

Pour la Science



POUR LA

SCIENCE

Août 1997

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

Instruments
à vent

Les secrets
du Soleil

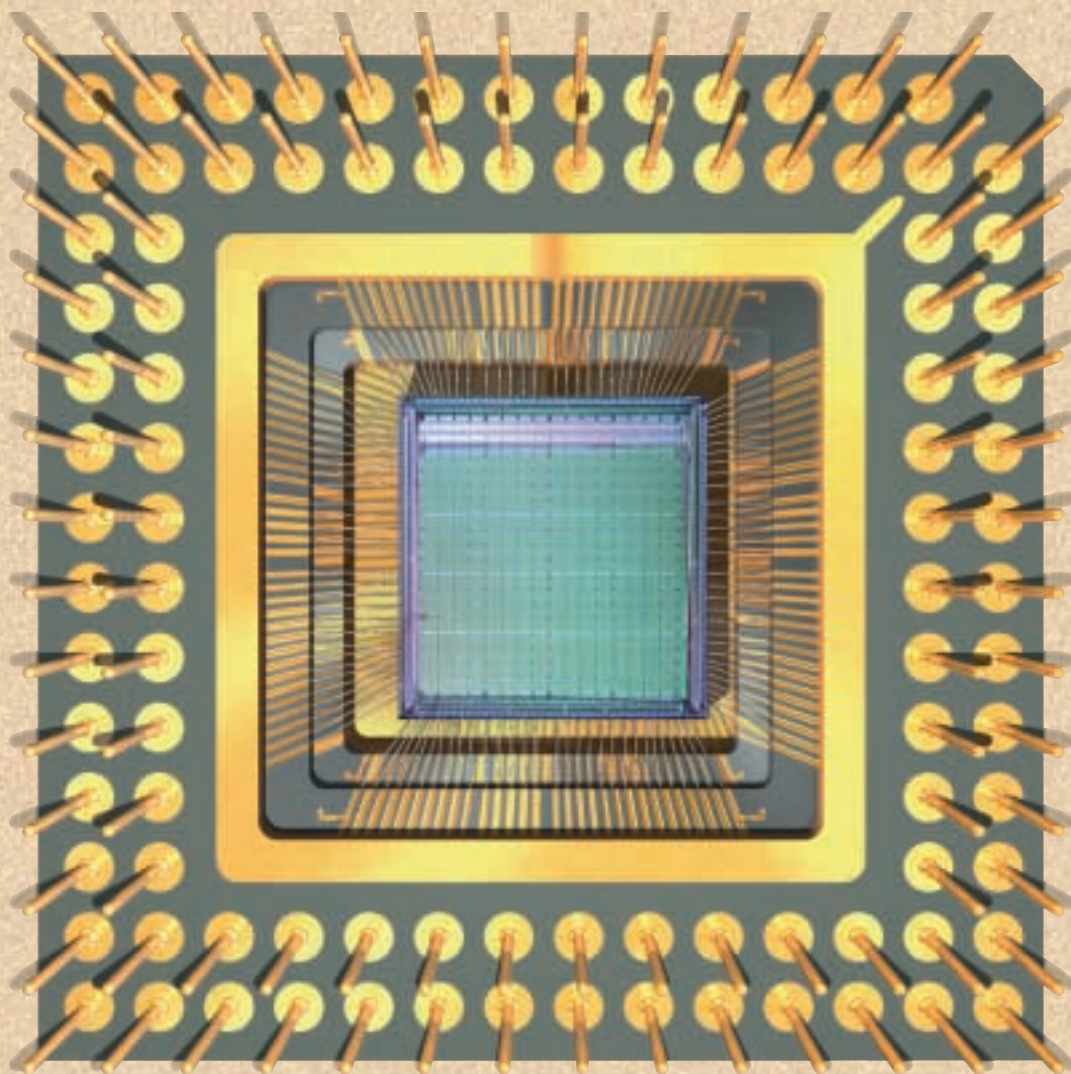
Les fonds
des océans

Les hominidés
d'Afrique

Le nucléaire
en Iran

Tombes royales
en Chine

Recherches
d'images



Des ordinateurs configurables

Canada : \$ 8,75

Bloc-notes de Didier Nordon

Jeu-concours

Petit puzzle pour les vacances

par Pierre Tougne

Tribune

Point de vue

Grandes écoles ou Faculté?

par Pierre-Gilles de Gennes



Présence de l'histoire

La vie secrète de Lev Landau

par Gennady Gorelik

Science et finance

Bridge ou échecs?

par Christian Walter

Science et gastronomie

Lentilles amollies



Perspectives scientifiques : 20

Amplification sismique

Le coureur de Marathon

Superdéformation en apesanteur

Un dinosaure normand relie les continents

La composition de la Terre

Protéger les plages

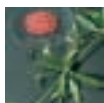
Gyromètre superfluide

Hibernation active

Repoussantes surfaces

Extinctions et territoires

Mélange sans fatigue



L'expérience du mois

J'ai descendu dans mon jardin...

par François Perego



Logique et calcul

Voyageurs et baguenaudiers

par Jean-Paul Delahaye



Visions mathématiques

Des vaches dans le labyrinthe

par Ian Stewart

Savoir technique

Les étiquettes contre le vol



Analyses de livres

– La bosse des maths

– Les atomes existent-ils vraiment?

– L'origine des langues

– Opération Adam

– La chimie supramoléculaire. Concepts et perspectives

– Histoire de la contraception

– Histoire naturelle et artificielle de la procréation

L'Iran construit-il des armes nucléaires?

32

par David Schwarzbach

Riche en pétrole et en gaz naturel, l'Iran mène un programme nucléaire que justifie mal la seule production d'électricité.

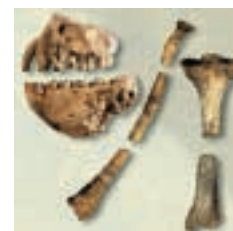


Les premiers hominidés en Afrique

36

par Meave Leakey et Alan Walker

La découverte d'une nouvelle espèce d'hominidés primitifs recule les origines de la bipédie vers quatre millions d'années.

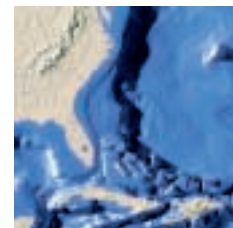


Les reliefs sous-marins

42

par Lincoln Pratson et William Haxby

Des techniques modernes de sonar fournissent des cartes des fonds sous-marins aux abords des continents.



Guêpes et apprentissage

48

par J. van Baaren, G. Boivin et J.-P. Nénon

Au cours des quelques jours que dure sa vie, une minuscule guêpe parasitoïde apprend à trouver les meilleurs hôtes pour y pondre ses œufs.



SOHO révèle les secrets du Soleil

54

par Kenneth Lang

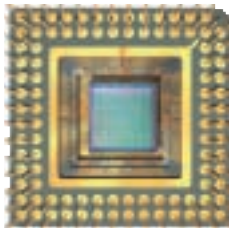
L'Observatoire solaire et héliosphérique SOHO est le nouvel engin spatial qui étudie le Soleil sans relâche depuis février 1996. Ses observations révèlent la vie secrète de notre étoile.



Les ordinateurs configurables 62

par John Villasenor
et William Mangione-Smith

Les nouveaux ordinateurs modifient la configuration de leurs circuits durant leur fonctionnement. Ils excellent dans la reconnaissance de formes, le traitement d'images et le chiffrement des informations.



Les tombes impériales de la dynastie Tang 70

par Alexander Koch

Des archéologues allemands et chinois étudient les imposants mausolées des souverains de la plus grande époque de la Chine impériale. Ils se préoccupent également de préserver ces monuments quasi inconnus.



Des instruments à vent harmoniques 78

par J.-P. Dalmont, J. Gilbert
et J. Kergomard

Les physiciens complètent le savoir-faire des facteurs d'instruments en étudiant la production du son dans les instruments à vent.



La recherche d'images numériques 86

par David Forsyth, Jitendra
Malik et Robert Wilensky

Les programmes de recherche d'images repéreront les éléments spécifiques d'une personne, d'un lieu ou d'un objet dans les archives photographiques.



Sur notre site Web (<http://www.pourlascience.com>), vous trouverez des compléments bibliographiques à propos des articles de *Pour la Science*.

La marche vers la bipédie

En science, les plus intéressantes questions sont les plus difficiles. Il en est ainsi de l'origine de la bipédie : à quelle époque *Australopithecus* est-il devenu hominidé en marchant ? Il y a plus de 4,4 millions d'années répondent Meave Leakey et Alan Walker sur la base des découvertes des restes fossiles d'*Australopithecus anamensis* au Kenya et d'*Ardipithecus ramidus* en Éthiopie (voir *Les premiers hominidés en Afrique*, page 36).

La question nous passionne parce qu'il s'agit de notre parenté (le moi est aimable en paléontologie) et que les premiers frissonnements du moi culturel fascinent. La bipédie a été liée à des pratiques culturelles adaptées à l'environnement. Les paléontologues ont pensé que la station debout réduisait la surface du corps exposée aux rayons du soleil et permettait aux hominidés de vivre dans la savane où ils n'étaient plus protégés par les frondaisons. Or les hominidés récemment découverts vivaient dans des régions boisées ! Selon un autre argument, la bipédie libérait les mains pour le transport des aliments ; l'hypothèse est moins convaincante si l'australopithèque devait grimper aux arbres, en se servant de ses quatre membres, pour recueillir sa nourriture.

Une autre découverte résulte de l'examen de l'ADN de l'homme de Néanderthal. Il a vécu en Europe pendant 200 000 ans, avant que sa lignée ne disparaisse, il y a 30 000 ans. Avait-il véritablement disparu s'interrogeaient les spécialistes ou s'était-il mélangé à l'homme de Cro-Magnon avec lequel il a «cohabité» pendant 10 000 ans ? La réponse des paléogénéticiens est catégorique : l'ADN de Néanderthal est trop séparé de celui des humains pour qu'il ait eu interfécondation.

L'évolution de l'homme a procédé, semble-t-il, par buissonnement de différentes lignées, dont beaucoup se sont éteintes. Plus nous trouverons de fossiles d'hominidés différents, plus la tâche, délicate mais impérative, sera de distinguer les branches mortes de notre rameau véritable.

Philippe BOULANGER

Toi, le venin...

Ce qui est merveilleux, avec les grands esprits, c'est que, même lorsqu'ils se mettent en roue libre, ils conservent intacte la puissance de raisonnement qui fait leur gloire. Ainsi Albert Jacquard, à qui *Avantages* (juillet 1997) demande ce que nous pouvons faire pour rendre le monde meilleur, répond : «Regardons l'autre comme une source, pas comme un obstacle. Même Dutroux est une source. Avant lui, je n'imaginai pas que ces horreurs puissent exister. Ignorant que c'était possible, je ne pouvais rien faire. Maintenant, je le sais et je peux lutter.»

Voilà qui est raisonner. Autant que ce livre qui expliquait que les serpents sont utiles, puisque c'est grâce à leur venin qu'on peut fabriquer du sérum.

Il n'y a pas photo ?

Rares sont les romans qui ne proposent pas, en quatrième de couverture, une photo de l'auteur. L'acheteur potentiel feuillette le livre, hésite, hésite encore... Enfin, il tombe sur le visage de l'auteur... C'est fini, plus d'hésitation : à superbe visage, superbe roman. Achat conclu ! Une tête d'auteur, ça fait vendre. De même, ceux qui soignent leur promotion personnelle sur Internet accompagnent leur bibliographie d'une photo qui rend plus manifestes encore leurs éminentes qualités intellectuelles.

Pourquoi donc les articles scientifiques ne s'inspirent-ils pas de cet usage ? La photo de l'auteur à côté du titre éviterait bien des soucis au lecteur. Cet auteur-ci a le regard torve ? Méfiance : il a dû truander les démonstrations et manipulations présentées dans son article. Ne prenons aucun risque inutile, ne le citons pas. Cet auteur-là a le regard franc et intelligent, l'air puissant ? Son résultat est sûrement important, tablons dessus.

Un tel procédé permettrait au lecteur d'utiliser les articles des autres sans avoir à les lire : autant de temps gagné pour sa recherche !

Soyez spontanés !

A-t-on assez glosé sur le paradoxe contenu dans cette injonction ! Sur la situation impossible dans laquelle elle met ceux qui en sont l'objet !

Non. L'Université n'est pas au courant. Elle propose aux nouveaux étudiants de commencer par une «Unité de Méthodologie du Travail Universitaire». Laquelle a pour objectif de «développer en eux l'aptitude à prendre des initiatives personnelles», et de «les amener progressivement à être autonomes».

Cette Unité veut également aider les étudiants dans leur «apprentissage des méthodes, pratiques et savoir-faire nécessaires à la réussite d'études à l'Université». Soit. Mais imaginons que l'Université soit attentive à la qualité de ses enseignements : aurait-elle besoin d'ex-

pliquer aux étudiants comment tirer le meilleur profit des cours ?

Le premier acte d'autonomie que l'étudiant doit savoir accomplir lorsqu'il arrive à l'Université, c'est, bien sûr, de sécher les mauvais enseignants. L'Unité de Méthodologie leur proposera-t-elle un cours sur l'art et la manière de repérer les cours inutiles ? Si oui, ce cours sera-t-il lui-même assez bien fait pour que les étudiants évitent de le sécher ?

Un paradigme universel

«**C**e qui est simple est toujours faux. Ce qui ne l'est pas est inutilisable.» (Valéry, *Mauvaises pensées et autres*.) Observation simple... et juste !

Plus un concept est élaboré, plus celui qui le manipule incline à lui accorder une confiance excessive et à l'utiliser sans discernement. Les concepts trop savants s'inventent où ils n'ont que faire.

J'ai passé ma vie à élaborer ce concept, ronchonne le penseur, aussi je l'utiliserai à toutes les sauces plutôt qu'admettre qu'il trouve un terrain correct d'application une fois tous les mille ans ! Ce que l'on gagne à affiner les concepts, on le perd en risque de mésusage. Les concepts tendent des pièges, induisent de fausses lectures. Ils gênent la pensée autant qu'ils l'aident.

Âne, mon frère âne...

«**L**orsque tel ou tel savant – nous en connaissons tous – interromp ses travaux parce que leurs résultats risqueraient de servir des desseins funestes ou sinistres, nous pensons qu'il se substitue à la société civile ; à sa façon, il suspend la démocratie et installe le terrorisme individuel ou anarchique.»

Assimiler un refus de la conscience à un coup contre la démocratie, ciel ! Si c'était un âne qui avait écrit cela, l'espèce asine – rougissant de honte – plaiderait : «Ce n'est qu'un accident. Notre collègue raisonne mieux d'habitude. Et nous aussi.» Ce n'est pas un âne qui a écrit, mais un humain, le philosophe François Dagognet (*Pourquoi la science ?*, Champ Vallon, 1997). Alors ? Jugerons-nous qu'écrire une bourde de ce calibre suffit à disqualifier toute sa pensée ? Non. Soyons aussi charitables avec les hommes que nous l'aurions été avec les ânes : ils n'en ont, visiblement, pas moins besoin.

Bloc-notement votre

Le comité d'organisation du XVI^e Congrès international des linguistes termine sa circulaire d'information par la salutation : «Linguistiquement vôtre». Étrange. Lorsque Molière s'adresse au roi, il se déclare son «très humble, très obéissant et très fidèle serviteur et sujet». Voilà qui est simple et clair. Mais, «linguistiquement vôtre» – connaissant la violence des querelles entre linguistes – que diable est-ce là comme salutation ?

Ma perplexité n'aurait jamais connu de terme si je n'avais lu la lettre circulaire d'un théoricien des nombres qui, s'estimant désavoué par ses collègues, démissionne de ses responsabilités et, pour tirer sa révérence, recourt à la formule finale : «Arithmétiquement vôtre». Là, eureka. J'ai fait assez de théorie des nombres pour savoir ce que c'est que porter des sentiments arithmétiques à quelqu'un. Aucun doute, c'est une formule de paix. Entre mathématiciens, on s'aime.

Exploitions ce procédé. Les professions des polémologues et des thanatologues sont comme les autres, je présume : des sympathies y naissent, des hiérarchies y règnent. Alors, j' imagine un vieux polémologue terminant une lettre à un vieux collègue (et néanmoins ami) par ces mots les plus cordiaux du monde : «Très polémi- quement à toi», ou un débutant en thanatologie sollicitant un grand professeur : «J'ai l'honneur d'être, Monsieur, votre très humble et très obéissant thanatologue.»

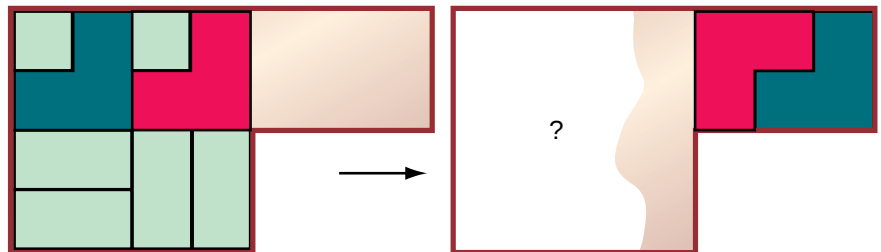
JEU-CONCOURS

N°38

PETIT PUZZLE POUR LES VACANCES

S'il pleut en ce mois d'août, nous vous suggérons de réaliser les différents éléments de ce puzzle et de trouver le moyen de réunir par glissement, et sans sortir du cadre, les deux pièces rouge et bleue comme indiqué à droite.

Envoyez la séquence des déplacements sur carte postale à *Pour la Science*, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues en septembre 1997, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.



RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°36

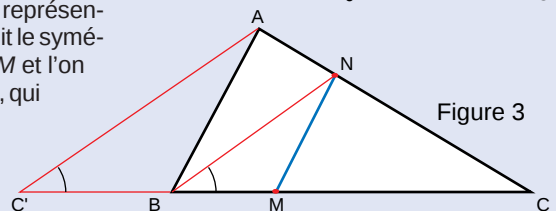
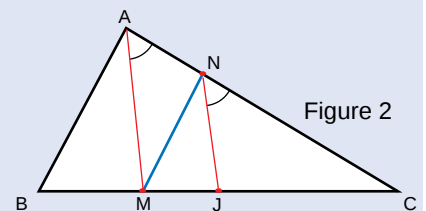
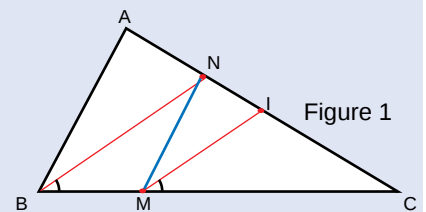
De nombreuses solutions ont été proposées par les lecteurs, dont voici les deux plus fréquentes. On supposera M plus près de B que de C (sinon on échange le rôle de B et de C). La surface du triangle MNC étant la moitié de celle de ABC , il est naturel d'introduire le point I milieu de AC (voir la figure 1), car le triangle BIC a aussi une surface moitié de celle de ABC . L'égalité des surfaces de CMN et CBI s'écrit alors $1/2 CM \cdot CN \sin C = 1/2 CI \cdot CB \sin C$, dont on tire $CN/CI = CB/CM$, relation qui, d'après la réciproque du théorème de Thalès, implique que BN et MI sont parallèles. D'où la construction : par B on trace une parallèle à MI qui coupe AC au point N cherché.

Si l'on note J le milieu de BC , on a une deuxième variante qui consiste à tracer, par J , la parallèle à AM , qui coupe AC en N (voir la figure 2).

La solution qui a ma préférence, en ce sens qu'elle évite la construction du milieu d'un segment, est représentée sur la figure 3. On construit le symétrique C' de C par rapport à M et l'on trace, par B , la parallèle à $C'A$, qui coupe AC en N .

Enfin, voici la solution «à la physicien» de quelques lecteurs : on suspend

par un fil le triangle au point M . Sous l'action du poids du triangle, le prolongement du fil passera par le centre de gravité G du triangle et le point N . Cette solution a l'avantage de s'appliquer quelle que soit la forme de la surface et quelle que soit la position du point M sur cette surface.



Reproduction d'expériences

J'ai été intéressé par l'expérience de Hernán Makse dont *Pour la Science* a rendu compte (voir *Les couches de sable*, *Pour la Science*, juillet 1997) ; les phénomènes de ségrégation sont toujours spectaculaires, surtout lorsqu'ils sont en couleur.

C'est une bonne idée que de reprendre les expériences d'il y a 20 ans et plus. Peut-être est-il même nécessaire de le faire systématiquement. Mais pour cela, il est urgent de réaliser avant tout des travaux bibliographiques sérieux puis d'en extraire une synthèse bibliographique critique. Je l'accorde, ce n'est pas facile dans le cas de la physique des matériaux granulaires car les résultats sont dispersés dans des revues professionnelles disparates. Ceci exige aussi un effort de compréhension des diverses approches (mécanique, génie des procédés, mines, pharmacie,...) qui ont toutes leurs langues propres.

À notre époque où les crédits se raréfient, les équipes ont trop tendance à proclamer que leur sujet est entièrement nouveau. Ceci est dommageable pour la science.

Parce que les jeunes scientifiques ne sont pas incités à faire une recherche bibliographique autrement qu'à l'aide d'un ordinateur ; ils sont très déçus lorsqu'ils découvrent, après coup, dans une revue ancienne, que le sujet de leur long travail est défloré.

Parce que le travail scientifique n'est pas une question de mode ; il s'inscrit dans une continuité. Autrement pourquoi publier des résultats qui seront perdus trois ans après ? Même les ruptures fondamentales supposent la connaissance du ou des points en discussion.

Il ne s'agit pas de mettre en cause une équipe, mais de poser le problème de la responsabilité de l'ensemble de la communauté scientifique. N'est-ce pas à elle (notamment par l'institution des «referees») de contrôler la diffusion de l'information et de promouvoir les échanges entre scientifiques de domaines différents ? Dans le cas particulier, en laissant s'installer une «physique» des milieux granulaires qui feint d'ignorer les résultats de la «mécanique» de ces milieux, elle favorise un ostracisme culturel ou à tout le moins un esprit de chapelle contraire au travail scientifique.

Mais là où cela devient plus grave c'est lorsqu'il y a une mauvaise communication scientifique, où les gens refont le travail des autres,..., car alors quelle est la différence entre le savoir-faire industriel qui se carac-

térise par l'absence de transfert de technologie entre sociétés concurrentes et une science de ce type, sans communication ?

Comme vous l'aurez compris, l'expérience de Makse n'est pas réellement nouvelle. On trouve des expériences analogues dans au moins trois publications dont la première, de 1996, concerne des lessives. Par ailleurs, les problèmes de stratification sédimentaire qui sont abordés à la fin de l'article ont été posés dernièrement par G. Berthault et P. Julien. Ces auteurs montrent que plusieurs strates peuvent se déposer ensemble (au même temps) au même endroit (à la même abscisse) et que deux points d'une même strate à deux abscisses différentes se déposent à des instants différents. Ils remettent donc partiellement en question la datation par stratigraphie.

Je déplore le brouhaha qui existe à l'heure actuelle dans le domaine du «tas de sable». Il faut qu'il cesse : soit les scientifiques acceptent de faire de la bibliographie, d'utiliser un langage commun et nous resterons des scientifiques ; nous pourrions continuer à utiliser les travaux des autres et à communiquer ; soit nous tombons dans le domaine de la «communication spectacle» et cela ne sert plus à rien de publier car plus personne ne lit les articles et n'utilise les résultats vieux de deux ans. Le travail que l'on fait ne sert donc plus à rien.

Il est vrai que Pascal a redécouvert sans recherche bibliographique la trente deuxième proposition d'Euclide à l'âge de neuf ans. Mais celle-ci porte toujours le nom d'Euclide !

Pierre ÉVESQUE, Châtenay-Malabry

Formes et gènes

Dans «Les inattendus du développement» (voir *Pour la Science*, juin 1997), Alain Prochiantz affirme : «Ce sont ces gènes qui passent la forme de génération en génération.» et, plus loin, «L'inné étant déterminé par les gènes...» Je le trouve un peu trop enthousiaste : faut-il faire peser sur certains gènes la lourde responsabilité de transmettre d'une génération à l'autre les secrets de la permanence des formes ? J'ai l'impression que, pour A. Prochiantz, «l'inné» (je suppose qu'il veut dire «l'héréditaire») se réduit au génome. La théorie cellulaire, selon laquelle une cellule provient d'une autre cellule (et non d'un génome), a toutefois toujours cours en biologie. Or une cellule est un être vivant (au contraire d'une macromolécule, l'ADN y

compris) qui possède une forme, à moins de considérer que la cellule est, au départ, un amas informe de matière que les gènes de développement viendraient informer au cours de l'embryogenèse : une telle opération ressemblerait davantage à de la magie qu'à une genèse.

René MISSLIN, Strasbourg

Réponse d'Alain Prochiantz

Si on a lu correctement le contenu des «inattendus», on saura que je n'ai jamais été un adepte du déterminisme génétique absolu. La position que j'ai d'ailleurs défendue dans plusieurs ouvrages est que les gènes déterminent, pour l'essentiel, l'appartenance à l'espèce et ouvre au jeu infini des possibles le développement de l'individu. Les mécanismes épigénétiques permettant ce jeu tiennent pour une part non négligeable au fait que les gènes sont exprimés dans les cellules qui constituent la base des organismes vivants en même temps qu'elles les définissent comme vivant, la cellule étant le site d'intégration nécessaire aux interactions entre le génétique et l'épigénétique. Je ne vois donc rien dans mon propos qui, conservé dans son contexte, puisse être mis en contradiction avec la théorie cellulaire, bien au contraire.

Balance cérébrale

Stanislas Dehaene écrit (voir *Comment notre cerveau calcule-t-il ?*, *Pour la Science*, juin 1997) qu'une loi logarithmique rend compte du temps nécessaire à une balance de Roberval pour basculer, d'autant plus long que les valeurs des poids placés sur ses plateaux sont voisines. Je suis étonné qu'un logarithme intervienne à ce propos.

Robert RIO, Saint-Nazaire

Réponse de Stanislas Dehaene

Vous avez raison, le temps que met une balance de Roberval à basculer est inversement proportionnel à la racine carrée de la différence des poids. Cette fonction est proche, mais différente, de celle que donnerait un logarithme.

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. Retrouvez la Tribune sur l'Internet à <http://www.pourlascience.com> et envoyez-nous vos messages.

Grandes écoles ou Faculté ?

PIERRE-GILLES DE GENNES

... Quelle angoisse !

Les bacheliers ne sont pas bien informés des spécificités et des rénovations des enseignements scientifiques de l'Université et des classes préparatoires.

Faculté ou classe de préparations scientifiques ? Les bacheliers doivent choisir entre deux systèmes différents. Sur quels critères ? D'abord sur des caractéristiques et des qualités personnelles. L'Université laisse ouvert un plus grand espace de liberté pour ceux qui savent organiser leur travail. Au contraire, hypotaupé et taupe imposent une contrainte plus grande, et la voie est toute tracée.

La Némésis de la liberté universitaire est l'illusion. L'étudiant à l'Université doit interroger son miroir chaque matin pour savoir si sa méthode de travail est efficace. L'étudiant des classes préparatoires a la voie toute tracée, mais doit se convaincre de l'intérêt de ce qu'on lui enseigne, de l'utilité de la technique qu'il acquiert à coups de problème répétitifs... Le Chien et le Loup dirait La Fontaine.

Le handicap des prépas est le caractère aléatoire des concours d'entrée. S'il n'est pas exact que l'avenir d'un étudiant se joue sur une méforme lors d'une épreuve d'un concours, la plupart des étudiants le croient. Et les préparatoires fils de polytechniciens s'angoissent... Les étudiants ont, à l'Université, un plus grand droit à l'erreur passagère.

Ce qui me semble dramatique dans le système des préparations est que certains élèves (les «5/2») perdent une année à redoubler la taupe pour se perfectionner dans la résolution d'exercices techniques sans grand intérêt scientifique. Les classes préparatoires enseignent des techniques utiles, mais qui ne constituent pas l'essence des mathématiques ou de la physique. Il y a autre chose à apprendre.

Plus pénalisant encore que le système des concours me semble l'enseignement dans certaines grandes écoles.

Il y a peu de rapport entre l'intérêt scientifique de l'enseignement pratiqué dans les Écoles et leurs classements dans l'esprit du public. L'étudiant qui désire se consacrer à la gestion doit opter pour l'École des mines ou Centrale, l'impétrant plus tenté par l'apprentissage des technologies nouvelles devrait présenter et choisir Physique-chimie. Le système des concours communs ne valorise pas les vocations, d'autant que les heureux élus qui ont le choix entre différentes écoles ont une vision naïve de leur vie future.

Pris individuellement, les professeurs des classes préparatoires et de l'Université sont conscients et volontaires. Mais les systèmes et les traditions sont lourds. D'où l'inertie.

Certaines grandes écoles ne dispensent pas un enseignement digne de la qualité des élèves qu'ils ont recrutés. Par laxisme, ils laissent mitonner leurs étudiants dans l'autosatisfaction ; par méconnaissance des politiques industrielles, ils dispensent un enseignement parfois daté ; par tradition, ils laissent se perpétuer des traditions de bizutage indignes. Le non-abandon de cours obsolètes et l'empilage de disciplines désuètes est un travers français, pays où le conservatisme est fort.

Les grandes écoles, conscientes de ce handicap, adaptent leur recrutement. Le concours commun Polytechnique-Physique et Chimie a résulté d'une réflexion des deux écoles sur les besoins

de l'industrie. La volonté commune est de former les ingénieurs aux nouveaux métiers issus de la recherche et de sélectionner des élèves ayant le goût de la recherche novatrice. Parallèlement à un meilleur recrutement, les enseignements sont modifiés.

Heureusement les deux systèmes, Université et Grandes écoles, se rapprochent : par l'augmentation des effectifs des Grandes écoles et par les passerelles qui résultent de l'admission aux Grandes écoles sur dossier. Je rêve d'un enseignement universitaire qui suive plus les élèves, les réoriente avec fermeté et souplesse, et ce dès les premières années universitaires. J'ai pratiqué cette aide pédagogique pendant quelques années, alors que j'étais enseignant à Orsay, et la pratique m'est apparue enrichissante, à la fois pour le professeur que j'étais et (j'espère) pour les élèves que j'ai suivis.

Ainsi l'Université s'efforce de mieux suivre les étudiants en sciences, les encourage à travailler en équipe. Cette éducation à l'autonomie est un atout apprécié des industriels. Il faudrait, pour améliorer encore l'enseignement universitaire français, que les enseignants des premières années de faculté soient d'une qualité comparable aux professeurs anglo-saxons, et que cet enseignement «primaire» soit «primordial». Les prix Nobel Richard Feynman et Felix Bloch n'ont pas hésité à enseigner la physique aux tout jeunes étudiants. La tentative avait ses défauts, mais un souffle nouveau a renouvelé la pédagogie.

L'industrie, la nation, ont besoin d'ingénieurs inventifs. A-t-on assez glosé sur le paradoxe consistant à inculquer la spontanéité inventive ! Il est certes difficile d'enseigner l'innovation. Mais le précepte passe par l'exemple. Et le contre exemple : lorsque trop de poids est mis sur la simulation numérique de phénomènes connus, sur la résolution analytique de problèmes surannés, l'inventivité des étudiants s'estompe. À l'âge critique où l'élève ingénieur doit se cultiver, développer sa créativité et sa confiance en ses capacités techniques, il importe de ne pas l'entraver par des tâches annexes et stérilisantes.

J'ai l'espoir que les enseignements délivrés par les deux systèmes éducatifs s'améliorent en allant à l'essentiel, scientifiquement pertinent.

Pierre-Gilles de GENNES, prix Nobel de physique, est Directeur de l'École de physique et chimie industrielles.