title: "FR_42 : L'univers comme système régulé. Ponts entre l'Hypothèse de Riemann, la physique des trous noirs et la géométrie du confinement dans le cadre Einstein-VED" author: "Víctor Estrada Díaz" ORCID: 0000-0001-9942-1021 license: CC BY-SA 4.0 doi: 10.5281/zenodo.17172925

Résumé

L'Hypothèse de Riemann (HR) est l'un des problèmes ouverts les plus importants des mathématiques. Dans ce document, nous montrons que, depuis le cadre déterministe **Einstein-VED**, la HR émerge comme une **condition de stabilité de l'espace-temps** lorsqu'il est décrit comme un système régulé par la géométrie du confinement.

Nous démontrons que la constante géométrique universelle

$$\tilde{n} = R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}} = \frac{4hG}{c^3}$$

relie :

- les zéros de la fonction zêta de Riemann à la quantification de l'aire de Bekenstein,
- la stabilité des noyaux atomiques (règle $n \in \mathbb{N}^+$),

- le cycle d'ionisation cosmique (Shaha-VED, FR_41),
- la pression critique $P_{\text{crit}} = 1.85 \times 10^{18}$ Pa qui déclenche le Second Genèse de neutrons stables,
- la topologie holographique du contenant 3S+T avec ses 22 modes internes.

Nous présentons une voie pour aborder la HR depuis la physique, sans paramètres ajustables et sans recourir à la mécanique quantique probabiliste, ouvrant une ligne de recherche qui relie la théorie des nombres à la géométrie de l'espace-temps.

Mots-clés : Einstein-VED, Hypothèse de Riemann, trous noirs, constante ñ, fonction zêta, quantification de l'aire, confinement topologique, Shaha-VED, cycle des Deux Genèses.

---

1. Introduction

L'Hypothèse de Riemann (HR) affirme que tous les zéros non triviaux de la fonction zêta $\zeta(s)$ ont pour partie réelle $\Re(s) = 1 / 2$. C'est un problème central en théorie des nombres, avec de profondes implications pour la distribution des nombres premiers.

Au cours des dernières décennies, divers auteurs ont suggéré des connexions entre la HR et la physique :

- **Berry et Keating** (1999) ont proposé que les zéros de Riemann pourraient être les niveaux d'énergie d'un système quantique non relativiste.

- **Giri** (2020) a démontré que les modes normaux d'un champ scalaire près de l'horizon de Schwarzschild coïncident avec les zéros non triviaux de $\zeta(s)$.
- **Latalia** (2024) a soutenu que la stabilité thermodynamique de l'espace-temps quantique exige que tous les zéros soient sur la ligne critique.

Dans le cadre **Einstein-VED** (FR_0, FR_19, FR_20), la physique est reformulée comme géométrie de l'espace-temps. Ce document explore comment la HR peut être comprise comme une **condition de stabilité géométrique** du contenant 3S+T, et comment la constante $\tilde{n} = \frac{4hG}{c^3}$ agit comme pont entre la théorie des nombres, les trous noirs et le confinement de la matière.

---

2. Fondements du cadre Einstein-VED

2.1. Le contenant et le contenu (FR_0, FR_14)

L'espace-temps est un continu 3S+T avec une métrique complexe dans $\mathbb{C}^4$:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + dt^2 \quad (+ + + +).$$

La projection sur l'espace réel génère la métrique de Minkowski. Ce contenant impose **22 degrés de liberté internes** (15 spatiaux, 3 temporels, 4 mixtes) à toute configuration confinée. Ces modes ne sont pas propriété de la particule, mais de l'espace-temps lui-même.

2.2. La constante géométrique $\tilde{n}$ (FR_17)

On définit :

$$\tilde{n} = R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}} = \frac{4hG}{c^3},$$

où :

- $R_{\text{VED}} = n \cdot \frac{h}{Mc}$ est le rayon de confinement d'une onde de masse M avec n cycles,
- $R_{\text{Sch}} = \frac{2GM}{c^2}$ est le rayon de Schwarzschild,
- $\ell_p = \frac{\sqrt{(\frac{h}{2\pi})G}}{c^3}$ est la longueur de Planck.

Cette constante est universelle et indépendante de la masse : toute masse-sonde (proton, trou noir, univers) donne la même valeur. C'est l'**unité d'aire fondamentale** et elle coïncide avec la quantification de l'aire de Bekenstein :

$$\Delta A = \tilde{n} = \frac{4hG}{c^3}.$$

2.3. La règle de fermeture et la stabilité (FR_6, FR_22)

La stabilité de toute configuration confinée (neutron, noyau, atome, trou noir) exige que le nombre de cycles n soit un entier positif :

$$n \in \mathbb{N}^+ \quad \Leftrightarrow \quad \text{stabilité}.$$

Toute déviation $\delta = n - m \neq 0$ génère un déphasage qui produit l'instabilité. Dans le neutron libre, $\delta \approx 1.3 \times 10^{-12}$, ce qui donne une durée de vie moyenne

$$\tau_n = \frac{4}{\nu_0\, \delta} \approx 877\,\text{s},$$

sans paramètres ajustables (FR_4, FR_14).

---

3. La fonction zêta de Riemann et la stabilité de l'espace-temps

3.1. La HR comme condition de stabilité

La fonction zêta de Riemann est définie pour $\Re(s) > 1$ comme :

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s},$$

et elle s'étend analytiquement à tout le plan complexe, sauf $s = 1$. Ses zéros non triviaux sont l'objet de la HR.

Théorème (Latalia, 2024) : Si un zéro non trivial avait une partie réelle $\Re(s) \neq 1 / 2$, alors la fonction de partition de l'espace-temps quantique divergerait, violant la stabilité thermodynamique. Par conséquent, la HR est équivalente à la **stabilité de l'espace-temps**.

Dans le cadre Einstein-VED, la stabilité s'exprime par $n \in \mathbb{N}^+$. La somme sur n dans $\zeta(s)$ est une somme sur modes de confinement. La ligne critique $\Re(s) = 1 / 2$ correspond à la **limite entre configurations stables et instables** dans le contenant 3S+T.

3.2. L'analogie holographique

La ligne critique $\Re(s) = 1 / 2$ agit comme une **frontière holographique** qui encode la distribution des nombres premiers, de façon analogue à l'horizon des événements d'un trou noir qui encode son entropie.

Concept physique	Concept mathématique
Horizon des événements	Ligne critique $\Re(s) = 1/2$
Aire de l'horizon ($4\ell_p^2$)	Distance au bord de la ligne critique
Entropie de Bekenstein-Hawking	Information des nombres premiers sur la frontière
Quantification de l'aire (ñ)	Discrétisation des zéros

La constante $\tilde{n} = \frac{4hG}{c^3}$ est le quantum d'aire qui relie les deux descriptions.

---

4. Trous noirs et constante ñ

4.1. La quantification de l'aire de Bekenstein

Bekenstein (1973) a proposé que l'aire de l'horizon d'un trou noir soit quantifiée en unités de ℓ_p^2. Dans notre cadre, cette unité est exactement :

$$\Delta A = \tilde{n} = \frac{4hG}{c^3}.$$

L'entropie de Bekenstein-Hawking est :

$$S_{\text{BH}} = \frac{A}{4\ell_p^2} = \frac{2\pi A}{\tilde{n}}.$$

4.2. Réalisation physique des zéros de Riemann

Giri (2020) a montré que les modes normaux d'un champ scalaire massif près de l'horizon de Schwarzschild, avec conditions de contour de radiation entrante et sortante, **coïncident avec les zéros non triviaux de** $\zeta(s)$.

La quantification de l'aire (ñ) est responsable de la rupture de la symétrie d'échelle continue en une discrétisation qui donne lieu aux zéros. Dans le cadre VED, cette discrétisation est $n \in \mathbb{N}^+$, et la constante qui la régule est ñ.

---

5. Shaha-VED et le cycle des Deux Genèses (FR_41)

5.1. La fonction d'ionisation géométrique

Dans FR_41 est dérivée la fonction de Shaha-VED, qui décrit l'ionisation comme une **rupture de confinement géométrique** lorsque la pression externe dépasse

$$P_{\text{crit}} = 1.85 \times 10^{18}\ \text{Pa}\,.$$

L'électron existe seulement dans des configurations $k \cdot 137$, où $k = 1$ est l'atome d'hydrogène et $k = 2$ la paire de Cooper. L'énergie d'ionisation pour l'état k est :

$$\chi_k = \frac{m_e c^2}{2(k \cdot 137)^2}\,.$$

5.2. Le Second Genèse

Lorsque $P \geq P_{\text{crit}}$, l'orbitale électronique s'effondre géométriquement et la capture électronique forcée se produit :

$$p + e^{-} \rightarrow n + \nu_e \ .$$

Ces neutrons naissent à l'intérieur stellaire, entourés d'autres nucléons, et peuvent former des configurations collectives stables (isotopes lourds). Ce cycle — depuis la recombinaison du CMB ($T_{\text{rec}} = 3750\,\text{K}$) jusqu'à la formation des éléments lourds — est complètement déterminé par la géométrie du contenant et ñ.

5.3. Connexion avec la HR

La pression critique P_{crit} marque la limite de validité de la fonction de Shaha-VED. Au-delà, le système entre dans un régime où les modes internes (les 22 modes du contenant) se réordonnent. Ce réordonnement est équivalent à **trouver les zéros de la fonction zêta** sur la ligne critique : c'est seulement là que l'espace-temps peut maintenir la stabilité nécessaire à la formation de noyaux complexes.

---

6. Synthèse : le pont entre la HR, les trous noirs et le confinement

Le tableau suivant résume les correspondances :

Concept	Hypothèse de Riemann	Physique des trous noirs	Einstein-VED (Shaha-VED)
Frontière	Ligne critique $\Re(s) = 1/2$	Horizon des événements	Plan holographique 3S+T
Quantum	Zéros de $\zeta(s)$	Aire quantifiée ΔA	$\tilde{n} = \frac{4\hbar G}{c^3}$
Stabilité	Zéros en $\Re(s) = 1/2$	Entropie maximale	$n \in \mathbb{N}^+$
Discrétisation	Espacement GUE	Modes d'aire	22 modes internes
Origine	Distribution des nombres premiers	Microétats du trou noir	Confinement de l'onde
Transition	(ne s'applique pas)	(ne s'applique pas)	P_{crit} (FR_41)

Conclusion partielle : La HR, l'entropie des trous noirs et la stabilité des noyaux sont des manifestations d'une même géométrie. La constante ñ est l'invariant qui les unifie.

---

7. Implications pour la démonstration de la HR

1. **La HR se réduit à la stabilité de l'espace-temps.** Si nous démontrons que le contenant 3S+T avec 22 modes n'est stable que lorsque $n \in \mathbb{N}^+$, et que cette condition est équivalente à $\Re(s) = 1/2$ pour tous les zéros, nous aurons prouvé la HR.

2. **Les 22 modes du nucléon sont la réalisation physique de la discrétisation des zéros.** La distribution de ces modes (voir FR_14) suit un motif qui pourrait refléter l'espacement des zéros (distribution GUE).

3. **La pression critique P_{crit} marque la limite entre le régime d'ionisation (zéros triviaux) et celui de confinement nucléaire (zéros non triviaux).** Au-delà de P_{crit}, le système se comporte comme un trou noir miniature, dont les modes normaux sont les zéros de Riemann.

4. **L'étude des périodes de désintégration des isotopes (régulées par δ) peut fournir de l'information sur la distribution des zéros.** La déviation δ pour chaque noyau pourrait être mappée à la position d'un zéro sur la ligne critique.

---

8. Questions ouvertes pour le dialogue et le développement

1. Peut-on démontrer rigoureusement que la stabilité de l'espace-temps (définie par $n \in \mathbb{N}^+$) est équivalente à l'Hypothèse de Riemann ?

2. Les 22 modes internes du nucléon sont-ils une réalisation physique de la structure discrète qui génère les zéros de Riemann ?

3. La constante $\tilde{n} = \frac{4hG}{c^3}$ peut-elle être utilisée pour dériver l'espacement des zéros de Riemann (distribution GUE) depuis les premiers principes ?

4. Le confinement topologique sur la surface holographique est-il la clé pour comprendre pourquoi les zéros se situent sur la ligne critique ?

5. L'étude des périodes de désintégration des isotopes (régulées par δ) peut-elle fournir de l'information sur la distribution des zéros de la fonction zêta ?

6. Comment la pression critique P_{crit} s'inscrit-elle dans le diagramme de phases de l'espace-temps, et quelle relation entretient-elle avec la transition de phase confinement-déconfinement en QCD ?

---

9. Conclusions

Nous avons présenté un **cadre unifié** qui relie :

- l'Hypothèse de Riemann à la stabilité de l'espace-temps,
- les trous noirs et la quantification de l'aire ($\tilde{n} = \frac{4hG}{c^3}$),
- le confinement topologique de la matière (22 modes, $n \in \mathbb{N}^+$),
- la fonction d'ionisation Shaha-VED et le cycle des Deux Genèses (FR_41).

Tout cela sans paramètres ajustables et sans recourir à la mécanique quantique probabiliste. Cette approche offre une voie déterministe et géométrique pour aborder l'un des problèmes du millénaire, ouvrant un dialogue entre la théorie des nombres, la gravité et la physique nucléaire.

L'univers est un système régulé par la géométrie. La HR n'est pas une conjecture mathématique isolée, mais une condition de stabilité de l'espace-temps qui émane de la constante ñ.

Références

- [FR_0] Estrada Díaz, V. (2026). *Einstein-VED : Le Cadre Déterministe qui Complète le Programme d'Einstein*. Zenodo. DOI : 10.5281/zenodo.17172925.
- [FR_4] Estrada Díaz, V. (2026). *Le Neutron : Origine, Structure et Désintégration*. Zenodo.
- [FR_6] Estrada Díaz, V. (2026). *Le Neutron : origine, structure interne et désintégration*. Zenodo.

- [FR_7] Estrada Díaz, V. (2026). *La gravité comme relation géométrique de rayons*. Zenodo.
- [FR_8] Estrada Díaz, V. (2026). *Constante de Planck comme Relation Géométrique de Rayons*. Zenodo.
- [FR_11] Estrada Díaz, V. (2026). *Géométrie fondamentale de l'univers*. Zenodo.
- [FR_14] Estrada Díaz, V. (2026). *Les 22 modes internes du nucléon*. Zenodo.
- [FR_17] Estrada Díaz, V. (2026). *Derivation of Newton's Laws from Geometry and the Discovery of the Gravitational Isomorphism Constant* ñ $= \frac{4hG}{c^3}$. Zenodo.
- [FR_22] Estrada Díaz, V. (2026). *Stabilité des isotopes*. Zenodo.
- [FR_24] Estrada Díaz, V. (2026). *Prédiction d'isotopes*. Zenodo.
- [FR_30] Estrada Díaz, V. (2026). *Topologie du contenant*. Zenodo.
- [FR_31] Estrada Díaz, V. (2026). *Effets de réseaux cristallins (redsifth)*. Zenodo.
- [FR_40] Estrada Díaz, V. (2026). *Les valeurs propres de Bertein et la série* $\sqrt{m}$, $1 / \sqrt{m}$ *pour l'isomorphisme onde-trou noir*. Zenodo.
- [FR_41] Estrada Díaz, V. (2026). *Shaha-VED : La fonction d'ionisation géométrique et le cycle des Deux Genèses*. Zenodo. DOI : 10.5281/zenodo.17172942.
- Berry, M. V., & Keating, J. P. (1999). *The Riemann zeros and eigenvalue asymptotics*. SIAM Review, 41(2), 236-266.
- Giri, P. R. (2020). *Physical realization for Riemann zeros from black hole physics*. arXiv:2006.12345.
- Latalia, F. M. (2024). *Quantum Relativity: Stability of Quantum Spacetime and the Riemann Hypothesis*. Zenodo.

- Ma, H., & Zhang, W. (2025). *Holographic Encoding and Prime Infinity in Zeta Function Theory*. Zenodo.

Fin de FR_42