

Actualité Scientifique : Unification des trous noirs (de toutes masses) et l'intérieur quantique des trous noirs.

Le diagramme de Penrose quantique des trous noirs.

Le nouvel instanton quantique de Gibbons-Hawking

Nouveaux Résultats publiés récemment

dans Physical Review D **107**, 126018 (2023)

[Phys. Rev. D 107, 126018 \(2023\) – Quantum trans-Planckian physics inside black holes and its spectrum \(aps.org\)](https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.107.126018)

<https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.107.126018>

Dans son récent article (20 juin 2023), la physicienne quantique et cosmologiste argentine et française Norma G. Sanchez (directrice de recherche et directrice de l'école internationale Daniel Chalonge - Hector de Vega) de Paris, fournit pour la première fois une *théorie quantique unificatrice* pour tous les trous noirs (de toutes masses) et leurs principales propriétés couvrant tous les domaines de la gravité : classique, semi-classique et quantique : espace-temps, taille, masse, énergie du vide (« point zéro »), température, fonction de partition, densité d'états et l'entropie.

Nouveaux résultats :

Après la trilogie d'articles en 2019 sur l'espace-temps quantique, ainsi que la nouvelle phase quantique de l'Univers 2021 avec ses niveaux discrets et la clarification de l'énergie noire, (Phys Rev D **104**, 12357 (2021)), les nouveaux résultats récents 2023 de cette approche sont les suivants :

- Les intérieurs des trous noirs sont toujours quantiques, trans-planckiens et à courbure constante. Il en est ainsi pour tous les trous noirs, de toutes masses, y compris les plus macroscopiques et astrophysiques.
- Le vide trans-planckien intérieur du trou noir est similaire au vide cosmologique le plus ancien, où le double gravitationnel classique est le vide cosmologique de basse énergie-aujourd'hui l'énergie noire. Il n'y a pas de singularité. L'espace-temps quantique est totalement régulier, et il n'y a pas de singularité « big bang » initiale.
- Norma Sanchez étend au domaine **quantique** le diagramme de Penrose classique du trou noir. Le diagramme de Penrose quantique est présenté dans la **Fig 1** :

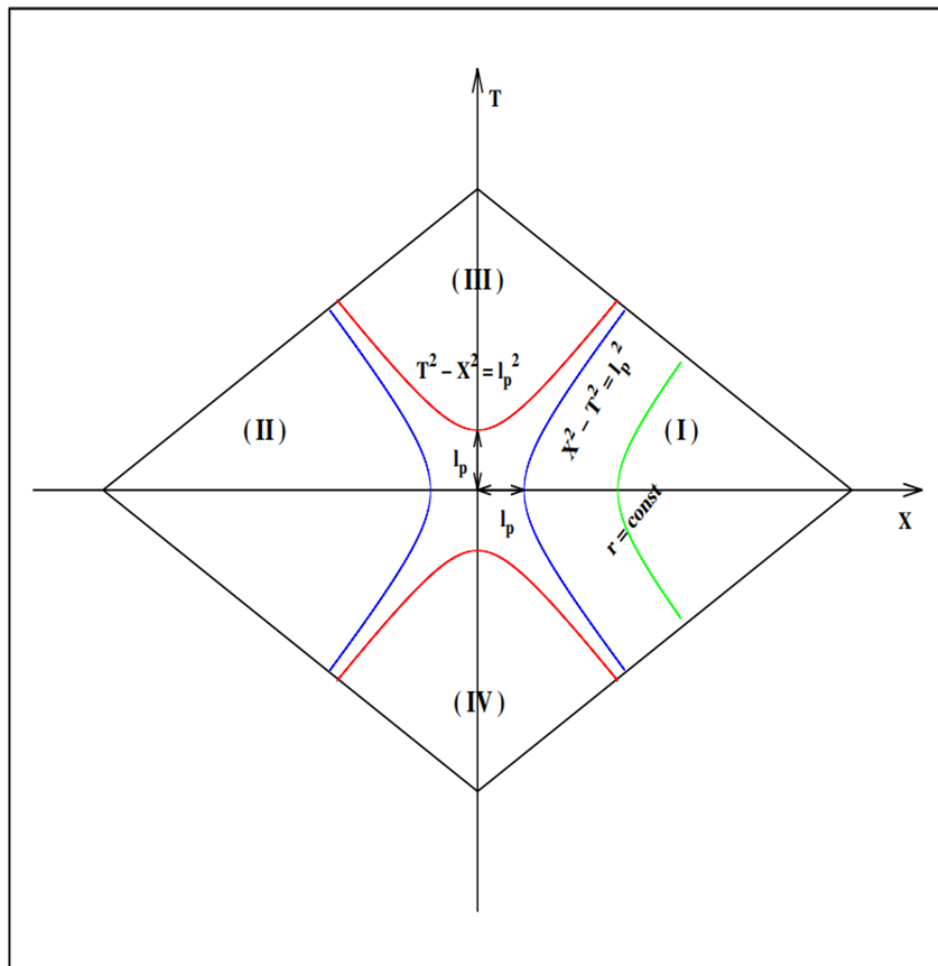
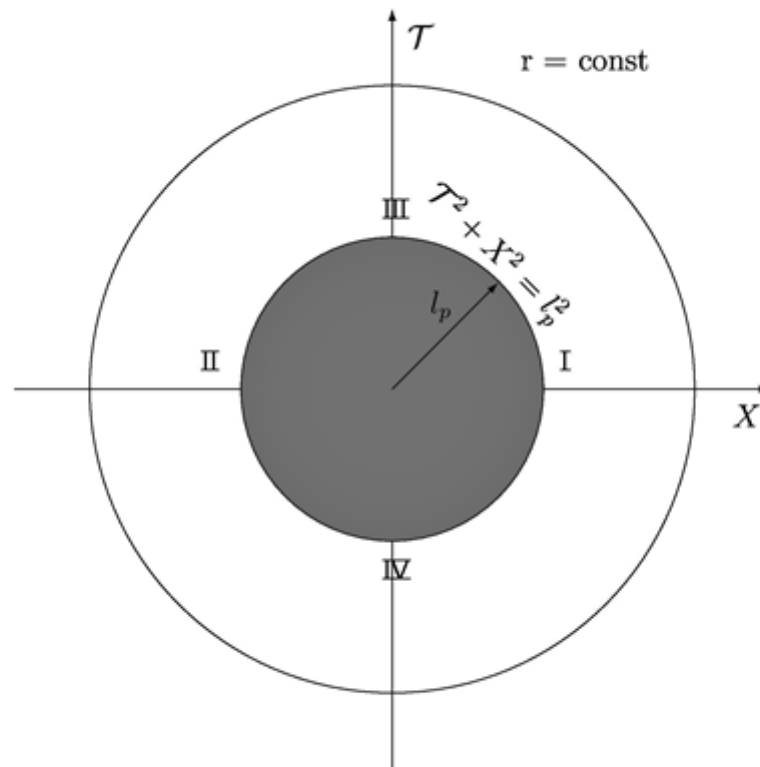


Fig.1 : Le nouveau diagramme d'espace-temps quantique du trou noir. Le nouveau diagramme de Penrose quantique

- Norma Sanchez étend également au domaine quantique l'instanton de Gibbons-Hawking (temps imaginaire) du trou noir, comme le montre la **Fig. 2** : cela couvre l'instanton classique connu plus un nouveau **noyau quantique central** très dense de rayon de longueur de Planck et courbure constante (vide cosmique quantique).



**Fig. 2 : Le nouveau instanton gravitationnel quantique du trou noir de Schwarzschild-Kruskal (le temps est imaginaire : $T = i\mathcal{T}$, $t = i\tau$).
Le nouveau instanton Gibbons-Hawking quantique**

La fonction de partition complète, l'entropie, la température, le taux de décroissance, les niveaux discrets et la densité d'états microscopiques incluent tous le domaine de la gravité quantique (trans-Planckien). L'entropie semi-classique du trou noir (l'entropie de Bekenstein-Hawking) $(\sqrt{n})^2$ « interpole » entre l'entropie quantique des particules ponctuelles (n) et l'entropie quantique des cordes (\sqrt{n}) , tandis que l'entropie quantique trans-planckienne est de $1/(\sqrt{n})^2$. L'évaporation du trou noir se termine

dans un état quantique pur (non mélangé) de particules, de gravitons et de rayonnement.

Des points clés de l'approche de Norma Sanchez pour une théorie quantique consistante de la gravité sont les suivants :

(i) Au lieu de partir comme d'habitude de la gravité classique en quantifiant la relativité générale ou autre théorie de la gravité, Norma Sanchez part de la physique quantique pour atteindre l'échelle de Planck et le domaine trans-planckien.

(ii) La gravité quantique doit être une théorie finie, pas une théorie renormalisable. Il n'y a pas de coupure en gravité quantique. La gravité quantique est une théorie des nombres purs.

(iii) L'espace-temps quantique est décrit par une algèbre quantique à niveaux discrets. L'espace-temps classique est récupéré lorsque les opérateurs quantiques sont les coordonnées du continuum espace-temps classique (nombres c) avec tous les commutateurs nuls.

La structure espace-temps quantique hyperbolique génère le cône de lumière quantique et une nouvelle région de vide quantique au-delà de l'échelle de Planck émerge. Il en est ainsi dans tous les espace-temps, y compris l'espace-temps plat (Minkowski). La pression quantique (due à l'incertitude quantique) plie le vide et génère la courbure quantique. Au niveau quantique, l'espace-temps est nécessairement courbé (non plat).

L'Article :

Norma G. Sanchez, *Quantum trans-Planckian physics inside black holes and its spectrum*, Phys Rev D **107**, 126018 (2023)

<https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.107.126018>

[https://chalonge-devega.fr/PhysRevD-Quantum Trans Planckian Physics inside Black Holes and its Spectrum.pdf](https://chalonge-devega.fr/PhysRevD-Quantum%20Trans%20Planckian%20Physics%20inside%20Black%20Holes%20and%20its%20Spectrum.pdf)

<https://chalonge-devega.fr/sanchez>

Pour en savoir plus :

[1] *Unifying quantum mechanics with Einstein's general relativity*, Research Outreach 111, (2019)

<https://researchoutreach.org/articles/unifying-quantum-mechanics-einstein-general-relativity>

Creative Commons Licence (CC BY-NC-ND 4.0)

DOI: 10.32907/RO-111-138141 (Harvard Reference)

[2] *The Wave-Particle Duality of Quantum Physics extended for the first time to Einstein's Gravitation*

<https://chalonge-devega.fr/NewsNSanchezEnglish.pdf>

[3] N. G. Sanchez, *Quantum Discrete levels of Universe from the early trans-Planckian Vacuum to the late Dark Energy*, Phys. Rev. **D 104**, 123517 (2021).

<https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.104.123517>

[4] N. G. Sanchez, *The Classical – Quantum Duality of Nature including Gravity*, Int. J. Mod Phys **D28**, 1950055 (2019).

<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S021827181950055X>
<https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S021827181950055X>

[5] N. G. Sanchez, *New quantum phase of the Universe before inflation and its cosmological and dark energy implications*. Int. J. Mod Phys **A34**, 1950155 (2019)

<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0217751X19501550>
<https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S0217751X19501550>

[6] N. G. Sanchez, *New Quantum Structure the Space-Time*, Gravitation and Cosmology **25**, 91 (2019) Springer.

<https://link.springer.com/article/10.1134/S0202289319020142>

<https://hal.science/hal-01735421>

<https://hal.science/hal-01735421/document>