

→ UN SENS COMMUN SANS FIN

Le sens commun ne conçoit l'infini que potentiel, c'est-à-dire inaccessible. Les mathématiciens, eux, manient depuis un siècle l'infini actuel, c'est-à-dire réalisé, atteint : ils considèrent que les ensembles infinis ont une existence pleine et entière. Si belle et puissante soit leur théorie de l'infini actuel, affirmons pourtant, au risque de les indigner, que quelque chose ne va pas dans le fait d'agir comme si l'infini était accessible.

Manier l'infini actuel a conduit les mathématiciens à démontrer qu'existent toutes sortes d'infinis différents. Il y a, suivant une formulation hâtive mais parlante, une infinité d'infinis, de plus en plus grands. Pour le sens commun (lequel, en l'occurrence, est



partagé par tout ce que la Terre compte comme savants – à l'exception des mathématiciens !), pour le sens commun, l'idée d'une infinité d'infinis paraît pire qu'incompréhensible : carrément absurde.

Il se pourrait que les automates cellulaires offrent une issue nouvelle. Certains commentateurs, en effet, espèrent que ces automates vont suffire à modéliser l'espace et le temps. On n'aurait plus besoin du continu pour ce faire. Or le continu est la principale source, sinon la raison d'être, de la théorie de l'infini actuel. Rêvons alors d'un programme : réussir à se passer de l'hypothèse de l'infini actuel sans amputer gravement les mathématiques pour autant.

Je ne doute pas qu'aux yeux des mathématiciens un tel programme paraîtra pire qu'absurde : carrément farfelu. Eh bien, plus têtue qu'eux, je maintiens qu'ils ont tort de passer outre cette leçon du sens commun : l'infini n'est pas à portée humaine. L'homme ne peut pas faire de l'infini un objet maniable. ■

IRD
Éditions

Institut de recherche
pour le développement

Salon du Livre de Paris
13 - 18 mars 2009

Un éditeur
pour le
développement

www.ird.fr

IRD Éditions
Stand Z 25



**Aires protégées,
espaces durables ?**

C. AUBERTIN, E. RODARY
260 p.
978-2-7099-1651-6
Prix TTC : 25 €



**Le trachome. Une
maladie de la
pauvreté**

J.-F. SCHEMANN
280 p.
978-2-7099-1-1648-2
Prix TTC : 35 €



**Ouagadougou
(1850-2004)
Une urbanisation
différenciée**

F. FOURNET,
A. MEUNIER-NIKIEMA,
G. SALEM
144 p.
978-2-7099-1657-8
Prix TTC : 42 €



**Démarche qualité et
norme ISO 9001**

E. GIESEN
178 p.
978-2-7099-1631-8
Prix TTC : 32 €

En vente dans toutes les librairies
et points de vente IRD.

Par correspondance (VPC) :

IRD Diffusion

32 av. Henri Varagnat - F 93143 Bondy cedex
Tél. : 01 48 02 56 49 - Fax : 01 48 02 79 09
diffusion@bondy.ird.fr

Physique

L'intrication gagne du terrain

L'ingénierie quantique étend son emprise : pour la première fois, des physiciens ont créé des états intriqués à partir des vibrations de deux paires d'ions.

En physique quantique, un état intriqué de deux objets est tel qu'une mesure effectuée sur l'un des objets influe fortement sur l'état de l'autre objet, quel que soit l'éloignement des deux objets. L'intrication d'états est, avec la superposition d'états,

l'une des particularités les plus troublantes du monde quantique.

Depuis une quinzaine d'années, les physiciens obtiennent des états intriqués en manipulant surtout des états internes d'atomes ou des photons. John Jost, à l'Institut américain des étalons et de la tech-

nologie (le NIST, à Boulder dans le Colorado) et ses collègues ont innové en obtenant l'intrication des états vibratoires de deux oscillateurs mécaniques : deux paires d'ions positifs écartées d'environ un quart de millimètre, distance assez grande pour que l'interaction entre paires soit négligeable.

Chaque paire comporte un ion de béryllium (Be^+) et un ion de magnésium (Mg^+), maintenus proches grâce à un piège électromagnétique (un « piège de Paul »). En raison de la répulsion électrostatique entre les ions, la paire oscille : elle se comporte comme un système de deux masses reliées par un ressort long d'environ quatre micromètres.

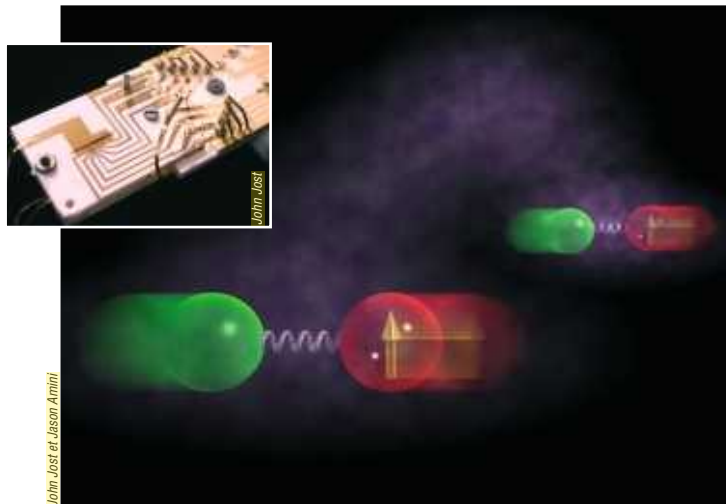
Les états quantiques de vibration d'un tel oscillateur sont bien connus. Restait à intriquer quantiquement les deux oscillateurs, c'est-à-dire à rendre leurs mouvements de vibration intimement liés. L'équipe de J. Jost l'a fait en recourant à un jeu complexe de séries d'impulsions laser et de champs électriques, permettant d'immobiliser et de positionner correctement les ions, et de manipuler les états vibratoires des deux paires.

Les techniques et procédures mises au point par ces physiciens constituent un nouvel outil pour créer et manipuler des systèmes quantiques originaux. On peut songer à des applications au traitement quantique de l'information. Mais il s'agit surtout de recherche fondamentale, pour explorer plus avant le monde quantique, notamment la possibilité d'intriquer des systèmes macroscopiques – qui, à de rares exceptions près, se comportent suivant les lois de la physique classique.

Ce champ de recherche, le CNRS vient de le mettre en avant en attribuant sa médaille d'or de 2009 à Serge Haroche, du Laboratoire Kastler-Brossel à Paris. Pour ce pionnier de l'étude des interactions atomes-photons dans une cavité ultraréfléchissante, qui explore notamment la frontière entre le monde quantique et le monde classique, l'intrication est familière. L'un de ses prochains objectifs est d'ailleurs d'obtenir l'intrication quantique de systèmes atomes-photons établis dans deux cavités distinctes.

→ Maurice Mashaal

J. D. Jost et al., *Nature*, vol. 459, pp. 683-686, 2009



Une vue d'artiste d'un système de deux paires d'ions (Mg^+-Be^+) dans un état quantique intriqué de leurs vibrations. Les flèches désignent l'état interne des ions béryllium, que les expérimentateurs ont manipulé afin d'obtenir l'état intriqué désiré. Le nuage violet symbolise l'intrication des deux oscillateurs. Le cartouche montre le piège à ions utilisé, constitué d'électrodes en or fixées sur un support en alumine.

en bref

UN HOMINIDÉ DE 12 MILLIONS D'ANNÉES

Des chercheurs de l'Université de Barcelone ont découvert une nouvelle espèce d'hominidé qui vivait il y a 12 millions d'années. *Anoiapithecus brevirostris*, pour le moment connu seulement par sa face et sa mâchoire, a été mis au jour au lieu-dit d'Abocador de Can Mata. Il est peu prognathe (ses maxillaires sont peu proéminents) ; cette caractéristique n'a d'équivalent, parmi les hominidés, que dans le genre *Homo*. Il pourrait livrer des indices sur l'origine de la famille des hominidés.

en bref

DU MAÏS SURVITAMINÉ

Une équipe germano-espagnole annonce la création d'une variété de maïs transgénique enrichie en trois vitamines. Par rapport à une variété courante, elle contient 169 fois plus de bêta-carotène, six fois plus de vitamine C et deux fois plus d'acide folique (vitamine B9). Pour la première fois, les chercheurs ont modifié simultanément trois voies métaboliques distinctes. Selon eux, leur méthode dépasse de loin les possibilités de l'amélioration par croisement classique.

en bref

ANTIGEL MARTIEN

L'eau liquide était présente en quantité sur Mars, quand la planète était jeune. Mais la température y était déjà très basse. Comment dès lors l'eau a-t-elle pu rester liquide ? À cause du sel, proposent des chercheurs de la NASA. Ils ont modélisé l'évolution du point de fusion de l'eau quand y sont dissous des sels minéraux issus de l'érosion de roches basaltiques typiques de Mars. Résultat : cette eau salée reste liquide à des températures compatibles avec celles ayant régné sur Mars.

Psychologie

Réfléchir sans y penser

Rêvasser permettrait de résoudre des tâches cognitives complexes.

« Rêvasser », c'est-à-dire laisser son esprit vagabonder quand on est éveillé, stimule l'activité du cerveau, ce qui permettrait de résoudre des problèmes complexes. C'est ce que montrent les travaux de Kalina Christoff, du Département de psychologie de l'Université de Colombie-Britannique à Vancouver (Canada), et ses collègues.

Les psychologues ont placé 15 étudiants dans des appareils d'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique et ils ont enregistré l'activité de leur cerveau quand ils réalisaient une tâche simple, devenant rapidement automatique – par exemple appuyer sur un bouton –, ou quand ils rêvasaient. Ils ont constaté que le réseau cérébral par défaut – qui gère les actes de routine – est toujours sti-

mulé quand les participants laissent leur esprit vagabonder. Plus étonnant: le réseau exécutif – qui aide à la résolution de problèmes plus complexes – s'active aussi fortement quand les sujets rêvassent. Autrement dit, tout en vagabondant, le cerveau réfléchirait davantage, ce qui permettrait au sujet de trouver des solutions à des questions complexes même s'il n'y pense pas à ce moment-là!

À l'instar de certaines phases du sommeil qui consolident des souvenirs ou aident à circonscrire un problème, laisser son esprit vagabonder serait utile. Un enfant ne rêve pas... il réfléchit. Laissons-lui du temps pour cette activité aujourd'hui réhabilitée en évitant de le surcharger d'activités extrascolaires.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

K. Christoff et al., PNAS, en ligne, mai 2009

Biologie animale

Un dragon de Komodo... peu commode

Ce varan géant d'Indonésie ne tue pas grâce aux bactéries pathogènes coincées entre ses dents, mais plutôt grâce à un venin.

Buaja darat, c'est-à-dire crocodile terrestre, pour les habitants de Flores et de Rinca, en Indonésie, *biawak raksasa*, soit varan géant, pour d'autres... L'animal est plus connu sous le nom de dragon de Komodo (*Varanus komodoensis*), du nom de l'île où il vit. Le plus gros spécimen identifié mesurait 3,13 mètres de longueur pour 166 kilogrammes! On connaît peu de choses sur sa stratégie de chasse. Ainsi, de nombreuses proies, après avoir été mordues, sont relâchées, mais succombent peu après. On imaginait que la mort de la victime résultait d'hémorragie, mais aussi d'infections mortelles, car les dents crénelées du reptile recèlent des morceaux de viande en décomposition où des bactéries pathogènes prolifèrent. Brian Fry, de l'Université de Melbourne, et ses collègues ont découvert une autre explication: le dragon de Komodo injecte un venin.

À l'aide de différentes techniques d'imagerie, ainsi que de prélèvements sur un animal

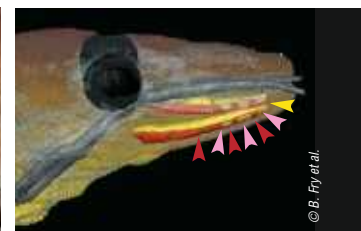
malade, les biologistes ont mis en évidence des glandes à venin, dérivées des glandes salivaires, situées dans la mandibule. L'analyse du poison a révélé des substances proches de celles que l'on trouve dans le venin d'autres serpents et d'un lézard venimeux. Ces molécules dilatent les vaisseaux sanguins et accélèrent ainsi l'écoulement du sang, précipitant la mort de la proie. D'autres composés, anticoagulants, participent au phénomène.

En outre, des simulations numériques ont montré que la morsure du dragon de Komodo est notablement moins puissante que celle d'un crocodile de taille équivalente: la faiblesse de la morsure du lézard est compensée par le venin. Enfin, des comparaisons anatomiques du reptile avec un genre de varan éteint (*Megalanina*) ont révélé que ces reptiles disparus étaient les plus gros animaux venimeux ayant jamais existé!

Doté de bactéries pathogènes et de venin, le dragon de Komodo



© C. Clift



© B. Fry et al.

L'imagerie IRM d'une tête de dragon de Komodo révèle dans la mandibule les glandes à venin (ci-dessus, flèches rouges et roses), ainsi qu'une glande qui sécrète du mucus (flèche jaune). Ci-contre, un dragon de Komodo se repaît d'un cervidé.

est donc un chasseur redoutable. C'est aussi un prédateur qui ne gâche pas: là où les lions ne consomment que 70 pour cent de leurs proies, les varans n'en laissent que 12 pour cent, ingérant sabots, os, peau, intestins...

→ Loïc Mangin

B. Fry et al., PNAS, à paraître, 2009