

■ POUR LA

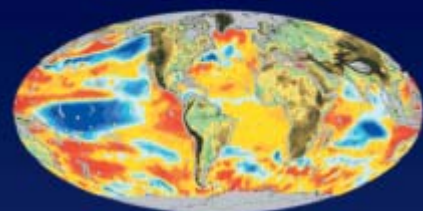
# SCIENCE

Août 2001

Édition française de Scientific American

## PÉTRA la cité de l'encens

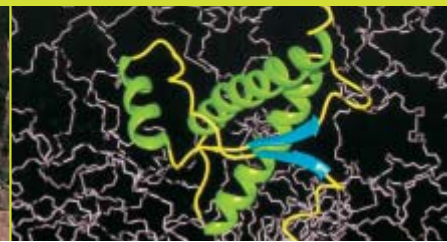
Les caprices des marées



Les plus vieilles étoiles



Les maladies à prions



Canada : \$ 8,95 / Belgique : 285FB / Suisse : 11,20FS

M 2687 - 286 - 39,00 F



## BLOC-NOTES

de Didier Nordon

2



## SCIENCE ET ÉCONOMIE

### Coûteux snobismes

par Ivar Ekeland

3

## TRIBUNE DES LECTEURS

4

## SCIENCE ET GASTRONOMIE

### Le secret du pain

par Hervé This

5



## POINT DE VUE

### Grave laxisme universitaire

par Jean-Pierre Kahane

7



## PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

### La volcanologie au XVIII<sup>e</sup> siècle

par Kenneth Taylor

8



## PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

■ Prise de conscience ■ Homme et machine face aux Dames ■ Billes liquides ■ Le compteur des abeilles

■ Prélude aux éruptions ■ Un scribe moléculaire ■ Des réseaux de neurones auto-organisés ■ Bouillants noyaux ■ Des planètes aux orbites chaotiques ■ L'arche de Noé des vertébrés

12



## LOGIQUE ET CALCUL

### Les premiers carrés tétra et pentamagiques

par Christian Boyer

98

## ÉNIGMATH

### Oracle, ô des espoirs!

par Dennis Shasha

103



## ART ET SCIENCE

### Mathématiques dodécaphoniques

par Carlota Simoes

104



## IDÉES DE PHYSIQUE

### Chevaucher les ondes

par Roland Lehoucq, Jean-Michel Courty

106



## ANALYSES DE LIVRES

■ L'Univers chiffonné, de Jean-Pierre Luminet

■ *Enfant et raisonnement : le développement*

*cognitif de l'enfant*, de Robert Siegler ■ *Chercher. Jours après jours, les aventuriers du savoir*, Sous la direction de Jean-François Sabouret et Paul Caro ■ *Kala-azar, chroniques indiennes d'une épidémie*, de Robert Desowitz ■ *Pour une archéologie du geste*, de Sophie A. de Beaune ■

108

2 encarts d'abonnement entre les pages 16 et 18, encart broché service lecteurs et carte d'abonnement entre les pages 96 et 97.

## DOSSIER

Grâce aux données recueillies par les marégraphes et par les satellites, les marées, qui ne sont pas périodiques, sont désormais modélisées avec précision.

### Les caprices des marées

24

par Bernard Simon

### L'origine de l'élévation du niveau des océans

33

par Ch. Genthon, C. Ritz et Ch. Vincent

## Pétra, une capitale aux confins du désert

34

par Robert Wenning

Longtemps tenus pour d'insignifiants imitateurs des Grecs, les Nabatéens ont fondé une civilisation arabe originale et prospère grâce au commerce de l'encens.



## Le vol des insectes

42

par Michael Dickinson

Le vol stationnaire des insectes résulte d'une combinaison d'effets aérodynamiques élucidés par un modèle utilisant les lois de la similitude.

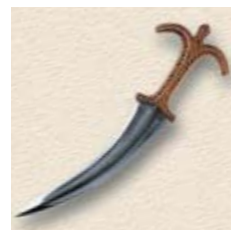


## Le mystère des épées de Damas

48

par John Verhoeven

Le secret de l'acier de Damas, perdu au XIX<sup>e</sup> siècle, semble avoir été retrouvé grâce à diverses expériences récentes de métallurgie.



## L'âge des plus anciennes étoiles

60

par Brian Chaboyer

Les plus anciennes étoiles de la galaxie semblaient plus âgées que l'Univers. Ce paradoxe est enfin levé grâce aux données fournies par le satellite *Hipparcos* et aux progrès de la physique stellaire.

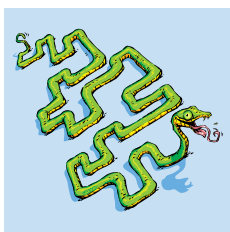


## Les chemins aléatoires

68

par Wendelin Werner

Physiciens et mathématiciens progressent conjointement dans l'étude des courbes planes qui cheminent de façon hasardeuse. Une conjecture de Benoît Mandelbrot a été élucidée.

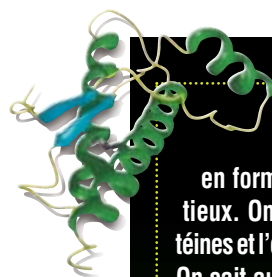
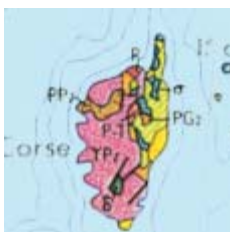


## L'autonomie (géologique) de la Corse

76

par Maurice Mattauer

D'origine espagnole, la Corse a été française et continentale. Elle a également subi des influences italiennes. Actuellement, elle se rapproche lentement du continent européen.



### DOSSIER

Les protéines PrP synthétisées naturellement par les organismes vivants se transforment en formes pathogènes en présence de prions infectieux. On a élucidé la forme de plusieurs de ces protéines et l'on mesure à quel point certaines se ressemblent. On sait aujourd'hui les produire dans des cultures cellulaires et l'on améliore les tests de détection.

### D'un prion à l'autre

80

par Ralph Zahn

### L'énigme des prions

86

par Manfred Eigen

### Des cellules productrices de prions

92

par Didier Vilette

### L'amplification des prions par PMCA

93

par Claudio Soto



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](http://www.pourlascience.com)

## D'où vient l'inspiration?

Observez les films des premiers essais d'«aérostation». Les pionniers moustachus de l'aéronautique balbutiante battaient frénétiquement les ailes de leur machine volante. Las, quand ils les abaissaient, ils avaient tendance à s'élever, mais quand ils les soulevaient, lors de la seconde partie du mouvement, la machine retombait, des causes opposées produisant des effets inverses. Au total, le résultat était à peu près nul, à quelques sauts de puce près. Les oiseaux ont levé ce paradoxe : ils tournent différemment leurs ailes lors des mouvements ascendants et descendants, ce qui leur permet de briser la fatale symétrie et d'engendrer une force de portance. Le vol stationnaire des insectes (voir pages 42 à 47) est particulièrement intéressant : l'Évolution, pragmatique, a tiré parti d'effets que l'on ne sait expliquer qu'aujourd'hui.

Une question ne semble intéresser personne : faudrait-il, pour progresser techniquement, étudier, puis imiter la nature?

Ou écouter ses collègues, comme l'illustre la genèse des nouveaux carrés tétramagiques et pentamagiques. Les lecteurs de *Pour la Science* connaissent les carrés magiques de  $n$  cases de côté, où les sommes des lignes, des colonnes et des diagonales sont toutes égales. Il existe aussi des carrés bimagiques où les sommes, non seulement des nombres, mais aussi de leurs carrés, sont égales dans les directions mentionnées et n'est-ce pas étonnant, des carrés trimagiques (les différentes sommes des cubes sont aussi égales) découverts par le général Eutrope Cazalas dans les années 1930.

Yves Roussel, pour promouvoir les mathématiques, désirait faire une affiche d'un carré trimagique. Christian Boyer eut la charge de vérifier les propriétés de ce carré. La tâche accomplie, il interrogea un professeur de mathématiques, André Viricel, pour connaître un meilleur moyen informatique de vérifier et de calculer les carrés magiques. Après quelques discussions théoriques et tâtonnements informatiques, Christian Boyer passa du stade de néophyte à celui de spécialiste, puis à celui d'inventeur. Les carrés tétramagiques ont ainsi été découverts et, pendant que l'article sur ces carrés tétramagiques était édité, il a fabriqué les carrés pentamagiques, juste à temps pour modifier l'article et le titre (voir pages 98 à 102).

Philippe BOULANGER



# BLOC-NOTES

**DIDIER NORDON**

## Les poubelles de l'histoire

**L**a critique rend compte d'un ouvrage historique portant sur une période connue : «il offre beaucoup de nouveau». S'agit-il d'un compliment? Résolument oui!

*A priori*, l'idée qu'on pourrait se faire d'un ouvrage d'histoire réussi, c'est qu'il n'y ait dedans rien de nouveau et qu'il ne contienne que du vieux garanti strictement authentique. En fait, ce que nous voulons, là comme partout, c'est du nouveau. Plus encore, peut-être, que l'éventuelle mise à jour d'éléments inconnus, nous attendons que son regard soit le nôtre, c'est-à-dire surtout pas celui de nos maîtres de la génération précédente! Maîtres aimés et respectés, nul n'en doute, mais par rapport auxquels nous tenons à nous affirmer. Pourquoi diable irions-nous nous intéresser à quelque époque révolue, sinon pour l'interpréter à notre façon? On ne voit le passé qu'avec des yeux présents. L'anachronisme est une condition *sine qua non* de l'histoire. Et il en est un grand plaisir.



## Les intimidations dangereuses

**E**n matière de débat d'idées, il existe une arme absolue et d'usage facile. Votre adversaire affirme-t-il quelque position qui vous déplaît? Prenez un air soucieux et déclarez gravement : «C'est très dangereux, ce que vous soutenez là». Vous êtes sûr de marquer le point. En effet :

1. Personne ne veut apparaître comme celui dont l'attitude risque de causer du mal.

2. Toute position est grosse de dangers. Il suffit de la pousser à l'extrême, phénomène qui finit toujours par se produire (c'est une leçon constante de l'histoire). On massacre au nom de l'amour universel ; l'attachement à la patrie dégénère en nationalisme meurtrier ; le culte exclusif de la raison conduit à un sectarisme



irrationnel ; la méfiance vis-à-vis des institutions connaît des dérives sanglantes, etc.

Donc, pour river son clou à un adversaire, outrez imperceptiblement sa position, juste assez pour mettre en évidence les dangers qu'elle recèle nécessairement. Montrez-vous alors choqué par eux, affecté. Et vous voilà dans le rôle de l'humaniste, lui dans le rôle du fauteur de troubles : la victoire est pour vous.

Évidemment, cette arme infallible tend à tuer tout débat. Mais que voulez-vous? Les armes aussi sont dangereuses.

## Libertaires et gaspilleurs

**D**epuis 1791 et la Déclaration des droits de l'homme, nous revendiquons des droits toujours plus variés : droit à la différence, au logement, au savoir, à la santé, etc. Un jour, nous réclamerons le droit au droit.

Pourtant, il existe un droit que personne ne perçoit comme tel, donc que personne ne revendique : gaspiller. Au contraire, chacun s'accorde à condamner le gaspillage. Quel contresens! Gaspiller fait partie des droits fondamentaux. Car il n'y a pas d'alternative.



Soit vivre dans une misère sur laquelle plane sans cesse la menace de la famine, soit pouvoir se permettre de gaspiller de temps en temps. Loin d'être un crime contre l'écologie, gaspiller est le premier acte de liberté pour se prouver qu'on n'est pas réduit aux besoins immédiats de la survie quotidienne, pour montrer et se montrer qu'on n'est pas uniquement déterminé par la brutalité des contraintes.

Certes, il est choquant que certains gaspillent plus que d'autres. Il faut réclamer un droit au gaspillage égal pour tous.

## Pro-camusards et sartroux

**L'**accusation revient comme une ritournelle : «Où sont les Sartre? Où sont les Camus? Nous n'avons plus de grands écrivains, plus de grands penseurs.» Si vous tentez d'objecter que tout n'est peut-être pas si sombre, on a beau jeu de vous clouer le bec : «Ah? Citez-moi donc un grand nom.»

Le fait est : personne, actuellement, ne règne en maître. Mais pour en déduire qu'aucune œuvre majeure n'est en cours, jugement radical, il faudrait lire tous les auteurs, ceux qui ont déjà une audience comme ceux qui n'en ont pas. Alors, et seulement alors, on serait en droit



de dire, éventuellement, que ce n'est que justice si nul ne tient le rôle du génie immortel.

Rien de tel, bien entendu. On ne peut pas tout lire. Le verdict de décadence est porté par des gens qui ne connaissent pas l'ensemble de la production dont ils affirment la médiocrité. Du coup, passent à la trappe des questions intéressantes. L'hégémonie de ceux qui la partageaient était-elle justifiée? Était-elle aussi nette qu'elle paraît l'avoir été? Y a-t-il aujourd'hui des auteurs méconnus qui mériteraient qu'on se batte pour eux? Ceux qui ne parviennent pas à une position dominante échouent-ils par manque de valeur, par manque de chance, ou parce que notre époque, plus sensible aux influences en réseau, est moins sensible aux fortes personnalités?

Déplore la faiblesse actuelle de la création, c'est prendre la banale constatation d'un phénomène social manifeste pour un jugement étayé sur le fond. C'est légitimer le suivisme en tant qu'idéal intellectuel.



# Coûteux snobismes

IVAR EKELAND

**De minimes différences d'appréciation et le suivisme de snobs, riches mais incompetents, augmentent beaucoup le prix des tableaux.**

**C**ombien cela vaut-il ? Il n'est pas de question plus ancienne, ni plus difficile et toute théorie économique se doit d'inclure une théorie de la valeur. Nous nous contentons de références plus vagues, car quelque part dans notre conscience flotte une notion de juste prix. Sans savoir bien justifier nos appréciations, nous nous indignons que des présentateurs de télévision ou des joueurs de football gagnent autant d'argent, et, parallèlement, nous nous émerveillons des prix atteints par des tableaux de maître.

Pourquoi cela ? Le phénomène étant moderne, les économistes classiques ne donnent pas de réponse satisfaisante : du temps d'Adam Smith ou de Karl Marx, il n'y a pas de télévision, les sportifs sont des amateurs, le marché de l'art est réduit et les chanteurs ne se produisent pas dans des stades, mais dans des cabarets.

Parmi les économistes contemporains, Sherwin Rosen, le premier à se pencher sur la question en 1981, analyse le prix des «superstars», Zidane, Madonna ou les deux Michael, Jordan et Jackson. Sa réponse est simple : ils valent ce qu'ils rapportent. À mesure que le sport s'industrialise et que les sportifs deviennent des professionnels, les enjeux financiers augmentent, et il devient essentiel que l'équipe gagne. Foin de la glorieuse incertitude du sport ! Si l'équipe perd, adieu sponsors, supporters et recettes (assistance aux matchs, droits de publicité et de retransmission, droits annexes, liés par exemple à l'utilisation du nom). Dans cette optique, un joueur susceptible de faire la différence et de transformer un match nul en victoire n'a pas de prix – ou plutôt si, il en a un : il vaut exactement ce qu'il rapporte, et un match gagné, si c'est une finale de Coupe d'Europe ou de la NBA, rapporte gros.

Pour être dans cette catégorie, que les Italiens appellent les *fuoriclasse*, point n'est besoin d'être deux ou trois fois meilleur que les autres – il suffit de l'être un peu. Ces considérations expliquent deux phénomènes qui se sont développés ces dernières années : d'une part, la course aux salaires, et aujourd'hui l'es-

sentiel des revenus des clubs va aux joueurs ; d'autre part, le fait que la grille des salaires soit très différenciée, concentrant sur quelques individus des sommes énormes, beaucoup plus importantes que ne le justifierait l'écart de qualité avec des joueurs moins bien lotis.

**P**our les chanteurs, présentateurs et autres artistes de variété, la même analyse s'applique : chacun vaut ce qu'il rapporte. Si deux chanteurs sont en concurrence et si chaque acheteur n'achète qu'un seul disque, le meilleur chanteur ramasse toutes les mises, même s'il n'est qu'un tout petit peu meilleur que l'autre. Si deux émissions passent à la même heure, le présentateur le plus populaire rafle tout l'auditoire, même s'il n'est que légèrement préféré à son rival.

Bien sûr, cette analyse laisse à désirer : d'une part, les goûts peuvent différer et tout le monde ne classe pas les chanteurs ou les présentateurs dans le même ordre ; d'autre part, rares sont ceux assez sûrs de leur goût pour ne pas préférer suivre les goûts d'autrui. Les ventes de disques pop ou le succès des émissions de variétés sont aussi des phénomènes de mode, et il faudrait savoir les analyser comme tels.

C'est ce que font Gary Becker et Ken Murphy dans leur livre *Social Economics* (Harvard University Press), à propos des toiles de maître. Ils prennent l'exemple des Van Gogh et des Monet, et se demandent comment les uns peuvent valoir deux fois plus cher que les autres, alors que nul ne prétend que Van Gogh est deux fois meilleur que Monet. Ils construisent leur réponse en imaginant que la population des acheteurs potentiels soit divisée en deux catégories : d'une part les amateurs, qui font l'opinion, d'autre part les suiveurs, riches désirant placer leur argent et/ou montrer qu'ils ont du goût.

Pour simplifier l'analyse, nous supposons qu'il y a autant d'amateurs que de suiveurs, autant de Van Gogh que de Monet et autant de tableaux que d'acheteurs potentiels.

Le point important est que, du strict point de vue artistique, les uns et les autres n'accordent qu'une légère préférence aux Van Gogh sur les Monet. Cette préférence est toutefois un peu plus marquée chez les amateurs, et ce sont donc eux qui paieront la différence et achèteront les Van Gogh. Mais les suiveurs à la préférence personnelle moins marquée pour Van Gogh ont un travers qui va enclencher un mécanisme diabolique : ils voudraient bien se faire passer pour des amateurs, et donc veulent aussi détenir des Van Gogh. Le prix qu'ils sont prêts à payer pour des Van Gogh est fonction du nombre d'amateurs qui en détiennent.

Si les amateurs se répartissaient également entre les deux peintres, signifiant par là leur indifférence, les suiveurs seraient livrés à leurs propres préférences et il s'établirait, entre les Van Gogh et les Monet, un prix de marché reflétant les goûts artistiques des uns et des autres. Mais comme les amateurs n'achètent que des Van Gogh, la détention d'une œuvre du peintre maudit devient le signe d'appartenance à une catégorie sociale supérieure, et le prix que les suiveurs sont prêts à déboursier pour en faire partie devient alors exorbitant, reflétant toute autre chose que de simples goûts artistiques.

**C'**est bien ce qui se passe. Tous les Van Gogh sont achetés par les amateurs, ce qui les rend éminemment désirables aux yeux des suiveurs et fait monter leur cours à des hauteurs vertigineuses. Mais comme entre les Monet et les Van Gogh la différence est faible, le prix des Van Gogh tire le prix des Monet vers les mêmes sommets. Au final, tous les Van Gogh sont entre les mains des amateurs, qui les paient des prix exorbitants pour les mettre hors de portée des suiveurs, et tous les Monet sont entre les mains des suiveurs, qui les paient des sommes astronomiques parce qu'ils ne sont pas tellement moins bons que des Van Gogh. Si tous les suiveurs devenaient des amateurs, le prix des uns et des autres retomberait à des niveaux plus raisonnables. Le snobisme coûte cher.

# TRIBUNE DES LECTEURS

## La mer et le salé

**D**ans *La catastrophe du Bosphore* (voir *Pour la Science*, juin 2001), Gilles Lericolais invoque un influx réduit d'eau douce dans la mer Noire dû aux glaciations pour expliquer la fermeture de celle-ci à certains moments de son histoire. Toutefois, la découverte de la mer Noire comme lac d'eau douce pose problème dans ce contexte. Pourquoi, une fois séparée de la Méditerranée, la mer Noire aurait-elle vu sa salinité baisser? Comment le sel s'évacuait-il? Peut-être ne s'est-il pas évacué, mais seulement dilué dans un plus grand volume d'eau. Cependant, la variation de volume d'eau de la mer Noire est faible, car le niveau est limité par la hauteur du Bosphore. De plus, dans cette hypothèse, les conditions lacustres auraient prévalu en surface et pas en profondeur. À long terme, les fleuves d'eau douce amènent des minéraux et augmentent le contenu en sel. Il faut donc penser à un mécanisme de drainage du sel de la mer Noire soit ponctuellement lors de sa séparation de la Méditerranée, soit peut-être en permanence par écoulement dans une Méditerranée fermée de l'Atlantique, dont le niveau aurait baissé par évaporation.

Reinhold BRUECKNER, Orléans

## Réponse de Gilles Lericolais

**L**es études de la sédimentation montrent que la mer Noire a connu l'eau douce à plusieurs reprises au cours du Quaternaire (depuis 2, 5 millions d'années) et que ces périodes alternent avec des conditions saumâtres équivalentes à celle que nous connaissons aujourd'hui (salinité de 18 pour mille, moitié moins qu'un océan). Comment expliquer cet état de faits? Et pourquoi la mer Noire, la mer Caspienne et la mer d'Aral n'ont-elles pas les mêmes conditions de salinité? Pour cela, il faut remonter à plus de 200 millions d'années. Au début du Jurassique, sur l'emplacement de la chaîne alpine, existait un vaste océan (la Téthys) s'ouvrant vers le Pacifique. La mer Noire est un bassin formé lors d'une subduction vers le Nord de la Téthys qui sera comblé par d'épaisses séries sédimentaires atteignant 15 kilomètres d'épaisseur. Ensuite, jusqu'à la fin du Secondaire, l'océan téthysien se ferme sous l'action de la collision entre les plaques arabe et eurasiennne donnant naissance à une suite de bassins sédimentaires d'axe Est-Ouest s'étendant de l'Autriche-Hongrie à l'Asie centrale, isolant ainsi au Crétacé supérieur (96 à 65 millions d'années) la mer Paratéthys. Au Tertiaire, cette mer regroupant la mer Noire et la mer Caspienne s'isole de l'océan; l'apport des fleuves en eau douce préserve de l'évaporation ce vaste ensemble et en dimi-

nue la salinité. Les grandes variations glaciaires, jouant sur la calotte de l'hémisphère Nord et qui débutent dès la fin du Pliocène (vers 3,2 millions d'années), affectent une grande partie de l'Europe et de l'Ouest sibérien. Au gré des cycles glaciaires/interglaciaires, la sédimentation de la mer Noire est alternativement lacustre et marine (selon que le Bosphore permet ou non les échanges avec la Méditerranée et l'océan global). En effet, la mer Noire est le réceptacle des plus grands fleuves d'Europe, qui lors des périodes glaciaires sont alimentés par de nombreux fleuves supplémentaires, coulant actuellement vers le Nord (Elbe, Vistule...), le cours de ces fleuves étant dévié par la calotte glaciaire descendant jusqu'aux rives de la Pologne. La mer Noire reçoit une importante quantité d'eau douce lors des périodes glaciaires et au moment de la fonte. Cet apport diminue à partir du moment où la calotte glaciaire libère les mers du Nord, Baltique, Blanche et de Kara. Donc au cours des périodes froides, le niveau des mers et des océans baisse, isolant notamment la mer Noire; celle-ci est alimentée par de nombreux cours d'eau lui apportant un flux d'eau douce important. Les périodes froides ont toujours été plus longues que les périodes chaudes, et les périodes de fonte produisent énormément d'eau douce. On comprend très bien que depuis trois millions d'années le bilan soit en faveur de l'eau douce. Nous sommes actuellement en période chaude, la mer Noire est connectée à la Méditerranée et, pourtant, la salinité de la mer Noire n'est que de 18 pour mille (elle est saumâtre!). Dès la reconnexion, un jeu de densités se produit également, les eaux salées plus lourdes tombent au fond et l'eau douce initiale de la mer Noire se retrouve en surface.

## Oubli du plan incliné belge

**D**ans l'article *La poussée d'Archimède* de Roland Lehoucq et Jean-Michel Courty (voir *Pour la Science*, juin 2001), les auteurs indiquent, dans la légende de la deuxième figure, que le «plan incliné» de Saint-Louis-Arzviller, en Lorraine, est unique en son genre en Europe. Cette affirmation doit être nuancée. Le plan incliné de Ronquières, en Belgique (sur le canal Charleroi - Bruxelles), fonctionne sur le même principe depuis plusieurs dizaines d'années. Il est même plus important que son voisin de Lorraine. La différence de niveau est de 68 mètres contre 44. Les bateaux transportés peuvent peser 1 350 tonnes contre 900. Ce plan incliné a une particularité : le contrepoids est constitué par un second bac, si bien qu'il est possible de faire, en même temps, monter et descendre des bateaux.

Paul GOUVERNEUR,  
Mont-Saint-Guibert (Belgique)

## Fin d'une Lune de miel?

**C'**est avec intérêt que j'ai lu *Les libérations de la Lune* de Eric Bois (voir *Pour la Science*, juillet 2001). Cet article laisse toutefois quelques questions sans réponse : est-ce que la Lune s'éloigne de la Terre depuis la création du couple Terre-Lune? L'accélération de la Lune est-elle constante (quand la lune était plus proche, l'effet était-il plus important)? L'énergie nécessaire à l'accélération de la Lune est-elle prise sur l'énergie de rotation de la Terre et, en conséquence, la Terre tourne-t-elle de moins en moins vite?

Louis WILMES,  
Weiler-la-Tour (Luxembourg)

## Réponse de Éric Bois

**L**e mécanisme d'accélération séculaire de la Lune s'effectue à énergie totale constante du système Terre-Lune. La rotation synchrone de la Lune fut très probablement atteinte progressivement à cause des forces de friction développées par les marées, mais elle n'est pas nécessaire pour la mise en place du mécanisme en question. En revanche, il est nécessaire qu'il y ait des forces de marées exercées par la Lune sur la Terre, de telle sorte qu'il se forme un bulbe à l'équateur terrestre en avance sur la direction Terre-Lune. Un bulbe situé exactement selon la direction Terre-Lune ne provoque aucun effet séculaire. C'est l'angle entre la direction du bulbe et la direction Terre-Lune qui est le paramètre décisif dans l'intensité du mécanisme.

En conséquence directe de ce mécanisme lié aux marées, il se produit un ralentissement séculaire de la rotation de la Terre sur elle-même. Toutefois, à force d'éloignement de la Lune, il arrivera une distance Terre-Lune critique où l'action du Soleil viendra «contrarier» le mécanisme d'accélération séculaire de la Lune. D'un autre côté, en extrapolant ce mécanisme et son corollaire sur la rotation terrestre, toutes choses étant égales par ailleurs, on est conduit à imaginer un moment où, à force de ralentissement de la rotation de la Terre, la durée du jour terrestre deviendrait égale à la durée du mois lunaire. La Terre tournant sur elle-même dans la même période de temps que la Lune autour de la Terre, il ne pourrait donc plus y avoir d'avance du bulbe et par conséquent d'éloignement séculaire de la Lune.

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@pourlascience.fr](mailto:tribune@pourlascience.fr). Découvrez d'autres contributions de lecteurs sur le site Web [www.pourlascience.com](http://www.pourlascience.com).