

Pour la Science

■ POUR LA

SCIENCE

Janvier 1999

édition française de

**SCIENTIFIC
AMERICAN**

La recherche des météorites

Canada : \$ 8,75



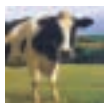
BLOC-NOTES

de Didier Nordon

5

TRIBUNE DES LECTEURS

6



JEU-CONCOURS

Problème bruxellois

par Pierre Tougne

8



POINT DE VUE

Grossesse et justice

par Dominique Cabrol

9

SCIENCE ET ÉCONOMIE

Qui va payer nos retraites?

par Bernard Guerrien et Sophie Jallais

11

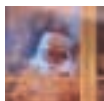


PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Les physiciens japonais

par Laurie Brown et Yoichiro Nambu

12



SCIENCE ET GASTRONOMIE

Recettes de Noël

par Hervé This

21



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

22

- Mes mains ont la parole ■ Le titanosaur ovipare
- La puce et l'aveugle ■ Électricité contre douleurs
- Du mou au dur ■ Cent millions de débris sous la mer ■ État de
- veille prolongé ■ D'Afrique en Asie ■ Cultures de cellules souches
- embryonnaires ■ Les nouveaux Noël



LOGIQUE ET CALCUL

Négligeable, mais troublant

par Jean-Paul Delahaye

100



VISIONS MATHÉMATIQUES

Bulles de savants

par Ian Stewart

106



L'EXPÉRIENCE DU MOIS

L'anagyre

par Janick Simeray

108



ANALYSES DE LIVRES

110

- Oiseaux, merveilleux oiseaux. *Les dialogues du*
- ciel et de la vie*, de Hubert Reeves
- *Les lettres de Tanis, la découverte des trésors royaux*, de
- Pierre Montet
- *RedShift 3, CD-Rom Windows 95 et Macintosh*
- *Cerveau de soi, cerveau de l'autre*, de Pierre Buser

Le jour où le sable s'enflamma

34

par Jeffrey Wynn
et Eugene Shoemaker

Une météorite a creusé trois
cratères au milieu du désert.

**Une mystérieuse météorite
groenlandaise**

42

par Wayt Gibbs

Comment on chasse
la météorite au Groenland.

**L'origine
des maladies**

50

par Randolph Nesse
et George Williams

Les principes de l'évolution
par la sélection naturelle
expliquent les poussées de
fièvre, les douleurs ou encore
les nausées des femmes
enceintes.



**L'instructive histoire
des noms de familles**

58

par Jean-Marie Legay
et Michel Vernay

La transmission des noms
de famille obéit à des lois
génétiques. Leur histoire ren-
seigne sur l'Histoire des
hommes, sur leur origine géo-
graphique et sociale, ainsi que
sur les migrations.



L'asymétrie de la matière

66

par Helen Quinn
et Michael Witherell

Dans quelques semaines, de nouveaux accélérateurs de particules rechercheront les violations d'une symétrie fondamentale de la nature et repousseront ainsi les limites de la physique.

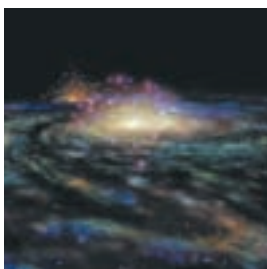


Derrière la Voie lactée

74

par Renée Kraan-Korteweg
et Ofer Lahav

Près d'un cinquième de l'Univers échappe à l'observation, dissimulé par les étoiles et par les poussières de la Voie lactée. Depuis quelques années, les astronomes voient à travers cette matière.



Les choix alimentaires des primates

84

par Bruno Simmen
et Claude-Marcel Hladik

La comparaison des populations de primates et des populations humaines révèle le fondement biologique des comportements alimentaires de notre espèce.

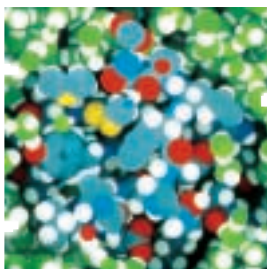


Les molécules biologiques dans l'eau

92

par Mark Gerstein
et Michael Levitt

Les modélisations par ordinateur montrent l'influence de l'eau sur la structure et la dynamique des molécules biologiques.



Le contraste japonais

À mon âge, se lamentait César avant de franchir le Rubicon, Alexandre avait conquis l'Asie... César avait 30 ans.

Les jeunes physiciens japonais piaffaient aussi d'impatience intellectuelle : à leur âge, les physiciens occidentaux, De Broglie, Einstein, Heisenberg, Dirac, Pauli et nombre d'autres avaient fait progresser la toute nouvelle mécanique quantique. Les étudiants japonais étaient réduits à copier les cours de ces jeunes maîtres occidentaux qu'ils ne comprenaient pas bien (voir *Les physiciens japonais pendant la guerre*, page 12). En dépit de circonstances que l'on ne pouvait imaginer plus éprouvantes – crise économique et Seconde Guerre mondiale –, la réussite allait récompenser l'inventivité japonaise des années 1930 et 1940. Yukawa et Tomonaga recevront le prix Nobel, le premier pour la découverte du méson, la particule médiatrice des interactions entre un proton et un neutron à l'intérieur du noyau ; le second pour la formulation de l'électrodynamique quantique.

Les progrès dans l'élaboration de la mécanique quantique furent le fruit d'une collaboration internationale. Avec le recul du temps, il est patent que les physiciens japonais précédèrent souvent les Occidentaux : l'équivalence des résultats obtenus ne fut démontrée que plusieurs années après la guerre. À cette époque, les ténors japonais, puis leurs étudiants, furent invités aux États-Unis : ils n'y furent ni heureux dans cet exil «paradisique», ni particulièrement productifs. Le souvenir de l'holocauste atomique était trop présent dans les esprits, et les modes de pensée trop différents.

L'examen des participants aux congrès Solvay, les hauts lieux des rencontres internationales de l'époque, suscite des interrogations. Il n'est pas de physicien participant qui n'ait fait progresser la physique et dont le nom ne soit passé à la postérité. Les physiciens de l'époque étaient-ils plus doués que les physiciens actuels ? Les problèmes posés étaient-ils justes du bon niveau pour être solubles ? N'est-il pas étonnant que certains problèmes cèdent si facilement et soient simultanément résolus partout dans le monde, alors que d'autres, comme la turbulence, résistent à tous les efforts ? Comment les physiciens choisissent-ils les problèmes qu'ils pensent résoudre ?

Philippe BOULANGER

Spectre ambigu

Donner un titre à une conférence, c'est tout un art... Le titre doit être assez explicite pour ne pas décourager les amateurs, mais pas trop pour ne pas déflorer le sujet. Un titre ambigu ratisse large – du point de vue de l'orateur, c'est bon ; mais si la conférence ne répond pas à leurs attentes, les auditeurs risquent d'être déçus et de le manifester – du point de vue de l'orateur, c'est mauvais.

Tout cela pour dire mon admiration infinie envers celui qui a prononcé une conférence intitulée : «Sur les transformations qui conservent le spectre.» Quelle trouvaille, ce titre ! La foule qu'il a dû attirer ! «Sur les transformations qui conservent le spectre» est un alexandrin d'une parfaite facture classique, plein de poésie et de mystère. Vu son léger hermétisme, les littéraires ont dû se précipiter en s'attendant à une conférence sur l'œuvre de Mallarmé. Mais les adeptes de l'occultisme se sont sûrement précipités, eux aussi, espérant apprendre à réaliser la transmigration des âmes, exploit auquel ils attachent quelque importance. Les enfants ont cru qu'on leur raconterait des histoires de fantômes pour faire peur comme ils aiment, et sont donc venus nombreux. Les physiciens, qui ont coutume de donner un sens savant à des termes usuels, ont marmonné : «Spectre ? C'est un mot de

chez nous, ça. Allons-y voir.» À quoi les mathématiciens, qui ont coutume de donner un sens savant à des termes usuels, ont répondu en écho : «Spectre ? C'est un mot de chez nous, ça. Allons-y voir.»

Alors, à qui s'adressait la conférence ? Je vous laisse deviner. Une indication pour vous aider : je n'y suis pas allé, et je suis mathématicien. «La crédulité de ceux qui croient aux fantômes et la crédulité de ceux qui n'y croient pas me laissent pantois». (Louis Scutenaire, *Mes Inscriptions*, 1945-1963, rééd. Allia, 1984, p. 249.)

L'incompréhensible imbitable

L'image qui a présidé à la formation du mot «imbitable» n'est pas, je crois le deviner, du meilleur goût. Ce mot est typique de l'argot des étudiants, et ceux-ci, travaillés par «la chose», la mettent à toutes les sauces, y compris la caractérisation des cours abscons, que nul ne parvient à pénétrer.

À force d'être utilisé dans le contexte scolaire puis, par extension, dans le domaine intellectuel, le mot imbitable est en train de faire oublier son origine vulgaire. Pour un peu, il deviendrait plus distingué que «incompréhensible». En tous cas, ces deux termes ne sont pas interchangeable. On peut dire d'une conférence qu'elle est imbitable ou qu'elle est

incompréhensible – c'est au choix. Mais on ne peut guère dire que, dans la vie, tel individu se comporte de façon imbitable. Là, le mot incompréhensible convient mieux. Je crois même percevoir une nuance entre les expressions «une théorie imbitable» et «une théorie incompréhensible». La condamnation contenue dans la première me semble plus sévère, sans appel.

Une légère extrapolation de la tendance actuelle permet de prévoir qu'en l'an 2000 le mot imbitable sera officiel. Les prudes et les victoriens l'utiliseront sans hésiter, seuls de rares érudits sauront encore d'où il provient. Les auteurs brillants pondront des théories sur l'imbitable, dont on causera dans les salons. Quant au mot incompréhensible, tombé en désuétude, il sera devenu lui-même incompréhensible.

Spatio, astro ou cosmo ?

Certaines professions rehaussent leur prestige : on fut paysan, cultivateur, agriculteur, aujourd'hui exploitant agricole. Demain, sans doute, on sera gestionnaire territorial spécialisé.

Il existe d'autres métiers qui multiplient les façons dont on peut les désigner. Ainsi, comment s'appellent ceux qui explorent l'espace intersidéral ? Des astronautes ? Des spationautes ? Des cosmonautes ? L'usage hésite. Trois termes différents, donc, tous ronflants, pour désigner une profession comptant à peine quelques centaines de membres de par le monde : quel luxe ! Quand on est trop remuant pour rester sur terre comme tout le monde, on est trop remuant pour rester attaché à une dénomination fixe.

Le complexe de Crésus

Un nommé Wendel Williamson tue deux personnes, puis exige 500 000 dollars. Est-ce un tueur à gages ? Nullement. C'est un étudiant en droit qui, lors d'une bouffée de folie, a tiré sur deux personnes au hasard dans la rue. Cela se passait en Caroline du Nord, en janvier 1995. Actuellement interné, W. Williamson s'est retourné contre son ancien psychiatre. Reconnu responsable, celui-ci a été condamné à verser 500 000 dollars de dédommagement au malheureux fou. Le psychiatre a fait appel : il n'a donc pas perdu confiance en la justice de son pays !

Pour un parfumeur, quelle enseigne...

π ... Ce symbole vous dit quelque chose ? À moi aussi, mais quoi ?... Ah, ça y est, cela me revient : π est le nom d'une eau de toilette récemment lancée par un parfumeur. Voilà que me revient aussi le slogan publicitaire qui l'accompagne : «Un peu plus loin que l'infini.» Là, arrêtons-nous pour rêver à un endroit que même des gens aussi valeureux que les mathématiciens ne peuvent visiter. Les mathématiciens savent construire des infinis de plus en plus grands ; je garde un souvenir ému de les avoir vus faire. Mais aller juste «un peu plus loin que l'infini», contempler le paysage qui se présente aux environs de l'infini plus epsilon, cela dépasse leurs possibilités. Ainsi les parfums sont-ils plus puissants que les mathématiques.

Or ces dernières sont incapables d'éclairer certains mystères des décimales de π . Les parfumeurs devraient voler au secours des mathématiciens : qu'ils leur fournissent autant de flacons d'eau de toilette que π a de chiffres après la virgule ! Les mathématiciens les humeront un à un, et l'inspiration finira bien par venir. Les Grecs, incontournables comme toujours, avaient prévu la situation : «Si le monde était fumée, nous le connaîtrions par les narines» (Héraclite).

N'étant pas parfumeur, je n'imagine pas quelles subtiles considérations ont bien pu conduire à déterminer le sexe de π . Mais le fait est là : π désigne une eau de toilette pour hommes. Or π a des rivaux au sein des mathématiques, en particulier la constante e , presque aussi célèbre, et qui pose elle aussi des difficultés théoriques. Par chance, e se trouve marquer le féminin en français. Vite, alors, qu'un parfumeur rival du premier crée un parfum de femme baptisé e . Il suffira ensuite de se pencher sur l'épaule d'une femme et d'en respirer l'effluve tendre pour connaître tous les secrets... du nombre e .

Amateurs et autodidactes

Dans son éditorial intitulé *Comment apprécier les autodidactes?* (voir *Pour la Science*, septembre 1998), Philippe Boulanger semble confondre «autodidacte» et «amateur». Ces termes ne sont pourtant pas synonymes. L'autodidacte acquiert tout ou partie de son bagage culturel ou professionnel seul, en dehors des circuits pédagogiques classiques. Dans de rares cas, le fait d'être autodidacte n'empêche pas une brillante carrière (Pierre Bérégovoy en était un parfait exemple). Les habitudes sociales rendent toutefois ces parcours difficiles, d'autant que les autodidactes sont souvent issus d'une classe sociale faible. En France, compte surtout le type d'école dont on est issu.

Ceci est vrai dans le domaine technique et industriel. Et dans le domaine scientifique? Du fait des modalités d'accès aux organismes de recherche, les vrais autodidactes n'ont presque aucune chance de devenir des scientifiques professionnels, même si le système se libéralise peu à peu, en particulier pour le recrutement de nombreux DESS, voire de DEA. Des autodidactes diplômés peuvent éventuellement prétendre à des postes scientifiques. Mais ce cas de figure est rarissime.

Si l'autodidacte en science ne désire pas ou ne peut pas obtenir une place dans un organisme de recherche, il lui reste la possibilité de faire de la recherche en amateur. Mais tous les scientifiques amateurs ne sont pas de vrais autodidactes : tel médecin passionné par la botanique ou tel ingénieur informaticien s'adonnant à l'astronomie ont acquis l'essentiel de leur bagage intellectuel en suivant une formation classique ; ces personnes ne sont autodidactes que pour un petit fragment de leurs connaissances. De plus, leur formation initiale leur assure une bonne connaissance des différentes techniques de la recherche scientifique.

La pratique scientifique réclame des équipements de plus en plus coûteux. Les amateurs ne peuvent espérer avoir une activité significative que dans les domaines où ils peuvent financer leur propre équipement. C'est pourquoi certaines disciplines, comme la physique nucléaire ou la biologie moléculaire, ne possèdent pas d'amateurs. En revanche aujourd'hui, à l'heure où les budgets de recherche dans le domaine de l'environnement et de la connaissance de la biodiversité sont dérisoires, surtout compte tenu de la vitesse de destruction des milieux naturels, les amateurs sont plus que jamais

nécessaires. Ils peuvent réaliser des études de terrain, tels des suivis de population, que les scientifiques ne peuvent pas toujours assurer.

Valérie CHANSIGAUD, Orléans

Conscience invisible

Pour Georges Chapouthier, les travaux de visualisation de l'activité cérébrale «apportent clairement de l'eau au moulin de la thèse moniste matérialiste», pour laquelle l'esprit est une propriété du cerveau (voir *Analyse de livres, Pour la Science*, octobre 1998). Or, on peut aller aussi loin que l'on veut dans l'étude des aspects matériels de l'activité cérébrale, on butera toujours sur le fait que la conscience, même reliée à une activité matérielle, n'est pas en elle-même matérielle. Lorsque le matérialiste pense qu'il a raison, ce sentiment intense de certitude, intérieur, subjectif, est-il de la matière?

Comme le souligne le physicien anglais Roger Penrose : «La conscience fait partie de notre Univers. Toute théorie physique qui ne lui réserve pas une place appropriée est donc fondamentalement incapable de fournir une description valable du monde.» On ne la tiendrait donc pour négligeable qu'en vertu d'un préjugé métaphysique : on tiendrait pour rien ce qui n'est pas matière, cette matière qui, comme le souligne malicieusement Lucien Israël, ne reçoit son statut de matière que par une opération de l'esprit.

Pierre JANIN, Charbonnières

Monnaie et richesse

Dans *Le levier de la politique monétaire*, Bernard Guerrien et Sophie Jallais émettent l'idée que les banques «créent de la monnaie lorsqu'elles acceptent les demandes de crédit» (voir *Pour la Science*, novembre 1998). Cette idée est choquante : le demandeur de crédit n'a encore créé aucune richesse au moment où il fait sa demande auprès de la banque, puisqu'il compte sur le crédit pour créer cette richesse. Il y aurait donc création de monnaie à partir d'une richesse qui n'existe pas encore. Cette prise de risque paraît inconcevable et totalement affolante si l'on est attaché à la vieille idée selon laquelle il n'y a création de monnaie que quand il y a une richesse déjà présente sous une forme concrète.

Une conséquence «philosophique» de cette conception de la monnaie est qu'un

pays, une ville ou même un individu peut s'enrichir et prospérer même s'il ne dispose pas initialement de richesses «dures» (matières premières...). Son développement économique dépend ainsi grandement de ses capacités à prendre des risques, à innover et à parier sur les richesses qui seront créées dans l'avenir.

Marouane BERRADA, Créteil

Réponse de Bernard Guerrien et Sophie Jallais

La création de monnaie par une banque suite à une demande de crédit semble choquante : la banque donne un carnet de chèques. Pourquoi n'est-ce pas aussi choquant quand la banque centrale donne ces morceaux de papier sans valeur intrinsèque que sont les billets de banque? Avec le temps, la monnaie s'est dématérialisée : on est passé du sel, ou des têtes de bétail, à l'or ou l'argent, puis aux billets, aux chèques et, enfin, aux cartes de paiement. Le point essentiel, c'est que la monnaie n'est pas de la richesse, mais qu'elle en facilite la création.

Celui qui demande un crédit le fait pour une production nouvelle : avec le crédit, il pourra acheter des matières premières existantes (ou dont il suscitera la production), et il récupérera sa mise avec sa nouvelle production qui représente, elle, une richesse créée effectivement, et dont le banquier prélèvera une part, par exemple en faisant payer un taux d'intérêt. Finalement, le crédit permet la mise en relation implicite des entreprises et des hommes qui s'échangeront des chèques, bouts de papier gagés par la production future qui résultera de ces relations.

Contraintes fertiles

Jean Paul Delahaye demande s'il existe des programmes informatiques qui soient des palindromes (voir *Écritures sous contraintes, Pour la Science*, novembre 1998). Quelques astuces permettent l'écriture de programmes palindromiques. Les choses sont faciles avec les langages interprétés et se compliquent avec les langages compilés. Il est cependant plus difficile d'écrire des programmes que des textes palindromiques, ceci à cause de règles syntaxiques plus fortes.

Le programme palindromique le plus court est un programme vide, qui ne contient aucune instruction ! Ce programme a de plus les propriétés d'être un programme qui se reproduit lui-même et d'être multi-langage.

Un moyen simple de faire un programme qui soit un palindrome est d'utiliser judicieu-

sement les commentaires. Voici un exemple en perl :

```
print 'coucou';#;'uocuoc' tniip.
Un exemple en C :
/**/main(){exit(0);/*/*;0(tixe)(niam/**/
Les commentaires sont plus intéressants
s'ils peuvent se poursuivre sur plusieurs lignes.
Un autre exemple en C (commence et finit par
une ligne vide pour qu'il soit accepté par
tous les compilateurs) :
/* */
#include <stdio.h>
int main() { printf("Hello world\n"); return
0; }
/* */
};0 nruter ;>>n\dlrow olleH>)ftniip { }(niam
tni
>h.oidts< edulcni#
/* */
```

Avec un langage interprété ligne par ligne sans vérification syntaxique préalable, l'utilisation de l'instruction de sortie permet simplement l'écriture de programmes palindromiques. Un exemple en Bourne-Shell (de plus ce programme se reproduit lui-même) :

```
#!/bin/sh
cat $0
exit 0
0 tixe
0$ tac
hs/nib/!#
```

Avec les langages compilés, une contrainte supplémentaire est la nécessité de la correction syntaxique. Cependant certains langages permettent de marquer une fin et d'ignorer ce qui suit cette fin. Les programmes qui se reproduisent eux-mêmes génèrent leur code source quand on les exécute. Avec les remarques précédentes, il est facile de transformer en un palindrome un programme interprété qui se génère lui-même. Il suffit de rajouter une instruction de sortie puis une copie à l'envers du programme.

Christian JOBIC, Paris

Aux lecteurs qui souhaiteraient initier leurs jeunes enfants aux joies de l'écriture sous contrainte, je signale les ouvrages de Yak Rivais, publiés par l'École des loisirs. Dans *Les contes du miroir*, il réécrit des contes classiques sous des contraintes variées. *Le métro méPASro* rassemble des exercices de style à la Queneau sur un voyage dans le métro. Dans *La Marmite Enchantée*, chaque phrase commence par la dernière lettre de la phrase précédente. *Moi pas grand, mais moi malin* ne contient pas la lettre e. *Le rhinocéros signol* et *Le coca-koala*, dictionnaire sympathique et *Petit homme et les princesses*, où chaque per-

sonnage a une façon particulière de parler (y compris un oiseau qui parle en notes de musique, bien entendu), ont ma préférence. Souvent, l'histoire est suivie d'un supplément expliquant aux enfants les règles d'écriture choisies et les invitant à jouer à suivre ces règles.

Claire RAR de MAZANCOURT, Paris

Mesure du réchauffement

Certains indices incitent à penser que la Terre se réchauffe. Néanmoins, les variations autour des «températures normales pour la saison» sont souvent importantes, à tel point que le commun des mortels peut-être tenté de douter. Pourrait-on lever ce doute en lissant les effets des variations ponctuelles ? Il suffirait pour cela de placer des détecteurs de température dans le sol, à une profondeur telle que l'inertie thermique du sol absorbe les variations parasites.

Roland LOQUET, Seynod

Réponse de Jérôme Chappellaz

Votre idée a été considérée par la communauté scientifique depuis de nombreuses années. Quand il s'agit de déterminer si oui ou non il y a une tendance dans la température de la Terre, on se sert effectivement d'une batterie de méthodes, et pas seulement des enregistrements de température de surface sur les continents et les océans. Pour en reprendre les grandes lignes, de nombreuses équipes ont utilisé des trous de forage dans différents points du Globe pour mesurer le profil de température, et à partir d'un modèle de diffusion thermique, de remonter à l'historique de la température en surface. Cette méthode permet de lisser énormément le signal d'entrée, au point que les signaux saisonniers disparaissent. Les mesures réalisées au Canada sont en excellent accord avec les mesures de surface, et montrent un réchauffement depuis le début du siècle. Il en est de même en Australie, en France, en Nouvelle-Zélande et en Sibérie, mais dans ce dernier cas la mesure est entachée d'une incertitude liée à l'évolution du couvert végétal en surface (changement d'albedo et de caractéristiques thermiques du sol).

On dispose d'autres méthodes comme les radiosondages et les mesures satellitaires de température dans la haute troposphère et la basse stratosphère, deux régions où une augmentation des teneurs en gaz à effet de serre devrait entraîner un refroidissement

important. C'est effectivement ce qui est observé, mais les séries de mesures sont nécessairement courtes. Il a été proposé aussi de déterminer l'évolution de la température moyenne des océans en émettant un signal sonore par exemple en Nouvelle-Zélande, et en l'enregistrant par exemple en Angleterre, après que l'onde ait traversé le Pacifique et l'Atlantique. Mais, à ma connaissance, cette expérience n'a pas encore été tentée.

J. C. Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement du CNRS

Vitraux visqueux, ou élastiques ?

L'article *Vitraux visqueux* (voir *Pour la Science*, octobre 1998) évoque l'aptitude du verre à se déformer en phase élastique et à reprendre sa forme originelle. Mais une plaque de verre disposée verticalement devrait s'épaissir dans sa partie inférieure, sous le seul effet de son propre poids, toute considération d'écoulement étant exclue. Par ailleurs, le comportement d'un corps ne dépend-t-il pas aussi de l'échelle de temps auquel on l'observe ?

Michel THALY, Saint-Malo

Réponse de René Gy

Certes, une plaque de verre posée verticalement devrait s'épaissir de manière irréversible dans sa partie inférieure sous l'effet de son propre poids, mais cet épaississement est si faible qu'on ne peut le mesurer. Donc tout est élastique, mais à des degrés divers. De même, le caractère solide ou liquide d'un corps n'est pas une propriété intrinsèque, mais dépend de l'échelle de temps : selon que l'observateur est patient ou pressé, le caractère solide ou liquide apparaît. Comme le dit Deborah dans la Bible : «Les montagnes s'écoulent devant la face de l'éternel.» À des échelles de temps comparables à l'âge de l'Univers, le verre s'écoule (ou flue). À l'échelle de temps de quelques siècles, les glaciers s'écoulent comme un liquide. Inversement, dans un liquide, des ondes de cisaillement très brèves se propagent comme dans un solide.

R.G., Société Saint-Gobain Recherche

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse électronique de *Pour la Science* : tribune@pouirlascience.com. Indiquez Tribune des lecteurs dans la rubrique objet.

JEU-CONCOURS N° 55

PIERRE TOUGNE

Problème bruxellois

On a posé la question suivante à un technocrate de Bruxelles : si un paysan nourrit 25 vaches pendant 4 jours sur un pré de 20 ares et 27 vaches pendant 5 jours sur un pré de 24 ares, quelle doit être la surface minimum du pré pour nourrir 100 vaches pendant 16 jours ? On précise que l'herbe est partout à la même hauteur au moment où le paysan amène le troupeau dans les prés, et qu'elle croît partout à la même vitesse. Des mauvaises langues racontent qu'il a répondu très (trop) vite une bêtise !

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à *Pour la Science*, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les auteurs des réponses exactes, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 53

Deux solutions ont été proposées par les lecteurs presque à égalité. La première part de la remarque que $1/3 = 1/4 + 1/16 + 1/64 + \dots + 1/4^n + \dots$. D'où $a^{1/3} = a^{1/4} \times a^{1/64} \times a^{1/16} \dots$ qui conduit à l'algorithme : on extrait deux fois la racine du nombre que l'on met en mémoire puis à nouveau deux extractions de racine, le résultat étant multiplié à la mémoire et ainsi de suite jusqu'à ce que la mémoire atteigne la précision désirée.

La deuxième part de l'égalité $x^3 = a$, où x est la racine cubique recherchée que l'on réécrit $x^4 = ax$ ou encore $x = \sqrt[4]{ax}$ d'où l'idée d'itérer la relation $x_n = \sqrt[4]{ax_{n-1}}$ dont il n'est pas difficile (mais un peu long) de montrer qu'elle converge vers la racine cubique cherchée. L'algorithme est alors le suivant : on part d'une valeur initiale de x (1 par exemple) que l'on multiplie par a , puis on extrait deux fois la racine, le résultat est de nouveau multiplié par a , puis on extrait deux fois la racine et ainsi de suite jusqu'à ce que la précision désirée soit atteinte.

Les deux méthodes ont la même vitesse de convergence, ainsi la racine cubique de 10 avec 8 décimales exactes est obtenue en 13 itérations. Cependant la seconde a ma préférence, car elle évite une multiplication en mémoire. D'autre part, la première ne se généralise simplement que pour les racines $2^k - 1$ ième, alors que la seconde est plus versatile.



Accouchement et justice

DOMINIQUE CABROL

La crainte des poursuites pénales crée une pénurie de gynécologues-obstétriciens.

« **S**i un médecin a guéri une tumeur à l'œil d'un homme libre, il recevra dix shékels d'argent. Si le médecin a ouvert une tumeur à l'œil d'un homme et que celui-ci a perdu son œil, les mains du médecin seront tranchées. » Cet extrait du Code d'Hammourabi montre que, depuis Babylone au moins, la médecine est prise entre l'argent et la justice. Aujourd'hui, la dérive judiciaire crée une crise en gynécologie-obstétrique. Les statistiques sont alarmantes : les postes d'internes en gynécologie et obstétrique ne sont pas tous pourvus, alors que le nombre de nouveaux spécialistes formés chaque année est le plus faible de toutes les spécialités médicales. On sait qu'à partir de 2003, les départs seront deux fois plus nombreux que les installations.

Une enquête récente du Syndicat des gynécologues-obstétriciens demandait aux praticiens s'ils étaient satisfaits de leur exercice : 47 pour cent des personnes interrogées se déclaraient insatisfaites. Ceux qui pratiquent l'obstétrique sont plus insatisfaits que ceux qui pratiquent la gynécologie, et ce d'autant plus que le nombre d'accouchements effectués augmente.

Pourquoi cette crise ? Certes, les gynécologues-obstétriciens sont les seuls dont les revenus aient baissé, entre 1990 et 1995, et les spécialistes qui exercent une activité libérale à plein temps ont des frais que nombre de leurs confrères d'autres spécialités n'ont pas, mais l'enquête effectuée révèle que les véritables causes sont que cette profession est beaucoup plus fatigante que bien d'autres spécialités médicales (gardes de nuit, astreintes...) ; qu'elle est stressante (un accouchement peut, très rapidement, devenir dramatique) ; que les relations avec l'administration et les organismes sociaux sont tendues ; et, surtout, que la crainte de poursuites médico-légales prédomine.

Quel est cette crainte ? Pourquoi s'accroît-elle ? En moyenne, un gynécologue-obstétricien fait face à trois plaintes en justice, au cours de sa carrière. De toutes les spécialités chirurgicales, c'est dans

les maternités (publiques ou privées) que surviennent les accidents déclarés de cause médicale les plus nombreux et les plus graves. À mesure que les plaintes s'accumulent, les primes d'assurance augmentent. Pis encore, l'immense majorité des praticiens poursuivis n'a pas fauté et se considère injustement accusée : beaucoup le supportent mal.

Le public, toutefois, perçoit mal le risque associé à un accouchement, et il tolère bien moins les accidents en maternité que dans les services de chirurgie générale : quand une personne entre dans un service de chirurgie parce qu'elle souffre d'une plaie de l'abdomen, le malade et ses proches admettent que le malade est dans un état grave, et ils sont reconnaissants qu'on le sauve ; en revanche, une femme qui perd son enfant à l'accouchement ou un mari qui perd sa femme supportent mal ces décès, qui frappent parfois des individus en bonne santé.

Les gynécologues-obstétriciens qui encourent les risques médico-légaux les plus importants sont les praticiens des petites structures, qui souffrent de plus en plus de la baisse de la démographie médicale. Aujourd'hui les grandes maternités ressentent moins la pression médico-légale, mais la situation se dégradera si les postes d'internes ne sont plus pourvus : les praticiens subiront une charge de travail croissante, excessive, qui les conduira à davantage d'accidents (une étude récente, sur des simulateurs opératoires, vient de montrer que les chirurgiens fatigués font plus de fautes opératoires).

Quelles solutions envisager ? On ne peut pas simplement augmenter le nombre de postes d'internes, puisqu'ils ne sont pas pourvus. Augmenter les honoraires et les salaires ? C'est la solution retenue aux États-Unis, où la profession de gynécologue-obstétricien est extrêmement bien rémunérée, parce que les honoraires tiennent maintenant compte des risques de plaintes légales, mais en France, cette évolution n'est sans doute pas envisageable.

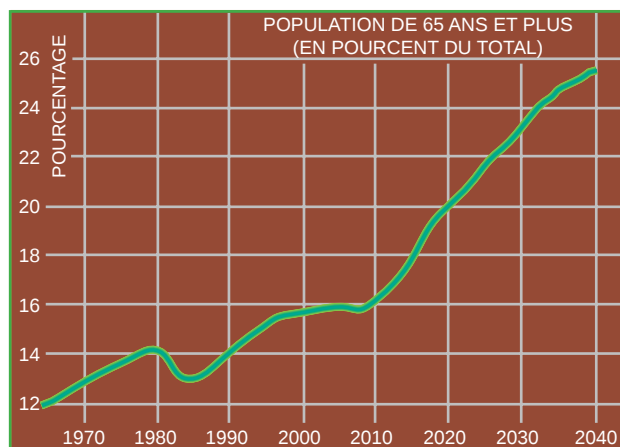
J'imagine trois groupes de solutions plus réalistes ou mieux adaptées à notre contexte sociologique. Premièrement, je suis en faveur d'une loi qui permettrait l'indemnisation de l'aléa thérapeutique. Aujourd'hui, une femme ou sa famille ne sont indemnisés que si la faute du médecin est prouvée ; d'où des enquêtes pénibles et âpres. Ne serait-il pas judicieux que les patients victimes d'une complication soient automatiquement indemnisés par la collectivité, pourvu que l'administration, et non la justice, ait constaté qu'il n'y a pas eu de faute médicale ? Cette mesure aurait également l'avantage de montrer au public que le risque zéro n'existe pas.

Deuxièmement, nous devons améliorer le cadre des expertises. Aujourd'hui les magistrats saisis de plainte choisissent un spécialiste, qui fait une enquête et produit une conclusion. La procédure a ses faiblesses, l'expert n'ayant pas toujours l'expérience pratique du domaine concerné. Ne serait-il pas préférable que les magistrats disposent d'une liste d'experts accrédités par leurs pairs, c'est-à-dire reconnus par le Collège national des gynécologues-obstétriciens ? Une autre possibilité serait l'obligation, pour les magistrats, de demander l'avis d'un collège d'experts ; on éviterait ainsi les contre-expertises et on améliorerait la qualité des avis.

Troisièmement, je crois que nous devons faire mieux connaître aux magistrats les contraintes de la gynécologie-obstétrique, tout en informant les médecins des méthodes de la magistrature.

Les gynécologues-obstétriciens sont aujourd'hui coincés entre le juge, d'un côté, et les caisses sociales, qui ont en vue les économies de santé, de l'autre. Prenons garde à ne pas restreindre excessivement les crédits, à ne pas étrangler la profession : les accidents seraient une sanction rapide.

Dominique CABROL est professeur des Universités, praticien hospitalier à la Maternité de Port-Royal, à Paris.



Qui va payer nos retraites ?

BERNARD GUERRIEN • SOPHIE JALLAIS

Capitalisation ou répartition, ce sont toujours les actifs d'«aujourd'hui» qui font vivre les retraités d'«aujourd'hui».

Le débat sur les vertus et les défauts des deux systèmes de retraite les plus répandus – celui dit «de répartition» (dominant en France) et celui dit de «capitalisation» (plus important aux États-Unis, avec les fonds de pension) – est renforcé par l'évolution démographique : baisse de la natalité et allongement de la durée de vie.

La diminution du nombre d'actifs par retraité suscite l'inquiétude : le système par répartition, où les actifs paient pour les retraités, ne serait-il plus viable ? Faudrait-il adopter le principe de la capitalisation où, comme l'écureuil, chacun épargne pour sa retraite et organise son propre avenir. L'argument semble imparable, mais il est trompeur, car il ne règle en rien un problème patent : si la tendance démographique se maintient, il y aura plus de retraités pour chaque actif, ceux-ci faisant vivre ceux-là.

LES ACTIFS FONT VIVRE LES RETRAITÉS

Que les actifs cotisent ou capitalisent en vue de leur retraite, ils ne consomment pas une partie de leur revenu. Cette partie est soit consommée par quelqu'un d'autre, soit investie (achat de machines, etc.) et elle servira à une production future (croissante ou pas). Si l'on ne prend pas en compte, pour le moment, l'investissement, la situation est simple : la production est le fait des actifs, et elle est consommée par les actifs et par les inactifs. Supposons que ceux-ci se réduisent aux retraités (ce qui est loin d'être le cas : enfants et chômeurs ne sont pas une fraction négligeable de la population !) et que tout le monde ait le même niveau de consommation. Aujourd'hui, avec 7 actifs pour 3 inactifs, les actifs donnent 30 pour cent de ce qu'ils produisent aux inactifs. Si, demain, il y a seulement 5 actifs pour 5 inactifs, alors chaque actif donnera la moitié de ce qu'il produit.

On peut s'interroger alors sur le partage du produit entre actifs et inactifs : la répartition n'est pas nécessairement égalitaire. On peut imaginer que les actifs d'une période gardent tout le produit pour eux (et laissent donc les inactifs mourir de faim), puis modifient la règle du jeu lorsqu'ils deviennent eux-mêmes inactifs (devenus majoritaires, ils peuvent exiger une part conséquente du produit).

RÉPARTITION OU CAPITALISATION ?

En France, le partage se fait par répartition, en prélevant sur le revenu des actifs. Ce pourcentage augmente lorsque la part des actifs diminue dans la population ; dans l'exemple donné plus haut, il passe de 30 pour cent à 50 pour cent. Ce qui est présenté comme «tout à fait insupportable». Peut-être. Cependant, et c'est là que le bât blesse, on voudrait nous faire croire que le problème est dû au mode de partage adopté, la faute étant au système par répartition et aux cotisations de plus en plus exorbitantes que vont devoir payer les actifs. D'où la «solution» : passer à un système par capitalisation où chacun épargnerait pour sa propre retraite.

Absurde ! Capitalisation ou pas capitalisation, s'il y a (relativement) moins d'actifs dans le futur, ils devront produire pour tous et donner une part plus grande du produit aux inactifs, et donc aux retraités. Ce «don» peut avoir lieu à travers une cotisation obligatoire ou par un versement «volontaire» à un fonds de pension. La seule différence réside dans le caractère volontaire du versement.

SELON QUE VOUS SEREZ PUISSANTS OU MISÉRABLES

Supposons que quelqu'un dispose de revenus confortables qui lui permettent d'épargner. Il ne va pas constituer des stocks de noisettes, comme l'écureuil symbolique,

mais soit investir en achetant, par exemple, des actions, c'est-à-dire des parts d'entreprises, soit placer son argent dans un «fonds de pension», qui, lui-même, investira. Plus tard, quand il deviendra inactif, il utilisera les droits de propriété qu'il a ainsi acquis sur les entreprises pour exiger sa part du produit, fruit du travail des actifs. Le fonds de pension, qui n'est qu'un intermédiaire, fera de même.

Celui qui a des revenus plus faibles et qui ne peut épargner n'a droit à rien du tout. C'est pour éviter d'avoir à prendre complètement en charge ces personnes, même si elles sont considérées comme «irresponsables», que tous les pays ont une législation qui impose, sous une forme ou une autre, une cotisation obligatoire pour la retraite (quitte à ce qu'elle passe par un fonds de pension).

Qu'apporte de plus la capitalisation ? Plus d'épargne ? Ce n'est pas sûr, car rien n'interdit à celui qui, après avoir consommé et avoir cotisé pour la retraite, dispose encore de quelque chose, de le placer d'une façon ou d'une autre (et donc d'acquiescer des droits de propriété sur le produit futur). Ce peut être dans un fonds de pension ou en achetant directement des titres : la différence n'est pas essentielle. Peut-être les fonds de pension draineront-ils plus cette épargne vers la Bourse, au détriment des banques et des institutions comme les caisses d'épargne – qui permettent de financer à un coût relativement faible les investissements «sociaux», tels les HLM. Mais cela ne modifie pas ce qui se passe dans l'économie «réelle» (par exemple, les entreprises emprunteront aux banques, au lieu d'émettre des actions).

Un fait est certain : le système par capitalisation reporte les inégalités présentes dans le futur. Le système par répartition aussi, mais il peut les réduire en modulant cotisations et versements selon le niveau de richesse : tout est question de volonté politique. Comme toujours.