

# ■ POUR LA SCIENCE

Mars 1997

édition française de  
**SCIENTIFIC  
AMERICAN**

Médicaments et animaux  
transgéniques

Le petit père Hadamard

Dessin et cécité

Les druides

Le réfrigérateur  
d'Einstein

Les rayons  
cosmiques

La maladie  
de Parkinson

## Turbulence et superordinateurs

Canada : \$ 8,75

**Bloc-notes** de Didier Nordon

**Jeu-concours**

*Galette et probabilité*  
par Pierre Tougne

**Tribune des lecteurs**

**Point de vue**

*Les coûts de l'informatique*  
par Bernard Beauzamy

**Les inattendus de la science**

*Les inattendus du gène*  
par Pierre Douzou



**Présence de l'histoire**

*Histoire de la contraception*  
par François Chast

**Science et gastronomie**

*Dépotoir médiéval*

**Science et finance**

*L'espérance nulle du spéculateur*  
par Christian Walter

**Perspectives scientifiques :**

*Maillet paléolithique*

*Laser à atomes*

*L'arpenteur de l'Univers*

*Antiadhésifs adhérents*

*La fécondité dans le monde*

*La partition de données*

*Agrégats neurotoxiques*

*RMN et vipères*

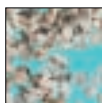
*Graine et dynamo*

*Chats et souris à la Schrödinger*

*Hibernation originelle*

**Savoir technique**

*La sûreté des ascenseurs*



**Archimède**

*Du courant dans les roches*  
par Pascal Bernard



**Logique et calcul**

*Les mélanges de cartes*  
par Jean-Paul Delahaye

**L'image du mois**

*Les insectes orfèvres*



**Analyses de livres**

– *Le génie génétique. De l'animal à l'homme?*

– *La quête de l'unité (l'aventure de la physique)*

– *La médecine du XXI<sup>e</sup> siècle*

– *Microcosmos, le peuple de l'herbe*

**Le pouvoir des druides**

38

par Jean-Louis Brunaux

Les prêtres celtes, qui célébraient leur culte dans de vastes sanctuaires, n'étaient pas de simples magiciens. Ils détenaient une partie du pouvoir politique en Gaule avant la conquête romaine.



**Les superordinateurs analysent la turbulence**

46

par Parviz Moin et John Kim

Seuls les ordinateurs les plus puissants parviennent à décrire les écoulements turbulents simples. Dans certains cas, les calculs révèlent des possibilités de commander la turbulence.

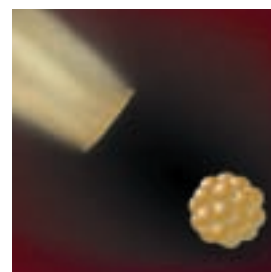


**Les rayons cosmiques**

54

par James Cronin, Thomas Gaisser et Simon Swordy

Ces noyaux atomiques provenant de l'espace ont une énergie supérieure à celle que pourraient communiquer les plus gros accélérateurs de particules. Les astrophysiciens recherchent leur origine.



**La maladie de Parkinson**

60

par Moussa Youdim et Peter Riederer

Les radicaux libres, des molécules extrêmement réactives, participeraient à la dégénérescence des neurones responsables de cette maladie fréquente.



## Des animaux transgéniques produisent des médicaments

70

par W. Velander, H. Lubon  
et W. Drohan

Les femelles de mammifères qui ont été dotées de gènes humains produisent dans leur lait des protéines humaines que l'on peut utiliser comme médicaments.



## Comment les aveugles dessinent

76

par John Kennedy

Pour dessiner, les aveugles utilisent les mêmes conventions que ceux qui voient. L'analyse des dessins exécutés par les aveugles révèle que le cerveau traite de la même façon des informations provenant de la vue et du toucher.



## Les réfrigérateurs d'Einstein et de Szilard

82

par Gene Dannen

Dans les années 1920, deux physiciens théoriciens visionnaires unirent leurs efforts pour perfectionner les réfrigérateurs domestiques.



## Le petit père Hadamard

88

par Laurent Schwartz

Prototype du savant distrait, le mathématicien Jacques Hadamard fut au cœur de l'activité mathématique française pendant presque un siècle.



## Le centenaire du théorème des nombres premiers

93

par Michel Balazard

En 1896, Jacques Hadamard et Charles-Jean de la Vallée-Poussin démontrent indépendamment le théorème des nombres premiers.

## L. Schwartz, Hadamard, et les druides

Le mathématicien Laurent Schwartz est une figure emblématique. Politique, il a su, alors qu'il était professeur à l'École Polytechnique, s'opposer à la répression en Algérie et combattre, sa vie durant, les abus de pouvoirs des institutions. Mathématicien, il fut membre de Bourbaki et reçut la plus haute récompense du monde mathématique, la médaille Fields. Les 10 000 étudiants à qui il a enseigné les distributions témoignent de ses qualités de professeur. Qualités quelquefois trompeuses : ses élèves avaient le sentiment de tout comprendre pendant le cours, mais le retour à la réalité des notes (aux deux sens du mot) amenait des traumatismes.

Aussi, qui d'autre que Laurent Schwartz (Voir *Le petit père Hadamard*, page 88) pourrait-il mieux décrire la vie et l'œuvre de Jacques Hadamard, son grand-oncle ? Jacques Hadamard était une figure colorée, puisque, selon certains, il aurait servi de modèle au Savant Cosinus, immortalisé par Christophe. Jacques Hadamard a marqué son époque, d'abord par son séminaire, en un temps où les travaux français étaient trop isolés et où ce séminaire constituait une des rares ouvertures vers l'univers mathématique international, ensuite par quelques articles qui ont fait sa gloire : la convergence des séries de Taylor, le théorème sur la raréfaction des nombres premiers et son analyse des problèmes sensibles aux conditions initiales. Ces derniers problèmes ont eu les prolongements que l'on connaît dans la théorie actuelle du chaos.

Le druide est une figure mythique de notre folklore. Il a longtemps symbolisé, une sagesse antérieure au christianisme, un culte de la nature exprimé par des cérémonies de cueillette qui s'apparentent à la recherche des herbes médicinales, et la résistance contre l'envahisseur romain.

La réalité est modulée : les druides étaient aussi des administrateurs. Certains ont collaboré avec les Romains avant l'inévitable conflit de pouvoir qui entraînera leur perte, et ils partageaient avec les envahisseurs, nombre de traditions culturelles, des sacrifices d'animaux au culte des morts (voir *Le pouvoir des druides*, page 38).

Philippe BOULANGER

## Au quatrième top-model

**D**éjà l'an 2000 s'estompe dans le passé...

Voici quelques années, le Centre Pompidou a installé un immense dispositif lumineux indiquant à chaque instant le nombre de secondes qui nous séparent de l'instant 0 de l'an 2000. Au début, cette belle démonstration de notre puissance fut une attraction. Ce gadget – mesurer une durée de plusieurs années à l'aide de l'unité la moins adaptée à cela – était absolument inutile et inutilisable, parfaitement puéril, mais nous avions la volonté tant technique que financière de la réaliser quand même.

Aujourd'hui, ce dispositif n'attire plus guère le regard ; c'est tout juste s'il ne disparaît pas derrière les aguichants placards publicitaires de la mode féminine. Si ça se trouve, il n'y aura personne devant lui pour contempler la survenue du 0 fatidique quand le compte à rebours s'achèvera.

## Rigueur autoréférentielle

**V**ous lisez un ouvrage dont certaines positions diffèrent des vôtres. Vous dites : « Quand l'auteur affirme ceci, je puis le suivre à la rigueur. Mais quand il en déduit cela, je ne suis absolument plus d'accord. »

Que signifie l'expression « à la rigueur » au début de votre propos ? Elle signifie « sans rigueur ». Vous pouvez accepter la position du livre, à condition de ne pas regarder de près ses conséquences.

Que la signification d'une expression se change en son opposé est banal. En général, les superlatifs en font les frais. Au XVII<sup>e</sup> siècle, le mot « formidable » – conformément à son étymologie – évoquait la peur ; dans ma jeunesse, il désignait au contraire ce qui est attirant, « super » ; je ne sais s'il garde un sens aujourd'hui.

Il y a des mots qui devraient donner l'exemple, et ne pas être sujet aux dérives langagières promises aux vulgaires superlatifs. Que « rigueur » se comporte avec rigueur ! Instaurons donc une commission de discipline chargée de surveiller et punir les mots qui se montrent indignes de la haute mission qui est la leur.

À titre de châtement, et pour une durée de six mois, le mot « rigueur » sera orthographié ryghœurre.

## Un exemple riche

**M**y tailor is rich. C'est sûrement vrai : depuis le temps qu'on le dit ! Je serais curieux de savoir quel « fait de société » a jadis rendu populaire pareille formulation. Voici cependant une autre phrase qui, quoique plus difficile à prononcer pour un francophone, mériterait de devenir elle aussi légendaire : *My dictionary is rich*.

Le Dictionnaire français-anglais et anglais-français de *Robert & Collins* est bien fait. Pour aider l'utilisateur à mieux saisir le sens des mots et la façon de les employer dans la langue étrangère, il recourt à de nombreux exemples tirés des

situations les plus familières. Ainsi, allons voir au verbe *to realize*. Les deux principales traductions en français sont : se rendre compte ; réaliser (au sens financier du terme). Exemple d'emploi : *How much did your Rembrandt realize ?* Phrase que le dictionnaire traduit fort dignement par : Combien votre Rembrandt vous a-t-il rapporté ? (Volontiers familier, j'aurais plutôt traduit par : T'en as tiré combien, de ton Rembrandt ?, mais je ne suis pas homme à donner des leçons au *Robert & Collins*.)

Pareille « mise en situation » relève-t-elle de l'humour anglais ? Non. L'équipe qui a rédigé le dictionnaire est au-dessus de tout soupçon, puisqu'elle comporte autant de Français que d'Anglais. Jamais les premiers n'auraient laissé les seconds donner libre cours à une fantaisie trop marquée par leur esprit national. La phrase est à prendre au sérieux. C'est donc le moment ou jamais de recourir à un anglicisme et de s'étonner : « Un Rembrandt ? Mazette ! Je n'avais pas réalisé à quel point ça enrichissait, d'écrire un dictionnaire. »

## Balivernes de publicitaire

**D**ans son ouvrage finement intitulé *Le futur a de l'avenir* (éditions Ramsay, 1996), Jacques Séguéla semble ignorer la prudence et le conditionnel. Pour décrire l'avenir, il recourt à une espèce de « futur passé », temps cher à ceux pour qui l'avenir n'a plus de secrets.

Ainsi : « Les langues s'apprendront en réalité virtuelle, les élèves étant directement immergés dans le pays correspondant. L'histoire remontera le temps en image ; la géographie vous emmènera au bout du monde ; les mathématiques se feront ludiques ; la chimie et la physique vous plongeront en direct dans les grandes inventions. Vous serez un jour Lavoisier, un jour Marconi, un jour Einstein » (p. 247). Certaines « prévisions » de Séguéla sont si délirantes que le lecteur en vient à se dire que non, ce n'est pas possible : pour pouvoir écrire des balivernes de ce calibre, il faut qu'il y croie !

Séguéla manie également le présent de l'indicatif. Ainsi, un chapitre s'intitule : « Savoir n'est pas savoir si personne ne sait que l'on sait » – titre qui, dans la table des matières, se transforme en : « Savoir n'est pas savoir, si personne ne sait ce que l'on sait ». Ô livre hâtif et profonde remarque !

## «Chacun sait que...»

**L**a fréquence de cette constatation le prouve : Chacun est omniscient. Chacun sait ceci. Chacun sait cela... Chacun sait tout !

En quelle circonstance un auteur recourt-il à l'expression « Chacun sait que... » ? Lorsqu'il est sur le point de rappeler un fait dont personne n'a jamais entendu parler, sauf deux individus : lui-même, et l'un de ses collègues devant lequel il ne veut surtout pas avoir l'air de découvrir aujourd'hui ce que le collègue savait hier.

« Chacun sait que la légende de saint Laurent sur son gril provient d'une erreur de scribe médiéval qui, recopiant un manuscrit, a sauté distraitemment une page et est ainsi passé, sans transition, d'une vie de saint à une recette de cuisine », lit-on dans un ouvrage de Jacques Roubaud (*Mathématique*, éditions du Seuil, 1997, p. 250). L'information est savoureuse (c'est le cas de le dire). Pour une fois, le sourire se substitue à l'horreur : mieux vaut être confondu avec une recette que subir le supplice du gril. Mais...

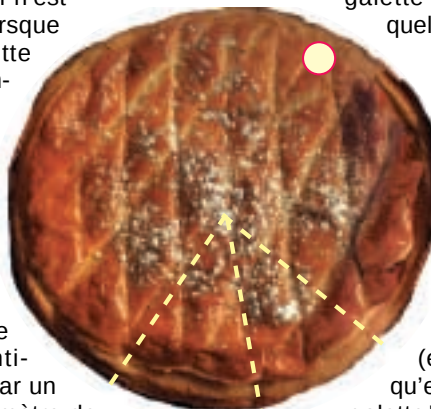
Mais... Chacun sait que Jacques Roubaud n'est pas ennemi des facéties ! Son explication a un petit côté « trop vraisemblable pour être vraie » qui me tracasse... Je ne sais que croire... Alors ? Je ne vois qu'une solution pour sortir de ma perplexité : demander à Chacun, la prochaine fois que je le rencontrerai.

# JEU-CONCOURS

## N°33

### GALETTE ET PROBABILITÉ

À l'Épiphanie, rien n'est plus agaçant, lorsque l'on coupe la galette des rois, que de tomber sur la fève. C'est pourquoi nous chercherons ce mois-ci la probabilité d'éviter ce désagrément. Pour cela, nous modéliserons la galette par un disque de rayon 20 centimètres et la fève par un disque de un centimètre de rayon que le boulanger aura pris soin de disposer tangent à la périphérie du disque. Si l'on découpe cette galette en dix parties égales, quelle est la probabilité que l'on évite la fève?



galette de rayon minimum, quel devra être ce rayon? Enfin, hors concours, j'invite les lecteurs à rechercher la probabilité moyenne d'éviter la fève si le boulanger place la fève de un centimètre de façon aléatoire équiprobable dans la galette (en évitant cependant qu'elle ne dépasse de la galette!) de rayon 20 centimètres que l'on découpe pour dix personnes.

**Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de mars 1997 dix gagnants tirés au sort recevront un livre de la Bibliothèque Pour la Science.**

Maintenant plaçons-nous du point de vue du boulanger dont un client mathématicien lui commande une galette pour dix personnes, telle qu'il ait neuf chances sur dix de la découper sans rencontrer la fève. Si ce client de surcroît est écossais et exige une

### RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°31

Vue l'ampleur du nombre de bonnes réponses, il ne fait aucun doute que les lecteurs de *Pour la Science* feraient d'excellents chefs de gare! Pour ceux qui n'ont pas voulu révéler leur talent caché, voici la solution. On part de la remarque suivante : si  $n$  est le numéro de la première locomotive du convoi à former, il faut rentrer d'abord les locomotives de 1 à  $n$  sur la voie principale, puis sortir  $n$  par la droite. Maintenant si le numéro de la deuxième locomotive du convoi à former est l'un des nombres 2, 3 ...  $n-2$ , on ne pourra le faire car les locomotives 1 et  $n-1$  empêcheront de la sortir. Ainsi, si le convoi commence par 5 suivi de 3, on ne pourra la sortir car  $1 < 3 < 4$ , d'où les six impossibilités 53(124).

En exploitant systématiquement cette idée, on trouve facilement les

solutions, soit 53(124), 52(134), 542(13), 513(24), 42(135), 452(13), 352(14), 253(14) et 153(24). Bien qu'il ne soit pas évident que cette procédure couvre tous les cas d'impossibilités, le fait que leur nombre est de 30 nous garantit que ce sont les seuls, car il existe une formule de récurrence donnant le nombre  $a_n$  de convois possibles de  $n$  locomotives qui est la suivante :  $na_n = 3(2n-3)a_{n-1} - (n-3)a_{n-2}$   $n \geq 2$ . À ce sujet, Madame Asquin a trouvé la formule explicite suivante :

$$a_n = \frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^{n-2} \binom{n-1}{i} \binom{n-1}{i+1} 2^{i+1}$$

où  $\binom{n}{i}$  est le coefficient binomial égal à :

$$\frac{n!}{(n-i)! i!}$$

## Réponse mathématique

**D**idier Nordon m'a fait l'honneur de commenter la page de couverture de mon récent ouvrage sur les mathématiques (voir *Bloc-notes, Pour la Science*, janvier 1997). Comment peut-on publier des lignes aussi fielleuses que vides sur le fond ? Est-ce le titre qui fait la valeur d'un ouvrage ou bien ce qu'il tente d'apporter au lecteur ?

Celui-ci verra que je me suis efforcé de défendre les mathématiques, parfois injustement attaquées, et de les promouvoir. M'appuyant sur les écrits d'Henri Poincaré, j'ai notamment rappelé leur intérêt essentiel pour la formation de l'esprit. Je me suis efforcé de les faire comprendre et accepter, soit en décrivant de manière littéraire plusieurs de leurs aspects, soit en essayant d'apporter, de façon aussi peu formelle que possible, des compléments d'intelligibilité à certains chapitres de base de l'enseignement.

Le titre original, *Essais sur l'intelligibilité des mathématiques*, est devenu, de manière plus sobre, *Comprendre les mathématiques*. Le titre de ce livre et son sous-titre n'ont pas choqué les mathématiciens ni les philosophes, académiciens ou non, français ou non, qui m'avaient adressé un courrier fort agréable à lire.

C.P. BRUTER, Gometz-le-Châtel

## Réponse de Didier Nordon

C.P. Bruter ne répond pas aux critiques que je formulais. Son livre est un cours de géométrie classique – niveau seconde année de Premier Cycle universitaire – précédé d'un essai d'une soixantaine de pages. Ni le cours ni l'essai ne me semblent à la hauteur de l'extrême ambition affichée tant par le titre, *Comprendre les mathématiques*, que par le sous-titre, «Les 10 notions fondamentales».

## La rigidité du poil

**F**rançois Pérégé écrit, dans *Le pinceau du peintre* (voir *Pour la Science*, janvier 1997), que «la mélanine rigidifie la structure et détermine ainsi la nervosité et l'élasticité du poil». Si certains poils blancs sont considérés comme plus souples par les peintres, on ne peut en déduire que la mélanine contrôle la souplesse du poil.

Le poil des mammifères, tel le cheveu humain, est un tube de kératine empli d'une moelle souple et dont les parois sont formées de deux couches. La couche externe est constituée de six épaisseurs de cellules disposées en un arrangement régulier, comme les

tuiles d'une toiture. La couche interne est constituée de faisceaux cylindriques, parallèles au grand axe du cheveu, qui ne sont pas cohérents entre eux. La rigidité du poil est due à l'interaction de ses trois parties.

La mélanine est un pigment synthétisé dans le bulbe pileux et transmis aux cellules qui se différencient petit à petit pour former la tige pileuse. Elle est stockée dans de petites pelotes nommées mélanosomes. La richesse en pigments et le type de mélanine produite déterminent la couleur du cheveu. La mélanine ne participe pas à la rigidité du poil.

Philippe DEPREZ

## Réponse de François Pérégé

**M. Pomarède, de l'Université de Montpellier, qui a travaillé sur les couleurs des oiseaux, signale que la mélanine rigidifie les plumes. Il me semble logique qu'elle rigidifie aussi les poils. L'eumélanine, noire, est un polymère qui se présente en pelotes, en bâtonnets ou en fuseaux, et s'incruste de manière plus ou moins homogène entre les faisceaux de microfibrilles de kératine. En mécanique des matériaux composites, des granules dispersés dans un faisceau de fibres parallèles apportent de la rigidité.**

La structure du poil intervient toutefois aussi. Sinon, pourquoi le poil de la martre kolinski serait-il si rigide, alors qu'il ne contient que de la phaéomélanine, qui ne se présente pas en grosses molécules ?

## Véhicules et carburants

**S**elon Daniel Sperling, le gaz naturel ou le gaz de pétrole liquéfié ne réduisent pas beaucoup les émissions polluantes des véhicules (voir *Les véhicules électriques*, *Pour la Science*, janvier 1997). Toutefois, les principaux composants de ces carburants sont le méthane, le propane et le butane, alcanes légers dont la combustion, correctement menée, ne dégage presque pas de monoxyde de carbone. Contrairement aux essences actuelles, ils ne contiennent ni composés aromatiques ni plomb. On peut facilement supprimer le soufre qui leur est ajouté comme marqueur odorant.

Olivier BOUTRY, Arnouville-lès-Gonesse

**L**a principale difficulté à surmonter pour la généralisation des véhicules électriques est leur faible autonomie et la durée de recharge des batteries. Si l'on calcule le rapport entre l'autonomie et le temps de recharge pour les différentes énergies, on

obtient 4 200 kilomètres par heure pour une voiture à essence, et huit kilomètres par heure pour les véhicules électriques actuels. Il serait souhaitable d'atteindre 25 kilomètres par heure pour un véhicule de livraison urbain, et au moins 200 pour un véhicule routier. Si l'on divise ce rapport par le poids de l'énergie embarquée (carburant ou batterie), un véhicule à essence est 2 000 fois plus performant qu'un véhicule électrique.

Guy BARTHAS, Boulogne Billancourt

## Double hélice

**D**ans *Les inattendus de la double hélice* (voir *Pour la Science*, janvier 1997), Jean Rossier retrace la naissance de la biologie moléculaire. Je souhaite compléter cet historique.

Est-il certain qu'Avery «ne croyait pas tellement lui-même» en la signification de ses travaux sur le principe transformant du pneumocoque ? Avery était modeste, et il a été prudent, dans ses publications scientifiques, sur les interprétations de ses travaux, mais sa correspondance atteste qu'il pensait avoir montré que le principe transformant, l'ADN, était le principe des virus et des gènes. On ne saurait lui reprocher sa prudence quand, à la même époque, George Beadle, le découvreur de la fonction primaire du gène, la synthèse des protéines, tout en connaissant et citant les travaux d'Avery, maintenait que le gène était probablement constitué de protéines «ou peut-être de nucléoprotéines».

Que «Jim Watson était encore plus mauvais expérimentateur que Francis Crick, si c'est possible» est une opinion discutable. Les travaux de génétique microbienne que J. Watson a réalisés au Cold Spring Harbor, avant son séjour à Cambridge, et ceux qu'il a réalisés après ce séjour, ne sont pas le fait d'un mauvais expérimentateur. Il est en effet l'un de ceux qui, en concurrence avec Sidney Brenner et François Jacob, et par une autre méthode, ont mis en évidence physiquement (ou biochimiquement) l'ARN messager prédit par F. Jacob et Jacques Monod. Quant à F. Crick, c'est essentiellement un théoricien. Il semblerait qu'il n'ait, de ses mains, réalisé qu'une expérience «de pailleasse», mais quelle expérience ! C'est, en collaboration avec S. Brenner, la magnifique expérience de génétique du phage démontrant que le code génétique est constitué de «codons», formés de «triplets de bases» (succession de trois bases) non chevauchants.

Jean DEUTSCH, Paris