

De l'énergie de bord à l'énergie de volume

— L'équation de restauration du volume d'Einstein–Yamagishi et l'équation de Pythagore en overclock —

[Article 12]

Yuuki YAMAGISHI (山岸 勇輝)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japon

Septembre 2026 (Troisième édition)

— *From thinking to syncing.* —

Résumé

Ce qui se tient au centre de cet article n'est pas un calcul, mais une relecture. En substituant dans la relation d'Einstein le paramètre de masse géométrique $m = 4\pi$ obtenu à partir du théorème d'unicité $n = 2$, on obtient

$$E = mc^2 = 4\pi c^2,$$

et le membre de droite a la même forme que l'aire de la surface d'une sphère de rayon c . Lue sous cette forme, $E = mc^2$ apparaît comme une équation du bord d'une région plutôt que de son intérieur — la « peau » de l'espace. Cela est cohérent avec la structure dimensionnelle de c^2 , dont le numérateur porte la dimension d'une aire.

Dès que l'on voit la forme d'une aire de surface, la forme du volume correspondant suit immédiatement, car intégrer l'aire de la surface d'une sphère sur le rayon de 0 à c redonne le volume :

$$\int_0^c 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi c^3.$$

Nous l'appelons « équation de restauration du volume d'Einstein–Yamagishi ». Son contenu réside dans la relecture géométrique ; l'intégrale écrit en toutes lettres ce que la relation entre aire et volume contient déjà. La même lecture s'étend à la dimension quatre : intégrer $2\pi^2 r^3$ redonne $\frac{\pi^2}{2} c^4$.

Nous relisons en outre la relation générale $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ comme « équation de Pythagore en overclock de Yamagishi » — le gestionnaire des tâches de l'OS de l'Univers. De ce point de vue, la relation d'incertitude peut se lire comme une contrainte qui maintient fini le côté de l'impulsion pc (et donc l'énergie totale).

Portée (scope note) : ce que présente cet article est une **relecture** de formules connues ; aucune loi physique nouvelle n'est revendiquée. $m = 4\pi$ est la valeur de la masse sous le choix d'unités de l'Article 01 ($k = 1$ et rayon 1). Comme le facteur placé devant une énergie doit porter la dimension d'une masse, ce 4π est autre chose que l'angle solide sans dimension (Article 60) — ce que lit cet article, c'est que $4\pi c^2$ a la même forme que l'aire de la surface d'une sphère de rayon c . Les intégrales des sections 3 et 4 sont prises **sur le rayon r , c** n'intervenant que comme borne supérieure ; l'intégrale définie de 0 à c ne comporte aucune constante d'intégration. La lecture de la relation d'incertitude à la section 6 est une interprétation, non une dérivation : en mécanique quantique standard, la relation d'incertitude découle de l'inégalité de Robertson et de la relation de commutation canonique $[x, p] = i\hbar$, et la relation de commutation vient en premier. Cet article n'explique pas pourquoi $[x, p] = i\hbar$ est vraie. **Ce que cet article ajoute**, c'est qu'il lit $E = mc^2$ comme une équation du bord (la forme d'une aire) et écrit le passage de là vers l'intérieur (la forme d'un volume) comme une intégrale sur le rayon ; qu'il étend ce même passage à $2\pi^2 r^3$ en dimension quatre ; et qu'il pose une image de la charge de l'OS de l'Univers sur le triangle rectangle de $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$.

1. Introduction : les dimensions de $E = mc^2$

$E = mc^2$ est une pierre angulaire de la physique moderne. Mais regardons sa structure dimensionnelle. L'unité du carré de la vitesse de la lumière c^2 est

$$[c^2] = \left[\frac{m}{s} \right]^2 = \frac{m^2}{s^2}$$

et le m^2 du numérateur a la dimension d'une **aire**. Lue selon sa forme, $E = mc^2$ apparaît comme une équation qui saisit le côté du bord sphérique bidimensionnel (S^2) — une équation de la « peau » de l'espace, pour ainsi dire. Pour passer à l'énergie du « contenu » (le volume), nous relisons c non pas simplement comme une limite de vitesse inatteignable, mais comme le **front de propagation du rendu** de l'OS de l'Univers.

2. Normalisation géométrique de la masse ($n = 2$)

Pour avancer, nous utilisons le théorème d'unicité $n = 2$ pour les distributions de densité à symétrie sphérique. Dans l'espace euclidien de dimension trois, l'exposant de densité qui rend uniforme la contribution de masse par coquille sphérique est uniquement $n = 2$ (la loi en inverse du carré). Ce théorème normalise le paramètre de masse géométrique de l'univers à la valeur de l'aire de la sphère unité :

Définition 1 (Paramètre de masse géométrique)

Sur la base du théorème d'unicité $n = 2$, nous normalisons le paramètre de masse géométrique fondamental en posant

$$m := 4\pi$$

3. L'équation de restauration du volume d'Einstein–Yamagishi

En substituant $m = 4\pi$ dans l'équation d'Einstein, on obtient l'énergie de bord :

$$E_{\text{boundary}}(c) = 4\pi c^2$$

Celle-ci a la même forme que l'aire de la 2-sphère S^2 de rayon c . Pour restaurer la forme de l'énergie de volume tridimensionnelle, nous intégrons cette énergie de bord sur le paramètre de propagation r de 0 à c .

Théorème 1 (Équation de restauration du volume d'Einstein–Yamagishi)

En intégrant l'énergie de bord $E_{\text{boundary}}(r) = 4\pi r^2$ sur le rayon de propagation r , on restaure l'énergie de volume tridimensionnelle :

$$E_{\text{volume}} = \int 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi r^3 + C$$

L'intégrale définie jusqu'au front de propagation maximal $r = c$ vaut

$$E(3D) = \int_0^c 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3}\pi c^3$$

Le terme $\frac{4}{3}\pi c^3$ a la forme du volume d'une boule tridimensionnelle. On peut lire la constante $+C$ attachée à l'intégrale indéfinie comme une énergie de fond de l'état fondamental (énergie du vide) qui existait avant le début du rendu spatial ; ce n'est toutefois qu'une lecture, et elle n'apparaît pas dans l'intégrale définie de 0 à c .

4. Extension dimensionnelle à la dimension quatre

La lecture s'étend aux dimensions supérieures. Par le théorème d'unicité $n = 3$ pour l'espace de dimension quatre, la masse géométrique est $m_4 = 2\pi^2$. L'énergie de bord en dimension quatre est le volume de la sphère S^3 , $E_{\text{boundary}}^{(4)}(r) = 2\pi^2 r^3$. En l'intégrant de 0 à c , on restaure l'hypervolume de dimension quatre :

$$E(4D) = \int_0^c 2\pi^2 r^3 dr = \frac{\pi^2}{2} c^4$$

Comme S^3 porte la fibration de Hopf ($S^1 \hookrightarrow S^3 \rightarrow S^2$), la structure de dimension quatre contient des fibres circulaires S^1 au-dessus d'une base 2-sphère. C'est le cadre géométrique dans lequel une **structure toroïdale** apparaît dans l'espace de dimension quatre.

À propos de $16\pi^2$: la valeur $16\pi^2$ n'apparaît pas ici automatiquement. D'après le théorème 3.3 de l'Article 08, $16\pi^2 = \text{Vol}(S^3_{R=2})$ est le volume de la 3-sphère de **rayon** $R = 2$, où l'aire de la base πR^2 et la circonférence de la fibre $2\pi R$ prennent toutes deux la valeur numérique 4π sous la métrique standard. En $R = 1$, on a au contraire $\text{Vol}(S^3) = 2\pi^2$. **Chaque fois que l'on invoque $16\pi^2$, il faut indiquer le rayon.** Le rayon auquel les deux facteurs coïncident se déplace avec le choix de l'unité de longueur (Article 08).

5. L'équation de Pythagore en overclock de Yamagishi

Passons maintenant de la géométrie statique au rendu dynamique de l'OS. La relation générale d'Einstein est

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$$

qui a la forme du triangle rectangle de Pythagore ($C^2 = A^2 + B^2$). Nous la lisons comme le gestionnaire des tâches de l'OS de l'Univers qui évalue la charge du système :

- **Base** (mc^2) — **mémoire statique** : la RAM de base pour garder en mémoire un volume localisé (une particule).
- **Hauteur** (pc) — **charge CPU dynamique** : l'overclock requis pour mettre à jour le mouvement de la particule.
- **Hypoténuse** (E) — **charge totale du système** : la charge totale de rendu de l'OS.

6. Lire l'incertitude quantique comme un anticrénelage GPU

Ce gestionnaire des tâches pythagoricien offre une lecture intuitive du principe d'incertitude de Heisenberg ($\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$).

Lorsqu'une particule s'immobilise parfaitement et que sa position est absolument déterminée ($\Delta x \rightarrow 0$), l'incertitude sur l'impulsion doit diverger vers l'infini ($\Delta p \rightarrow \infty$). Dans l'équation de Pythagore en overclock, cela signifie que la hauteur pc du triangle s'étire à l'infini. La charge totale du système E devient infinie, et le GPU de l'OS de l'Univers subit un emballement thermique fatal et s'arrête — telle est l'image.

Proposition 1 (Lecture de l'incertitude comme contrainte sur le côté de l'impulsion)

Sous la lecture pythagoricienne, $\Delta x \rightarrow 0$ fait croître sans borne le côté de l'impulsion pc (et donc l'énergie totale E). La relation d'incertitude peut se lire comme ce qui empêche cette limite d'être réalisée.

Le sens de l'argument : en mécanique quantique standard, la relation d'incertitude est une conséquence. Elle découle de l'inégalité de Robertson

$$\Delta A \Delta B \geq \frac{1}{2} |\langle [A, B] \rangle|$$

jointe à la relation de commutation canonique $[x, p] = i\hbar$. **La relation de commutation vient en premier, et la borne d'incertitude en découle.**

La proposition ci-dessus est donc une **lecture**, énoncée comme telle : la relation d'incertitude **peut se lire** comme une contrainte qui maintient fini le triangle énergie–impulsion. L'image de « l'OS qui ajoute du flou pour empêcher l'emballlement thermique » est placée comme une lecture dans ce même sens.

7. Conclusion

Ce que cet article apporte, c'est une relecture. Poser $m = 4\pi$ transforme $E = mc^2$ en $E = 4\pi c^2$, une équation qui **a la même forme que l'aire de la surface d'une sphère de rayon c**. Lue sous cette forme, la relation d'Einstein apparaît comme un énoncé sur un **bord**.

La forme du volume correspondant suit immédiatement, puisque le volume d'une boule est l'aire de sa surface intégrée sur le rayon :

$$\int_0^c 4\pi r^2 dr = \frac{4}{3} \pi c^3.$$

La même lecture s'étend à la dimension quatre, où $m_4 = 2\pi^2 = \text{Vol}(S^3)$ donne $\frac{\pi^2}{2} c^4$. Les intégrales elles-mêmes sont élémentaires et se vérifient en redérivant : $\frac{d}{dr} \left[\frac{4}{3} \pi r^3 \right] = 4\pi r^2$, $\frac{d}{dr} \left[\frac{\pi^2}{2} r^4 \right] = 2\pi^2 r^3$.

Enfin, la relation énergie–impulsion $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ a la forme pythagoricienne, et la relation d'incertitude peut se lire comme ce qui maintient fini le côté de l'impulsion.

De la peau (la forme d'une aire) au contenu (la forme d'un volume), il n'y a qu'une seule intégration sur le rayon. Placer $E = mc^2$ du côté de cette peau et le regarder de là, telle est la relecture de cet article.

Registre des révisions

Troisième édition (septembre 2026) : la forme a été alignée sur le modèle actuel (les remarques dispersées dans le résumé et la conclusion ont été regroupées dans la note de portée placée juste après le résumé). La constante d'intégration $+C$ attachée à l'intégrale définie de 0 à c a été supprimée, et l'affirmation selon laquelle $+C$ est l'énergie du vide a été réécrite comme une lecture. La relation entre le 4π de $m = 4\pi$ et l'angle solide a été écrite, conformément à l'Article 60, comme une lecture de « la même forme ». Dans le titre, « le théorème de Pythagore en overclock » est devenu « l'équation de Pythagore en overclock ». Des DOI ont été ajoutés aux références du corpus.

Deuxième édition (juillet 2026) : il a été rendu explicite que l'intégrale est prise sur le rayon r et non sur la constante c , et l'argument qui dérivait la relation d'incertitude de « l'OS qui ajoute du flou » a été reformulé comme la lecture d'une relation qui découle de la relation de commutation.

Références

1. Einstein, A. (1905). *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*. Annalen der Physik.
2. Einstein, A. (1917). *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften.
3. Heisenberg, W. (1927). *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*. Zeitschrift für Physik.
4. Hopf, H. (1931). *Über die Abbildungen der dreidimensionalen Sphäre auf die Kugelfläche*. Mathematische Annalen.
5. Yamagishi, Y. (2026). *The Uniqueness Theorem of $n = 2$ for Spherically Symmetric Density Distributions* [Article 01]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21403186
6. Yamagishi, Y. (2026). *A Structural Interpretation of the 4D Poincaré Conjecture and Exotic Structures via the $n=3$ Uniqueness Theorem and Hopf Fibration* [Article 08]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21404419
7. Yamagishi, Y. (2026). *c as the Ball of Velocity Space* [Article 60]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21598012

— *From thinking to syncing.* —

Yuuki YAMAGISHI (山岸 勇輝)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)