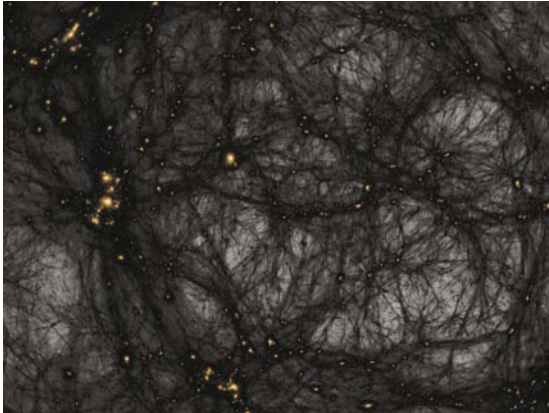


## 48 **ASTROPHYSIQUE** **Les galaxies naines et la toile cosmique**

Noam Libeskind

Le nombre et la répartition des petites galaxies en orbite autour de la Voie lactée étonnent les astrophysiciens. Ces galaxies naines ont peut-être gagné leur place actuelle en parcourant des filaments de matière noire qui traversent l'Univers entier.



## 54 **GÉOPHYSIQUE** **Les crises de la montagne Pelée**

Caroline Martel

Grâce à des expériences de laboratoire reproduisant la décompression d'un magma, les géophysiciens expliquent la diversité des éruptions qu'a connues le volcan de la Martinique.

## 62 **ÉVOLUTION** **Spermatozoïdes et ovules : une étonnante diversité**

Katrina Claw

Pourquoi les spermatozoïdes et les ovules sont-ils si variés ? Les biologistes commencent à décrypter les mécanismes qui favorisent cette diversité.



## Rendez-vous

### 70 **Histoire des sciences**

#### **Nos bons amis les sauvages : rencontre en terre de Diémen**

Bertrand Daugeron

À la fin d'un séjour en Tasmanie, en 1793, les Français font la connaissance des Aborigènes de l'île. Récit du contact de deux cultures.

### 76 **Logique & calcul**

#### **Les Spidrons, pliables à l'infini**

Jean-Paul Delahaye

De nouvelles formes géométriques, conçues par un designer hongrois, sont faciles à construire et s'emboîtent miraculeusement.

### 82 **Science & fiction**

#### **Godzilla, le réveil d'un dinosaure ?**

J. Sébastien Steyer et Roland Lehoucq

### 84 **Art & science**

#### **Les folles créatures de la plage**

Loïc Mangin

### 86 **Idées de physique**

#### **Charges en stock**

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

### 89 **Question aux experts**

#### **Boire un café dans l'après- midi empêche-t-il de dormir ?**

Astrid Nehlig

### 91 **Science & gastronomie**

#### **La querelle du lait cru**

Hervé This

### 92 **À lire**

### 96 **Bloc-notes**

Les chroniques de Didier Nordon

POUR LA  
**SCIENCE.fr**

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale

Toutes les archives\*

Pour la Science

Dossier  
Pour la Science

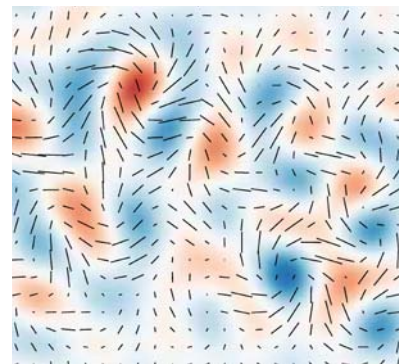
depuis 1996

maintenant sur [www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

\* Numéros à lire en ligne ou téléchargeables en PDF, en vente à l'unité ou accessibles par abonnement.



Le télescope BICEP2 (à gauche de l'observatoire ci-contre) est dédié à la mesure du fond diffus cosmologique. Il a enregistré un « mode B » de polarisation de ce rayonnement. Dans la carte ci-dessous du fond diffus d'une partie du ciel, les couleurs indiquent l'écart à la température moyenne, les traits la direction de polarisation.



## Cosmologie

# L'empreinte des premières ondes gravitationnelles

*L'expérience BICEP2, en Antarctique, a détecté pour la première fois la trace d'ondes gravitationnelles primordiales, produites pendant le Big Bang. L'inflation cosmique est-elle confirmée ?*

**S**ur la base américaine Amundsen-Scott, en Antarctique, des astrophysiciens ont observé, avec le télescope BICEP2, l'une des caractéristiques les plus attendues du rayonnement du fond diffus cosmologique. Il s'agit de motifs particuliers visibles dans la carte de la polarisation du rayonnement, nommés modes B (la polarisation caractérise la direction dans laquelle oscille le champ électrique d'une onde électromagnétique). Ce résultat confirme, de façon indirecte, la présence d'ondes gravitationnelles dans l'Univers primordial. C'est une découverte majeure pour la cosmologie et le modèle du Big Bang. Voyons pourquoi.

Le fond diffus cosmologique est la plus ancienne lumière de l'Univers. Issu du Big Bang, il est resté plus de 380 000 ans sous l'emprise de la matière avant de s'en libérer. Mais auparavant,

le rayonnement avait « enregistré » la trace des conditions qui régnaient dans l'Univers primordial.

Le fond diffus cosmologique se présente sous la forme d'un rayonnement quasi isotrope (identique dans toutes les directions du ciel) et homogène, correspondant à une température moyenne d'environ 2,7 kelvins. Toutefois, de minuscules fluctuations de température, de l'ordre de 1 pour 100 000, ont été mesurées et cartographiées avec précision, notamment par le satellite *Planck*. Ces fluctuations montrent que l'Univers, initialement homogène, était parcouru d'ondes de densité qui ont créé des hétérogénéités dans la matière.

Mais en plus de ces ondes de densité, l'Univers primordial pourrait avoir été secoué par des ondes gravitationnelles, sortes d'ondulations de l'espace-temps prévues par la théorie de

la relativité générale d'Albert Einstein. Ces ondes gravitationnelles interagissent extrêmement peu avec la matière et sont, par conséquent, très difficiles à détecter. Cependant, elles sont susceptibles de laisser une empreinte ténue dans le fond diffus cosmologique, en polarisant sa lumière selon des motifs qui leur sont propres, les modes B de polarisation.

Le télescope BICEP2 a scruté trois ans durant une région correspondant à un pour cent du ciel. Par comparaison, le satellite *Planck* cartographie quasiment l'ensemble du ciel. En contrepartie, BICEP2 est 30 fois plus sensible.

L'équipe responsable de cet instrument a montré que le mode B de polarisation apparaît dans les données recueillies par le télescope, résultat qui confirme indirectement que des ondes gravitationnelles étaient présentes dans l'Univers primordial.

Il reste à déterminer par quel phénomène ces ondes ont été engendrées. Dans le modèle

du Big Bang, l'Univers aurait connu une phase d'expansion très rapide dans ses premiers instants, l'« inflation ». Cette dilatation brutale explique de nombreuses propriétés de l'Univers et aurait aussi produit des ondes gravitationnelles. Cependant, il est trop tôt pour affirmer que les observations de BICEP2 confirment l'hypothèse de l'inflation, puisque d'autres phénomènes sont aussi susceptibles d'engendrer des ondes gravitationnelles.

Pour trancher, il faudra déterminer les propriétés de ces ondes, et notamment mesurer la façon dont leur amplitude varie avec leur fréquence. L'hypothèse de l'inflation cosmique conduit à une prédiction détaillée à ce sujet, que des expériences plus précises que BICEP2 pourront mesurer. Les astrophysiciens attendent aussi les résultats de *Planck*, qui porteront sur l'ensemble du ciel et qui seront présentés en octobre 2014.

**Alain Riazuelo**

IAP/UPMC/CNRS  
<http://arxiv.org/abs/1403.3985>



Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux

## Éthologie

### Le coucou geai, un parasite protecteur

**L**e coucou geai (*Clamator glandarius*), un oiseau gris tacheté de blanc, a pour habitude de pondre ses œufs dans le nid d'autres espèces, et notamment celui des corneilles noires (*Corvus corone*). Les jeunes coucous sont alors

nourris et élevés par leur famille adoptive. Pourquoi la corneille tolère-t-elle de tels intrus ? Ces derniers ont un effet bénéfique pour leurs hôtes, suggère une étude menée par Daniela Canestrari, de l'Université d'Oviedo en Espagne.



Trois jeunes corneilles noires dans leur nid, parasité par un coucou geai (poussin aux taches blanches).

D. Canestrari et al.

Les observations sur 741 nids de corneilles révèlent en effet que ces dernières sont plus nombreuses et atteignent plus souvent l'âge adulte dans les nids occupés par des coucous geais. Selon les chercheurs, c'est parce que les coucous geais protègent leurs hôtes des prédateurs. Lorsqu'ils se sentent en danger, ils sécrètent en effet une substance noirâtre corrosive (elle comporte de l'acide phénique) et malodorante (présence de composés sulfurés et d'indole) qui repousse les chats sauvages et les rapaces. L'interaction des coucous geais et des corneilles noires tiendrait ainsi plus du mutualisme que du parasitisme, du moins en période de forte prédation.

**Sophie Martos**

D. Canestrari et al., *Science*, en ligne le 27 mars 2014

## Physique

### Des ondes dans les tourbillons quantiques

**D**ans l'hélium superfluide, à très basse température, il se forme des lignes autour desquelles la matière tourne, comme dans les tourbillons ordinaires. Il s'agit de tourbillons quantiques, car ils tournent tous à la même vitesse, suivant des lois de la physique quantique. Lorsque deux tourbillons se rencontrent, les lignes se réorganisent, et de l'énergie est émise. Les spécialistes de la turbulence quantique supposaient que cette perte d'énergie était due à des oscillations des lignes de tourbillons et à leur propagation : des « ondes de Kelvin ». Daniel Lathrop, de l'Université du Maryland, aux États-Unis, et son équipe ont mis au point une expérience qui, malgré l'échelle nanométrique de ces ondes, a permis de les visualiser et ainsi de confirmer les prévisions théoriques.

La viscosité d'un superfluide étant nulle, la dissipation d'énergie ne s'effectue pas par les frot-



Vue d'artiste de la rencontre de deux lignes de tourbillons quantiques (en blanc) et des ondes qu'elles créent (en couleurs).

© Enrico Fonda

tements visqueux. Sachant que les ondes de Kelvin engendrent des ondes sonores qui emportent de l'énergie, il restait à observer ces ondes en action dans l'hélium superfluide.

En 2012, pour les visualiser, l'équipe de D. Lathrop avait introduit des particules micrométriques dans le fluide : les lignes de tourbillons étant des régions de basse pression, elles attirent les particules, qui les matérialisent. Ces chercheurs avaient ainsi observé que la reconnexion

des lignes des tourbillons quantiques produit des ondulations.

Dans leur expérience la plus récente, les physiciens ont caractérisé le mouvement des particules micrométriques en suspension dans le superfluide. Ils ont pu établir que les lignes de tourbillons oscillent de la façon qui caractérise les ondes de Kelvin. Ce qui confirme la théorie et fait avancer la compréhension de la turbulence quantique !

**Sean Bailly**

PNAS, vol. 111, pp. 4707-4711, 2014

## GIEC : un rapport pessimiste

Diminution des ressources océaniques, déplacement des zones de pêche, production de blé, de maïs et de riz affectée, réduction des eaux de surface et souterraines dans les régions subtropicales sèches, etc. : telles sont les menaces probables d'ici 2100 recensées dans le deuxième volet du cinquième rapport du groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), publié le 31 mars. Ce rapport fait la synthèse de plus de 12 000 publications scientifiques. Les politiques en tiendront-ils compte ?

## Un océan pour Encelade

Les geysers au pôle Sud d'Encelade – un satellite de Saturne – et d'autres observations de cette région suggéraient que, sous la couche de glace, se cache un océan d'eau liquide. Des mesures de la sonde Cassini apportent une nouvelle confirmation indirecte de la présence de cet océan. Luciano Iess, de l'Université Sapienza à Rome, et ses collègues ont étudié le champ gravitationnel d'Encelade. Les anomalies qu'il présente au pôle Sud peuvent s'expliquer par la présence d'un océan d'eau liquide à 30 kilomètres de profondeur.

## Éboulement et frottements

Les frottements avec le sol lors d'un glissement de terrain dissipent l'énergie et déterminent la distance parcourue par les roches. Mais les modèles les plus simples de frottement sous-estiment cette distance pour les éboulements les plus volumineux. Antoine Lucas, de l'Université Paris-Diderot, et ses collègues ont montré que les observations s'expliquent bien si le coefficient de frottement diminue avec la vitesse de déplacement des éboulements. Reste à déterminer le phénomène physique précis permettant d'expliquer cette relation entre le coefficient de frottement et la vitesse.