

Cette découverte constituerait un indice fantastique pour accéder à la physique quantique des trous noirs. Si, au contraire, ces fluctuations ne sont pas présentes, nous serons aiguillés vers le scénario quantique faible, plus subtil, ou vers quelque chose d'encore plus exotique.

Le scénario «non violent faible» est plus difficile à tester en raison de la petitesse des changements géométriques attendus. Mais des études préliminaires montrent que ce scénario modifierait la façon dont les ondes gravitationnelles sont absorbées ou réfléchies, ce qui produirait peut-être une modification observable des signaux d'ondes gravitationnelles.

Si l'un de ces scénarios est correct, nous en apprendrons davantage non seulement sur ce que sont les trous noirs, mais également sur la nature profonde du monde. Pour l'instant, nous ne savons pas clairement comment caractériser la localisation de l'information en présence de champs gravitationnels. Les avancées récentes en physique quantique suggèrent que l'espace-temps lui-même n'est peut-être pas une composante fondamentale du monde, mais émergerait d'une structure mathématique plus profonde. Des signes de trous noirs quantiques pourraient nous aider à concrétiser cette idée.

Pour en apprendre davantage, il est important d'améliorer à la fois les observations de l'EHT et les mesures d'ondes gravitationnelles. Pour l'EHT, il serait utile de réaliser des observations de durée nettement plus longues, ainsi que des images d'autres cibles, telles que le trou noir au centre de la Voie lactée, deux idées qui sont déjà au programme. Pour les ondes gravitationnelles, de nouveaux interféromètres, au Japon et en Inde, s'ajouteront aux installations existantes en Europe et aux États-Unis, dont on améliore constamment la sensibilité. Parallèlement, les théoriciens travaillent pour affiner leurs modèles, étayer leurs explications et évaluer comment ces scénarios affectent les signaux de l'EHT et des détecteurs d'ondes gravitationnelles.

Quelle que soit la solution du paradoxe de l'information, les trous noirs renferment des indices cruciaux pour tendre vers une théorie quantique de la gravitation et déterminer la nature même de l'espace et du temps. Comme avec les atomes et la mécanique quantique au début du xx^e siècle, une meilleure compréhension des trous noirs a toutes les chances de montrer la voie de la prochaine révolution conceptuelle de la physique. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. B. Giddings, **Black holes in the quantum Universe**, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 377, 20190029, 2019.

D. Harlow, **Jerusalem lectures on black holes and quantum information**, *Reviews of Modern Physics*, vol. 88, 015002, 2016.

J. Polchinski, **L'horizon des trous noirs brûle-t-il ?**, *Pour la Science*, n° 456, octobre 2015.

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

**changement climatique :
quel impact sur
la diffusion des maladies
infectieuses ?**

table ronde
accès gratuit sur réservation obligatoire

— jeudi 3 décembre à 18h30

cité
sciences
et industrie

AVEC LE SOUTIEN DE **SCIENCES AVENIR** La Recherche **SCIENCE**

Déséquilibre des écosystèmes,
multiplication de moustiques vecteurs
de dengue, chikungunya, zika...

Quel est le rôle du changement climatique
dans l'apparition des maladies infectieuses
et la propagation des épidémies ?
Comment l'Europe et l'Afrique de l'Ouest
s'organisent pour mieux les anticiper ?

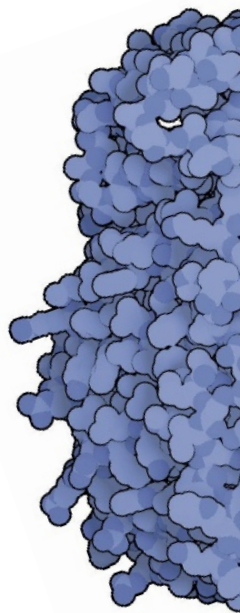
Séance co-organisée avec l'Institut
de recherche et développement (IRD)
et l'Institut national de la santé
et de la recherche médicale (Inserm),
à Paris et en duplex avec les équipes locales
de l'IRD en Côte d'Ivoire.



Informations sur cite-sciences.fr

Les molécules du toucher se dévoilent

Comment les cellules détectent-elles le contact et la pression mécanique pour ensuite transmettre la perception tactile vers le cerveau ? Après des décennies d'interrogations, les chercheurs ont découvert quelques-unes des protéines à la clé de ce processus.



La jeune fille s'efforçait de garder bras et mains immobiles, mais ses doigts se tortillaient en tous sens. Si elle fermait les yeux, c'était encore pire. Ce n'est pas qu'elle manquait de force pour les maîtriser, non : elle n'avait pas vraiment de contrôle fin sur ses membres.

Carsten Bönnemann se souvient d'avoir examiné cette adolescente dans un hôpital de Calgary, au Canada, en 2013. En tant que pédiatre neurologue à l'Institut national américain des troubles neurologiques et des accidents vasculaires cérébraux, à Bethesda, dans le Maryland, il voyageait souvent pour s'occuper de cas déroutants. Mais cette fois, il dut reconnaître qu'il n'avait jamais rien vu de tel.

Si la jeune fille ne regardait pas ses membres, elle semblait dépourvue de toute indication sur leur position. Il lui manquait le sens de la disposition de son corps dans l'espace, une aptitude cruciale nommée «proprioception». «C'est quelque chose qui lui est totalement étranger», précise Carsten Bönnemann.

En 2016, son équipe a séquencé le génome de l'adolescente et celui d'une autre jeune fille présentant des symptômes similaires, et a identifié des mutations dans un gène noté *Piezo2*.

Par une heureuse coïncidence, quelques années plus tôt, en 2010, l'équipe d'Ardem Patapoutian, de l'institut de recherche Scripps, à La Jolla, avait identifié la fonction de ce gène. Alors qu'ils cherchaient à déterminer par quels mécanismes les cellules sentent le toucher, ces chercheurs avaient démontré que le gène en question codait une protéine sensible à la pression physique.

LES PROTÉINES PIEZO, DES CANAUX IONIQUES MÉCANOSENSIBLES

La découverte de cette protéine, Piezo2, et d'une autre apparentée, Piezo1, a été l'apogée de plusieurs décennies de recherche sur les mécanismes qui contrôlent le sens du toucher. Les Piezo sont des canaux ioniques – c'est-à-dire des pores dans la membrane cellulaire qui permettent le passage des ions – sensibles à une tension mécanique. «Nous avons beaucoup appris sur la façon dont les cellules communiquent, et c'est presque toujours par signalisation chimique, explique Ardem Patapoutian. Ce dont on est en train de s'apercevoir aujourd'hui, c'est que la sensation mécanique d'une force physique est aussi un mécanisme de signalisation. Et pour l'heure, on en sait très peu à ce sujet.»

>