

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE

OFFRE NOËL

1 AN

3 FORMULES
AU CHOIX

	FORMULE DÉCOUVERTE	FORMULE PAPIER + HORS-SÉRIE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier (12 numéros par an)	✓	✓	✓
Le hors-série papier (4 numéros par an)		✓	✓
L'accès en ligne illimité à pourlascience.fr			✓
L'édition numérique du magazine (12 numéros par an)			✓
L'édition numérique du hors-série (4 numéros par an)			✓
L'accès aux archives numériques depuis 1996			✓
Votre cadeau : le livre <i>Le temps des algorithmes</i> de Gilles Dowek & Serge Abiteboul (74651175)	✓	✓	✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	59€ Au lieu de 99,80€	79€ Au lieu de 131,40€	99€ Au lieu de 191,40€
	41 % de réduction *	40 % de réduction *	48 % de réduction *

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service abonnements – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email: pourlascience@abopress.fr

PAG18NOE



**OUI, je m'abonne
pour 1 an à**
POUR LA SCIENCE

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher)

☐ **FORMULE
DÉCOUVERTE**
• 12 n° du magazine papier

59€
Au lieu de 99,80€
DIA59EK3

☐ **FORMULE PAPIER
+ HORS SÉRIE**
• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier

79€
Au lieu de 131,40€
PIA79EK3

☐ **FORMULE
INTÉGRALE**
• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier
• Accès illimité aux contenus en ligne

99€
Au lieu de 191,40€
IIA99EK5

2 / J'indique mes coordonnées

☐ M. ☐ Mme

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal [] [] [] [] [] [] Ville:

Téléphone [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

Email : (indispensable pour la formule intégrale)

.....@.....

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science

☐ OUI ☐ NON

3 / Je choisis mon mode de règlement

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

Date d'expiration [] [] [] [] Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) [] [] []

Signature obligatoire :

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement: 1 an. Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/03/2019 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante: <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit «RGPD») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

Groupe Pour la Science - Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris CEDEX 14 - Sarl au capital de 32 000€ - RCS Paris B 311 797 393 - Siret : 311 797 393 000 23 - APE 58.14 Z

L'ESSENTIEL

> Il y a environ deux cents ans, Joseph Fourier a énoncé une relation entre le flux de chaleur au sein d'un matériau et le gradient de température qui y règne.

> Cette loi de Fourier est valable dans la plupart des matériaux et à l'échelle macroscopique. Mais les déviations à la loi

de Fourier deviennent notables à l'échelle nanométrique, qui concerne de nombreux développements technologiques.

> À cette échelle, une description plus fine de la propagation de la chaleur, qui tient compte de la physique des phonons (quanta de vibration), s'impose.

Des flux de chaleur qui échappent à Fourier

À quelle loi la propagation de la chaleur obéit-elle ? Celle formulée par Joseph Fourier il y a plus de deux cents ans se révèle inadaptée à l'échelle nanométrique. De fait, nombre d'avancées technologiques exigent aujourd'hui une compréhension plus fine du transport microscopique de la chaleur.

Le 21 mars 2018, on célébrait le 250^e anniversaire de la naissance du mathématicien et physicien français Joseph Fourier (voir la photographie page 60). Les scientifiques associent généralement son nom à une certaine transformation mathématique, la « transformation de Fourier », que l'on peut appliquer à n'importe quelle fonction ou presque et qui s'est révélée indispensable dans maints domaines des sciences et des techniques. De même, on associe le nom de Fourier aux séries (sommes d'une infinité de termes) de fonctions sinusoïdales, séries qui permettent de représenter toute fonction périodique suffisamment régulière et qui sont elles aussi très utiles.

Il faut cependant rappeler que les travaux mathématiques qui ont fait la renommée de

Fourier ont été effectués dans le cadre de ses recherches sur un problème physique, celui de la propagation (ou diffusion) de la chaleur, recherches dont les résultats ont été rassemblés dans sa *Théorie analytique de la chaleur* publiée en 1822. En fait, le nom de Fourier est d'abord attaché à une « loi » physique que ce scientifique a proposée pour rendre compte de l'écoulement du « calorique », terme qui désignait à l'époque un fluide hypothétique dont la chaleur était la manifestation extérieure.

La nature exacte de ce fluide était à l'époque fortement débattue (la chaleur était-elle un fluide réel, comme beaucoup le pensaient, ou seulement un effet des mouvements des constituants microscopiques de la matière ?). Sans prendre parti sur cette question difficile, Fourier proposa de décrire l'écoulement (ou la propagation) du calorique par une équation >

LES AUTEURS

OLIVIER BOURGEOIS
directeur de recherche
à l'institut Néel du CNRS
à Grenoble

DIMITRI TAINOFF
enseignant-chercheur
à l'université Grenoble
Alpes, membre
de l'institut Néel

**NATALIO MINGO et
BJORN VERMEERSCH**
chercheurs au
Laboratoire d'innovation
pour les technologies des
énergies nouvelles et les
nanomatériaux (Liten),
au CEA à Grenoble

JEAN-LOUIS BARRAT
professeur de physique
à l'université Grenoble
Alpes et membre
du Laboratoire
interdisciplinaire
de physique (LIPhy)



Les aérogels de silice sont des matériaux très légers qui ont de remarquables performances en termes d'isolation thermique. Cette résistance à la conduction de la chaleur est due à la structure nanométrique du matériau. À cette échelle, la loi de Fourier ne décrit plus correctement le transport de la chaleur.