FR_35 : L'émergence de la matière depuis les valeurs propres d'aire

Correspondance entre $U(Sch)$ et $U(H)$ et origine géométrique des masses

Auteur : Víctor Estrada Díaz
Cadre : Einstein-VED
DOI : 10.5281/zenodo.17172925
Licence : CC BY-NC-SA 4.0
Web : https://estradad.es

Résumé

Ce document établit une correspondance mathématique explicite entre deux géométries fondamentales :

- $U(Sch)$: la géométrie associée au rayon de Schwarzschild et aux valeurs propres d'aire d'un trou noir (Bekenstein-Hawking).
- $U(H)$: la géométrie holographique bidimensionnelle (la source H(2)), où réside la structure de fermeture S^1 qui définit les ondes confinées (matière).

La connexion entre les deux géométries est la **constante géométrique** $\tilde{n} = R_{VED} \cdot R_{Sch}$, qui agit comme une application invariante entre les rayons des deux géométries.

En conséquence, **les valeurs propres d'aire $A_m \sim m$ (avec $m \in \mathbb{N}$) se transforment en une série de masses $M_m \sim \sqrt{m}$** dans le monde quantique, correspondant à des états stables d'ondes confinées dans S^1.

Ce résultat suggère que **les nombres naturels sont les briques fondamentales de la matière**, et que la condition de stabilité (nombre entier de longueurs d'onde sur le contour) agit comme un filtre qui sélectionne quelles valeurs de m produisent des particules stables dans notre univers.

Index

1. Géométries définies
2. La constante géométrique fondamentale $\tilde{n}$
3. Spectre dans $U(Sch)$: valeurs propres d'aire
4. Application à $U(H)$ au moyen de $\tilde{n}$
5. Géométrie de fermeture S^1 dans $U(H)$
6. Relation entre le rayon et la longueur du contour
7. Interprétation ondulatoire de la masse
8. Résultat du mappage complet
9. La série de masses $M_m \sim \sqrt{m}$
10. L'émergence de la matière depuis les nombres naturels
11. La condition de stabilité comme filtre
12. Implications physiques
13. Questions ouvertes et futures lignes de recherche

14. Conclusion
15. Références

---

1. Géométries définies

Deux géométries fondamentales sont considérées dans le cadre Einstein-VED :

- $U(Sch)$: géométrie associée au rayon de Schwarzschild et aux valeurs propres d'aire d'un trou noir (Bekenstein-Hawking). C'est la géométrie de la gravité classique et de la thermodynamique des trous noirs.
- $U(H)$: géométrie holographique bidimensionnelle (la source H(2), voir FR_0 et FR_11), où réside la structure de fermeture S^1 qui définit le confinement des ondes. C'est la géométrie de l'information et de l'holographie.

Les deux géométries sont des manifestations d'une même réalité sous-jacente, et leur connexion s'établit au moyen d'une constante universelle.

---

2. La constante géométrique fondamentale ñ

On définit la constante géométrique ñ comme le produit des deux rayons fondamentaux du cadre Einstein-VED :

$$ñ = R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$$

où :

- R_{VED} : rayon holographique (confinement ondulatoire)

$$R_{\text{VED}} = \frac{nh}{Mc}$$

- R_{Sch} : rayon de Schwarzschild (horizon gravitationnel)

$$R_{\text{Sch}} = \frac{2GM}{c^2}$$

En substituant les expressions :

$$\text{ñ} = \left(\frac{nh}{Mc}\right) \cdot \left(\frac{2GM}{c^2}\right) = \frac{2nhG}{c^3}$$

Observations clés :

1. **La masse M s'annule exactement.** Par conséquent, ñ est une constante universelle, indépendante de la masse.

2. Pour le cas de la gravité universelle, $n = 2$, on obtient :

$$\text{ñ}_0 = \frac{4hG}{c^3} = 8\pi \ell_P^2$$

   où ℓ_P est la longueur de Planck.

3. ñ a des dimensions d'aire (L^2).

Interprétation : ñ est la **constante de couplage géométrique** qui relie les deux géométries. Elle agit comme une application invariante :

$$\text{ñ}: U(Sch) \longrightarrow U(H)$$

---

3. Spectre dans $U(Sch)$: valeurs propres d'aire

Dans la géométrie $U(Sch)$, il existe un ensemble de valeurs propres d'aire (Bekenstein 1973, Hawking 1975) :

$$A_m, \quad m \in \mathbb{N}$$

On suppose la quantification de l'aire en unités de ℓ_P^2 :

$$A_m = m \cdot \Delta A$$

où ΔA est le quantum d'aire fondamental. En gravité quantique à boucles (LQG), typiquement $\Delta A \sim 4\ell_P^2 \ln 2$, mais le facteur exact n'est pas pertinent pour la structure qualitative.

Chaque valeur propre A_m définit un rayon de Schwarzschild associé :

$$R_{\text{Sch},m} = \frac{\sqrt{A_m}}{4\pi} = \sqrt{\frac{m\Delta A}{4\pi}} \propto \sqrt{m}$$

---

4. Application à $U(H)$ au moyen de ñ

La constante géométrique ñ agit comme une **application invariante** entre les deux géométries.

Pour chaque valeur propre A_m dans $U(Sch)$, on définit son rayon holographique correspondant dans $U(H)$ au moyen de :

$$R_{\text{VED},m} = \frac{\tilde{n}}{R_{\text{Sch},m}}$$

Justification : Puisque ñ $= R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$ est constante (indépendante de la masse), si nous connaissons $R_{\text{Sch},m}$ à partir de la valeur propre A_m, nous pouvons déterminer $R_{\text{VED},m}$ comme son complément géométrique.

En substituant $R_{\text{Sch},m} \propto \sqrt{m}$:

$$R_{\text{VED},m} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

---

5. Géométrie de fermeture S^1 dans $U(H)$

Dans la géométrie holographique $U(H)$, la structure fondamentale de confinement est un **cercle** S^1. C'est la projection topologique du contour fermé de l'onde confinée en 4D.

La condition de stabilité pour une onde confinée dans S^1 est :

$$L = n\lambda, \quad n \in \mathbb{Z}^+$$

où :

- L est la longueur du contour (périmètre)
- λ est la longueur d'onde associée à la particule
- n est le **nombre de cycles** (nombre entier de longueurs d'onde sur le contour)

Critère de stabilité :

- Si $n \in \mathbb{Z}^+$, l'onde se referme sur elle-même → **état stable** (matière confinée)
- Si $n \notin \mathbb{Z}^+$, il existe un déphasage cumulatif → **instable** (pas de confinement durable)

6. Relation entre le rayon et la longueur du contour

Pour un cercle S^1, la longueur du contour (périmètre) est reliée au rayon par :

$$L = R_{\text{VED}} = 2\pi r$$

Par conséquent, pour chaque valeur propre A_m :

$$L_m = R_{\text{VED},m} = 2\pi r_m \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

---

7. Interprétation ondulatoire de la masse

Dans le cadre Einstein-VED, la différence entre matière et énergie est une question de confinement :

- **Ondes libres** → énergie (sans contour fermé)
- **Ondes confinées dans** S^1 → masse (avec contour fermé et n entier)

La masse est associée inversement à l'échelle du contour. À partir de l'expression $R_{\text{VED}} = \frac{nh}{Mc}$, nous isolons :

$$M = \frac{nh}{cR_{\text{VED}}}$$

C'est la relation fondamentale entre masse et rayon holographique. Pour un état stable, n est le nombre entier de cycles (pour le proton, $n = 4$).

---

8. Résultat du mappage complet

Pour chaque valeur propre A_m dans $U(Sch)$:

1. On définit $R_{\text{Sch},m} = \frac{\sqrt{A_m}}{4\pi} \propto \sqrt{m}$
2. On transforme en $R_{\text{VED},m} = \frac{\tilde{n}}{R_{\text{Sch},m}} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$ au moyen de la constante $\tilde{n}$
3. Ce $R_{\text{VED},m}$ définit une échelle dans $U(H)$ (le rayon du cercle S^1)
4. Le périmètre associé est $L_m = R_{\text{VED},m} = 2\pi r_m$
5. La condition de stabilité dans $U(H)$ requiert $L_m = n\lambda$ avec $n \in \mathbb{Z}^+$
6. Lorsqu'elle est satisfaite, on obtient un **état stable de matière** avec masse :

$$M_m = \frac{nh}{cR_{\text{VED},m}} = \frac{nh}{c} \cdot \frac{R_{\text{Sch},m}}{\tilde{n}}$$

---

9. La série de masses $M_m \sim \sqrt{m}$

Puisque $R_{\text{Sch},m} \propto \sqrt{m}$, la masse correspondante est :

$$M_m \propto \frac{nh}{c} \cdot \frac{\sqrt{m}}{\tilde{n}} \propto \sqrt{m}$$

La relation induite par le mappage est :

$$M_m \sim \sqrt{m}, \quad m \in \mathbb{N}$$

où m est la valeur propre d'aire dans $U(Sch)$.

La série sous forme explicite

m	$M_m \sim \sqrt{m}$ (u.a.)	Correspondance physique possible
1	1.000	Masse fondamentale ? Électron ?
2	1.414	
3	1.732	
4	2.000	Proton ? (avec facteur d'échelle)
5	2.236	
6	2.449	
7	2.646	
8	2.828	
9	3.000	
16	4.000	
25	5.000	
36	6.000	
49	7.000	
64	8.000	

m	$M_m \sim m$ (u.a.)	Correspondance physique possible
81	9.000	
100	10.000	
121	11.000	
137	11.704	Boson Z ? (91.2 GeV)
144	12.000	
…	…	

Note : On ne s'attend pas à ce que la série soit exacte en valeurs absolues (il existe des facteurs d'échelle qui dépendent de ñ, ΔA, etc.). Mais **la structure** $\sqrt{m}$ est une prédiction falsifiable du cadre.

---

10. L'émergence de la matière depuis les nombres naturels

La découverte fondamentale

Les valeurs propres d'aire A_m dans la géométrie gravitationnelle $U(Sch)$ — que Bekenstein et Hawking ont associées à l'entropie des trous noirs — ne sont pas seulement une propriété des horizons des événements.

Elles sont la graine de toute la matière de l'univers.

Au moyen de la constante géométrique $\tilde{n} = R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$, chaque valeur propre A_m (associée à un nombre naturel $m \in \mathbb{N}$) se projette dans la géométrie holographique $U(H)$ comme un rayon $R_{\text{VED},m}$. Ce rayon définit un cercle S^1 de périmètre L_m. Si un nombre entier de longueurs d'onde tient dans ce périmètre, l'onde se confine et se stabilise. Cela est **matière**.

Les nombres naturels comme briques de l'univers

Les nombres naturels m (valeurs propres d'aire dans $U(Sch)$) sont la source de la matière dans $U(H)$.

- Chaque m engendre un état possible de matière avec masse $M_m \sim \sqrt{m}$
- Il n'y a pas de continuité dans les masses ; il existe une structure discrète sous-jacente
- Les nombres naturels sont les « briques » de la réalité physique

---

11. La condition de stabilité comme filtre

La condition de stabilité dans $U(H)$ agit comme un **filtre** sur les nombres naturels. Pour qu'une valeur propre m produise une particule stable dans notre univers, il faut que :

$$L_m = R_{\text{VED},m} = 2\pi r_m = n\lambda, \quad n \in \mathbb{Z}^+$$

Cette condition peut se réécrire en termes de m et n :

$$n\lambda = \frac{\tilde{n}}{R_{\text{Sch},m}} = \frac{\tilde{n}}{\sqrt{m\Delta A / (4\pi)}} = \frac{2\sqrt{\pi}\,\tilde{n}}{\sqrt{m\Delta A}}$$

Et comme $\lambda \propto 1 / M \propto 1 / \sqrt{m}$ (par la relation de masses), la condition est automatiquement satisfaite pour certaines valeurs de m et n.

La condition de stabilité sélectionne un sous-ensemble de nombres naturels comme ceux qui peuvent donner lieu à des particules stables. Tous les m ne sont pas également probables.

---

12. Implications physiques

Implication	Description
La matière est géométrie projetée	Ce que nous appelons « particule » n'est rien d'autre qu'une valeur propre d'aire dans $U(Sch)$ traduite en onde confinée dans $U(H)$
Les nombres naturels sont fondamentaux	Il n'y a pas de continuité dans les masses ; il existe une structure discrète sous-jacente
La constante ñ est le pont	Elle relie la gravité (trous noirs) à l'holographie (confinement d'ondes)
Le spectre de masses du Modèle Standard pourrait être codé	Dans les valeurs propres d'aire d'un trou noir
La condition de stabilité est le filtre	Elle détermine quelles valeurs de m produisent des particules stables

Correspondances possibles avec le Modèle Standard

Si l'échelle est ajustée de manière adéquate, certaines valeurs de m pourraient correspondre à des particules connues :

- $m = 4$: Proton (masse 938 MeV) ou neutron (940 MeV)
- $m = 1$: Électron (511 keV) ou neutrino (masse très petite)
- $m = 137$: Boson Z (91.2 GeV) — curieusement, 137 est la constante de structure fine
- $m = 81$: Boson W (80.4 GeV)
- $m = 9$: Masse du muon ? (105.7 MeV, qui vaut ~207 × la masse de l'électron, et 207 est proche de 144, non de 9 ; la relation n'est pas directe mais il pourrait exister des facteurs supplémentaires)

Il est important de noter que la série $M_m \sim \sqrt{m}$ implique que les masses croissent comme la racine carrée de m. Cela signifie que pour atteindre de grandes masses (comme celle du boson Z), il faut de grands m (comme 137).

---

13. Questions ouvertes et futures lignes de recherche

Question	Description
Qu'est-ce qui détermine quelles valeurs de m sont « actives » ?	Tous les nombres naturels ? Seulement les nombres premiers ? Seulement ceux qui satisfont des conditions supplémentaires ?

Question	Description
Comment m se relie-t-il aux nombres quantiques du Modèle Standard ?	m est-il une combinaison de nombres quantiques comme spin, charge, saveur ?
Quel rôle joue le nombre 137 ?	Il apparaît comme constante de structure fine et aussi comme valeur propre d'aire qui pourrait correspondre au boson Z.
Quelle relation existe entre m et les 22 modes internes du nucléon ?	Se pourrait-il que $m = 4$ (proton) possède 22 modes internes, et que cela soit une manifestation de la structure de m lui-même ?
Comment cette série se relie-t-elle à la hiérarchie de masses du Modèle Standard ?	La hiérarchie de masses (électron, muon, tau, quarks up/down, etc.) pourrait être codée dans différentes valeurs de m.
Existe-t-il une relation avec la conjecture de Riemann ?	Les nombres naturels et leurs propriétés (nombres premiers, distribution) sont l'objet d'étude de l'hypothèse de Riemann. Pourrait-il y avoir une connexion profonde entre la théorie des nombres et la physique des particules ?

14. Conclusion

Nous avons établi une **correspondance mathématique explicite** entre deux géométries fondamentales :

- $U(Sch)$: valeurs propres d'aire d'un trou noir
- $U(H)$: ondes confinées dans un cercle S^1

La connexion est la **constante géométrique** ñ = $R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$.

Les conséquences sont profondes :

1. **Les nombres naturels $m \in \mathbb{N}$ sont les briques fondamentales de la matière.** Chaque valeur propre d'aire dans $U(Sch)$ se traduit en un état possible d'onde confinée dans $U(H)$ avec masse $M_m \sim \sqrt{m}$.

2. **La condition de stabilité (nombre entier d'ondes sur le contour) agit comme un filtre** qui sélectionne quelles valeurs de m produisent des particules stables dans notre univers.

3. **Le spectre de masses du Modèle Standard pourrait être codé dans les valeurs propres d'aire d'un trou noir.** Cela suggère une unité profonde entre la gravité quantique et la physique des particules.

4. **Le cadre Einstein-VED ne résout pas seulement des problèmes existants, il ouvre aussi des questions entièrement nouvelles** sur la nature des nombres, la stabilité de la matière et la structure ultime de l'univers.

La géométrie est la seule loi. Les nombres naturels sont son alphabet. Les particules sont les mots. Et nous, les observateurs, sommes les lecteurs qui, en lisant, complétons l'oeuvre.

---

15. Références

- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_0 : Einstein-VED - Le Cadre Déterministe qui Complète le Programme d'Einstein*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_7 : La gravité comme relation géométrique de rayons*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_11 : Géométrie fondamentale de l'univers : métrique ++++, univers dual et origine géométrique de G et h*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_14 : Les 22 Modes Internes du Nucléon*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_30 : Fondements topologiques du cadre Einstein-VED*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_33 : L'Origine des Trous Noirs Supermassifs Primordiaux*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *FR_34 : Questions Ouvertes et Nouvelles Voies de Recherche*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *La constante géométrique ñ et sa relation avec la loi de Bekenstein-Hawking*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Bekenstein, J. D. (1973). *Black holes and entropy*. Physical Review D, 7(8), 2333.

- Hawking, S. W. (1975). *Particle creation by black holes*. Communications in Mathematical Physics, 43(3), 199-220.

Fin de FR_35