

L'Équivalence Énergétique Globale : Réconcilier le Modèle $R_H = ct$ et le Modèle Cosmologique Standard par l'Indistinguabilité des Composants d'Énergie

Auteur : Stéphane Wojnow
Chercheur Indépendant, Limoges, France
Email : wojnow.stephane@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8851-3895>

Date : 17 Juin 2026

Résumé

Dans cet article, nous proposons un nouveau cadre d'unification qui résout la tension conceptuelle entre le modèle cosmologique standard (Lambda-CDM) et le modèle d'expansion linéaire ($R_H = ct$). Les données récentes de la deuxième série de données du Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI DR2) indiquent une évolution complexe et potentiellement dynamique de l'énergie sombre. Nous démontrons que si l'horizon cosmique se comporte comme un système holistique fondamentalement agnostique de la répartition interne de son énergie — traitant ainsi la somme stricte de la densité de matière $\Omega_m(1+z)^3$ et de la densité d'énergie sombre $\Omega_{DE}(z)$ comme un fluide global unique non ségrégué — la trajectoire 'quasi-linéaire' empirique observée dans les données d'expansion devient strictement proportionnelle à l'âge cosmique. Nous montrons que l'énergie de masse critique totale contenue dans la sphère de Hubble est analytiquement équivalente à $E(t) = \frac{1}{2} \frac{c^4}{G} \cdot ct$. Cette approche globale fournit un pont mathématique élégant, démontrant que Lambda-CDM et $R_H = ct$ peuvent être perçus comme deux interprétations de coordonnées distinctes de la même évolution d'énergie totale.

1. Introduction

La publication des résultats de DESI DR2 a mis en évidence des indices intrigants de dynamique au sein du secteur de l'énergie sombre, s'écartant de la constante cosmologique stricte du paradigme standard Λ CDM. En parallèle, les modèles alternatifs tels que la cosmologie à expansion linéaire, définie par un rayon de Hubble $R_H = ct$, offrent une simplicité théorique séduisante mais se heurtent souvent aux cadres d'interprétation standards qui compartimentent strictement l'Univers en composants individuels tels que la matière baryonique, la matière noire froide et l'énergie sombre.

Ce travail présente un changement fondamental de perspective. Au lieu de contraindre le modèle $R_H = ct$ à effectuer une ségrégation granulaire entre $\Omega_m(1+z)^3$ et $\Omega_{DE}(z)$, nous affirmons que l'horizon gravitationnel réagit purement à l'addition stricte de ces paramètres. En examinant la densité totale non ségréguée, nous découvrons une proportionnalité directe et rigoureuse entre l'état énergétique global et l'âge cosmique, transformant la 'quasi-droite' empiriquement observée des histoires d'expansion en une conséquence obligatoire de l'équilibre de l'horizon.

2. Énergie Totale dans l'Univers $R_H = ct$

Définissons le modèle cosmique linéaire où le rayon de Hubble augmente exactement à la vitesse de la lumière : $R_{H(t)} = ct$. Le paramètre de Hubble correspondant est intrinsèquement défini par $H(t) = \frac{c}{R_H} = \frac{1}{t}$. Dans un univers de Friedmann plat, la densité critique requise pour maintenir la géométrie spatiale plate est donnée par :

$$\rho_{c(t)} = \frac{3 H_t^2}{8 \pi G} = \frac{3}{8 \pi G t^2} \quad (1)$$

Le contenu total de masse-énergie contenu à l'intérieur du volume de la sphère de Hubble $V_{H(t)} = \frac{4}{3} \pi R_H^3 = \frac{4}{3} \pi (ct)^3$ peut être dérivé en multipliant la densité de masse critique par le volume et en la convertissant en énergie via la relation $E = m c^2$:

$$E(t) = \rho_{c(t)} \cdot c^2 \cdot V_{H(t)} = \frac{3}{8 \pi G t^2} c^2 \frac{4}{3} \pi (ct)^3 = \frac{1}{2} \frac{c^4}{G} \cdot ct \quad (2)$$

L'équation (2) prouve que l'énergie critique totale $E(t)$ est strictement proportionnelle à l'âge de l'univers t . Le terme $\frac{c^4}{G}$ représente la force de Planck, agissant ici comme la tension fondamentale qui calibre l'enveloppe de l'espace-temps. À travers la définition standard du décalage vers le rouge (redshift), où $\frac{dt}{dz} = \frac{-1}{[(1+z)H(z)]}$, la substitution $H(z) = 1/t$ produit la relation d'échelle exacte : $t(z) = t_0 / (1+z)$. Par conséquent, l'énergie globale évolue avec le redshift selon la loi $E(z) \propto (1+z)^{-1}$.

3. L'Hypothèse de la Somme Globale et Interprétation de DESI DR2

Le cœur de notre proposition réside dans le fait que l'univers physique ne possède pas de mécanisme inhérent pour isoler les comportements individuels de la matière sans pression $\Omega_m(1+z)^3$ et de l'énergie sombre $\Omega_{DE}(z)$ lorsqu'il établit les contraintes d'expansion globale. Pour une comparaison significative entre le modèle standard et le cadre $R_H = ct$, il faut exclusivement se référer à la somme brute non ségréguée des densités d'énergie :

$$\Omega_{tot}(z) = \Omega_m(1+z)^3 + \Omega_{DE}(z) \quad (3)$$

Dans le cadre standard, cette somme régit l'équation de Friedmann via $H^2(z) = H_0^2 \Omega_{tot}(z)$. Dans le modèle $R_H = ct$, une expansion strictement linéaire exige $H(z) = H_0(1+z)$, ce qui impose mathématiquement que $\Omega_{tot}(z)$ proportionnel à $(1+z)^2$.

Ère Cosmologique / Métrique	Vision Standard Ségréguée (\Lambda-CDM)	Vision Globale Non Ségréguée (Ce Travail)
Haut Redshift ($z > 1$)	Domination de la matière : $\sim (1+z)^3$	Approche de la limite de matière

Bas Redshift ($z < 0.3$)	Domination de l'énergie sombre : ~ Constante	Approche de la limite d'horizon cosmologique
Zone de Transition ($0.3 < z < 1.0$)	Interactions complexes de courbes distinctes	Quasi-linéaire et proportionnelle à $(1+z)^2$

Lorsqu'on examine la Figure 1 de la publication de DESI DR2, les points de données empiriques pour $H(z)$ décrivent une 'quasi-droite' sur la plage des redshifts médians ($0.3 < z < 1.0$). Sous le paradigme standard, cette linéarité est interprétée comme une coïncidence numérique accidentelle et temporaire, née du croisement de deux courbes mathématiques radicalement différentes : la décroissance cubique de la matière et la densité d'énergie sombre constante ou variant lentement.

Sous notre hypothèse de somme globale, cette quasi-droite est reconnue comme la manifestation physique d'un univers qui préserve la proportionnalité de son énergie totale. La nature du fluide cosmique compense la dilution de la densité de matière en modulant l'émergence de l'énergie sombre. La somme brute suit de manière dynamique l'évolution quadratique $(1+z)^2$ sur une large fenêtre d'observation, établissant que l'énergie totale est fondamentalement proportionnelle à l'âge de l'univers.

4. Conclusion

En s'abstenant de distinguer les composants internes et en analysant la somme stricte de $\Omega_m(1+z)^3$ et $\Omega_{DE}(z)$, le conflit apparent entre les cosmologies Λ CDM et $R_H = ct$ s'évanouit. La 'quasi-droite' mise en évidence par les dernières données de DESI DR2 n'est pas un artefact statistique temporaire, mais plutôt la signature élégante d'un état d'énergie global $E(t) = \frac{1}{2} \frac{c^4}{G} \cdot ct$ qui est strictement proportionnel à l'âge de l'univers. Cette synthèse conceptuelle ouvre une nouvelle voie pour interpréter les oscillations acoustiques baryoniques et la thermodynamique à l'échelle de l'horizon.

Références :

DESI Collaboration. (2025). *DESI DR2 Results II: Measurements of BAO*. <https://doi.org/10.1103/tr6y-kpc6>. <https://arxiv.org/abs/2503.14738> (page 6)