

N° SPÉCIAL

■ POUR LA

SCIENCE

Décembre 2000

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

www.pourlascience.com

Les
infinis

TRIBUNE DES LECTEURS

6

BLOC-NOTES

7

de Didier Nordon

POINT DE VUE

8

La pilule abortive aux États-Unis

par André Ulman

SCIENCE ET ÉCONOMIE

9

La stratégie du penalty

par Ivar Ekeland



SCIENCE ET GASTRONOMIE

10

Tout au chocolat

par Hervé This



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

12

- Un nœud... peu gordien
- La tortue des steppes

■ Culte vaudou à Mayence

■ Le chant d'amour des drosophiles

■ Éclaircies sur Titan

■ Virus canin, tueur de phoques

■ Porcelaines vietnamiennes

■ La danse des liquides

■ La cartographie de l'espace

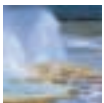
■ La fonction du prion

■ Bateau romain...coulé

■ Poisson fumé à la néandertalienne

■ Dunes en liberté

■ Un rat artificiel

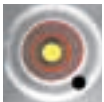


IDÉES DE PHYSIQUE

152

Les geysers

par Philippe Coussot



ART ET SCIENCE

154

Illusion ou réalité?

par Jean Bullier



ANALYSES DE LIVRES

156

■ *Le paléontologue et l'évolution*, de Pascal Tassy

■ *Les sociétés animales. Évolution de la coopération*

et organisation sociale, de Serge Aron et Luc Passera

■ *Chimie, l'art de se poser les bonnes questions*, de J. Garratt,

T. Overton et T. Threlfall

■ *Le défi paysan*, de Luc Guyau

Deux encarts d'abonnement entre les pages 18 et 19, un encart broché service lecteurs et une carte d'abonnement entre les pages 146 et 147. Un encart parrainage pour les exemplaires destinés aux abonnés. Un dépliant trois volets *Pour la Science*



Chaque mois, retrouvez le sommaire complet de la revue **en ligne** avec pour chaque article une bibliographie et un complément d'information.

www.pourlascience.com

Les mathématiques, science de l'infini

24

par Javier de Lorenzo Martínez

L'infini, potentiel et actuel, semble assurer une fonction régulatrice dans la formalisation mathématique.

L'infini est-il paradoxal en mathématiques?

30

par Jean-Paul Delahaye

Pour résoudre le paradoxe du tout et des parties et affronter l'hypothèse du continu, notre idée de l'infini actuel doit évoluer.

L'infini en Chine

44

par Jean-Claude Martzloff

Le calcul numérique a joué un rôle clé dans la perception que la Chine a eu de l'infini.

Thabit ibn Qurra et l'infini numérique

48

par Tony Lévy

Face aux thèses d'Aristote, longtemps dominantes en philosophie, un savant arabe du IX^e siècle eut sur l'infini un point de vue aussi original qu'audacieux.

L'univers infini de Giordano Bruno

54

par Giulio Giorello

Giordano Bruno, mort sur le bûcher le 17 février 1600, fut plus audacieux que Copernic : il envisageait un univers infini, sans horizon ni limite.

La science du mouvement au XVII^e siècle

58

par Michel Blay

À la fin du XVII^e siècle et au début du XVIII^e, les mathématiciens décrivent le mouvement et introduisent la notion de vitesse, en évitant les paradoxes qui résultaient de l'usage impropre et intuitif de l'infini.

Histoire d'infini

64

par Maria Reményi

Pendant 2 000 ans, le concept d'infini gêna les mathématiciens. John Wallis posa le symbole ∞ , les libérant des discussions philosophiques.

De la perspective à l'infini géométrique

66

par Jean-Pierre Le Goff

Au XVII^e siècle, grâce à la géométrie projective, née de l'union de la théorie de la perspective et de la théorie des coniques, l'infini géométrique acquiert une «dimension» humaine, une évidence perceptible.

L'ensemble triadique de Cantor**73**

par André Deledicq

Les préposés au nettoyage de la planète Ter découvrent un ensemble de Cantor qui remplit un segment de largeur 1, mais son complémentaire aussi...

L'infini et l'univers des algorithmes**108**

par Gilles Dowek

On ne peut pas toujours prévoir le nombre d'opérations nécessaires à un calcul. Aussi, pour permettre l'expression de tous les algorithmes, il faut introduire la possibilité que les calculs durent infiniment longtemps.

L'infini, pierre de touche du constructivisme**74**

par Allan Calder

Selon les mathématiciens constructivistes, un objet mathématique n'existe que si on peut le construire. Cette définition de l'existence mathématique oppose, depuis plus d'un siècle, constructivistes et formalistes.

L'infiniment petit en physique**112**

par Harald Fritzsch

En descendant l'échelle des dimensions, les physiciens ont découvert des particules si petites qu'ils les ont supposées ponctuelles. Le «modèle standard», la théorie construite sur cette hypothèse, accumule les succès depuis 30 ans, tout en étant pétrie d'infinis...

L'infini en géométrie**84**

par Marcel Berger

Lors d'un dîner, un géomètre recourt aux éléments du décor pour illustrer le rôle important de l'infini en géométrie : l'analyste et l'algébriste seront convaincus...

L'infiniment grand**120**

par Gerhard Börner

L'Univers semble être brusquement sorti d'un état initial infiniment dense, que les physiciens ont des difficultés à imaginer et à décrire par une théorie.

L'analyse non standard**92**

par Jean-Michel Salanskis

En introduisant la notion d'objet insaisissable, l'analyse non standard a conféré aux infiniment petits un statut honorable et justifié des opérations qui, bien que pratiquement satisfaisantes, posaient des problèmes de principe.

L'infiniment vide n'existe pas**128**

par Timothy Boyer

Le vide classique n'est pas vide. Même quand on a supprimé toute la matière et le rayonnement thermique d'une partie de l'espace, le vide de la physique contient encore des champs électromagnétiques, des particules fugaces, et possède une certaine énergie.

Les géométries non commutatives**98**

par Daniela Bigatti

Les espaces d'opérateurs de dimensions infinies étudiés à l'aide des géométries non commutatives servent à élaborer de nouvelles théories en physique.

L'infini est un révélateur**138**

par Patrick Dehornoy

L'infini est source d'inspiration. L'exploration d'ensembles hyperinfinis, impossibles à construire, mais pas inconcevables, a fait découvrir des objets mathématiques comme les tables de Laver et des propriétés des tresses.

L'infini est-il nécessaire?**102**

par Patrick Dehornoy

Oui. Les suites de Goodstein gonflent et grossissent jusqu'à des tailles gigantesques... Et diminuent finalement pour atteindre zéro. Pour démontrer cette propriété paradoxale, il est inévitable de faire appel à l'infini.

L'infini littéraire**148**

par Paul Braffort

Dans le sillage des philosophes, romanciers, poètes et essayistes ont été inspirés par l'infini.

TRIBUNE DES LECTEURS

Les promesses du WAP

Je réagis à l'article «Les promesses et les risques du WAP» (voir *Pour la Science*, novembre 2000).

Les faiblesses du WAP qui sont avancées comme étant à l'origine de son insuccès sont techniques pour la plupart. Pourtant, l'article reconnaît plus loin l'extraordinaire réussite d'*i-Mode* au Japon, alors que le protocole et les terminaux sont à peine plus riches, et sont plus ou moins équivalents au WAP sur accès GPRS.

C'est que, et en tant que scientifique de formation et lecteur assidu de *Pour la Science* j'en suis le premier attristé, l'excellence technique n'est pas toujours synonyme de pertinence commerciale. Il manque au WAP un ingrédient essentiel : un outil simple et direct qui permette au fournisseur de service d'être rémunéré. Les services *i-Mode* qui font la majeure partie de l'audience nipponne sont tous payants (100, 200 ou 300 yens par mois). Les meilleurs obtiennent donc rapidement les moyens de développer leur activité, de communiquer et donc d'amener de nouvelles parts de marché à l'opérateur : cercle vertueux impossible à amorcer sur un modèle *Internet* «classique», c'est-à-dire reposant sur d'hypothétiques modèles économiques indirects.

Cependant, la vertu du WAP étant son ouverture, l'adjonction d'une solution de paiement similaire à celle de *i-Mode*, mais également ouverte et donc multi-opérateur donnerait définitivement l'avantage à ce protocole : les éditeurs de service n'aiment pas plus que les opérateurs ne dépendre que d'un seul fournisseur.

Yves CHRISTOL, Paris

Fée à l'huile

J'ai lu avec intérêt l'article «La Fée électricité» (voir *Pour la Science*, septembre 2000). Son sujet est d'autant plus intéressant qu'un des collaborateurs à la réalisation du tableau écrivait que Raoul Dufy «exécuta cette œuvre immense en quatre mois, après avoir minutieusement étudié l'histoire de l'électricité...»

Je crois cependant utile de préciser que Jacques Maroger n'était pas chimiste, mais peintre, élève de Jacques-Émile Blanche, puis de Louis Anquetin, et restaurateur de tableaux (ce qui ne l'empêcha pas de devenir directeur technique des laboratoires du Musée du Louvre). Maroger allait rencontrer un chimiste des peintures au début des années 1930 en la personne de Marc Havel, chimiste chez Joseph Bourgeois (établissement qui fusionnera 40 ans plus tard avec Lefranc pour fonder la Société π). C'est d'ailleurs à la maison Bourgeois que sera confiée la préparation des peintures destinées à *La Fée électricité* (à signaler que ce

tableau, composé de 250 panneaux de contre-plaqué, mesure 60 mètres de longueur et 10 mètres de hauteur!). Cette peinture est composée de pigments dispersés dans une huile siccatrice additionnée de 10 pour cent de résine dammar. Mais l'originalité de la formule de Maroger est d'utiliser un médium particulier (le médium est un liant ajouté à une peinture, en cours de travail ou peu avant, pour lui conférer les qualités techniques recherchées). En effet, il s'agit d'une émulsion, une «mayonnaise», d'huile siccatrice, cuite en présence d'oxyde de plomb, dans une solution de colle de peaux. Les peintures à l'huile étaient mélangées en début de séance à ce médium. Donc, cette peinture à l'huile se travaillait à l'eau!

Effectivement, le médium, comme la peinture prête à l'emploi, que Dufy a utilisés sont des émulsions d'huile dans de l'eau. Or, dans les émulsions, c'est la phase externe qui détermine l'affinité. Dans le cas présent, la phase externe est une solution de colle, et de ce fait la peinture se diluait à l'eau. En séchant, la proportion de colle étant relativement faible, l'émulsion «claquait» pour ne laisser qu'un film de peinture à l'huile (incluant plus ou moins de colle de peaux).

L'originalité de cette technique est de profiter des avantages graphiques et techniques d'une peinture à l'eau tout en terminant sur une peinture à l'huile mate, qui autorisait de surcroît des reprises rapides. Ce détail explique, entre autres comment Dufy, aidé de Maroger et Pierre Paulet, a pu «couvrir» 600 mètres carrés en si peu de temps.

François PÉRÉGO, Bécherel

Muscles et psychologie

J'ai lu avec intérêt l'article «Muscle, gènes et performances» par Jesper Andersen, Peter Schjerling et Bengt Saltin (voir *Pour la Science*, octobre 2000) et il me laisse une impression mitigée. En effet, il semble au premier abord être écrit par des biologistes et des généticiens, mais certains encadrés font part d'hypothèses plus psychologiques ou éthiques qui entraînent une certaine confusion.

En ce qui concerne les troubles de l'image corporelle, on devrait parler plus précisément de dysmorphophobie – peur d'être mal formé – et non de dysmorphie, terme qui décrit une malformation réelle et constatée par autrui. L'expression «dysmorphie musculaire» ne veut rien dire sur le plan psychologique.

Par ailleurs, les trois neuromédiateurs cités sont ceux que l'on étudie régulièrement dans les problèmes de dépressions, d'attaques de panique, de troubles du comportement alimentaire, de schizophrénie... Ils n'ont rien de spécifique dans le sujet en question – les

sports poussés à l'extrême et la recherche de sensations fortes – et devraient être traités par des neurobiologistes plutôt que par des spécialistes du muscle.

Bernard SCHERLER, Neuchâtel

Un problème de dimension

L'article «Les dimensions cachées de l'univers» (voir *Pour la Science*, octobre 2000) essaie d'élucider l'existence de dimensions supérieures en comparant ce qui se passe dans des dimensions inférieures. Cet exercice ne m'a pas toujours convaincu.

Ainsi, dans le livre *Flatland*, cité dans le texte, quand on parle de figures à deux dimensions, on pense plutôt aux formes découpées dans du papier, ayant une troisième dimension infime, mais réelle. Un vrai monde bidimensionnel serait celui d'ombres, qui peuvent se chevaucher sans jamais se heurter pour produire des ondes qui se dissiperaient dans une troisième dimension.

Ensuite, le fil de coton avec son acarien, le cousin du tuyau avec une fourmi, gardera ses deux dimensions tant qu'on peut le discerner. Une figure à une dimension est le bord d'une surface sur un fond contrastant. Tant qu'il reste visible, le fil conserve ses deux côtés, qui ont leur propre collection de points, rapprochés mais distincts.

Ne définissons pas une ligne comme une collection infinie de points comme parfois on a l'habitude de le faire : les dimensions zéro d'un point ne donneront que zéro, même multipliés à l'infini.

Une meilleure manière de passer d'une dimension n à une dimension $n+1$ est de voir une ligne comme la trajectoire d'un point, une surface comme la trajectoire d'une ligne, un volume comme celle d'une surface...

Le temps, comme quatrième dimension donne la trajectoire des objets. En continuant sur cette voie vers des dimensions plus élevées, je ne vois pas bien comment arriver aux petites boucles à l'échelle de Planck, si séduisante que puisse être l'hypothèse des cordes, qui nécessite aussi un nombre élevé de dimensions, pour expliquer la double nature corpuscule-onde des particules élémentaires et des forces qui les font interagir.

A. VAN DER SLUIJS, La Bégude de Mazenc

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : tribune@pouirlascience.fr. Découvrez d'autres contributions de lecteurs sur le site Web www.pouirlascience.com.