

**2025- 08 – 08 : Ce document montre que les articles soumis aux revues serait analysés avec plus de rigueur et d'intelligence que par des referees, de mauvaise foi, ou par des académiciens incompetents.**

**Salut Grok 4, peux-tu trouver des erreurs mathématiques dans le modèle cosmologique Janus de Jean-Pierre Petit ?**

Le modèle cosmologique Janus (JCM), proposé par Jean-Pierre Petit, est une théorie bimétrique qui postule l'existence d'un univers avec deux métriques en interaction : l'une pour les masses positives (matière ordinaire) et l'autre pour les masses négatives (matière hypothétique avec énergie négative). Les masses positives s'attirent entre elles, les masses négatives s'attirent entre elles, et les masses opposées se repoussent, dans le but d'expliquer des phénomènes tels que les courbes de rotation galactique, l'accélération cosmique et l'absence d'antimatière primordiale sans faire appel à la matière noire ou à l'énergie noire au sens conventionnel du terme. Le modèle découle d'extensions de la relativité générale, intégrant des idées tirées du concept d'univers jumeau d'Andreï Sakharov et des théories de la bigravité.

Après avoir examiné les sources disponibles, notamment des articles, des réfutations, des forums et des critiques, aucune erreur mathématique incontestable n'a été identifiée dans la formulation actuelle du JCM.

Cependant, plusieurs critiques ont été formulées, principalement par le physicien Thibault Damour, ainsi que dans diverses discussions en ligne. Celles-ci portent sur des incohérences potentielles, dont certaines proviennent de versions antérieures du modèle qui ont depuis été corrigées ou clarifiées. Ci-dessous, je résume les points clés, en m'appuyant sur les analyses de Damour (2019 et 2022) et les réfutations des auteurs, ainsi que sur d'autres sources.

## **Principales critiques et problèmes mathématiques potentiels**

Incohérence dans l'interprétation de la force pour les masses négatives:

### **Critique:**

Damour soutient que les lois heuristiques de la force du modèle (par exemple, les masses négatives s'attirent mutuellement) sont mathématiquement incohérentes dans un cadre relativiste. Il affirme qu'une particule d'essai de masse négative serait repoussée (et non attirée) par une autre masse négative, en se basant sur l'application du raisonnement standard de la relativité générale ou sur ses propres modèles de bigravité aux équations de Petit. Cela pourrait impliquer l'incapacité à fournir une description relativiste cohérente des interactions.

### Les véritables équations, pertinentes:

La question est liée aux équations bimétriques du champ dans la limite newtonienne.:

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} R^{(+)} g_{\mu\nu}^{(+)} = \chi \left[ T_{\mu\nu}^{(+)} + \hat{T}_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} R^{(-)} g_{\mu\nu}^{(-)} = -\chi \left[ T_{\mu\nu}^{(-)} + \hat{T}_{\mu\nu}^{(+)} \right]$$

Ici,  $R_{\mu\nu}^{(\pm)}$  sont les tenseurs de Ricci des métriques (positive/negative),  $T_{\mu\nu}^{(\pm)}$  sont les tenseurs énergie-moment,  $\hat{T}_{\mu\nu}^{(\pm)}$  sont les tenseurs d'interaction, et  $8\pi G/c^4$  (La constante d'Einstein, qui change de signe dans la seconde équation). **Damour suggère que le changement de signe entraîne une répulsion, et non une attraction, pour les masses négatives.**

### Contre-argumentation et résolution:

Petit et al. rétorquent que Damour applique de manière erronée les hypothèses de ses propres modèles (par exemple, en utilisant la même constante d'Einstein sans changer de signe). **Ils dérivent les équations à partir d'un principe d'action (présenté dans leur annexe de réfutation) et citent des simulations numériques confirmant les attractions/répulsions prévues.** Pour dériver les lois de la force : commencez par l'équation géodésique d'une particule test dans la métrique positive influencée par une masse négative ; faites varier l'action.

$$S = \int \sqrt{g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu}$$

en intégrant la métrique du secteur négatif, ce qui donne une accélération compatible avec la répulsion des masses positives mais l'attraction entre les masses négatives. **Aucune erreur n'est apparente après réfutation, car les calculs mathématiques sont valables dans l'approximation newtonienne utilisée pour les observables.** 7f7d2c jp-petit.org

Grok4 a parfaitement compris que Damour n'appliquait pas correctement l'approximation Newtonienne.

### Violation des identités de Bianchi :

#### Critique :

Damour affirme que le modèle viole les identités de Bianchi (qui exigent une divergence covariante nulle du côté droit du tenseur énergie-impulsion pour être cohérent avec la géométrie). Il fait référence à une version 2014 des équations **où les tenseurs**

d'interaction  $\hat{T}_{\mu\nu}^{(\pm)}$  ont été confondus par erreur avec les tenseurs de matière  $T_{\mu\nu}^{(\pm)}$  sans chapeaux, ce qui a conduit à des incohérences dans les scénarios non stationnaires (par exemple, pendant l'expansion cosmique).

NDT : Gork4 comprend que ce n'est pas une « faute de calcul » mais une « faute de frappe » sur laquelle s'est basée toute l'étude de Damour.

### Les équations concernées:

Le système erroné de 2014 (avec la faute de frappe signalée) :

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} R^{(+)} g_{\mu\nu}^{(+)} = \chi \left[ T_{\mu\nu}^{(+)} + T_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} R^{(-)} g_{\mu\nu}^{(-)} = -\chi \left[ T_{\mu\nu}^{(-)} + T_{\mu\nu}^{(+)} \right]$$

### Dérivée covariante nulle:

$$\nabla^{\mu} \left[ T_{\mu\nu}^{(+)} + T_{\mu\nu}^{(-)} \right] \neq 0$$

Violant :

$$\nabla^{\mu} G_{\mu\nu} = 0$$

(propriété du tenseur d'Einstein)

### Contre-argumentation et résolution:

Petit et al. reconnaissent la faute de frappe de 2014 (absence de chapeaux sur les termes d'interaction), mais montrent que le système corrigé satisfait aux identités de Bianchi dans la limite newtonienne (détaillé dans leur article publié en 2019 dans Progress in Physics).

### Pour vérifier :

Calculez la divergence en utilisant le tenseur d'interaction :

$$\hat{T}_{\mu\nu}^{(-)} = \sqrt{\frac{-g^{(-)}}{-g^{(+)}}} T_{\mu\nu}^{(-)}$$

avec des termes de pression inversés ; dans la cosmologie homogène/isotrope, la divergence disparaît, garantissant la cohérence. [Damour l'a reconnu plus tard en 2022 après avoir lu les clarifications.](#)4482ec5ebe86 jp-petit.org

### Absence de de dérivation variationnelle à partir d'une action:

#### Critique:

Damour laisse entendre que les équations ne sont pas dérivées d'un principe variationnel (action), ce qui sape leur fondement théorique, car les théories robustes de la gravité (par exemple, la relativité générale) découlent d'actions telles que l'action d'Einstein-Hilbert.

Équations pertinentes : Action standard pour la bigravité:

$$S = \int \left( \sqrt{-g^{(+)}} R^{(+)} + \sqrt{-g^{(-)}} R^{(-)} + L_{int} \right) d^4x$$

Où  $L_{int}$  gère les interactions.

### Contre-argumentation et résolution:

[Petit et al. fournissent une dérivation dans leur annexe de réfutation.:](#)

Variez une action avec des hypervolumes basés sur des métriques doubles, ce qui conduit aux équations de champ.

Pour y parvenir : minimisez:

$$S = \int \left( m_+ c \sqrt{g_{\mu\nu}^{(+)} dx^\mu dx^\nu} + m_- c \sqrt{g_{\mu\nu}^{(-)} g_{\mu\nu}^{(+)} dx^\mu dx^\nu} \right)$$

[intégrant des masses négatives ; cela permet d'obtenir des équations cohérentes sans paradoxe.](#)364db8 jp-petit.org

### Autres critiques éparses:

Physical Incoherence (e.g., Neutron Stars): Damour notes issues with interaction tensors for dense objects like neutron stars, where inverted pressure might not hold.

### Réfutation:

Critique non-pertinente, car les simulations ne montrent aucun objet de ce type dans le secteur négatif...000aeb jp-petit.org

### Erreurs dans les graphiques/présentations:

Dans une discussion sur un forum, un graphique représentant le rapport de pression pour des objets sous-critiques comportait une erreur mathématique (formule de rayon critique erronée) ;

Corrigé en :

$$\tilde{R} = \sqrt{\frac{3c^2}{8\pi G\rho}}$$

Mais il s'agissait d'un problème de présentation, et non d'une erreur fondamentale du modèle .3965fc

### Violations de masse négative:

Certaines sources indiquent que la masse négative pourrait enfreindre les conditions énergétiques (par exemple, la condition d'énergie faible), entraînant des instabilités génératrices de mouvement incontrôlable.

Le JCM évite cela grâce à des règles de répulsion/attraction mutuelles, mais aucune erreur mathématique n'est prouvée...eb20a768ef5b

### Deux vitesses de la lumière :

Non conventionnel et potentiellement incompatible avec la relativité restreinte, mais l'article le présente comme résultant de deux métriques, sans erreur explicite...b7c86d

### Évaluation globale:

Le JCM a fait l'objet d'un examen minutieux, en particulier de la part de Damour, mais l'équipe de Petit a réfuté chaque point à l'aide de corrections (par exemple, une faute de frappe en 2014), de dérivations et de simulations.

Des sources telles que les articles de Petit affirment la cohérence mathématique et physique, avec des ajustements observationnels (par exemple, les données sur les supernovas). Il n'existe pas de consensus sur les erreurs dans la physique traditionnelle,

car le modèle est marginal et n'a pas fait l'objet d'une évaluation par les pairs au-delà de revues spécifiques.

Si des erreurs existent, elles peuvent se trouver dans des régimes relativistes non testés au-delà de l'approximation newtonienne, mais aucune n'a été corroborée dans les documents examinés.

Pour une vérification plus approfondie, il est recommandé de consulter les articles complets (par exemple via arXiv ou le site de Petit).