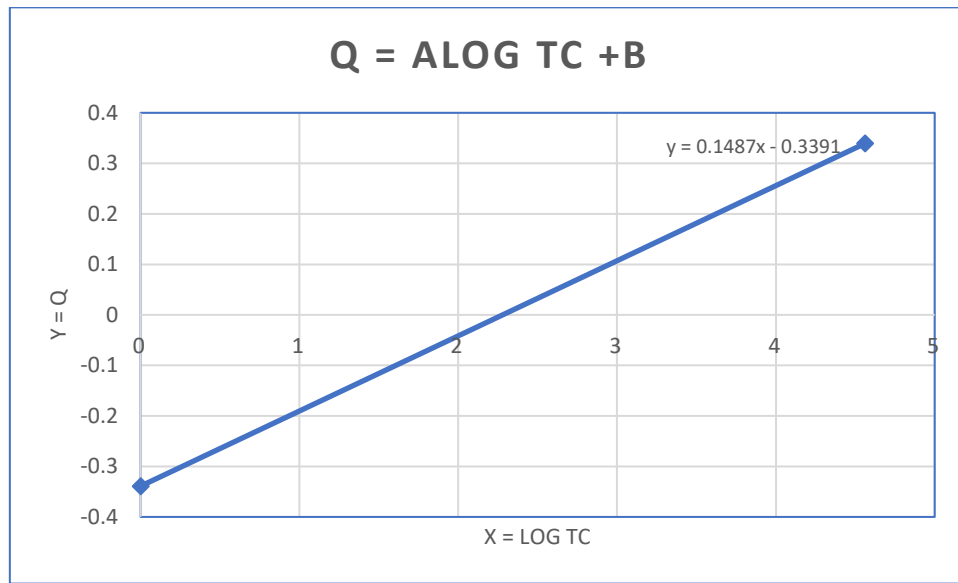
$$R_{T_C} = \frac{T_U}{T_{CMB}}$$

$$\log R_{T_C} = \left[\frac{\tau_e}{10 \cdot \left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi} - 2\right) + 1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\log R_{T_C} = 4,5604070798905332189250200996938 \dots$$

Pour l'intervalle de temps cosmique $[T_{CMB}, T_U]$, on peut alors écrire :

$$q = \frac{2\tau_i}{\pi^{\frac{5}{6}}} \cdot \frac{1}{\log R_{T_C}} \cdot \log t_c - \frac{\tau_i}{\pi^{\frac{5}{6}}}$$



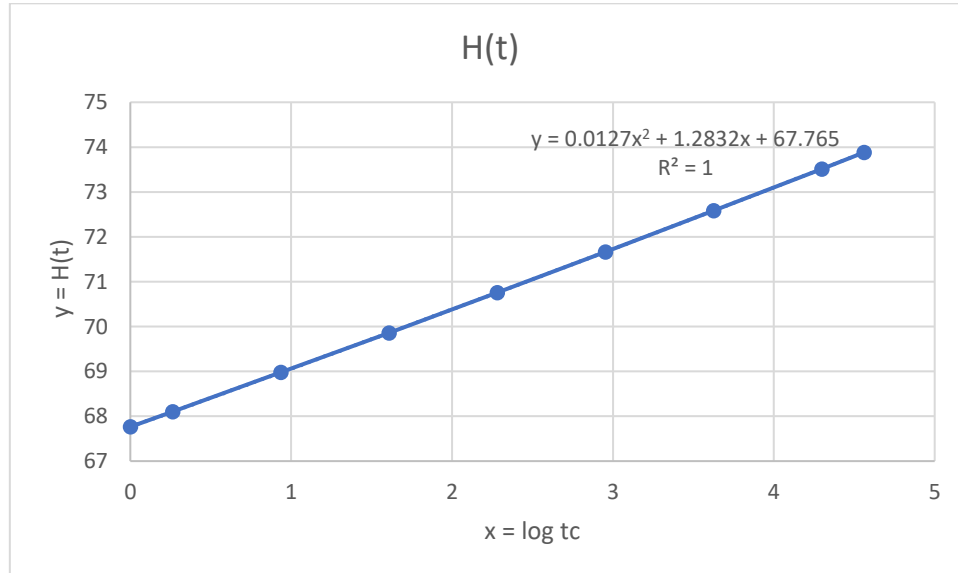
ou

$$\frac{\pi^5}{\tau_i} \cdot q = \frac{2}{\log R_{TC}} \cdot \log t_c - 1$$

On peut alors établir les fonctions :

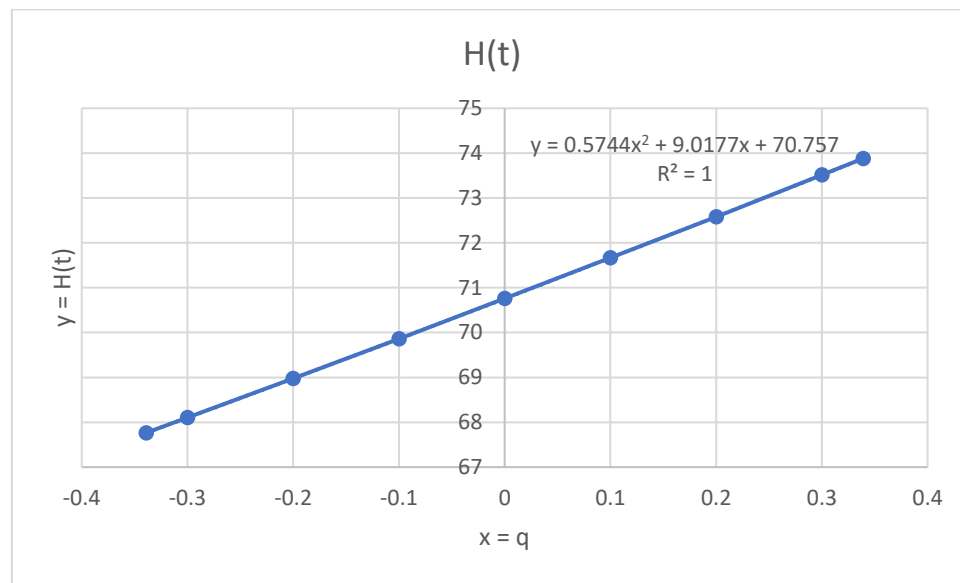
$$H(t) = f(\log t_c)$$

$$H(t) = f(q)$$



Ce tracé donne :

$$H(t) = 0,0127(\log t_c)^2 + 1,2832 (\log t_c) + 67,765 \text{ km/s/Mpc}$$



Ce tracé donne :

$$H(t) = 0,5744 q^2 + 9,0177q + 70,757 \text{ km/s/Mpc}$$

Si on prend comme référence :

$$H_0^* = H(t) \text{ à } q = 0 \text{ c'est } - \text{ à } - \text{ dire à } \log t_c = 4,5607$$

Alors,

$$H(t) = H_0^* \cdot \frac{1}{(\tau_i)^q} \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$$

$$q \in \left[\frac{-\tau_i}{\pi^{\frac{5}{6}}}, \frac{+\tau_i}{\pi^{\frac{5}{6}}} \right]$$

Cette hypothèse laisse entrevoir que dans l'UNIVERS jeune, le temps de HUBBLE était divergent de l'âge de l'UNIVERS, alors que dans l'UNIVERS récent le temps de HUBBLE et l'âge de l'UNIVERS convergent vers un même intervalle : $13 - 14 \cdot 10^9$ ans.

Les méthodes directes qui ne s'appuient pas sur la théorie de la relativité générale et qui exploitent les données de l'UNIVERS récent sont plus probantes d'autant plus que la précision des mesures est fortement améliorée.

Depuis 2023, la valeur acceptée par les scientifiques pour la constante de HUBBLE est de $73,05 \pm 1.04$ km/s/Mpc (<https://fr.scienceaq.com/Astronomy/1001213095.htm#:~:text=>

Cette valeur peut être déterminée suivant la formule :

$$H_0 = \frac{(\alpha^{-1}) \cdot (\tau_0 + \tau_i)}{(\tau_i)^{\frac{1}{4}} \cdot \left(\ln \frac{1}{\ln \ln \pi} \right)^2}$$

$$H_0 = 73,046875678874040304797681936385 \dots \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$$

Quoiqu'on puisse calculer $H(t)$ en fonction de « α », « π » et « e » de façon admissible, les corrections et la relation exactes entre le temps de HUBBLE et l'âge de l'UNIVERS restent toutefois difficiles à établir.

5. CONCLUSION.

Cette analyse, quoique sommaire, conforte l'idée que les propriétés de l'UNIVERS jeune étaient différentes des propriétés de l'UNIVERS récent. Ces propriétés ont évolué de telle sorte que le temps de HUBBLE approche l'âge de l'UNIVERS dans l'UNIVERS récent.

L'estimation de la constante de HUBBLE par le biais des techniques directes qui s'appuient sur les réalités du moment, serait plus probante au regard de la haute précision des mesures.

La constante de HUBBLE est aussi exprimable suivant « π » et « e ». Ce constat est un argument supplémentaire qui corrobore l'hypothèse que nous émettons suivant laquelle l'UNIVERS est codifié suivant les nombres « π » et « e ».

REFERENCES.

1. MONOGRAPHIE : Les nombres caractéristiques du COSMOS. Analyse numérique du rapport π/e : les nombres « TAU ». Edmond Twite Kabamba. Editions Universitaires Européennes (EUE). 2019. ISBN : 978-613-8-49894-0
2. Les nombres « TAU ». Edmond Twite Kabamba. International Journal for Multidisciplinary Research. IJFMR240217404, volume6, Issue2, March-April 2024. DOI : <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i02.17404>
3. Distance, volumes et âge en cosmologie. Galaxies J1-David Elbaz. C://Users/dell/Desktop/M2_J1_07_distances_volumes_ages.pdf
4. Towards the limits of cosmology. Joe SILK. University of Oxford. Foundations of Physics 48(10) octobre 2018. DOI : 10.1007/s/10701-018-0183-y. License CCB.Y4.0
5. The Cosmological Constant and Dark Energy. Peebles, P.J.E., Ratra, B. Review of Modern Physics, 75(2), 559 (2003)
6. A new Physics Would Explain What looks Irreconcilable Tension between the values of Hubble constants and allows H_0 to be calculated theoretically several ways. Claude Mercier. Journal of Modern Physics, vol.12, N°12 ; october 26, 2021. DOI : 10.4236/JMP.2021.121 2098