



Pour la Science

POUR LA SCIENCE

Août 1999

édition française de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

*Les molécules
des comètes
et des poussières
spatiales*

La vie
vient-elle
de l'espace?



BLOC-NOTES

de Didier Nordon

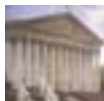
5

JEU-CONCOURS

Palindromie

par Pierre Tougne

6



POINT DE VUE

Pour un vrai dialogue

par Robert Ducluzeau

7

TRIBUNE DES LECTEURS

8



PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Gödel et les limites de la logique

par John Dawson

10



SCIENCE ET GASTRONOMIE

Le verre à vin

par Hervé This

14



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

■ Circulation des billets et conjoncture ■ L'écho des forêts ■ Vieux mais branché ■ Les faiseurs

16

de pluie ■ Un nouveau mécanisme pour l'anesthésie

■ Vision primaire ■ La preuve vidéo? ■ Derrière les barreaux

■ Les dégâts d'un ver ■ Le potassium et le chou

■ Déchets contre déchets ■ Glissements de terrain



VISIONS MATHÉMATIQUES

L'art du pavage

par Ian Stewart

100



IDÉES DE GÉNÉTIQUE

La fin de la lignée humaine?

par Jacques Ninio

106

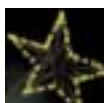


LOGIQUE ET CALCUL

La numérologie du nombre d'or

par Jean-Paul Delahaye

108



SAVOIR TECHNIQUE

Les feux d'artifice

par George Zambelli

115



ANALYSES DE LIVRES

■ L'âge du monde, de Pascal Richet ■ Soleil noir.

116

Histoire et mécanismes des éclipses, de Leïla Haddad

et Alain Cirou ■ Fonds sous-marins de Bretagne, d'Yves Turkiyer,

Camille Lusardi et Maurice Loir ■ Évolution biologique,

de Mark Ridley ■ Itinéraires sauvages. Le guide du voyage

nature et de l'écotourisme, de Christian Weiss

■ Les dendrimères, coordination de Dominique Antoine

Les stratégies de défense des plantes

30

par S. Kauffmann, S. Dorey et B. Fritig

Pour améliorer la protection des plantes, on étudie leurs mécanismes naturels de défense contre les micro-organismes.



Les villes des Mayas

38

par Wolfgang Wurster

Au Nord du Guatemala, en pleine forêt tropicale, les archéologues étudient des villes qui étaient très peuplées à l'époque des conquistadores.



L'organisme distingue la gauche de la droite

46

par J. C. Izpisua Belmonte

L'orientation des organes internes des vertébrés est déterminée par des protéines qui ne sont produites que par un seul côté de l'embryon.

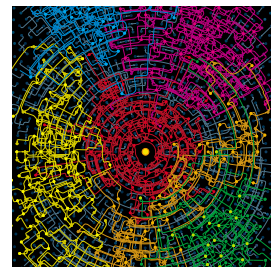


Recherche intelligente sur l'Internet

52

par les membres du Projet *Clever*

La quantité d'informations en ligne sur le réseau Internet a tant augmenté que les outils actuels de recherche manquent d'efficacité.



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

Le Quercy tropical

60

par C. Mourer-Chauviré,
S. Legendre, B. Marandat
et B. Sigé

Au début de l'ère tertiaire, la faune du Sud-Ouest de la France ressemblait à celle des régions tropicales actuelles. Les fossiles révèlent l'histoire du climat sur 35 millions d'années.



Les briques de la vie

70

par Max Bernstein, Scott
Sandford et Louis Allamandola

Les premiers organismes vivants terrestres semblent s'être formés à partir de molécules organiques qui se sont elles-mêmes assemblées au cœur des nuages interstellaires.



Le spin des nucléons

82

par Klaus Rith
et Andreas Schäfer

Grâce à des accélérateurs de particules plus performants, les expériences sur la structure interne des protons et des neutrons ont fait progresser la description théorique de ces particules.



L'Odyssée abrégée

90

par Martin Grötschel
et Manfred Padberg

La recherche du circuit le plus court entre plusieurs villes est le prototype d'une classe importante de problèmes d'optimisation. Parfois cette recherche est si difficile qu'on se contente d'une solution approchée.



Extraterrestres et animaux?

Encore un nouveau coup porté à l'exception terrestre et humaine! Copernic a délogé la Terre de son statut de chef d'orchestre central de l'Univers, le Système solaire a perdu son rôle central dans une galaxie parmi tant d'autres, les astronomes ont décelé l'existence de planètes orbitant autour d'étoiles lointaines et, maintenant, les biologistes montrent que la vie sur la Terre résulte de molécules apportées par les poussières interstellaires (voir *Les briques de la vie*, page 70). Il est alors probable que cette vie s'est formée dans nombre d'autres sites de l'Univers, conclusion qui renforce la banalité de notre existence. Notre pouvoir d'observation démonte une à une les hypothèses liées à la création surnaturelle d'un homme d'exception.

Dans le prolongement de cette idée, le statut animal de l'homme est source d'ambiguïtés. Lors d'un débat sur le lamarckisme et le darwinisme, orchestré dans un restaurant des sciences (*Chez Louise*, cuisine bourgeoise, excellent gamay) par deux ténors de la biologie, André Langaney et Pierre-Henri Gouyon, les réactions du public reflétaient deux refus contradictoires. Non, disaient les participants, l'homme n'a pas un statut différent des autres animaux, car il résulte, comme tous les êtres vivants, d'un processus de sélection darwinienne, mais non, ajoutaient-ils aussitôt, nous ne pouvons pas, nous ne devons pas, appliquer à l'homme les résultats «sociobiologiques» de l'étude des sociétés animales.

La sociobiologie a été la cible d'attaques qui dénonçaient son rôle de cheval de Troie de l'ultralibéralisme. Le statut social, disaient les participants, n'est pas le résultat d'une sélection darwinienne ou culturelle récompensant les meilleurs éléments de la société. La science n'a pas pour but de justifier l'inégalité sociale, grondait la salle. Et nos deux conférenciers d'applaudir l'auditoire...

Ces bars des sciences dénotent une sympathique tendance : ils montrent que le public recherche des lignes d'action fondées sur les connaissances nouvelles, en acceptation ou en refus. Ce qui «gêne», dans ce type de débat, c'est que l'examen porte plus sur les conséquences éventuellement néfastes d'une théorie, que sur sa validité.

Philippe BOULANGER

Sur l'albom de la Comtesse

Lorsqu'un message a un sens apparent et un sens crypté, seul le sens crypté est vrai. Le sens apparent n'est là que pour tromper les nigauds.

C'est ce qui fait la portée fondamentale de l'œuvre de la Comtesse. Quels que soient les événements, la Comtesse, on le sait, réussit à les relater en recourant à des contrepèteries qui, une fois décryptées, ont une connotation sexuelle. Or, *a priori*, il ne va nullement de soi qu'on puisse toujours tout raconter à l'aide de phrases dissimulant des propos sexuels. Ainsi, la Comtesse démontre dans la pratique la thèse que d'autres auteurs n'avaient su énoncer que de façon abstraite, dogmatique. Les actes humains ont un sens apparent que seuls les nigauds prennent pour le vrai ; la vérité cachée derrière, c'est qu'Eros et lui seul, toujours et partout, mène la danse. Freud l'a affirmé, la Comtesse le prouve, même par le titre de sa rubrique, où nous avons ajouté un o pour vous faciliter la tâche.

Milli-maître

Tout le monde a ri de la plaisanterie d'Alphonse Allais se présentant comme champion olympique du millimètre lancé. La plaisanterie fait moins rire si nous songeons que, tous autant que nous sommes, nous sommes fils et filles d'un tel champion. Elle ne doit guère dépasser quelques millimètres, en effet, la distance parcourue par le spermatozoïde vainqueur de la course à l'ovule. Une si petite

distance pour décider de qui va nous faire naître ? Voilà qui est humiliant ! Ça n'aurait pourtant rien coûté à la nature d'imposer un marathon pour sélectionner le spermatozoïde digne de nous engendrer.

Nous sommes le trophée promis au vainqueur (sûrement dopé, en outre) d'une infime compétition sportive – genre de trophée plus souvent en toc qu'en argent massif. Nous sommes bien peu de chose.

Le cavale-vapeur

Dans un roman, Alessandro Baricco évoque la nouveauté radicale que les premières locomotives furent pour les contemporains. Une locomotive ne produisait pas une force, mais «quelque chose dont on n'avait encore qu'une vague idée, quelque chose qui n'y était pas avant : la vitesse. Pas une machine qui fait ce que mille hommes feraient. Une machine qui fait ce qui n'a jamais existé» (*Châteaux de la colère*, Points Seuil, 1997, p. 73).

La rupture avec le passé était-elle si nette ? Oui et non. Le passé n'avait pas dit son dernier mot. Témoin la curieuse expression de «machine haut-le-pied», utilisée encore aujourd'hui pour désigner une locomotive circulant sans aucun wagon accroché derrière elle. Il s'agit d'une image remontant au temps des chevaux : lorsqu'il marche seul, un cheval lève les pattes plus haut que lorsqu'il avance attelé à une charrette. Donc, si rapides et inouïes les premières locomotives étaient-elles, elles rappelaient quand même, avec leurs bielles articulées, les bons vieux chevaux.

Le Soleil a rendez-vous avec la Lune

Contrairement à celles des économistes ou des futurologues, les prévisions des astronomes sont fiables, et la Lune vaincra le Soleil le 11 de ce mois d'août. Au lieu d'en faire un triomphe «éclatant», elle manifesterait sa victoire en éteignant tous les flambeaux dans notre ciel afin de tout plonger, ici-bas, dans la plus noire obscurité. Qu'elle profite vite de sa supériorité : elle ne durera pas. Quelques minutes à peine, et la lune retrouvera, dans la hiérarchie céleste, son statut d'honorable seconde.

Ce sera le moment, pour ceux qui auront assisté à sa fugitive apothéose, de méditer sur un passage, certes plus poétique que scientifique, intitulé «La lune, symbole de l'homme», dû à l'écrivain espagnol Baltasar Gracián (1601-1658). Le voici. «Tout comme le soleil est le clair miroir de Dieu et de ses attributs divins, la lune l'est de l'homme et de ses humaines imperfections : tantôt, elle croît, tantôt, elle diminue ; elle naît, elle meurt ; la voilà battant son plein, puis battue dans son néant, n'ayant jamais d'état permanent. Elle n'a pas de lumière propre, elle n'est reflet que de celle du soleil et la terre l'éclipse quand elle s'interpose entre eux. Ses taches sont d'autant plus visibles qu'elle est plus claire : c'est la dernière des planètes par sa place et par son rang et par son être : elle a plus de pouvoir sur terre qu'au ciel. En sorte qu'elle est changeante, imparfaite, entachée, inférieure, pauvre, triste et tout son mal lui vient de son voisinage avec la Terre.»

Les raisons de la colère

Certains scientifiques, semblables aux amateurs de casse-tête, cherchent pour le plaisir de s'énerver. D'autres n'aiment pas s'énerver, mais cherchent pour trouver, car les enjeux leur semblent importants. Qu'ils aiment ou pas n'y change rien : chercher finit toujours par énerver.

Un énorme chapelet de jurons, une grosse colère ne sont certes pas ce qui se fait de mieux élevé. Toutefois les jurons ou la colère ne sont pas contre-productifs. S'énerver est une façon de se concentrer sur la tâche, de se remobiliser, de regrouper ses forces et son attention en vue d'un assaut renouvelé contre la difficulté.

Dans ces conditions, rien d'étonnant à ce que certains grands de l'histoire des sciences aient eu des caractères épouvantables : Cardan, Galilée, Tycho Brahe, Newton... Il leur a fallu une mauvaise humeur exceptionnelle pour parvenir à surmonter des difficultés exceptionnelles. L'étonnant est au contraire que de bons bougres, comme Einstein ou Poincaré, aient réussi à faire quelque chose dans la vie.

Tous sondés ?

Les sondages sont devenus fréquents. Grande est parmi nous la proportion de ceux qui, une fois ou l'autre, ont joué le rôle de sondés. Combien vaut cette proportion ? Là, l'affaire se corse. Pour déterminer un tel chiffre, la démarche naturelle est de procéder par un sondage, en interrogeant : «Avez-vous été sondé au moins une fois dans votre vie ?», question qui ne peut amener que la réponse : «Oui, maintenant.» À moins que quelqu'un n' imagine une astuce sublime pour contourner la difficulté ci-dessus, jamais nous ne connaîtrons la réponse à la question que je me posais.

Cœurs de lions

Accablé de protestations contre l'enfermement des fauves, le zoo de Vincennes a fermé la fauverie au public. À tort, affirme Jean-Pierre Digard, *Les Français et leurs animaux* (Fayard, 1999) : «De même que les lions et les tigres constituaient un spectacle pour les humains, ces derniers représentaient une distraction pour les fauves, au point que, depuis qu'ils en sont privés, ceux-ci souffrent de troubles de santé dus à l'ennui.»

Ce magazine vous intéresse !



Vous y trouverez :

- ☐ Sciences-actualités
- ☐ L'actualité en astronomie
- ☐ Les actualités biomédicales
- ☐ Nouvelles de l'environnement
- ☐ Le texte intégral des conférences du samedi
- ☐ Le commentaire des expositions permanentes et temporaires
- ☐ Le programme des activités du Palais de la découverte

Je souscris un abonnement à la

REVUE DU PALAIS DE LA
DÉCOUVERTE

Je joins mon règlement par chèque
à l'ordre du

PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
(CCP 9065 48 J PARIS)

Tarif France : 170 F (10 numéros par an)

Tarif étranger : 200 F

par mandat international uniquement

(par avion, supplément de 80 FF)

Abonnement de soutien : 230 F

Nom (M., Mme, Mlle) :

Prénom :

Adresse :

Ville :

Code postal :

Profession :

à retourner avec votre règlement à
Revue du PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
Av. Franklin-D.-Roosevelt - 75008 Paris.
Tél. : 01 40 74 80 0

JEU-CONCOURS N° 62

PIERRE TOUGNE

Palindromie

En littérature, un palindrome est mot qui peut se lire de gauche à droite et de droite à gauche comme non, têt, etc., mais ces mots sont rares. En mathématiques, on a la même notion pour les nombres : un nombre est dit palindromique s'il s'écrit de la même façon de gauche à droite et de droite à gauche comme 121, 273372... Ces nombres sont bien moins rares que leurs homologues littéraires et en inventer est un jeu d'enfant ! Les nombres eux-mêmes engendrent en général des palindromes par le procédé suivant : partant d'un nombre, on lui ajoute son «inverse», c'est-à-dire ce même nombre écrit de droite à gauche ; si le résultat est un palindrome, on s'arrête, autrement on recommence avec ce nouveau nombre jusqu'à l'obtention d'un palindrome. Ainsi partant de 49, on forme $49 + 94 = 143$, puis $143 + 341 = 484$ terminé. Le nombre d'itérations est en géné-

ral faible, mais même pour de petits nombres, il peut être assez grand comme pour 89 qui conduit au palindrome 8813200023188 qu'après 24 itérations. Enfin il existe quelques nombres comme 196 qui ne conduise jamais à un palindrome au moins expérimentalement, car on ne sait pas le démontrer. Il existe 13 nombres comme 196 inférieurs à 1 000 dont 689, 788, 879, 887, 978, 986. Pourriez-vous trouver les sept autres en n'utilisant simplement que 196 est l'un d'entre eux ? (pas d'ordinateur SVP).

Le phénomène n'est pas particulier à la base 10. En base 2, pouvez-vous trouver le plus petit nombre n'engendrant jamais un palindrome et le démontrer ?

Envoyez vos réponses aux questions à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois d'août 1999, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 60

Il y avait bien des façons de parvenir à la répartition alternée homme-femme pour quatre et cinq couples. Les figures 1 et 2 ci-dessus montrent deux solutions particulières que je n'ai trouvées dans aucune réponse (la raison de ce choix apparaîtra plus tard). Je ne connais pas le nombre de solutions possibles. Deux lecteurs m'ont annoncé, pour quatre couples, 6 et 10 solutions et 22 et 32 solutions pour cinq couples (où est la

vérité ?). La solution générale est intéressante, car elle peut se démontrer par récurrence. Supposons que l'on connaisse la solution pour n couples en

n mouvements (en laissant les deux places vides à gauche). Pour $n + 4$ couples, on isole deux fois deux couples de part et

d'autre (voir la figure 3) et l'on effectue les deux mouvements indiqués sur la figure 3. À ce stade, les n

couples centraux sont rangés alternativement en n mouvements (en laissant les deux places libres à gauche), puis on termine par les trois mouvements indiqués sur la figure, soit au total $2 + n + 3 = n + 5$ mouvements. Il suffit alors de trouver la solution pour $n = 4, 5, 6, 7$ qui est donnée sur les figures 1 et 2 pour $n = 4, 5$ les cas $n = 6, 7$ étant laissés au soin du lecteur. Ce jeu est une variante du «jeu de TAIT» qui consiste

à placer $2n$ pions alternativement noir et blanc sur $2n + 2$ cases en ligne avec deux cases libres à droite.

Le but du jeu est de regrouper les pions de même couleur en déplaçant deux pions contigus vers les deux cases libres (ou libérées). Cela peut toujours se faire en n mouvements

$n > 3$, la lecture «à l'envers» des figures 1 et 2 montre une solution correcte pour n égal à 4, 5.

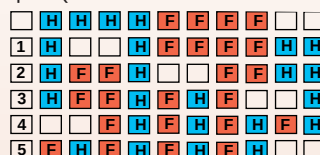


Figure 1

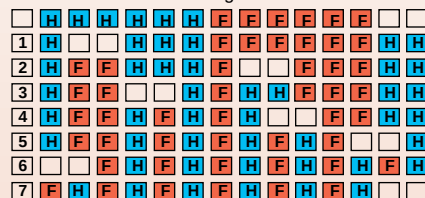


Figure 2

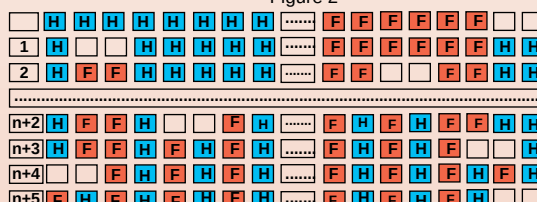


Figure 3



Pour un vrai dialogue

ROBERT DUCLUZEAU

Les conférences de citoyens doivent être suivies d'effet sous peine de perdre progressivement leur crédibilité politique.

En juin 1998, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques organisait, en France, la première conférence de citoyens sur l'utilisation des organismes génétiquement modifiés (OGM) en agriculture et en alimentation : un groupe de 14 citoyens a été choisi par des méthodes classiques d'échantillonnage pour représenter les diverses catégories socio-professionnelles du pays. Après deux jours d'information sur le sujet, ce groupe a auditionné des personnes favorables à l'utilisation des OGM ou opposées à cette utilisation. Puis, après une longue délibération, le groupe a élaboré un avis qui a été transmis au parlement.

Cet outil de dialogue entre les experts et les citoyens est-il utile ? Doit-on l'étendre à d'autres sujets sensibles ? Ses conclusions peuvent-elles être légitimement prises en compte par les pouvoirs publics pour fixer les grandes orientations de la recherche, voire interdire le développement de la recherche dans des champs jugés trop périlleux ?

De telles conférences sont mises en œuvre par les pays anglo-saxons depuis environ dix ans, sous des formes variées. Elles visent à combler le fossé qui s'est creusé entre la science et la société dans la plupart des pays industrialisés (notre pays ne fait pas exception : seulement quatre Français sur dix «font confiance aux scientifiques et aux experts»).

Ce fossé a été longuement analysé : l'abondance de résultats scientifiques nouveaux et la rapidité de leur application, ainsi que la difficulté de la communication scientifique à l'attention du grand public limitent l'appropriation des avancées scientifiques et techniques. L'utilisation industrielle de produits ou de techniques mal évalués a érodé la confiance du public. Enfin, les scientifiques se lancent avec réticence dans les débats publics : si nombre d'entre eux sont convaincus que les certitudes idéologiques sont d'un autre âge,

ils hésitent encore à débattre de leur activité, au nom de la liberté de la recherche et de la complexité de leurs travaux.

Le Danemark est le premier pays à avoir organisé le dialogue : depuis 1987, l'État danois a organisé plus de dix conférences sur les thèmes qui faisaient le plus hésiter le public : le génie génétique en agriculture et dans l'industrie, l'irradiation des aliments, les animaux transgéniques, la pollution de l'air, les transports...

Après la conférence sur le génie génétique, le parlement danois a décidé de ne plus financer de projets biotechnologiques sur l'animal ; après celle sur la cartographie du génome humain, il a voté une loi qui interdit les tests génétiques à l'embauche ou à la souscription d'une assurance. De même, les Pays-Bas et la Grande-Bretagne ont débattu des tests génétiques et des biotechnologies, tandis que la Suisse organisait un référendum sur l'utilisation des biotechnologies (une majorité de citoyens s'est déclarée en faveur de la poursuite des recherches).

L'expérience française de juin 1998 a montré que la neutralité et l'objectivité de l'information donnée avant l'audition des partisans et des détracteurs des OGM clarifie les débats. Les scientifiques sont capables d'expliquer clairement les faits et les enjeux, et les citoyens «ordinaires» comprennent parfaitement les notions complexes qui leurs sont exposées.

Comme le public refuse désormais que toute innovation soit acceptée comme inévitable, sans évaluation critique, je crois que les conférences de citoyens permettent à la fois de limiter la fracture entre la science et la société, et de rétablir la confiance du public. Sans être une panacée, elles sont inévitables. Comment les perfectionner ?

Notons premièrement que ces exercices de démocratie participative ne doivent pas se substituer à l'exercice de démocratie représentative : si l'on ne remplace pas les élections par des sondages, c'est bien parce que ces derniers sont insuffisants ; or le petit nombre de citoyens réunis dans

les conférences s'impose par la qualité de l'information qu'on veut leur donner.

Aussi les membres des parlements devront toujours se fonder sur des rapports circonstanciés. Les conférences de citoyens leur fourniront des avis populaires, tandis qu'elles conduiront les scientifiques qui participeront à ces conférences, comme ceux qui resteront dans leurs laboratoires, à prendre mieux conscience des conséquences variées de leurs activités.

Deuxièmement, l'objectif ne doit pas être de convaincre à tout prix un public qui doute du bien-fondé d'une nouvelle technique. Troisièmement, on devra éviter les ambiguïtés qui ont entaché l'expérience française : le public s'est peu intéressé au débat, parce que celui-ci s'est déroulé en pleine Coupe du monde de football et, surtout, parce qu'il arrivait deux ans après la tomate transgénique Calgène et en pleines tergiversations sur le maïs transgénique. Les conférences de citoyens devraient être organisées alors que les recherches sont en cours, afin de ne pas être ressenties comme des alibis d'État.

Quatrièmement les comités d'organisation et les experts impliqués dans l'information des citoyens doivent être indépendants des groupes de pression : l'information sur laquelle se fonde les jugements ne doit pas se confondre avec les options politiques.

Enfin les conférences servent-elles seulement à informer des instances décisionnelles ou doivent-elles avoir une légitimité pour influencer les choix et les priorités de ces instances ? Si on ne choisit pas la seconde option, la crédibilité des conférences de citoyens s'effondrera. Le succès des conférences danoises tient largement à ce que, dès la première, des avis exprimés ont été immédiatement intégrés dans le programme national de biotechnologie.

Robert DUCLUZEAU est microbiologiste et président du Centre INRA de Jouy-en-Josas.

Égarements (suite)

L'article de Guillaume Lecointre *Des scientifiques s'égarent...* (voir *Pour la Science*, mai 1999), continue de susciter des réactions. Notamment, Jean Staune et Bernard d'Espagnat ont écrit à *Pour la Science*. Retrouvez leurs lettres, et d'autres, sur le site Web : <http://www.pourlascience.fr>

Formation ou déformation ?

Les critiques sont toujours utiles, parfois stimulantes. Celles que Bernard Beauzamy porte sur la formation par la recherche (voir *La déformation par la recherche, Pour la science*, juin 1999) le seraient plus si elles étaient marquées de quelque nouveauté. Résumons-les : les jeunes docteurs émergent de leur thèse avec un sceau universitaire quasi indélébile qui les enferme dans leurs mondes clos d'où l'Entreprise est exclue. Certes, «la formation par la recherche est possible... et souhaitable dans le monde moderne», mais nos jeunes docteurs sont, le plus souvent «réfractaires au monde réel... incapables de présenter (leurs) résultats hors des cercles académiques», et proposent des solutions «inexploitables en l'état, (qui) finissent à la poubelle». Employer des docteurs dans sa propre entreprise – fussent «ceux (qu'il avait lui-même) formés» (!) – «a toujours été», pour notre auteur, «la même catastrophe». Pas étonnant, dans ces conditions, que «les entreprises se méfient des thésards». J'entends ces critiques, dont certaines sont bien entendu pertinentes, depuis bientôt quatre décennies, alors que les entreprises n'ont jamais recruté autant de docteurs que ces dernières années : 1 042 recrutements de docteurs dans les entreprises pour les thèses passées en 1995, 1 239 pour 1996, et 1 559 pour 1997 (Rapport sur les études doctorales, MENRT, décembre 1998).

Alors ? La réalité est en fait bien plus polychrome que celle, habillée d'un gris uniforme, dont B. Beauzamy nous brosse le tableau, et fort différente d'elle. Certes, existent encore de ces laboratoires fermés sur eux-mêmes, de ces patrons pour qui les thésards ne servent que de main-d'œuvre momentanée. Mais combien les mentalités ont changé pour qui-conque les a suivies depuis une vingtaine d'années ! S'il y a excès dans certains laboratoires universitaires, c'est parfois désormais d'avoir pris le virage des applications industrielles avec tant d'ardeur néophyte qu'il sont devenus des lieux de simple travail à façon. Ceux-ci, Dieu merci, sont rares, mais combien d'autres ont trouvé un bon équilibre entre travaux acadé-

miques et thèmes appliqués, combien désormais savent sensibiliser leurs thésards à une insertion professionnelle future, les envoyer passer un temps significatif dans un laboratoire étranger, les préparer à l'expression orale et les inciter à s'intéresser au travail des autres !

Dans ces changements de mentalité, beaucoup de facteurs sont intervenus. Je suis heureux que, dans le concert, l'Association Bernard Gregory ait joué sa partition, modeste peut-être, mais déterminée. L'ABG a œuvré, depuis une vingtaine d'années, non seulement à aider les jeunes docteurs, notamment universitaires (plusieurs centaines par an), à trouver un emploi dans les entreprises, ce qu'elle fait la main dans la main avec celles-ci ; mais aussi à informer les doctorants, à les sensibiliser à l'entreprise (je pense à son implication forte dans le système des «Doctoriales») ; à promouvoir les «chartes de thèses»..., le tout en partenariat avec le Ministère, les Universités, les écoles doctorales, les Grandes Écoles, les enseignants, les associations de doctorants... La voici qui étend son action vers les sciences humaines et sociales où les besoins sont considérables.

Mais l'action de l'ABG serait vaine, et nuls seraient ses dividendes, si la formation par la recherche – qu'elle a vocation de promouvoir – n'avait pas fait ses preuves. Dans sa manière d'inculquer l'initiative, le sens de la synthèse, l'autonomie, la patience et la rigueur, d'obliger à la communication, écrite et orale, d'apprendre à avancer dans un problème éventuellement mal défini et à mener un projet à son terme, la formation par la recherche joue un rôle irremplaçable. Elle donne aux entreprises de voir dans le jeune docteur – complémentaire de l'ingénieur – un élément fort de leur développement et de leur politique d'innovation. Un nombre croissant d'entre elles, grandes et moyennes, l'ont bien compris.

Yves QUÉRÉ, Président de l'ABG

Sous la Troisième République, à l'école primaire, on enseignait ce qu'était un prix de revient, un prix de vente, un bénéfice. Mais l'évolution des mentalités du corps enseignant, qui ne croyait plus à la promotion sociale faisant passer du statut d'employé à celui de petit artisan dirigeant deux compagnons, a supprimé ces notions des programmes et il est facile de trouver des doctorants qui ne savent pas la différence entre chiffres d'affaires et revenus. La technique de gestion des laboratoires où ils effectuent leur thèse n'étant pas une merveille de comptabilité analytique, les thésards n'étant d'ailleurs pas informés des problèmes correspondants, comment se plaindre de ce qu'ils n'aient pas des réflexes, même élémentaires, de gestion-

naires ? Ils ne sont pas déformés : ils ne sont pas formés, ce qui n'est pas la même chose.

C'est d'ailleurs pour remédier à cet état de choses que différentes initiatives ont été prises, par certains académiques, en accord avec le milieu des entreprises, comme par les pouvoirs publics eux-mêmes. Il y plus de vingt-cinq ans que, à Grenoble comme à Saclay, puis à Orsay, les premières «Bourses de l'emploi des docteurs» furent créées ; ce fut suivi par un effort de généralisation de cette activité à la demande de Bernard Gregory, Délégué général à la recherche scientifique et technique, puis par son développement sous la direction de Pierre Aigrain, Ministre de la Recherche. Ce fut lui qui porta sur les fonds baptismaux l'Association Bernard Gregory en 1980. Et il faut remarquer que si, à l'époque, les entreprises recrutaient leurs chercheurs principalement à la sortie des écoles d'ingénieurs, ce sont des docteurs qu'elles embauchent maintenant pour ces fonctions.

Mais, plus récemment, alors que les flux de production de docteurs représentent, sur la planète, trois fois les besoins académiques et deux fois ceux de l'ensemble des organisations de recherche et développement, publiques et privées, d'autres initiatives furent prises pour former les docteurs au monde extérieur à la tour d'ivoire. Ce furent essentiellement les Doctoriales®, semaines de sensibilisation des doctorants aux réalités de l'entreprise, expérimentées par l'ABG et la DGA, puis reprises comme un programme national par le Ministère de tutelle de la recherche. Aujourd'hui, la réforme des écoles doctorales a une composante importante dans le sens de la préparation aux carrières hors de l'*Alma Mater*.

Pierre AVERBUCH, Paris

Une affaire qui fait des vagues

La polémique scientifique suscitée par le tsunami survenu dans la baie de Nice en octobre 1979 (voir *Les tsunamis, Pour la Science*, juin 1999) n'est pas éteinte. Il y a eu mort d'homme, et la justice pénale a été saisie : l'instruction a été close par un non-lieu car un expert a montré, par l'analyse de témoignages, que le tsunami avait précédé l'effondrement du port en construction et que c'était l'abaissement brusque du niveau de la mer qui avait déstabilisé les remblais et les sols sous-jacents du port en construction, pas encore consolidés. Auparavant, des calculs avec deux modèles différents avaient montré que l'effondrement justifiait à peine le dixième de l'amplitude constatée du tsunami.

La catastrophe d'octobre 1979 est survenue au troisième jour de forte crue du Var. La charge sédimentaire en suspension a peut-être suffi à donner à l'eau douce chargée une densité supérieure à celle de l'eau de mer : le cours du fleuve se serait alors poursuivi au fond de la mer et aurait érodé les flancs instables du canyon du Var.

P. COUPRIE, Paris

Réponse de Philippe Heinrich

Je ne suis pas opposé à la thèse qu'un tsunami engendré au large aurait précédé l'effondrement de la digue et des sédiments sous-jacents, et de ce fait serait à l'origine de l'effondrement. Toutefois, elle ne fait pas l'unanimité, précisément en raison des contradictions entre les témoignages sur la chronologie des observations des vagues en différents points de la côte.

Les simulations numériques révèlent que l'effondrement de dix millions de mètres cubes de sédiments situés à proximité de la surface de l'eau engendre une vague de quelques mètres de hauteur localement, suffisante pour inonder les terrains situés en face de l'aéroport. Il n'a jamais été conclu que cet effondrement est à l'origine d'un tsunami. Bien au contraire, les simulations ont montré aussi que les vagues engendrées par cet effondrement n'expliquent pas le tsunami observé dans la Baie des Anges. Les modélisations que nous avons effectuées simulent des phénomènes hydrodynamiques, tels le déplacement d'un fluide par le mouvement d'une masse et la propagation d'ondes à la surface de l'eau. Elles ne permettent pas de conclure sur l'antériorité ou non de l'effondrement de la digue, ni sur la cause de cet effondrement.

L'origine de la vie

Pourquoi la vie a-t-elle plus de chances de venir d'une autre planète du Système solaire que de la Terre, alors qu'elles ont toutes à peu près le même âge (voir *Origine extraterrestre ?*, par C.-A. Roten, *Pour la Science*, juillet 1999)? Si elle vient d'un autre système planétaire, c'est un autre problème...

Frédéric MALHER, Paris

Réponse de C.-A. Roten

L'émergence de la vie est associée à l'existence d'une croûte planétaire solide. En son sein ou dans un océan, des molécules peuvent s'auto-organiser pour permettre l'apparition d'une première cellule. Tout corps orbitant autour du Soleil s'est formé il y a 4,6 milliards d'années. Suite au bombardement météoritique intense de l'ac-

création et à la chaleur émise par la fission des atomes radioactifs, les constituants de Mars et de la Terre se sont séparés pour former un noyau et un manteau. Par la suite, seule la chaleur émise par la fission nucléaire était suffisante pour empêcher la solidification d'une croûte planétaire. Comme Mars et la Terre ont une concentration d'atomes radioactifs similaire, Mars, plus petite, s'est refroidie plus rapidement car le rapport de sa surface à son volume est plus important que celui de notre planète. Mars, dont la surface s'est solidifiée avant celle de la Terre, a donc pu abriter les plus anciennes formes de vie du Système solaire.

Ginkgo costaud

Le *Ginkgo biloba* résiste à de nombreuses agressions (voir *La résistance des ginkgos*, *Pour la Science*, mai 1999) : il aurait même survécu à l'explosion atomique d'Hiroshima. Toutefois, ce n'est qu'à Kyoto que j'ai vu beaucoup de ginkgos le long des avenues. À Paris, malheureusement, je ne connais que celui du Jardin des Plantes.

Claude CARDOT, Gif sur Yvette

Réponse de T. T. Nguyen Tu et H. Bocherens

À Hiroshima, un *Ginkgo biloba* a effectivement survécu à la bombe atomique : ses feuilles ont repoussé au printemps suivant l'explosion bien que son appareil végétatif ait entièrement brûlé. L'implantation des ginkgos dans les villes est de plus en plus importante, non seulement au Japon, mais aussi en Europe. De nombreux boulevards et parcs de Tokyo sont plantés de ginkgos. À Paris, son implantation est plus récente : tous les marronniers bordant les avenues n'ont pas été remplacés par des ginkgos! Mais dès que des arbres sont à planter le choix est le plus souvent porté sur le ginkgo, par exemple au Musée de sculpture en plein air, sur le quai Saint Bernard.

Lettre codée

Dans l'article *Paiements sur l'Internet* (voir *Pour la Science*, juin 1999), Octavian Ureche et Réjean Plamondon écrivent : «Ce système est relativement sûr : en Europe, le protocole SSL chiffre les données avec des clés de 40 bits. Autrement dit, pour percer le code de chiffrement, il faudrait trouver les facteurs premiers d'un nombre de 40 bits (ou 10 chiffres), ce qui prendrait des jours à un ordinateur de bureau.» Je pense qu'il y a ici une confusion : la clé de 40 bits utilisée

est la clé d'encryptage symétrique (plus précisément, la partie secrète de cette clé, l'algorithme utilisé (RC4) étant de type «stream cipher», chaque message a une clé différente). Cette clé est encodée au moyen d'un algorithme à clé publique, utilisant une clé beaucoup plus grande. La factorisation d'un nombre de 40 bits (12 chiffres) prend moins d'une seconde...

Jacques WILLEKENS, Bruxelles

Réponse d'Octavian Ureche et Réjean Plamondon

Le protocole SSL implique plusieurs phases. Une première phase consiste en l'établissement du lien encrypté de communication entre le client et le serveur. Cette phase est elle-même formée de deux étapes : l'authentification du serveur et l'authentification (optionnelle) du client. La deuxième phase consiste en l'envoi proprement dit des données. Si la première phase utilise effectivement un chiffre asymétrique, notamment le chiffre RSA, la deuxième phase utilise un chiffre symétrique. Lors de la première étape de la première phase, en répondant à la demande du client, le serveur envoie son certificat et ses préférences d'encryptage (le chiffre à utiliser, etc.). Le client crée une clé de session (chaque session, et non pas chaque message lors d'une même session, ayant une clé différente) et l'envoie au serveur, encryptée avec la clé publique de ce dernier. Le serveur décrypte la clé de session et s'identifie en retournant un message authentifié avec la clé de session. Toutes les données seront par la suite encryptées et authentifiées avec cette clé de session. La clé de session utilisée par un algorithme d'encryptage symétrique tel que RC4 a une longueur de quelques dizaines de bits, 40 jusqu'à tout récemment, 128 depuis peu de temps. Même s'il n'est pas trop difficile de craquer des clés très courtes, la cryptanalyse n'est pas à la portée de tout le monde. Toutefois, ceci est en train de changer avec la puissance croissante des ordinateurs personnels accessibles à des prix dérisoires. C'est pour de telles raisons que de plus en plus de gouvernements allègent leurs politiques en matière de cryptographie pour passer à des clés plus longues, donc plus sûres.

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. D'autres contributions de lecteurs sont sur le site Web à <http://www.pouirlascience.com>.

