

Pour la Science

Janvier 2000



POUR LA

SCIENCE

édition française de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

La science en 2050

Canada : \$ 9,75 / Belgique : 277FB / Suisse : 11FS

M 2687 - 267 - 38,00 F





BLOC-NOTES

de Didier Nordon

5

TRIBUNE DES LECTEURS

6

JEU-CONCOURS

Rapporteurs exotiques

par Pierre Tougne

7



POINT DE VUE

Y a-t-il des thésards heureux?

par Nicolas Chevassus-au-Louis

8



PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Cardenas et les tubercules des Andes

par Alain Gioda et Katia Humala-Tasso

10

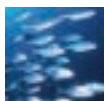


SCIENCE ET GASTRONOMIE

Les saveurs du fromage

par Hervé This

16



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

- L'eau douce du fond de la mer
- Sardines et anchois ■ Autocontrôle dans le ciel
- L'eau potable des singes ■ L'électricité de la peau de chat
- Transport de cholestérol

20



VISIONS MATHÉMATIQUES

L'Empire de la constante un

par Ian Stewart

100



IDÉES DE PHYSIQUE

Des tunnels dans l'espace-temps

par Roland Lehoucq et Jean-Philippe Uzan

102



LOGIQUE ET CALCUL

La cryptographie RSA vingt ans après

par Jean-Paul Delahaye

104



ANALYSES DE LIVRES

110

- Guide de l'amateur de cactus, de Pierre-Louis Fröling
- Les Français et leurs animaux, de Jean-Pierre Digard
- L'homme et l'animal : un débat de société, sous la direction de A. Ouedrago et P. Le Neindre
- L'art rupestre dans le monde. L'imaginaire de la préhistoire, d'Emmanuel Anati
- Le rendez-vous de Vénus, de Jean-Pierre Luminet



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

La science au XXI^e siècle

26

par John Maddox

Si le futur est aussi riche que le passé, la recherche scientifique procurera, dans les 50 prochaines années, des développements inattendus et exaltants.



Vers l'unification de la physique

32

par Steven Weinberg

Les expériences en cours au CERN et dans d'autres laboratoires de physique des particules devraient confirmer le Modèle standard de la physique des particules.

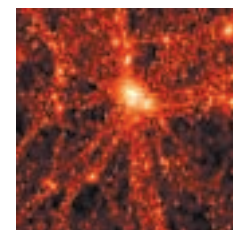


L'exploration de l'Univers

40

par Martin Rees

Au XXI^e siècle, les cosmologistes dévoileront le mystère de la naissance de l'Univers. Prouveront-ils aussi l'existence d'autres univers?

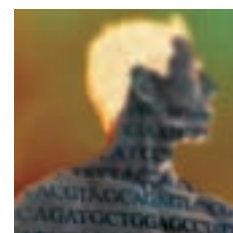


Le code de la vie déchiffré

46

par Francis Collins et Karin Jeganian

L'étude de tous les gènes de divers organismes renseignera sur l'origine de la vie.



Que nous apprendront les fossiles?

52

par Eric Buffetaut

Les prochaines avancées en paléontologie dépendront de la découverte de nouveaux fossiles. Ces découvertes seront plus clairement interprétées dans le cadre des grands événements qui ont marqué l'histoire de la Terre.



Inné contre acquis : la fin de l'opposition

58

par Frans de Waal

Le comportement humain est déterminé à la fois par la génétique et par l'expérience acquise.



Modifions-nous le climat?

64

par Thomas Karl
et Kevin Trenberth

On ne le saura vers 2050 que si tous les pays s'engagent dès aujourd'hui dans une surveillance météorologique régulière et rigoureuse.



Le vieillissement est-il inéluctable?

70

par Michael Rose

On retardera peut-être le vieillissement, mais pas à l'aide d'un élixir de jouvence.



Le cerveau et l'esprit

76

par Antonio Damasio

D'où vient la conscience? Une meilleure connaissance du fonctionnement du cerveau apporte des éléments de réponse à cette question.

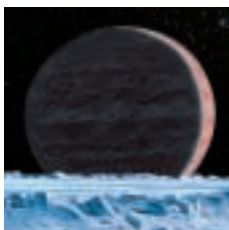


Une vie extraterrestre?

82

par Jill Tarter
et Christopher Chyba

La recherche de vie extraterrestre commence seulement : on découvre des planètes autour d'autres étoiles que le Soleil.



L'ère des robots

88

par Hans Moravec

En 2050, les robots rivaliseront d'intelligence avec les hommes : les ordinateurs de leurs «cerveaux» artificiels exécuteront 100 000 milliards d'instructions par seconde.



Nous sommes des nains...

... sur les épaules de géants, ont annoncé de nombreux auteurs, après Saint Augustin. Truisme si l'on veut, mais vérité historique : la connaissance scientifique progresse ainsi, à plus ou moins grandes enjambées.

Dans ce numéro, nous avons demandé à des scientifiques de diverses disciplines, renommés pour leurs découvertes marquantes, comment ils voient le futur de leur art à l'horizon 2050. Leur vision est à la fois passionnante et modeste : s'ils ne sont pas assez présomptueux pour prétendre percer les ombres de l'avenir, ils pressentent comment les progrès surmonteront les achoppements présents.

Le siècle passé nous a enseigné deux écueils : le triomphalisme («nous savons à peu près tout, il suffit de prolonger les recherches dans les voies actuelles») et le pessimisme («nous ne pourrions jamais résoudre telle ou telle question»).

Le triomphalisme a ses perversions. Les économistes pensent trop souvent que les hommes de science sont des singes dressés à monter en haut des arbres pour y cueillir les fruits qui feront la fortune de leurs industries – il suffit de «vouloir» et de «gérer», disent-ils. Les chemins du progrès sont plus tortueux, plus malaisés. Les percées conceptuelles sont fondées sur la récolte de données, ingrates parce que longues et sans débouché prévisible. La patience économique est de règle.

Le pessimisme est tout aussi fallacieux, car la confrontation avec l'impossible est le moteur de la créativité. Le scientifique suscite ou exploite les avancées de la science pour surmonter l'impossible. Un autre pessimisme porte sur le bénéfice social de la science. Le scientifique, «apprenti sorcier», est, comme tout autre, préoccupé. Cependant la prospective scientifique se distingue de la science-fiction qui élabore les conséquences sociales des progrès scientifiques (le genre semble imposer qu'elles soient toujours néfastes). La science fiction, qui se nourrit de l'imagination alimente et traduit nos angoisses. Mais ne nous méprenons pas sur sa valeur prédictive.

Philippe BOULANGER

Allez à Thouars...

Il est désormais banal de se présenter au dernier moment dans une agence de voyages, et d'y acheter des billets d'avion invendus. Peu importe la destination, la seule exigence est que le prix soit bas. Ainsi, vous vous retrouvez en partance pour Marrakech ou pour Prague, pour le Groenland ou pour la Martinique.

Pourquoi les organisateurs de congrès scientifiques ne s'inspirent-ils pas de ce modernisme ? L'individu désireux de participer à un congrès se présenterait dans une agence. Laquelle se renseignerait sur les moyens (intellectuels) du candidat. Vous n'êtes qu'à bac plus 3 ? Alors, nous vous proposons un petit congrès provincial de biologie élémentaire à Copacabana. Très satisfaisant, compte tenu de vos moyens. Vous êtes à bac plus 17 ? Nous vous suggérons le Congrès international des mathématiciens. Sur l'île de Djerba. Dépêchez-vous de vous inscrire, il reste très peu de places. Bon congrès.

Aspirine et astrologi...que

La chute d'une pomme et les marées – ça n'a rien à voir. Avoir mal à la tête et suçoter un bout d'écorce de saule blanc – ça n'a rien à voir. Être né sous la conjonction de Saturne avec Jupiter sous ascendant Gémeaux et avoir de la chance dans la vie – ça n'a rien à voir.

Hé bien, si. Dans les deux premiers cas, si étrange cela soit-il, ça a à voir. La gravitation explique des phénomènes aussi disparates que le mouvement de la pomme et celui de la mer. L'aspirine concentre des principes actifs présents dans certaines plantes. La troisième mise en relation toutefois, ni plus ni moins farfelue en apparence que les autres, sera, elle, acceptée par un astrologue, mais pas par un scientifique moderne. En l'occurrence, la tâche est plus simple pour l'astrologue que pour le scientifique. En effet, affirmer que deux phénomènes sont liés est plus facile que de démontrer qu'aucun rapport ne peut ni ne pourra jamais exister entre eux. Or les

découvertes les plus excitantes pour l'esprit sont celles qui prennent deux phénomènes apparemment très éloignés, et réussissent à les mettre en relation.

Aimant toutes deux trouver un lien entre des phénomènes qui, *a priori*, semblaient étrangers, la science et l'astrologie, aujourd'hui sœurs ennemies après avoir été amies (jusques et y compris en la personne de Newton), sont, quoi qu'elles en aient, destinées à rester longtemps encore inséparables.

Audimat de mécontents

Impression désagréable que d'aller voir «le film dont tout le monde parle» : on subodore qu'on est en train de se faire avoir par une habile campagne de promotion. Désagrément que redouble – au cas où l'on a détesté le film – la colère de contribuer à son succès. Car, de même que l'argent attire l'argent, la foule attire la foule : gonfler les statistiques de ceux qui ont vu le film contribue à entretenir le battage médiatique et, par conséquent, le succès.

Il faut donc changer d'instrument de mesure et compter non pas le nombre de spectateurs, mais le pourcentage de satisfaits. Un film qui a 5 000 spectateurs dont 90 % sont contents connaît incontestablement plus de succès qu'un film qui a 500 000 spectateurs dont 95 % sont mécontents. Si vous ressortez furieux d'être allé voir un film à la mode mais nul, vous serez heureux, en augmentant le pourcentage de mécontents, de diminuer son succès.

Un fort en anathèmes

Pour avoir critiqué les philosophes trop peu scrupuleux dans l'emploi d'images scientifiques, A. Sokal et J. Bricmont ont été taxés de scientisme. Accusation bizarre : «Qui sont les scientifiques ? Sont-ce les gens comme Sokal et Bricmont ou, au contraire, ceux qui, comme Régis Debray, semblent croire qu'une vérité importante ne peut devenir respectable que lorsqu'elle a été formulée dans un langage scientifique ou, mieux encore, présentée comme une généralisation d'un résultat scientifique révolutionnaire et prestigieux ?» (Jacques Bouveresse, *Prodiges et vertiges de l'analogie*, Éditions Raisons d'agir, 1999.) Donnant à Sokal la caution d'un philosophe, le livre de Bouveresse interdit l'argument (facile et démagogique, donc souvent utilisé) qui prétend assimiler l'entreprise de Sokal à une expression de haine contre la philosophie.

Philosophe, Jacques Bouveresse respecte rigoureusement la règle de savoir-vivre qui fait le charme immortel de sa profession : la volée de bois vert distribuée aux chers collègues. En l'occurrence, les antisokaliens. Voici quelques échantillons. Ayant montré l'inanité du prétendu «principe d'incomplétude de Gödel-Debray», Bouveresse compare la pensée de Régis Debray et celle du baron de Münchhausen, qui voulait se sortir d'une mare en se tirant par ses propres cheveux ! Comme Jacques Derrida, Debray pratique «l'aller et retour du ridicule au trivial». Alain Badiou, lui, fait penser au lièvre à huit pattes du même Münchhausen, lièvre qu'aucun chien ne pouvait jamais rattraper : Badiou est capable de «courir plus vite que n'importe qui d'autre sur les pattes de la théorie pseudo-scientifique et [de] se retourner, le moment venu, pour repartir de plus belle sur celles de la métaphore et de la fiction poétique». Alain Finkelkraut devrait écrire une étude sur le copinage dans le milieu intellectuel, car «il dispose sûrement d'une expérience de tout premier ordre dans ce domaine»... Bruno Latour, Dominique Lecourt, Isabelle Stengers, Bernard-Henri Lévy, entre autres, reçoivent des coups de patte brefs, mais bien ajustés. Le physicien J.-M. Lévy-Leblond, qui a pris parti contre Sokal, est traité à l'égal des philosophes : rudement.

Bouveresse fait souvent mouche, par exemple lorsqu'il fustige l'attitude des «défenseurs de la liberté d'expression, tellement inconditionnels qu'ils en arrivent à contester aux autres le droit de critiquer». Son livre aurait été plus fort s'il était resté plus serein face à ceux qui accaparent les positions médiatiques dominantes. Mais, tel qu'il est, il a la qualité de son défaut : il est réjouissant à lire.

Haro sur les recettes

«**H**a moi, je n'ai pas de recette toute faite», répondent volontiers les penseurs quand on ose leur demander comment il faut utiliser leurs théories pour agir dans tel ou tel cas particulier. Étonnant mépris affiché à l'égard de la notion de recette, alors même que cuisiner est considéré aujourd'hui comme un art noble. Utiliser une recette permet au mauvais cuisinier de réussir moins mal, et n'empêche pas le bon de réussir encore mieux, grâce à son talent personnel. Il n'y a aucune honte ni à se servir d'une recette ni à en proposer.

Le penseur qui nous envoie à la figure son mépris pour les recettes utiles dans nombre de situations concrètes, ne fait que dissimuler son incapacité à appliquer lui-même ses théories.

Pluies acides

À propos de la brève intitulée *La fin de l'acide* (voir *Pour la Science*, novembre 1999), je peux confirmer, en tant que représentant français du programme international d'étude des lacs de haute montagne auquel il est fait référence, que l'analyse de la physico-chimie de ces eaux montre bien sans ambiguïté, mais dans un certain nombre de sites seulement, que les efforts de réduction des rejets d'oxydes d'azote et de soufre émis lors du brûlage des combustibles fossiles n'ont pas été du tout inutiles. La tendance à l'acidification qu'on y observait jusqu'à présent a été en effet clairement modifiée. Cependant, nous n'avons pas intérêt à nous réjouir prématurément, car les dégâts sont loin d'être réparés. En fait, on peut simplement dire que la situation paraît aujourd'hui avoir arrêté de s'aggraver dans ces lacs d'Europe et d'Amérique du Nord. Il est aussi clair que nous devons absolument rester très vigilants vis-à-vis des événements futurs, en particulier en ce qui concerne le développement industriel des pays en développement. Les moyens financiers associés à des préoccupations environnementalistes sont surtout l'apanage des pays riches et, à moyen terme, les prévisions de rejets dans ces pays en développement sont très inquiétantes. La fin des pluies acides est donc malheureusement loin d'être résolue au niveau mondial, et on aurait tort de crier victoire trop vite pour oublier le problème.

Dr Jean-Charles MASSABUAU, Arcachon

Mathématiques et sciences

L'article sur l'enseignement des sciences (voir *Pour la Science*, novembre 1999) illustre à merveille le statut paradoxal des mathématiques. Il nous confirme que les lycéens français sont bons en mathématiques et mauvais en sciences. Le fait même qu'on puisse faire cette séparation nette entre sciences et mathématiques est préoccupant. Dans le même numéro, un autre article (*Pourquoi les objets se cassent-ils ?*) nous montre l'imbrication entre les mathématiques les plus abstraites (la topologie) et les domaines les plus appliqués (la métallurgie). L'enseignement français qui, semble-t-il, ne reflète pas cette profonde union entre les sciences de la nature (en particulier la physique) et les mathématiques transmet-il pour autant une bonne culture mathématique ? Rien n'est moins sûr. En effet, les seuls théorèmes contemporains qui soient à peu près connus du grand public sont ceux de Gödel et de Fermat-Wiles, ce dont l'article de

Jean-Paul Delahaye est une parfaite illustration. Or, la logique et l'arithmétique, qui ne sont que deux branches des mathématiques parmi d'autres, ne sont pas enseignées au Lycée. Leur popularité (relative) vient de ce que ce sont les seules qui soient un peu vulgarisées (y compris dans *Pour la Science*, exception faite de la rubrique de Ian Stewart). Ainsi, ce n'est pas seulement l'enseignement des sciences qui doit être revu, mais l'enseignement du couple sciences/mathématiques, dont le but doit être de former l'esprit critique et rationnel, et de donner une culture scientifique minimale.

Fabien BESNARD, Paris

Programme idéal

Sans être d'avis contraire à la réponse de Jacques Treiner (voir *Pour la Science*, octobre 1999), je suis en bonne partie d'accord avec les commentaires de Pierre Provost (voir *Pour la Science*, novembre 1999). Plus précisément, les tables à coussin d'air des programmes Lagarrigue étaient une approche expérimentale digne d'intérêt, et il n'est pas sûr que les nouvelles propositions soient meilleures. En effet, tout programme se heurte forcément à des difficultés, car le plus difficile est justement d'inciter les jeunes à se confronter à des difficultés. Et pourtant il ne faut pas les sous-estimer : dès qu'il s'agit de regarder leur émission favorite, ils savent utiliser la programmation d'un magnétoscope souvent plus vite que leurs parents. La seule chose nécessaire est de provoquer leur intérêt en y dénichant une motivation venant d'eux-mêmes. Hélas, les tables à coussin d'air sont inutiles dans la vie courante, mais les planètes ne font guère mieux. Qui plus est, les magnétoscopes en question sont de peu d'intérêt en tant que boîtes noires fermées (le seul aspect qui motive pour enregistrer une émission) et trop compliqués en tant que boîtes noires ouvertes. Au total, c'est bien d'essayer de nouveaux programmes, mais il ne faut pas se faire trop d'illusions : il n'existe pas de programme idéal.

Jean-Michel LAFAILLE, Angers

Comblée

Une lettre parue sous le titre *Outrage !* (voir *Pour la Science*, novembre 1999) a provoqué ma perplexité. La *Tribune des lecteurs* ne nous avait habitués, jusqu'ici, qu'à des propos parfois vigoureux, mais toujours scientifiquement argumentés, de lecteurs raisonnablement compétents. Et voici soudain qu'éclate cette incongruité ! Cette lettre est-elle parue par

distracted ? C'est invraisemblable. Comme je ne peux pas croire que, sous couleur de liberté d'expression, on en vienne à donner la parole à l'obscurantisme et à l'ineptie – mais à mon sens la sottise et l'ignorance ne constituent pas une opinion –, je dois en conclure qu'il s'est agi de faire une place à l'humour, parce qu'il est bon de rire de temps en temps. Allons, convenons donc qu'il en est ainsi. Mais gardons-nous, à l'avenir, d'en abuser, surtout d'un humour de cet acabit, dont on sait ce qu'il recèle et où peut mener ce qu'il sous-entend ! Allez savoir pourquoi, les noms de Galilée, Giordano Bruno, Voltaire et Darwin viennent s'imposer à moi ! Et grâce soient rendues à l'Abbé Breuil, mais pas pour ses talents de peintre !

Bernard PETIT, Brest

Cumul

Peut-on se prévaloir de limitations budgétaires quand on parle de santé publique (voir *Pour la Science*, septembre 1999) ? Certes, les risques majeurs actuels sont l'alcool, le tabac et l'automobile ; ce ne sont pas pour autant de bons éléments de comparaison avec le risque lié à la pollution des denrées alimentaires, car c'est faire abstraction de la notion d'accoutumance (l'alcool et le tabac sont des drogues) qui limite le raisonnement rationnel de ceux qui s'y adonnent. L'automobile, elle, est liée aux notions de plaisir et de statut social (savamment entretenues par les constructeurs et autres acteurs du sport automobile, à grands frais de publicité). Retire-t-on du plaisir à consommer des produits plus ou moins pollués, en devient-on dépendant ? Philippe Hartemann n'aborde pas non plus le problème des associations de risques, et cet oubli est regrettable. Un excès de risque de un pour un million c'est peu, certes ; mais qu'en est-il si les risques sont cumulés ? À quels dangers s'expose quelqu'un qui boirait une eau chargée de nitrates et de pesticides, mangerait des œufs ou du poulet à la dioxine, accompagnerait de carottes contenant du plomb, ajouterait à cela du poisson au mercure, respirerait de l'air aux vapeurs soufrées et irait travailler au volant de sa voiture en grillant une cigarette ?

Des millions de citoyens européens pourraient bien pourtant ressembler à ce portrait.

Dominique ROS Montpellier

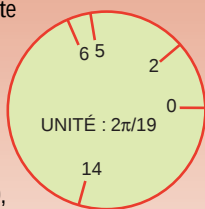
Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : tribune@pour-lascience.fr. Découvrez d'autres contributions de lecteurs sur le site Web www.pourlascience.com.

JEU-CONCOURS N° 67

PIERRE TOUGNE

Rapporteurs exotiques

Le rapporteur de gauche permet de mesurer tous les angles multiples de $2\pi/19$, tandis que celui de droite permet de mesurer tous les angles multiples de $2\pi/21$, et cela avec seulement cinq graduations chacun. En effet, si l'on veut mesurer un angle de $3 \times 2\pi/19$, il suffit de prendre l'angle entre les graduations 2 et 5 sur le rapporteur de gauche. En revanche, pour mesurer un angle $7 \times 2\pi/19$, il faut prendre l'angle entre les graduations 14 et 2, etc. Le lecteur vérifiera que le rapporteur de droite permet aussi de mesurer tous les angles multiples de $2\pi/21$.



Peut-on construire un tel rapporteur pour mesurer tous les angles multiples de $\pi/20 = 18$ degrés? Plus précisément, pouvez-vous démontrer que cinq graduations sont insuffisantes et trouver un rapporteur avec six graduations toutes situées entre 0 et 180 degrés (extrémités comprises)?

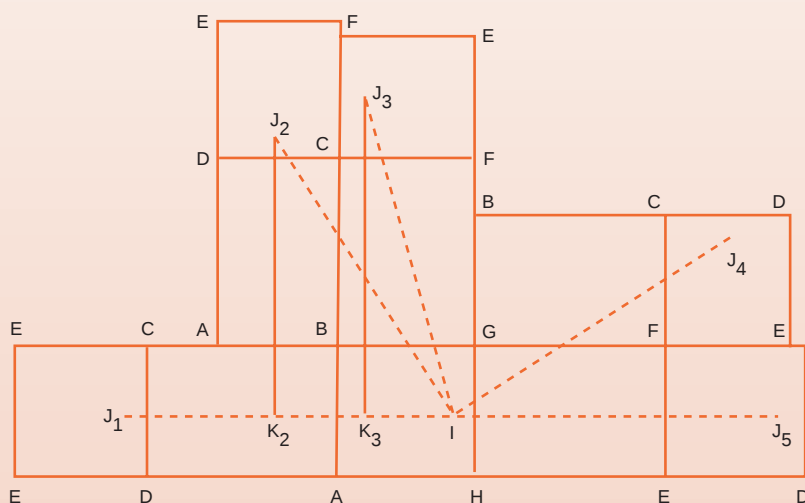
Envoyez vos réponses aux questions à *Pour la Science*, 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de janvier 2000, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 65

Si l'on déplie le parallélogramme en coupant certaines arêtes de façon à l'étaler sur un plan, les chemins des rayons lumineux deviendront des droites sur ce plan. La figure ci-dessous montre cinq «dépliage» où les trajets des rayons lumineux sont représentés en pointillés (par symétrie autour de IJ_1 , on obtient les trois autres chemins). Les distances IJ_1 , IJ_2 , IJ_3 , IJ_4 et IJ_5 sont égales à la distance parcourue par la lumière, soit $65 \times 300\,000 = 19,5 \times 10^5$ kilomètres. Si l'on pose $AD = x$, $AB = y$, $AH = z$ et que l'on exprime les distances avec pour unité 100 000 kilomètres, nous avons $IJ_1 = x + z = 195$ (1) et le théorème de Pythagore appliqué aux triangles rectangles IJ_2K_2 et IJ_3K_3 donne : $IJ_2 = \sqrt{(2x+y+z-48)^2 + (y+z+48)^2/2} = 195$ (2)

et $IJ_3 = \sqrt{48^2 + x^2} = 195$, soit $x + y = 189$ (3). Les relations (1) et (3) donnent $x + (y+z)/2 = 192$ qui, reporté dans (2), conduit à $y + z = 150$ (4). Le système des trois équations linéaires (1) (3) et (4) se résout facilement et donne $x = 117$, $y = 72$ et $z = 78$. Par conséquent, les dimensions de cet univers sont : 11,7, 7,2 et 7,8 millions de kilomètres.

N.B. : Comme me l'ont fait remarquer certains lecteurs, dans cet univers, rien n'interdit à cette étoile de rayonner dans toutes les directions et, par conséquent, d'atteindre notre observateur après plusieurs tours sur les faces du parallélogramme, et cela d'une infinité de manières donnant ainsi des images apparentes de la même étoile, mais de magnitude de plus en plus faible.



OFFRE D'EMPLOI

PROFESSEUR DE BIOLOGIE VÉGÉTALE (67-68)
Phylogénie moléculaire et ressources génétiques végétales

Université Lyon I

Intégration dans l'UMR CNRS 5558 Biométrie – Biologie Évolutive pour développer une équipe de recherche et des collaborations au sein de la FR 41 «Sciences et Méthodes de l'Écologie et de l'Évolution» sur l'une des thématiques suivantes : biologie des populations, ou écologie évolutive, ou approches physiologiques, génétiques et évolutives des relations plantes-pathogènes ou plantes insectes.
Enseignement : Biologie végétale dans les trois cycles.

Contacts :
UMR 5558,
Bâtiment 741
43, boulevard du 11 novembre 1918
69622 VILLEURBANNE CEDEX
misou@biomserv.univ-lyon1.fr
Tél. 04 72 44 81 42
Fax 04 78 89 27 19

UFR de Biologie
même adresse
ufrbio@biomserv.univ-lyon1.fr
Tél. 04 72 44 81 37
Fax 04 72 44 84 66



Jean-Michel Thiriet

Y a-t-il des thésards heureux?

NICOLAS CHEVASSUS-AU-LOUIS

Les thésards ont raison de se plaindre, mais ils ont tort de redouter la vie professionnelle.

Avez-vous déjà entendu un concert de jérémiades? Les thésards en donnent tous les midis dans les cantines des laboratoires et tous les soirs dans leurs cafétérias : «Machin attaque sa cinquième année de thèse et il n'a toujours pas publié». «Truc vient d'arriver en postdoc où son ex-patron l'a envoyé, et il y a deux Chinois sur le même sujet que lui.» «J'ai été boulé au concours de Pétarouchnok, ils ont pris un candidat local qui avait moins de papiers que moi». À les entendre, la thèse et les années qui suivent seraient de nouvelles classes préparatoires, harassante course d'obstacles où beaucoup laisseront des plumes, mais où les heureux lauréats pourront enfin ne rien plus faire et se reposer.

Ils n'ont pas entièrement tort, et ils se sont fait entendre des députés M. Cohen et M. Le Déaut, qui sont devenus leurs véhéments porte-parole dans leur récent rapport sur la recherche française : la situation faite aux jeunes chercheurs en France est un épouvantable gâchis, il est donc maintenant permis de le dire. Le plus regrettable, à mon sens, est que cette situation tue presque inévitablement le plaisir de la recherche. Chercher nécessite du temps : pour se plonger dans les travaux des confrères, avant d'engager ses propres expériences, pour projeter des plans d'expériences sur plusieurs années ou pour se hasarder à explorer des directions incertaines.

Or le quotidien du jeune chercheur est souvent fait de bourses de quelques mois qui lui interdisent de voir à long terme. On conviendra volontiers que les jeunes chercheurs ne sont ni les seules ni les pires victimes du chômage et de la précarité, mais leur métier est de ceux qu'il est presque impossible d'exercer lorsque l'on ignore de quoi demain sera fait. Imagine-t-on un paysan, embauché au semestre, incertain de son activité quand viendra la récolte?

Qu'une carrière de chercheur débute par plusieurs années où l'on ne goûtera pas aux charmes du métier, voilà qui est assurément regrettable. Tout s'ar-

rangerait-il si un ministre éclairé décidait que chaque postulant au CNRS n'a le droit qu'à une seule candidature, l'année d'obtention de sa thèse, et dans un laboratoire différent de celui où il l'a préparée? Personne n'y trouverait à redire, sinon quelques peu recommandables mandarins, rageant de se voir privés de main-d'œuvre bon marché. Le CNRS se rajeunirait, la mobilité imposée enrichirait la formation des jeunes chercheurs, et l'on verrait enfin appliqué l'excellent précepte du neuroanatomiste espagnol Santiago Ramón y Cajal, qui écrivait en 1916 : «C'est une obligation sacrée pour l'État que d'épargner aux jeunes chercheurs des sacrifices douloureux en créant les conditions matérielles qui rendent compatibles le travail scientifique et la vie familiale.»

Les thésards seraient-ils alors heureux? Je crains que non, car beaucoup d'entre eux souffrent d'une idéalisation caractérisée du métier de chercheur. De ce fait, même le système précédemment décrit, qui recruterait au mieux dix pour cent des nouveaux docteurs, écarterait encore 90 pour cent des candidats, les laissant malheureux, déçus, aigris.

Pourquoi diable veulent-ils tous être chercheurs? «Parce que je ne sais rien faire d'autre», s'entendrait-on sans doute répondre. Passée la stupéfaction de voir le peu de qualifications prétendument conférées par le plus haut diplôme délivré par l'Université, on se prend à se demander si ces gens-là savent que 8 se décompose en 5 + 3 : plutôt que de contempler tristement leur Bac + 8, que ne considèrent-ils pas qu'après cinq années d'études, ils ont été confrontés, pendant au moins trois ans, aux mêmes problèmes que n'importe quel débutant dans la vie active : se faire une place auprès des collègues, organiser sa journée, valoriser son travail aux yeux de ses supérieurs... Hautement diplômés, riches de trois années d'expérience professionnelle, les jeunes docteurs ne sont assurément pas démunis d'atouts pour

affronter le marché du travail. Il ne leur manque que la volonté. Les doctoriales, sortes de foires aux docteurs destinées à favoriser leur insertion professionnelle, me font irrésistiblement penser à ces bals où les jeunes filles à marier, gentiment alignées sur leur banc, attendent les prétendants qu'elles n'osent pas même regarder. Ils ne se décideront qu'en ultime recours, la quarantaine approchant, usés par les stages postdoctoraux et par les sacrifices, aigris de voir leurs anciens condisciples ayant choisi d'autres voies s'installer dans l'opulence et parler résidence secondaire ou berline familiale.

S'ils reportent sans cesse la confrontation au marché du travail, c'est que leur idéalisation du métier de chercheur (public, s'entend) est d'une solidité à toute épreuve. C'est cette idéalisation qui les fait s'indigner du poids «du copinage» lors des recrutements dans les organismes de recherche ou à l'université. Ils rêvent d'une utopie où seul le mérite serait récompensé, d'un monde idéal où la recherche serait protégée de toute pollution par la société et ses enjeux de pouvoir. Comme le dit Pierre Bourdieu, «ils se racontent des histoires», en attribuant par exemple leurs difficiles débuts de carrière à un manque de relations. D'où leur vient cette foi de charbonnier? Je risque une hypothèse : une bonne partie des jeunes diplômés éprouve une franche répugnance à l'égard du monde de l'entreprise, répugnance dont je ne m'aventurerai pas à juger le bien fondé. J'en veux pour preuve, par exemple, la proportion croissante de jeunes ingénieurs, par excellence formés pour aller en entreprise, qui entament une thèse après leurs années d'école. Fuyant la carrière de cadre, bien des doctorants idéalisent ce métier de chercheur qu'ils croient capable de les protéger de l'horreur économique. La recherche est-elle l'opium des thésards?

Nicolas CHEVASSUS-au-LOUIS est journaliste scientifique.

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

soit **4 € seulement par numéro** au lieu de 5,20 €

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.



Cardenas et les tubercules des Andes

ALAIN GIODA • KATIA HUMALA-TASSO

Martin Cardenas fut le premier écologiste Sud-américain à promouvoir d'autres types de pommes de terre : les tubercules andins traditionnels.

Aujourd'hui, la pomme de terre, diffusée en France, à la fin du XVIII^e siècle, par Parmentier, est un légume universel. Les Andes, leur berceau, abritent plusieurs autres espèces de pommes de terre et de plantes à tubercules ou à racines comestibles qui pourraient être domestiquées, cultivées et exportées. Le botaniste et agronome bolivien Martin Cardenas (1899-1973) (*ci-dessus*) s'est battu toute sa vie pour revaloriser l'agriculture des Andes, bien au-delà de ses montagnes natales, et pour promouvoir les tubercules andins autres que la pomme de terre.

Rien ne prédispose Cardenas à une carrière scientifique : issu d'un milieu très modeste, il naît en 1899 d'une mère indienne quechua, dans un pays où la population compte plus de 80 pour cent d'illettrés (les principaux peuples indiens de Bolivie sont les Aymaras et les Quechuas). Isolée, car elle a perdu l'accès à la mer en 1879, après une guerre contre le Chili, la Bolivie est pauvre : la richesse issue des mines d'étain et d'argent est concentrée dans les mains d'une infime minorité de la population. Le pays compte alors moins de trois millions d'habitants. Quand Cardenas aura une trentaine d'années, c'est-à-dire au début de sa carrière, son pays perdra la guerre contre le Paraguay soutenu par l'Argentine. Durant cette guerre (1932-1935), 60 000 hommes tomberont et 200 000 seront blessés. Cardenas participera en tant que scientifique du contingent à ce conflit désastreux.

Ce cadre familial, économique et politique ne semble guère favorable à l'éclosion d'un scientifique et, pourtant, Cardenas écrira et publiera plus de 150 articles et livres ;

découvrira presque 200 cactées, une vingtaine de pommes de terre sauvages et une douzaine d'amaryllis ; dirigera des fermes modèles ; sera recteur d'université ; créera un jardin botanique ; stimulera l'intérêt pour la médecine traditionnelle indienne et les plantes d'intérêt pharmaceutique ; donnera des conférences dans le monde entier ; sera le correspondant de très nombreuses sociétés savantes et d'institutions dont le Muséum national d'histoire naturelle de Paris...

Cardenas entreprend des études de professeur de collège, cursus obligé pour un jeune homme pauvre, mais méritant, qui passe d'abord par l'École normale bolivienne des instituteurs. Sa vocation naît sans doute vers 1921, lorsqu'il achève sa période de formation comme enseignant et qu'il est recruté comme assistant de l'exploration botanique de l'Amazonie bolivienne. animée par Henry Rusby, alors directeur du jardin botanique de New York. En 1932, dans le premier livret qu'il publie, *Plantae potosinae*, il écrit que son ambition est d'être un grand botaniste à l'égale

de ses illustres prédécesseurs européens et Nord-américains.

Rien ne le fera dévier de son objectif : ni un salaire médiocre, ni les moyens dérisoires dont il disposera, ni les lourdes tâches d'enseignement et d'administration, ni l'indifférence générale. Cardenas se consacrera à la science (son mariage célébré en 1930 ne sera que de courte durée) ; il apprendra la plupart des langues européennes, transformera sa maison en laboratoire et en bibliothèque, espérant faire évoluer les mentalités locales et en diffusant sans relâche des informations scientifiques en espagnol, notamment dans la presse de son pays.

Mobilisé sur le front paraguayen entre 1932 et 1934, année où il sera rapatrié sanitaire, Cardenas fait partie de « la génération de la guerre du Chaco » (1932-35). Les soldats boliviens sont envoyés contre ceux du Paraguay sur le front du Chaco, un vaste désert semi-aride infesté par le paludisme, très différent de leurs montagnes natales. L'approvisionnement en vivres et en médicaments fait défaut et, dans les tranchées, ils réalisent que leur gouverne-

ment, fondé sur l'oligarchie minière de l'étain, les a condamnés à une mort certaine en les envoyant au front. Après la défaite, une partie des officiers subalternes (souvent des métis comme Cardenas) conspire pour prendre le pouvoir. Cette génération, qui apprit l'autonomie intellectuelle au combat et dont fait partie Cardenas, changera la société bolivienne dans les années 1940 et 1950.

Cardenas a un maître spirituel : Simon Bolivar. Le libérateur du continent Sud-américain avait mis fin à la colonisation espagnole en 1825, et avait



Alain Gioda

Fête de la fécondité à Cochabamba.