

Bernard Guy (*)

1. Introduction

"Seuls 5% de la matière et de l'énergie de l'univers sont connus ; 25% d'une matière noire inconnue (6 fois plus abondante que la matière ordinaire) et 70% d'une mystérieuse énergie sombre manquent à l'inventaire." Notre communication, ouverte à la critique, propose une solution simple à ces défis en considérant l'univers à l'échelle cosmologique comme un milieu réfringent. Nous sommes d'abord devant des problèmes de vitesses [1].

2. Retour sur la mesure de la vitesse de la lumière

Aucune des mesures historiques de la vitesse de la lumière (Römer, Bradley, Fizeau, Foucault, ...) ne fait apparaître cette vitesse comme un simple rapport entre un intervalle d'espace et un intervalle de temps, espace et temps supposés déjà définis et munis de jauges indépendantes. Toujours un autre mouvement est impliqué (mouvement de la terre, mouvement d'une roue dentée, ...) et la vitesse de la lumière apparaît dans un rapport du type $r = c/v$ ou v/c [2]. On estime connaître v , on en déduit c . Le décret de 1983 arrête $c = c_0 = 299\,792\,458$ mètres par seconde. Depuis, tout se passe comme si on ne raisonnait qu'avec c seule, oubliant l'aspect relationnel fondamental [3 à 7]. Où sont passées les autres v ? Qu'est ce que le m/s? Non, nous sommes réduits à des comparaisons circulaires de rapports v/c (particulièrement en cosmologie); nous fixons un numérateur ou un dénominateur par convention inévitable mais seuls les rapports ont un sens.

3. Une relation fondamentale

Si la vitesse v_m « mesurée » d'un objet lointain (via un c_0 correspondant à nos étalons locaux) est trop grande et ne correspond pas à ce qu'on en attend, soit v_a , il faut se poser la question d'une vitesse de la lumière c_c plus petite (à l'échelle cosmologique) qui nous en transporte l'information. Relation fondamentale:

$$r = \frac{v_{lm}}{c_0} = \frac{v_a}{c_c} \quad (\text{seul } r \text{ est « vrai »})$$

$$\text{ou } v_a = \frac{1}{\alpha} v_{lm} \quad \text{avec} \quad \alpha = \frac{c_0}{c_c}$$

Nous cherchons une valeur possible du facteur α ayant valeur d'indice optique.

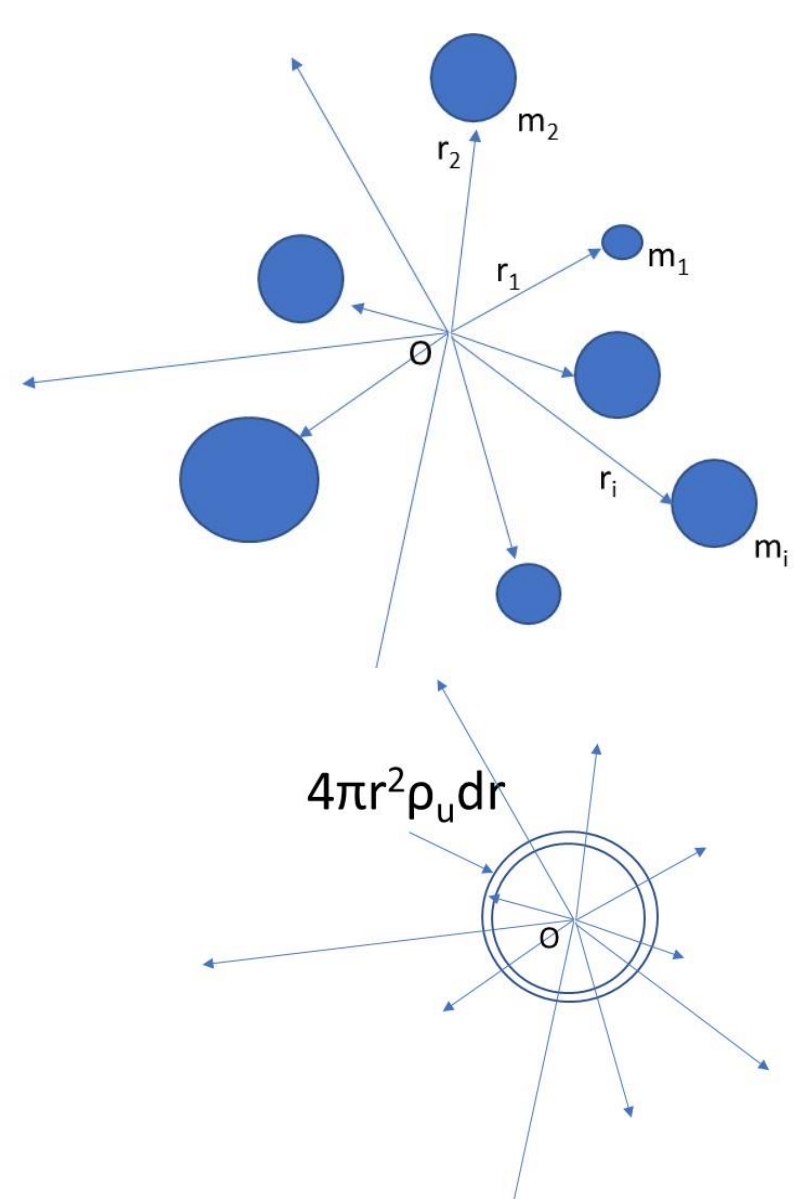
6 L'énergie sombre (accélération de l'expansion de l'univers)

D'après les auteurs, en ajoutant un terme à l'équation d'Einstein, impliquant la constante cosmologique Λ , on accomode l'expansion accélérée [10] :

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Nous pouvons proposer une autre solution, en remarquant que le facteur c intervient explicitement dans le dénominateur du membre de droite. Si l'on pense qu'à l'échelle cosmologique où se posent les problèmes, il faut diviser c par un facteur α , on voit qu'en ne prenant que le terme en α^4 , il faut corriger le terme habituel en ajoutant le facteur $(\alpha^4 - 1) \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$. Avec $\alpha \approx 2,4$, $\alpha^4 - 1 \approx 35$, ce qui est cohérent avec ce qui est annoncé pour l'énergie sombre (c 'est aussi le rapport à la densité de la matière ordinaire).

8. L'espace cosmologique se comporte-t-il comme un milieu réfringent?



La métrique de Schwarzschild [10] permet, en écrivant $ds^2 = 0$ pour la lumière, de calculer un indice équivalent $n(r) = (1 - GM/c^2r)^{-1}$

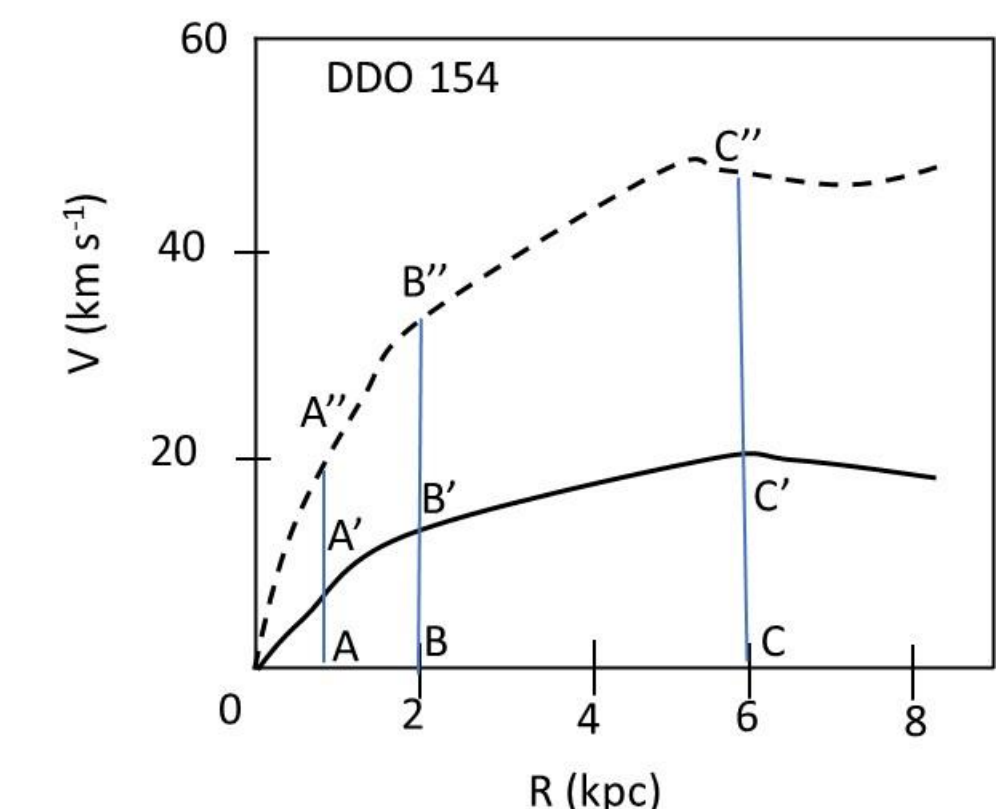
pour une distance r à une masse M . Il faut sommer le facteur GM/c^2r pour toutes les masses m_i de l'univers à leurs distances r_i . On peut approcher le résultat en intégrant avec une densité moyenne ρ_u de l'univers, connaissant son « rayon » équivalent R_u . On trouve

$$n_c = (1 - (4\pi\rho_u GR_u^2)/c^2)^{-1}$$

Où nous appelons n_c l'indice à l'échelle cosmologique. De façon remarquable, on obtient une gamme d'indices recouvrant la valeur 2,4 pour un jeu (densité, à compter en 10^{-27} kg/m^3 ; "rayon" de l'univers à compter en dizaines de milliards d'années-lumière) dans une fourchette admise aujourd'hui.

4. La matière noire et les galaxies spirales

Il y a de très nombreux lieux où la matière noire est "mise en évidence", nous nous limitons ici au mouvement des étoiles dans les galaxies spirales.



$$\frac{AA''}{AA'} \approx \frac{BB''}{BB'} \approx \frac{CC''}{CC'} \approx 2.4$$

En ordonnée: pointillés v 'mesuré', trait plein v attendu, en abscisse: distance au centre de la galaxie.

Lorsque les conditions d'observation permettent de voir toute l'évolution des vitesses, y compris pour les petites distances, une belle homothétie se manifeste entre les courbes v_m et v_a ; la question d'un décalage ne se pose pas seulement pour les paliers distants [8, 9]. Une moyenne sur de nombreuses galaxies donne un rapport $\alpha \approx 2,4$. Nous sommes devant un artefact et non devant une masse manquante (dans un rapport qui serait proportionnel à α^2).

5. Les mirages gravitationnels

Dans le cas des mirages gravitationnels : l'angle de déviation manifestant l'effet vérifie

$$\theta = \frac{4GM}{dc^2}$$

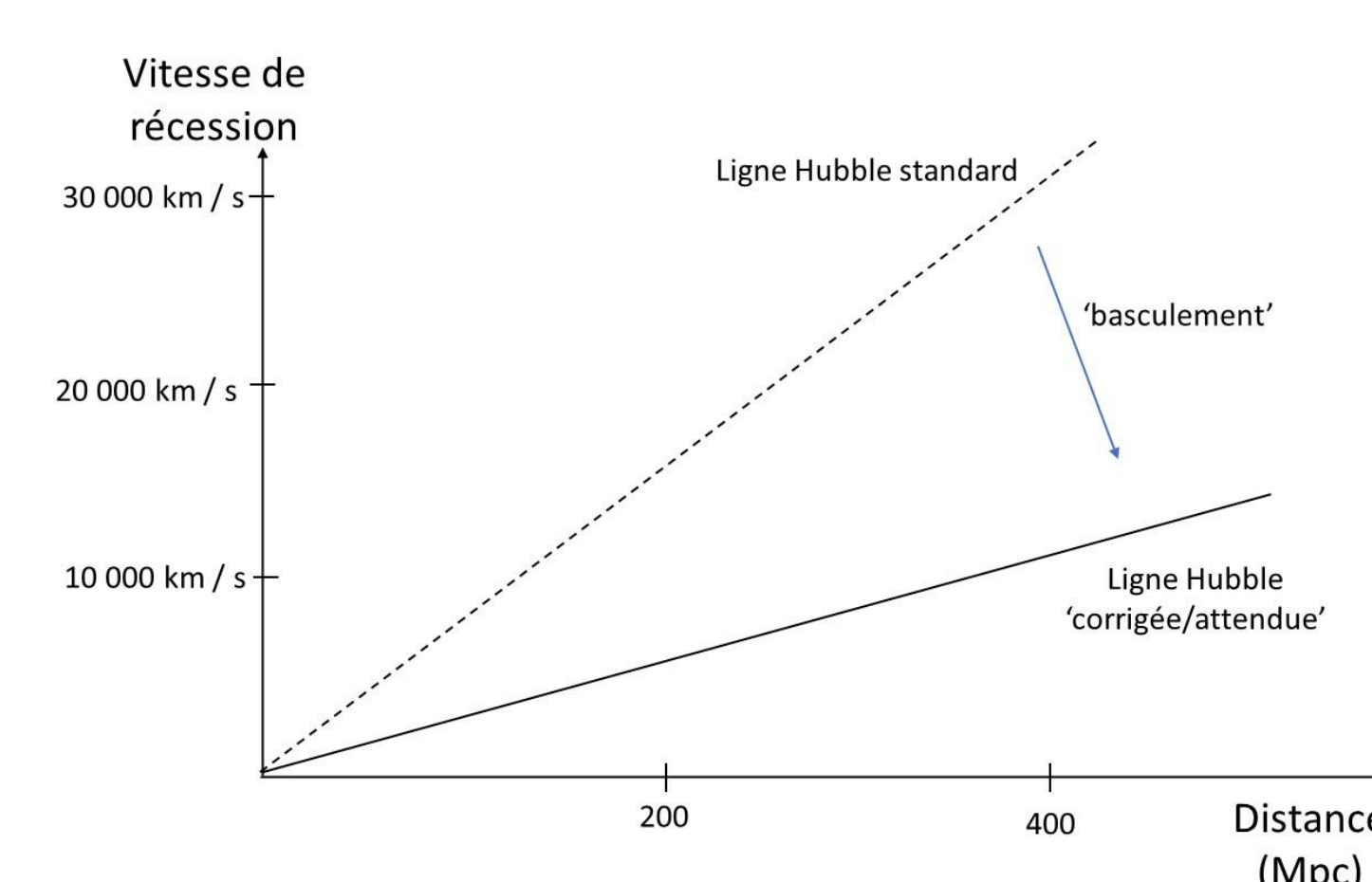
où M est la masse déviatrice, d est la distance à la masse du faisceau lumineux portant l'image de l'objet observé, G est la constante gravitationnelle et c est la vitesse standard c_0 de la lumière [10]. Les angles θ sont trop grands, ils mettent en évidence un excès de matière d'environ 6 fois la matière ordinaire, mis sur le compte d'une matière noire invisible. Si l'on diminue la valeur de c dans la proportion $\alpha \approx 2,4$, toutes choses égales par ailleurs, la masse M respectant la même valeur de l'angle θ sera divisée par α^2 , c'est-à-dire par un facteur proche de 6.

7. Un seul facteur pour tout résoudre?

La valeur $\alpha \approx 2,4$ rend compte des écarts de vitesse observés pour les objets célestes ; son carré $\alpha^2 \approx 6$ donne le rapport de la matière noire à la matière baryonique (ou ordinaire), sa puissance 4, soit $\alpha^4 \approx 36$, le rapport de l'énergie sombre à la matière ordinaire. Ces puissances sont issues d'un raisonnement physique utilisant les lois de Newton et les équations d'Einstein. La matière noire et l'énergie sombre sont les noms des corrections pour compenser l'erreur commise en gardant pour la vitesse de la lumière aux échelles cosmologiques sa valeur "habituelle".

9. Pistes de recherche

La constante de Hubble se détermine à partir de vitesses de fuite. Si l'on bascule le diagramme de Hubble d'un facteur α , on a une nouvelle constante $H' = H/\alpha$ soit un âge de l'univers multiplié par α , 33 milliards d'années [1]?



Références

[1] Guy B. (2022) Révision du statut de la « vitesse de la lumière » et examen de quelques problèmes cosmologiques <hal-03860051>. [2] Uzan J.-Ph. et Lehoucq R. (2005) Les constantes fondamentales, Belin, Paris. [3] Guy B. (2011) Penser ensemble le temps et l'espace, *Philosophia Scientiae*, 15, 3. [4] Guy B. (2019) *ESPACE = TEMPS. Dialogue sur le système du monde*, Paris : PENTA Editions. [5] Guy B. (2022) La pensée complexe du temps, *The Conversation*, France, 19 juillet. [6] Poincaré H. (1902) La science et l'hypothèse, Flammarion. [7] Poincaré H. (1905) La valeur de la science, Flammarion. [8] McGaugh S.S. (2014) The third law of galactic rotation, *Galaxies*, doi: 10.3390, 23 p. [9] McGaugh S.S., Lelli F. & Schombert J.M. (2016) The radial acceleration relation in rotationally supported galaxies, *arXiv: 1609.05917v1*. [10] Aubert D. (2019) Cosmologie physique, Ellipses.