

- 60 NEUROSCIENCES**
Autisme : la piste de la flore intestinale
Marion Leboyer et Alexandru Gaman
- 62 IMMUNOLOGIE**
Vers une nouvelle vision de l'immunité
Thomas Pradeu
- 64 PHILOSOPHIE DE LA BIOLOGIE**
D'Homo sapiens à Chosmo sapiens
Éric Baptiste
- 68 BIOLOGIE MARINE**
« Plus du tiers des microorganismes planctoniques repérés par Tara Oceans sont inconnus »
Entretien avec Éric Karsenti
- 74 BIOLOGIE VÉGÉTALE**
Microbiote : les plantes aussi !
S. Uroz, A. Cébron, A. Deveau et F. Martin
- 80 ÉCOLOGIE**
Au-delà de l'organisme, l'holobionte
Marc-André Selosse
- 86 ÉPIDÉMIOLOGIE**
« Une grande partie des maladies émergentes résultent des pressions humaines sur les écosystèmes »
Entretien avec Jean-François Guégan
- 90 MÉDECINE**
Résistance aux antibiotiques : une menace grandissante
Sean Bailly
- 92 MÉDECINE**
La phagothérapie ou soigner avec des virus
Laurent Debarbieux
- 98 BIOTECHNOLOGIES**
Les microbes à notre service
Hélène Gélot et Marine Bollard

Rendez-vous

104 Logique & calcul

Du bitcoin à Ethereum : l'ordinateur-monde

Jean-Paul Delahaye

Les « organisations autonomes décentralisées » sont des programmes indestructibles fonctionnant sans que personne ne puisse en prendre le contrôle. Elles ouvrent des perspectives inattendues.

110 Science & fiction

Interstellar : plongée dans le tesseract

Roland Lehoucq et J. Sébastien Steyer

113 Idées de physique

La punaise d'eau remonte la pente

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik



116 Question aux experts

Les Normands descendent-ils des Vikings ?

Vincent Carpentier

118 Science & gastronomie

Consistances fibreuses

Hervé This

120 À lire

122 Bloc-notes

Les chroniques de Didier Nordon

SCIENCE LETTRE D'INFORMATION



Ne manquez pas la parution de votre magazine

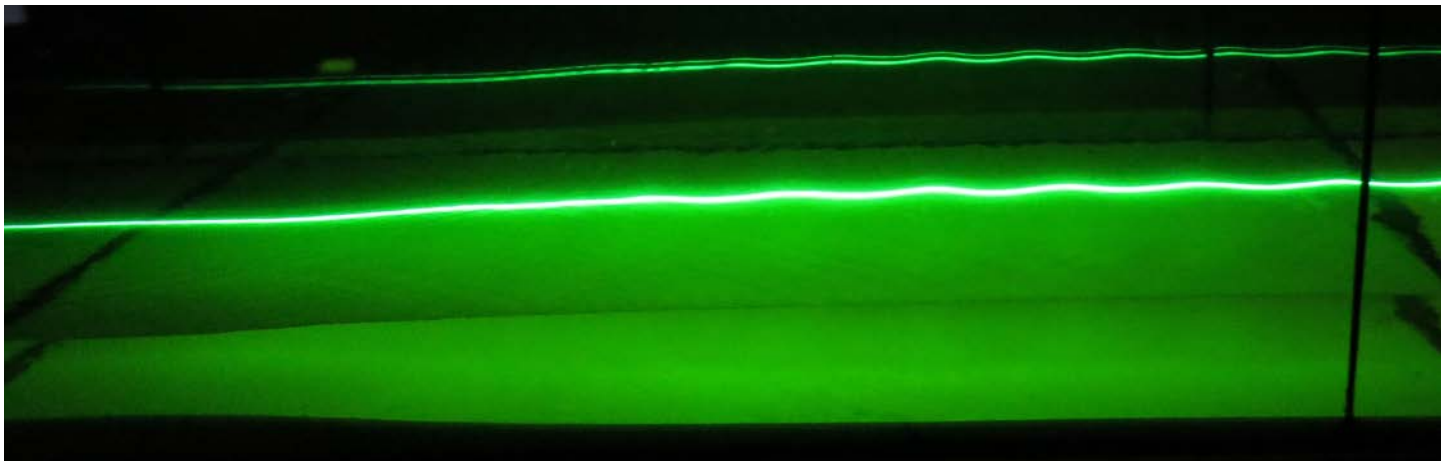
grâce à la

NEWSLETTER

- Notre sélection d'articles
- Des offres préférentielles
- Nos autres magazines en kiosque

Recevez gratuitement la lettre d'information en inscrivant uniquement votre adresse mail sur www.pourlascience.fr

Actualités



Physique

Le rayonnement des trous noirs simulé en laboratoire

Deux expériences portant sur des systèmes hydrodynamiques ont mis en évidence un phénomène analogue au faible rayonnement censé être émis par les trous noirs, prédit par Stephen Hawking.

Comment étudier en laboratoire des objets aussi extrêmes que les trous noirs ? Cela semble impossible. Ces astres sont si compacts qu'ils déforment l'espace-temps autour d'eux au point qu'aucun objet, même la lumière, ne peut s'en échapper. Pourtant des dispositifs analogues reproduisent certaines de leurs caractéristiques dont le « rayonnement de Hawking ».

En 1974, Stephen Hawking a montré que les trous noirs émettent un rayonnement lorsque l'on prend en compte des fluctuations d'origine quantique qui existent dans le vide. D'après les calculs, ces fluctuations sont amplifiées au voisinage de l'horizon des événements (la frontière qui délimite la zone de non-retour autour du trou noir). Cette amplification se traduit par l'émission spontanée de paires de photons. Pour chaque paire, l'un des photons tombe dans le trou noir tandis que l'autre s'en échappe. Du point de vue d'un observateur à bonne distance du trou noir, ce dernier émet donc un

rayonnement, le rayonnement de Hawking. Mais il est beaucoup trop faible pour envisager une détection, un trou noir de la masse du Soleil émettrait un rayonnement infime, à une température d'environ 60 nanokelvins.

En 1981, William Unruh, de l'université de Colombie-Britannique, au Canada, a montré qu'il existe une correspondance entre la propagation des ondes lumineuses au voisinage d'un trou noir et celles des ondes sonores dans un fluide dont la vitesse d'écoulement franchit celle du son. Des systèmes hydrodynamiques, nommés trous noirs acoustiques, reproduisent, par analogie, certaines des propriétés de leurs homologues stellaires. Plusieurs approches ont été explorées pour créer des écoulements analogues aux trous noirs dans des systèmes hydrodynamiques.

Jeff Steinhauer, du Technion, en Israël, et une équipe franco-britannique codirigée par Germain Rousseaux, de l'institut Pprime, à Poitiers, et par Renaud Parentani, du Laboratoire de physique

théorique de l'université Paris-Sud, ont utilisé deux dispositifs très différents pour observer l'équivalent du rayonnement de Hawking.

Jeff Steinhauer a refroidi un nuage d'atomes de rubidium à quelques nanokelvins pour obtenir un condensat de Bose-Einstein, un état de la matière possédant un comportement quantique collectif. Un laser a mis le condensat en mouvement de telle sorte qu'une partie de l'écoulement est subsonique et l'autre supersonique. La limite entre les deux régions est l'analogue de l'horizon des événements. En parfaite analogie avec la formation de paires de photons décrite par Hawking, des paires de quasi-particules, nommées phonons, sont émises de part et d'autre de cet horizon sonore. Un phonon est happé dans la région supersonique tandis que l'autre remonte à contre-courant la région subsonique. Jeff Steinhauer a montré que les propriétés des deux phonons sont corrélées, du moins dans une certaine gamme d'énergie, comme on s'y attend

dans le cas du rayonnement de Hawking.

L'équipe franco-britannique a utilisé un autre système analogue : un écoulement d'eau turbulent dans un canal de sept mètres de long. Dans ce cas, le courant joue le rôle de l'espace-temps et les fluctuations de la surface de l'eau celui des ondes lumineuses. Un obstacle, placé au fond du canal, accélère le flot pour bloquer les ondes qui remontent le courant. De ce point de vue, ce dispositif est l'analogue d'un trou blanc, l'hypothétique contraire d'un trou noir, c'est-à-dire une région de l'espace où rien ne peut pénétrer. Quel est alors l'analogue du rayonnement de Hawking ? Les ondes qui remontent le courant jusqu'à l'obstacle donnent naissance à deux ondes qui repartent vers l'aval. L'une d'entre elles, la principale, transporte l'essentiel de l'énergie de l'onde incidente. L'autre, en revanche, a une amplitude très faible et possède la propriété étonnante de transporter une énergie négative. Les