

Pour la Science

■ POUR LA

SCIENCE

Décembre 1997

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

Les faux souvenirs

Le laser Mégajoules

Les concours mandarinaux

Les sables qui chantent

Les plus grands séismes

La vie chez les Aztèques

Les télescopes gravitationnels

**Mercure,
planète oubliée**

BLOC-NOTES de Didier Nordon

7

TRIBUNE DES LECTEURS

8



POINT DE VUE

Les scientifiques étrangers

10

par Antony Mauvais



PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Irène Joliot-Curie

12

par Pierre Radvanyi



SCIENCE ET FINANCE

Les fractales et la Bourse

16

par Benoit Mandelbrot

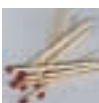


SCIENCE ET GASTRONOMIE

Chaud devant

20

par Hervé This



JEU-CONCOURS

Jeu d'allumettes

22

par Pierre Tougne

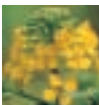


MÉTIER DE L'INGÉNIEUR

L'innovation et le paradigme industriel

23

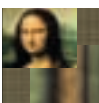
par Alain Etchegoyen



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

24

La malédiction du tyrannosaure ■ La mémoire saisie au vol ■ L'ataxie de Friedreich ■ Le colza et la ravenelle ■ Les fractions égyptiennes ■ MIRACL, le laser destructeur de satellites ■ Digestion et somnolence ■ Éparpillement linguistique



LOGIQUE ET CALCUL

Images brouillées, images retrouvées

102

par Jean-Paul Delahaye et Philippe Mathieu



ANALYSES DE LIVRES

108

■ *Guide des 134 réserves naturelles de France*, de Chantal Cans et Antoine Reille
■ *Idées folles, idées fausses en médecine*, de Petr Skrabanek et James McCormick
■ *La science de Jurassic Park. Comment fabriquer un dinosaure*, de Rob DeSalle et David Lindley

INDEX 1997

112

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

Les faux souvenirs

34

par Elizabeth Loftus

La suggestion et l'imagination créent des souvenirs d'événements qui ne se sont jamais produits.

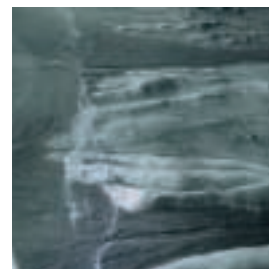


La préparation d'un grand séisme

42

par A. Cisternas, L. Dorbath, B. Delouis et H. Philip

Un tremblement de terre a dévasté la côte Nord du Chili il y a 120 ans. L'accumulation des contraintes tectoniques dans la région déclenchera bientôt une catastrophe semblable.

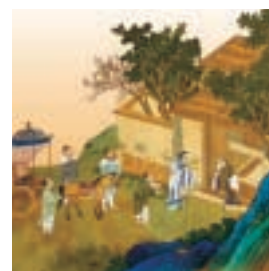


Les concours mandarinaux

50

par Rainier Lanselle

Le recrutement des fonctionnaires de l'empire bureaucratique chinois se faisait par un concours qui a subsisté plus d'un millénaire.

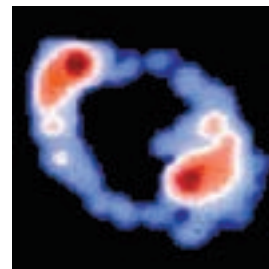


Les télescopes gravitationnels

58

par Françoise Combes et Tommy Wiklind

Les masses situées entre les sources de lumière célestes et la Terre courbent la lumière. Les images déformées des sources nous renseignent sur leur éloignement et sur la structure de l'Univers.



La richesse des provinces de l'Empire aztèque

66

par Michael Smith

La population aztèque produisait des étoffes qu'elle échangeait contre des marchandises importées d'autres régions et de l'extérieur de l'empire.



Le laser Mégajoules

76

par Jacques Coutant

Ce laser, en construction près de Bordeaux, devrait faire progresser la physique des plasmas thermonucléaires et provoquer la fusion nucléaire contrôlée du deutérium et du tritium.

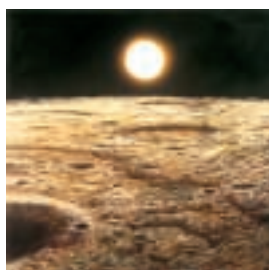


Mercure, la planète oubliée

84

par Robert Nelson

Malgré sa proximité, ce monde étrange nous est presque inconnu.



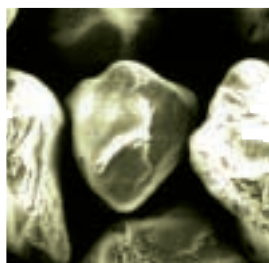
Dan Dixon

La musique des sables

94

par Franco Nori,
Paul Sholtz et Michael Bretz

Pourquoi certains sables crissent, tandis que d'autres mugissent.



La leçon chinoise

Pour se préparer à l'examen des lettrés chinois, les candidats devaient apprendre plus de 200 caractères (un caractère équivalent à un mot) par jour pendant six ans, mémorisant ainsi les 431 286 caractères constituant les classiques chinois. L'examen (voir *Les concours mandarinaux*, par Rainier Lanselle, page 50) est resté inchangé pendant plus de dix siècles, preuve de son utilité sociale.

Ce système de sélection formait des administrateurs de l'État, zélés et dociles, des exemples de vertus confucéennes. L'empereur avait le devoir de choisir pour le gouvernement du peuple les meilleurs fonctionnaires, et les fonctionnaires devaient contribuer par leur juste administration au bien général, faire apprécier la sagesse et le bien fondé du système impérial.

Les lettrés, intellectuels d'une société hiérarchisée, n'étaient pas des politiques, et la monarchie chinoise n'était pas remise en question. L'intellectuel chinois ne s'appliquait qu'à suivre au mieux les règles de pensée sans les contester, ce que le souverain ne savait supporter : rare le lettré ayant déçu la mansuétude du souverain qui était laissé en vie, heureux le contestataire qui n'était pas banni ou torturé. Mille ans de concours ont façonné la mentalité chinoise, et le refus permanent de prendre en compte une remise en cause de la politique gouvernementale a de profondes racines.

La non-contestation de la chose établie ne favorisait pas non plus le progrès des sciences en Chine. Seules les mathématiques plaisaient, par leur immanence, à une petite fraction de lettrés.

On dit que cet examen a inspiré l'institution du baccalauréat. L'esprit de démocratie et d'égalité des chances peut-être, pas les programmes. Si le progrès est mesuré par le changement, les modifications des programmes font de la France l'antipode culturel de la Chine.

Philippe BOULANGER

L'atélécole

Les enfants passent trop de temps devant la télé, ils passent trop de temps avec les jeux vidéo... Comment mettre fin à ce triste phénomène? Voici une suggestion. Que l'école, dès la maternelle, enseigne aux enfants à regarder la télé, qu'elle leur enseigne à jouer aux jeux vidéo-et, bien sûr, qu'elle sanctionne ceux qui n'apportent pas un soin suffisant à cette étude.

Il n'est pas de sujet, si passionnant soit-il, qui - devenu matière scolaire - ne se mette à ennuyer mortellement les neuf dixièmes des élèves. Quand ils seront obligés de regarder l'atélécole (a privatif), ils ne la regarderont plus à la maison, c'est garanti.

Inexistences menacées?

« Pourquoi existe-t-il quelque chose plutôt que rien? » Cette question, chère aux philosophes, nous vaut de leur part une quantité appréciable de papier imprimé. C'est à se demander une fois de plus si, avant de se mettre à réfléchir, ils ont pris la peine de s'informer sur la réalité des faits.

Consultons en effet un catalogue de titres de livres. Qu'apprenons-nous? D'abord que *La mort n'existe pas*, ce qui est un soulagement, mais pas une surprise : les auteurs de ce livre se réclament du spiritualisme -, or leurs enne-

mis jurés - les rationalistes - avaient, par la plume d'Ernest Kahane, écrit jadis un livre proclamant exactement le contraire: *La vie n'existe pas!* Match nul, donc. Relevons aussi un *Dieu n'existe pas, il l'a toujours dit* - paradoxe d'autant plus spirituel que l'auteur du livre est pasteur. Autre paradoxe, un énorme ouvrage intitulé *La matière n'existe pas*: ce « grand traité sur l'immatérialisme » donne... matière à un pavé de 800 pages. S'il n'y a pas de matière, comment y aurait-il des villes? De fait, le catalogue signale *Lisbonne n'existe pas* et *Corte n'existe plus* et même (ce qui personnellement me trouble plus) *Preuve évidente que Bordeaux n'existe pas* (aux éditions de l'Horizon Chimérique). Les arts ne sont pas mieux lotis: *Les mathématiques pures n'existent pas*, proclame un de mes auteurs favoris chez Actes Sud; *La poésie n'existe pas*, renchérit un autre chez Gallimard. Plus inattendu: un éditeur spécialisé en philosophie, L'Éclat, nous informe que *La volonté de puissance n'existe pas*. Que reste-t-il alors de nos vies? Pas grand-chose. Sachant d'une part que *L'adolescence n'existe pas* (éd. Odile Jacob) et d'autre part que *Demain n'existe pas* (par Julien Green, bientôt centenaire), rien d'étonnant à ce que *La personne âgée n'existe pas* (éd. Payot). C'est logique! Si vous avez des faiblesses, ne vous inquiétez pas, aucune ne peut être bien grave: *Le toxicomane n'existe pas* (éd. Anth ropos), *Les cancrs n'existent pas* (Seuil), *Les fautes d'orthographe n'existent pas* (éd. Trédaniel).

Ce dernier ouvrage relève du spiritisme, de même que *Le hasard n'existe pas* (éd. Astra). Après cela, des titres comme *Les dragons, ça n'existe pas* ou *Le Père Noël n'existe même pas* paraissent reposants; laissons-les aux petits enfants. Existe-t-il vraiment quelque chose?

Couper les poires en deux

L'année s'achève, il est temps de décerner les médailles récompensant les exploits qui l'ont marquée. J'en propose une pour *Le Monde*, dans la catégorie « Logique imparable ». En gros caractères, le 24 janvier 1997, on lisait ce titre au ton docte, comme seul ce journal sait en honorer ses lecteurs: « La difficulté à cerner le nombre des illettrés obère l'objectif de le faire diminuer de moitié. »

Nul doute que, le progrès des connaissances aidant, l'année 1998 se montrera plus efficace que la précédente, et saura déterminer le nombre exact d'illettrés. Prions le Ciel que ce nombre soit pair. Si par malheur il était impair, il faudrait couper un illettré en deux et n'en alphabétiser que la moitié.

A star is dead

Avoir eu le prix Nobel, et terminer dans les *et caetera*!

Terminer dans les *et caetera* est, je crois, une expression utilisée par les cyclistes. Elle désigne le triste sort promis à un coureur finissant une course trop mal placé pour recevoir une prime: les organisateurs ne prennent pas la peine de déterminer avec précision son classement.

Pierre-Gilles de Gennes et Georges Charpak, tous deux prix Nobel de physique, jouent dans le film *Les palmes de Monsieur Schutz*, d'après la pièce de Jean-Noël Fenwick. Consultons un programme de spectacles. Le film est ainsi présenté: « Comédie française en couleurs de Claude Pinoteau avec Isabelle Huppert, Charles Berling, Philippe Noiret, Christian Charmetant. » Mais... mon Dieu, regardons bien, regardons mieux! Pas de doute: moins délicats encore que des organisateurs de courses cyclistes, les annonceurs vont jusqu'à omettre le symbole *etc* qui rappellerait que ces vedettes de l'écran ne sont pas seules à jouer dans le film.

Avoir eu le prix Nobel, et ne même pas terminer dans les *et caetera*!...

Notre ignorance est inepte

On ne peut pas tout savoir. On ne peut pas non plus tout ignorer. Ce qui prouve qu'ignorer est aussi difficile que savoir... Théodore Ivainer et Roger Lenglet proposent un livre un peu décevant, malgré son titre séduisant, *Les ignorances des savants* (éd. Maisonneuve et Larose, 1996). Ils en disent trop sur les ignorances des grands savants, donc pas assez sur ce qui est propre à nous, petits hommes: la vraie ignorance, l'ignorance crasse, celle qui paralyse, empêchant même de bien comprendre leur livre! Ce dernier offre certes de bons morceaux. Par exemple, Newton ignorait la notion de force, Mendel et Darwin celle de vie. Apprenant cela, le lecteur arbore un air supérieur, qui lui est fort agréable: parfait. Mais quand il voit dressée une « typologie des ignorances », son sourire tourne au jaune. Apparemment, il faut être au moins prix Nobel pour mériter d'y figurer. Les auteurs ne jugent pas opportun d'analyser l'ignorance normale, la nôtre. Trop colossale, sans doute. Ainsi averti de sa nullité en ignorance, le lecteur n'a plus qu'à faire confiance aux auteurs. Il regrettera donc, comme eux, que l'analogie, trop souvent, « finisse par s'ontologiser »: puisqu'ils le disent! Et il restera muet d'admiration en les voyant écrire, p. 69: « Il n'y a pas de niveau zéro de l'iconicité; au mieux un effort interminable pour s'en approcher. L'énorme mérite de la terminologie des sciences consiste dans cette ascèse qui mène asymptotiquement vers le néant d'une représentation absolument neutre. »

Histoires de science

J'ai lu tout le mal que Jean-Louis Fischer pense du livre de Jacques Gonzalès *Histoire naturelle et artificielle de la procréation* (voir *Analyses de livres, Pour la Science*, août 1997). Évoquant les mânes de Roger et de Canguilhem, J.-L. Fischer voue aux gémonies ce médecin enseignant qui, pour la raison qu'il n'est pas historien de la médecine, pille sans vergogne et sans critique une littérature secondaire dont il ne sait pas apprécier la valeur. Il généralise ses remontrances aux auteurs qui «se forgent un habit d'historien des sciences de la vie et de la médecine, sous le seul prétexte que, spécialistes d'une discipline, ils pensent pouvoir en écrire l'histoire...»

Du particulier, J.-L. Fischer passe au général : «On ne peut empêcher les auteurs d'écrire des livres d'histoire des sciences, ni les éditeurs d'éditer des ouvrages dans cette discipline, mais les uns et les autres doivent savoir qu'il existe des professionnels de l'histoire des sciences et que ceux-ci ont notamment pour tâche d'éviter les lieux communs et la propagation des erreurs.»

Chimiste de formation (personne n'est parfait), je suis aussi depuis une dizaine d'années, ce que j'oserais appeler avec prudence un «chimiste historien». Grâce à J.-L. Fischer, je comprends maintenant les conditions lamentables de mon activité jusqu'à ce jour, et j'ai grande honte des erreurs et des lieux communs dont j'ai été responsable. Je demande donc à la communauté des «professionnels de l'histoire des sciences» de réagir et d'imposer aux scientifiques qui prétendent faire l'histoire de leur discipline, l'obtention d'un label de qualité, du type «approuvé par», qui a tant fait pour la réputation des bonnes lessives.

Georges BRAM, Orsay

Réponse de Jean-Louis Fischer

L'histoire des sciences connaît en France de nombreux problèmes. Quand on ne la rejette pas, la jugeant inutile, ou quand on n'en fait pas une affaire personnelle, on en fait une sous-discipline : l'historien y voit une branche de l'histoire, le philosophe la fait fonctionner dans l'épistémologie philosophique, le sociologue se débat pour qu'elle se résolve dans l'explication d'une anthropologie sociale.

Je suis, avec d'autres collègues, pour que l'histoire des sciences soit reconnue comme une discipline à part entière, qu'elle ait sa place dans les enseignements universitaires et les institutions de recherche, et qu'elle devienne

une discipline de rassemblement. Pluridisciplinaire dans ses matières, l'histoire des sciences doit être plurielle dans ses approches intellectuelles. La réalisation de son unité ne dépend pas seulement d'un débat intellectuel, mais aussi d'une volonté politique. Rêvons un instant : le jour où cette unité sera réalisée, que le CNRS aura une commission «Histoire des sciences», qu'il y aura des lieux de formation dans la discipline, les mentalités changeront. On ne dira plus, comme G. Bram, «chimiste historien» mais, comme cela se fait déjà, «historien de la chimie».

Cheminées de sable

Comment les curieux cylindres verticaux de quelques décimètres de diamètre que l'on observe dans certains sables dunaires consolidés se sont-ils formés ? Roland Paskoff (voir *Cheminées de sables, Pour la Science*, septembre 1997) suggère que ces structures résultent de la présence sur la dune d'arbres, au-dessous desquels l'eau d'infiltration serait acidifiée et capable de dissoudre le ciment calcaire des sables.

Cette hypothèse rencontre deux objections. D'abord, les racines de ces arbres auraient plutôt laissé des traces sous la forme de concrétions racinaires que de cylindres décalifiés. Ensuite, des travaux récents révèlent que, contrairement à ce qui était communément admis, dans les sables dunaires l'humidité ne se propage pas selon un front parallèle à la surface. J. S. Selker, de l'Université Corvallis, ainsi que R. S. Baker et D. H. Hillel, de l'Université du Massachusetts, par exemple, ont montré en laboratoire que la diffusion de l'eau dans les sables prend parfois l'allure de cylindres verticaux, des «doigts». Plus récemment, C. J. Ritsema et R. N. Dekker, de Wageningen, travaillant en Hollande et dans l'Ouest américain, et une équipe sino-suédoise en Asie centrale, ont suivi sur le terrain la pénétration de l'eau à l'intérieur de dunes dépourvues de végétation et ont observé le même phénomène.

À l'échelle des grains de sable, la conductivité hydraulique ne semble pas uniforme, mais fortement dépendante de l'humidité, d'autant plus que le sable est sec. Ainsi, après chaque pluie, l'eau se propagerait en accentuant les différences en faveur des zones déjà les plus humides. Sous l'action de la pesanteur, l'eau se concentrerait alors suivant des conduits verticaux, qui faciliteraient sa progression vers les nappes aquifères intradunaires. Un tel mécanisme se développerait dès l'immobilisation des dunes, en l'ab-

sence de végétation arbustive. Celle-ci en privilégiant la circulation de l'eau le long des racines tendrait à perturber le développement de ces cheminées de sable.

Pierre ROGNON, Paris

Réponse de Roland Paskoff

Les expériences de laboratoire que cite P. Rognon ont été réalisées sur des sables meubles, et non sur des sables consolidés en grès comme ceux où des cheminées ont été observées. L'analogie est donc discutable. Quand à la présence de racines dans les grès dunaires, elle est attestée par des fourreaux calcaires qui en sont le moulage.

Coulées décalées

L'article de Philippe Coussot *Les coulées de boues* (voir *Pour la Science*, octobre 1997) rappelle fort justement des catastrophes liées à ces phénomènes et en explique les mécanismes. Toutefois, la coulée de boue qui, empruntant le lit du Bonrieux, détruisit plus de 20 maisons du village de Bozel en quelques minutes le 16 juillet 1904, s'est produite en Savoie et non en Isère.

Alexandre DOGLIONI, Saint-Pierre de Genébros

Épidémies anciennes et SIDA

Dans l'article de Stephen O'Brien et Michael Dean *Pourquoi certaines personnes résistent au SIDA* (voir *Pour la Science*, octobre 1997), l'encadré *Épidémie au Néolithique* confirme les théories que je développe depuis plusieurs années. L'humanité des premiers agriculteurs qui a domestiqué les plantes et les animaux sauvages depuis plus de 10 000 ans avant notre ère, à partir de plusieurs zones tel le Croissant fertile, aurait été touchée par de très graves épidémies de maladies infectieuses aiguës, certainement nouvelles, issues de souches microbiennes et virales animales.

Le sommet de ces graves pandémies se situe, à mon avis, vers le milieu du troisième millénaire avant notre ère : l'augmentation considérable de la mortalité à partir du début du troisième millénaire, indiquée en particulier par l'augmentation du nombre des sépultures collectives, ainsi que par leur implantation et leur mode d'utilisation, ne correspond pas à un boom démographique mais plutôt à une série d'hécatombes épidémiques. Étant donné la courbe de natalité des paysans néolithiques, leur sédentarisation de plus en plus marquée et leur méconnaissance de

méthodes de contraception efficaces, le peuplement de l'Europe aurait dû être beaucoup plus important à cette époque. Seule l'hypothèse des épidémies explique ce «vide» de peuplement.

Une grande majorité des souches bactériennes ou virales responsables de ces épidémies ont un équivalent animal. En outre, 90 pour cent du cheptel domestique des néolithiques est porteur de germes occasionnant des épidémies humaines : variole, grippe, fièvre de Malte, tuberculose, salmonelloses diverses, voire syphilis. Le confinement des animaux sauvages, nouvellement domestiqués, dans des enclos et des étables aurait favorisé l'émergence de souches agressives pour l'homme. L'homme néolithique a certainement été, en quelques millénaires, rattrapé par une pathologie infectieuse animale sous-jacente. Les effets de la sédentarisation, l'augmentation des échanges, les trocs de cuir ou de peaux, les rassemblements d'ordre cultuel ont dû favoriser la propagation des épidémies.

Jean ZAMMIT, Caraman

Europanto, espéranto

L'europanto, langue composite qui mélangerait toutes les langues de l'Union européenne (Voir *Les langues du monde, Dossier hors-série Pour la Science*, octobre 1997), est-il d'utilisation plus facile que l'espéranto ? Il est vrai que l'espéranto nécessite un apprentissage mais, pour comprendre l'europanto, l'on doit posséder de bonnes connaissances de français, d'anglais, d'allemand, d'italien, d'espagnol, voire de néerlandais !

Si l'europanto, né d'une blague de fonctionnaire européen, semble susciter autant d'intérêt, c'est qu'il répond à une nécessité : celle de doter l'Union européenne d'une langue neutre, supra nationale, relativement simple à maîtriser, afin de permettre le dialogue dans le respect mutuel de la langue et de la culture de chacun. L'espéranto apportera-t-il la solution ? En tous cas, de plus en plus de parlementaires européens s'y intéressent.

Germain PIRLOT, Ostende

L'art du tri

Divers lecteurs ont proposé des solutions à l'un ou l'autre des problèmes du tri d'un jeu de cartes (voir *L'art du tri, Pour la Science*, octobre 1997). J'ai étudié leurs propositions et elles m'ont conduit à la

mise au point de deux solutions générales, finalement assez simples. Je remercie Vincent Moresmau, Pierre Ghienne, Christophe Meessen, Fabien Marson, Philippe Monteil, O. Temmem, et surtout M. Gasnier à qui on doit l'étonnante découverte de l'utilisation des codes de Gros-Gray.

Rappelons que le problème du tri sans retournement est de classer un jeu de cartes en ne faisant qu'une succession de *séparations en deux* du paquet : on prend le paquet de cartes faces en haut et on fait glisser les cartes sur une table, soit à droite, soit à gauche pour constituer deux nouveaux paquets qu'on regroupe en plaçant le paquet de droite sur celui de gauche (sans retourner les paquets pour minimiser les gestes), avant de recommencer une séparation, etc. Avec un jeu de 32 cartes, j'indiquais une méthode aboutissant à un paquet entièrement trié en cinq étapes. Et je posais le problème de savoir comment généraliser la solution pour un jeu de 52 cartes.

Le problème du tri par séparation *sans table* est semblable avec la seule différence que lors d'une séparation on se contente maintenant de faire passer les cartes de la main gauche à la main droite en plaçant les cartes soit au-dessus, soit au-dessous de celles qui sont à droite. Là encore, pour ce problème un peu plus difficile, j'indiquais une méthode en cinq passages et je demandais aux lecteurs de trouver une généralisation pour le jeu de 52 cartes.

Voyons d'abord la solution générale pour le tri sans retournement. Pour trier un jeu de c cartes, on associe à chaque carte son numéro (un entier entre 0 et $c-1$) et on l'écrit en binaire $a_n a_{n-1} \dots a_2 a_1$. Le nombre n de chiffres binaires utilisés est le plus petit entier n tel que $2^n \geq c$; pour 32, on trouve $n = 5$, pour 52 on trouve $n = 6$. Si n est impair, on change les chiffres de rang pair ($a_2, a_4, a_6, \dots$) en leur complément ('0' devient '1' et '1' devient '0'), ce qui donne pour chaque carte une suite $b_n b_{n-1} \dots b_2 b_1$ de '0' et de '1', qu'on peut écrire sur les cartes. Lorsque n est pair, on change les chiffres de rang impair. L'algorithme de tri sans retournement comporte alors n étapes :

- Étape 1 : placer les cartes telles que b_1 vaut 1 à gauche, et celles où b_1 vaut 0 à droite ;
- Étape 2 : placer les cartes telles que b_2 vaut 1 à gauche, et celles où b_2 vaut 0 à droite ; etc.

Pour le tri sans table, la méthode est la même sauf que, maintenant, on numérote les cartes en ordre inverse (la dernière a le numéro 0, l'avant-dernière le numéro 1, etc.) et que la suite $b_n b_{n-1} \dots b_2 b_1$ associée

à chaque carte est le code de Gros-Gray (voir *Voyageurs et baguenaudiers, Pour la Science*, août 1997) de son numéro. Les étapes du tri sont :

- Étape 1 : placer les cartes telles que b_1 vaut 1 au-dessus, et celles où b_1 vaut 0 en dessous ;
- Étape 2 : placer les cartes telles que b_2 vaut 1 au-dessus, et celles où b_2 vaut 0 en dessous ; etc.

Cette nouvelle utilisation du code de Gros-Gray dans un contexte de tri de cartes m'a émerveillé, et j'ai été très surpris de la coïncidence qui a fait que la solution générale au problème que je posais au mois d'octobre ait eu sa clef dans l'article publié deux mois avant.

Il faut noter que les tris présentés fonctionnent pour des jeux complets, mais aussi pour des jeux incomplets ou ayant des cartes répétées. Leur utilisation pour le classement de données est donc envisageable et pourrait, dans le cas de certains ordinateurs à architecture parallèle, avoir un intérêt pratique. Les démonstrations que les méthodes proposées fonctionnent correctement se font par des raisonnements par récurrence sans difficultés particulières. La difficulté était d'imaginer les méthodes ! Merci aux lecteurs.

Jean-Paul DELAHAYE

Addendum et erratum : Internet

Les références bibliographiques des travaux universitaires évoqués dans la chronique de Christian Walter, *Science et finances* sont disponibles sur le site Internet de *Pour la Science* à l'adresse : <http://www.pourlascience.com>.

Une inversion de fichiers informatiques a conduit à la publication d'erreurs dans l'article de Mylène Garrigues *L'avenir du texte* (voir *Les langues du monde, Dossier hors série Pour la Science*, octobre 1997). La rédaction présente ses excuses à l'auteur et aux lecteurs, qui trouveront une version exacte de ce texte sur le site Internet de *Pour la Science* à l'adresse : <http://www.pourlascience.com>.

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique. Courrier électronique : 101641.3525@compuserve.com. Retrouvez la Tribune sur l'Internet à l'adresse : <http://www.pourlascience.com>



Les scientifiques étrangers

ANTONY MAUVAIS

La France doit apprendre à les accueillir.

Comme tous les pays industrialisés, la France a un besoin vital des chercheurs étrangers, qui viennent travailler quelque temps dans nos laboratoires : même si le niveau scientifique de notre pays tient d'abord au budget qu'il y consacre ainsi qu'aux compétences indéniables de nos chercheurs, les échanges de chercheurs sont une clé de la réussite scientifique et technique, parce que les conférences, les publications et les échanges par le réseau *Internet* ne suffisent pas à transmettre les connaissances nouvelles. Une communauté scientifique et technique de haut niveau se développe par des contacts personnels, au cours desquels se confrontent les idées ou se montrent des «gestes», des tours de main, comme chez les Compagnons du Tour de France. La présence de chercheurs étrangers de haut niveau dans les équipes de recherche d'un pays est un bon indice de rayonnement scientifique. De surcroît, l'exemple de pays voisins démontre que ces échanges scientifiques sont un bon investissement, parce qu'ils débouchent souvent sur des développements économiques.

En conséquence, les ministères des affaires étrangères et de la recherche, ainsi que le CNRS, l'INSERM ou les universités, consacrent des sommes importantes à l'invitation des chercheurs étrangers de niveau postdoctoral. Les quelques milliers de chercheurs qui visitent ainsi les laboratoires français, chaque année, viennent principalement des pays industrialisés, pour des durées de quelques mois à quelques années, généralement pour un an. Ils sont souvent jeunes, et ils ne constituent pas une «menace pour l'emploi», car ils retournent le plus souvent dans leur pays (pour tant ce serait parfois notre intérêt de nous les attacher définitivement!).

Ces invités sont-ils bien reçus ? Respectent-ils suffisamment en contact avec les milieux scientifiques français ? La consultation d'un grand nombre de nos anciens invités a donné des résultats préoccupants : si nos hôtes ont gardé de leur

collaboration avec nos équipes un excellent souvenir, et s'ils ont maintenu avec leurs collègues français des relations personnelles et professionnelles fécondes, notre bureaucratie est fréquemment fustigée : «J'ai très difficilement obtenu des visas pour ma femme, mes deux enfants et moi-même. Le Consulat m'a fait remplir le même formulaire en six exemplaires, pour chacun de nous quatre, et il a refusé que je produise des photocopies. Comme il fallait, en outre, que les formulaires soient en français, j'ai dû payer un traducteur. Après cet exercice de calligraphie imposée, nous n'avons reçu que des visas temporaires, et nous avons dû reprendre les formalités à notre arrivée en France.» «J'ai dû aller faire la queue à quatre heures du matin, dans la pluie, afin d'obtenir une carte de séjour. On me l'a mal faite, de sorte que j'ai dû y retourner trois fois. C'était insultant et stupide.» «Mes mésaventures avec l'administration ont été enregistrées et envoyées à l'Ambassade de France. Il y a quelques semaines, un collègue m'a demandé si je recommandais une année sabbatique en France : j'ai dit oui, avec réserves. Ces dernières tenaient à l'inefficacité et à l'opacité de l'administration française, qui gêne beaucoup les visiteurs.»

Comment tolérer que les difficultés matérielles anéantissent les trésors d'énergie déployés par ailleurs... parfois par les administrations, pour faire venir les chercheurs dont la France a besoin. Alerté, le gouvernement a fait suivre les lois Pasqua sur l'immigration d'une Circulaire Pasqua-Veil, adressée à tous les préfets et qui leur demandait de désigner un correspondant qui réglerait les difficultés éventuelles.

Comment obtenir que soient suivies les recommandations de cette circulaire ? Comment informer avec précision ces scientifiques étrangers, et leurs collègues français qui les invitent, sur les formalités qu'ils ont à accomplir ? La Fondation Kastler, créée par l'Académie des sciences et quelques partenaires, s'est attelée à cette tâche.

En réalité, la situation doit s'améliorer de deux façons. Tout d'abord, pour que les chercheurs – nos invités et leurs hôtes français – règlent sereinement les formalités administratives, nous avons réalisé un *Guide des formalités administratives* : les formalités sont mieux maîtrisées grâce à une collaboration efficace et suivie avec tous les services administratifs concernés.

Toutefois ce premier travail est insuffisant : nous cherchons aujourd'hui à établir, dans les principales métropoles scientifiques, des bureaux d'accueils afin de résoudre les problèmes rencontrés par les invités ou par les chercheurs français qui veulent inviter des collègues. Une *Carte de Chercheur Invité* faciliterait l'installation de nos invités et permettrait aussi que soit établi le recensement de ceux-ci, condition indispensable à l'établissement de relations de suivi efficaces avec eux, après leur retour dans leur pays.

En effet, ces scientifiques qui ont fait chez nous des séjours utiles pour leur carrière ultérieure sont souvent, quand nous avons maintenu le contact avec eux, de bons ambassadeurs de notre pays : c'est avec eux en priorité, après qu'ils auront regagné leur pays pour y occuper des fonctions clés, que nous aurons à collaborer à nouveau, dans le domaine scientifique évidemment, mais aussi sur les plans technique, commercial, économique ou politique.

D'autres pays industrialisés ont souvent pris de l'avance dans l'établissement de telles relations ; sous peine d'être laissée pour compte, la France doit réagir. Un scientifique que nous aurons bien accueilli et avec lequel nous aurons établi après son retour des relations suivies et amicales aura à cœur de promouvoir la culture et l'économie de notre pays.

Antony MAUVAIS est secrétaire général adjoint de la Fondation nationale Alfred Kastler de l'Académie des Sciences.



Irène Joliot-Curie

PIERRE RADVANYI

Réservée, mais passionnée par ses recherches, elle découvre la radioactivité artificielle avec Frédéric Joliot. Elle sera secrétaire d'État sans avoir le droit de vote.

Les dynasties de scientifiques sont rares, celles de prix Nobel sont l'exception. Ce fut pourtant le cas d'Irène Joliot-Curie, fille aînée de Pierre et de Marie Curie, née le 12 septembre 1897, au domicile familial, rue de la Glacière, dans le XIII^e arrondissement de Paris. « Aussitôt rétablie, écrira sa mère, je repris le travail de laboratoire avec l'intention de préparer une thèse de doctorat » ; travail de thèse qui conduira Marie et Pierre Curie à la découverte du polonium et du radium, en 1898.

Pierre Curie meurt accidentellement en 1906. Irène n'a pas encore neuf ans. Elle subira l'influence de son grand-père, le médecin Eugène Curie, qui vient vivre chez Pierre et Marie Curie à partir de 1898. À partir de ses 10 ans, et pendant deux années, elle suivra les cours dispensés dans le cadre d'une « coopérative éducative » fondée par sa mère et par quelques amis : Marie Curie enseigne la physique, Paul Langevin les mathématiques et Jean Perrin la chimie.

En août 1914, au début des hostilités, elle écrit, de Bretagne où elle est en vacances, à sa mère rentrée à Paris : « Si tu te décides à rester à Paris et à me permettre de te rejoindre, tâche de savoir ce que je pourrais faire. Je sais par les journaux qu'il y a les cours des Femmes de France pour former rapidement des aides infirmières, mais je ne sais pas si on y accepterait une jeune fille de mon âge... ». Elle a tout juste 17 ans. Aussi, tout en préparant une licence de physique et de mathématiques à la Sorbonne, elle seconde Marie Curie comme infirmière radiologiste, pour l'installation et la mise au point d'unités radiographiques mobiles dans la zone du front et pour l'instruction de manipulatrices.

Elle racontera dans un article publié en 1954 dans la revue *Europe* : « Dès les premiers jours de la guerre, ma mère s'aperçut que les appa-

reils à rayons X, déjà assez employés par les médecins civils, étaient à peu près inconnus dans le service de santé militaire. Avec la même énergie avec laquelle elle avait décidé de traiter des tonnes de minerai sans aucun moyen matériel à sa disposition, elle décida [...] d'équiper des voitures et de se procurer des appareils transportables pour radiographier les blessés. [...] Ma mère m'apprit à me servir des appareils, [...] et m'emmena comme manipulatrice dans plusieurs de ses expéditions, entre novembre 1914 et mars 1915. Ensuite, les besoins en personnel augmentant, [...] ma mère, qui ne doutait pas plus de moi qu'elle ne doutait d'elle-même, n'hésita pas à me laisser seule, âgée de 18 ans, avec la responsabilité du service de radiographie, dans un hôpital anglo-belge, à quelques kilomètres du front,

près d'Ypres, avec en plus la tâche peu aisée d'enseigner les méthodes de localisation des projectiles à un médecin militaire belge, ennemi des notions les plus élémentaires de géométrie ». En effet, les radiologues prenaient des clichés de face et de profil des blessés, et quelques transformations géométriques leur permettaient de localiser précisément les éclats d'obus avant l'intervention du chirurgien.

LES DÉBUTS À L'INSTITUT DU RADIUM

Elle sera une compagne et une aide pour sa mère, avant de devenir son assistante à l'Institut du radium. La paix revenue, Irène Curie commence à travailler à l'Institut du radium, qui vient d'être achevé et qui est dirigé par Marie Curie (aujourd'hui, il fait partie intégrante de l'Institut Curie). Toute sa carrière scientifique s'y déroulera, jusqu'aux dernières semaines de sa vie.

Physicienne et chimiste, elle s'intéresse à la fois aux propriétés physiques et chimiques des éléments radioactifs, ou radioéléments, et à leurs applications. Elle signera toutes ses publications scientifiques Irène Curie, même après son mariage. Sa thèse de doctorat, soutenue en 1925, porte sur les caractéristiques des particules alpha émises par le polonium, sur les oscillations de leur parcours dans les gaz et sur les variations de leur pouvoir ionisant le long de leurs trajectoires. Le polonium émet des particules alpha et, pour les détecter, Irène utilise notamment une chambre à brouillard de Wilson : lorsque des particules traversent ce dispositif, elles font apparaître des gouttelettes le long de leurs trajectoires. On déduit de ces trajectoires diverses caractéristiques physiques du ralentissement de ces particules dans le gaz qui remplit la chambre. Les reconstitutions géométriques dans



Irène et sa mère Marie Curie, à l'Institut du radium, en 1921.

Association Curie et Joliot-Curie