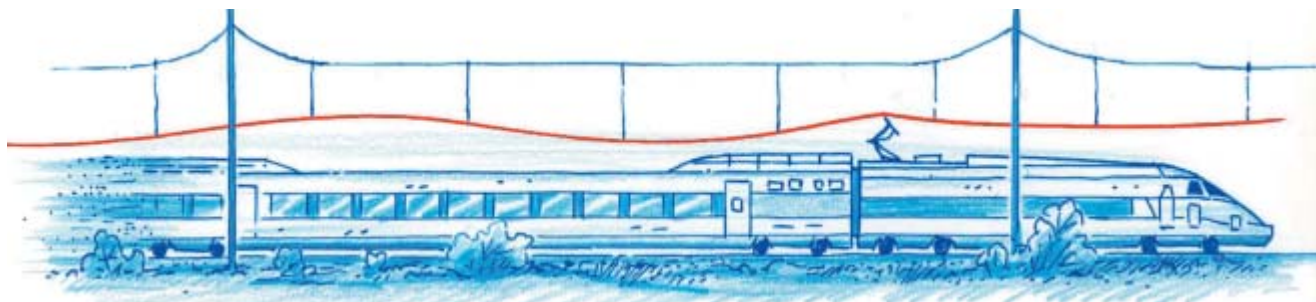




La motrice d'un TGV est alimentée en courant électrique par l'intermédiaire du pantographe, un bras articulé conçu pour soulever le câble électrique suspendu au-dessus du train (la caténaire). Après le passage du TGV, la déformation imposée par le pantographe engendre des oscillations de ce câble, d'autant plus nocives que la vitesse du TGV est proche de la vitesse de propagation des

ondes mécaniques dans la caténaire (500 kilomètres par heure) : à cette vitesse l'onde est stationnaire par rapport au train et les déformations de la caténaire détachent celle-ci du pantographe, ce qui coupe l'alimentation en électricité. La SNCF limite pour cette raison la vitesse des TGV à 70 pour cent de la vitesse de propagation, c'est-à-dire à 350 kilomètres par heure.

de propagation des ondes mécaniques est proche de 500 kilomètres par heure, un bon captage de l'électricité n'est possible que si le TGV ne dépasse pas 470 kilomètres par heure. La SNCF a d'ailleurs spécifié que, lors des trajets normaux, la vitesse de ses TGV ne devait jamais excéder 70 pour cent de la vitesse de propagation des ondes le long de la caténaire. Pour franchir la barre symbolique des 500 kilomètres sur rails il faut donc augmenter la vitesse de propagation des ondes mécaniques le long de la caténaire. Pour y parvenir, les ingénieurs avaient le choix entre deux solutions : abaisser la masse par unité de longueur de la caténaire ou augmenter sa tension. La première solution imposait de changer de matériau ; moins dense que le cuivre, le cadmium aurait fait l'affaire. Cependant, le temps disponible pour préparer le record de vitesse ne suffisait pas pour concevoir, fabriquer et tester des caténaires d'un nouveau type. Aussi, les ingénieurs ont-ils choisi d'augmenter la tension de la caténaire. Après des tests de résistance des installations en place, la caténaire a été retendue sous une plus forte tension, 3 000 décanewtons. Cette précaution a porté la vitesse de propagation des ondes mécaniques à 532 kilomètres par heure sur tout le tronçon du record. Finalement, le 18 mai 1990, la rame 325 a pu atteindre la vitesse record de 515,3 kilomètres par heure. Conformément à ce qu'avaient prévu les ingénieurs, la caténaire ne se souleva pas plus de 30 centimètres.

LE MUR DES ONDES DE GRAVITÉ

Si le «mur de la caténaire» semble infranchissable, la plupart des «murs d'ondes» ne le sont pas. Bien avant le mur du son, un autre mur, moins célèbre avait été franchi, dès le début du XIX^e siècle, sur les canaux anglais : le «mur des ondes de gravité». Les ondes

de gravité sont, par exemple, les vagues sur la mer ou celles que crée un bateau sur une surface d'eau. Leur formation est un phénomène d'analyse délicate, car la vitesse de propagation de telles vagues varie avec leurs longueurs d'onde, lesquelles dépendent à leur tour de leurs conditions de création.

La situation se simplifie toutefois dans un canal peu profond car la vitesse de propagation de toutes les vagues dont la longueur d'onde est supérieure à la profondeur du canal y est constante ; elle est égale à la racine carrée du produit de la profondeur du canal par l'accélération de la pesanteur.

Dans les canaux de faible profondeur (1,2 mètre) en usage en Angleterre au XIX^e siècle pour la navigation de barges à fond plat, cette vitesse excède à peine 12 kilomètres par heure. Si le canal est étroit, les ondes en occupent toute la largeur, et le sillage en V habituellement observé à l'arrière des bateaux ne se développe pas. Les ondes prennent naissance à l'avant du bateau et forment plusieurs ondulations qui suivent la poupe de l'embarcation. Ces ondes se déplacent avec la barge, leurs crêtes restant quasi perpendiculaires au bord du canal. Elles ralentissent le bateau qui doit en permanence gravir la vague qu'il crée devant lui, contrairement au surfeur qui profite de l'énergie de la vague qu'il chevauche en la descendant continuellement.

Comme les déformations d'une caténaire, ces ondulations de la surface de l'eau augmentent en amplitude quand s'accroît la vitesse de l'embarcation. Ces oscillations commencent à se briser et à écumer quand le bateau approche de la vitesse de propagation des ondes dans le canal (12 kilomètres à l'heure). Ce phénomène dissipe de l'énergie, ce qui freine encore plus le bateau. Cet effet est toutefois beaucoup moins gênant que les oscillations de la caténaire ou que les effets aérodynamiques à l'approche du mur du son. Le bateau peut continuer à

naviguer malgré l'apparition de ces vagues turbulentes, et si l'on dispose d'un bon cheval, il est même possible de lui faire dépasser la vitesse des vagues.

Dans un savoureux texte de 1844, l'Anglais Scott Russel raconte comment le phénomène fut découvert par hasard dans le canal de Glasgow à Ardrossan. «Un cheval fougueux tirant une barge de William Houston, l'un des propriétaires du canal, prit peur et partit au galop, tirant le bateau avec lui. Il fut observé par Monsieur Houston à son grand étonnement, que les vagues pleines d'écume de la poupe qui dévastaient les rives habituellement avaient disparu ; le bateau semblait porté sur une eau bien plus lisse qui freinait beaucoup moins le bateau. Monsieur Houston eut l'intelligence de reconnaître l'intérêt de cette découverte pour la société exploitant le canal, dont il était actionnaire. Il s'occupa lui-même d'introduire sur le canal des bateaux naviguant à des vitesses pouvant atteindre neuf miles par heure, ce qui augmenta considérablement les bénéfices des propriétaires du canal».

Une fois le «mur de l'onde» passé, les vagues créées par le bateau sont désordonnées et ont une amplitude très faible. L'eau est à nouveau plate devant le bateau et la résistance à l'avancement fortement réduite.

Le grand physicien Rutherford, à qui l'on demandait s'il suivait la mode dans ses recherches en physique, avait déjà répondu : «Je crée la vague, je ne la suis pas...». Comme le batelier de William Houston.

R. LEHOUCQ est astrophysicien au Service d'astrophysique du CEA. **J.-M. COURTY** est physicien, chargé de recherche au CNRS.

La caténaire, au-delà du mur Michel Barberon, *L'album des records La vie du rail* hors série juin 1990

James Lighthill, Waves in Fluids, Cambridge University Press, 1978.

Astronomie

L'Univers chiffonné

Jean-Pierre Luminet.
Éditions Fayard, 2001
(384 pages, 140 francs).

Jean-Pierre Luminet défend depuis plusieurs années une idée originale : l'Univers occuperait un volume plus petit que celui que nous voyons et, s'il donne l'impression de s'étendre au-delà, ce serait une pure illusion d'optique. La forme (la topologie) particulière – «chiffonnée» – de l'espace permettrait à la lumière issue d'une galaxie d'emprunter plusieurs chemins pour parvenir à nos yeux : cet effet créerait de multiples images fantômes de ce même objet qui, plus lointaines, simuleraient un espace plus grand.

D'emblée, l'ouvrage séduit. Le style est clair, précis et agréable. Les ferments de cosmologie redécouvriront avec plaisir des notions familières, et en assimileront de nouvelles avec aisance. L'auteur mêle avec bonheur les explications théoriques au développement des concepts scientifiques et des idées philosophiques. D'anecdotes savoureuses en événements historiques, on apprend toujours quelque chose en lisant Jean-Pierre Luminet. On appréciera le découpage en chapitres courts et indépendants, ainsi que les renvois dans le texte qui permettent d'accéder de façon commode à des sujets précis.

Tandis que la première partie de l'ouvrage présente et défend la thèse du «chiffonnage» de l'Univers, la seconde expose les sujets classiques de cosmologie. Si on apprécie l'analyse des questions d'actualité, on regrettera l'omission des problèmes touchant aux limites de notre physique, comme les singularités ou le problème de la causalité (lors du Big Bang,

aucun signal n'a eu le temps de connecter entre eux les points de l'Univers).

La forme est plaisante, le fond, en revanche, pose des questions communes à nombre d'hypothèses cosmologiques. La réticence principale à la thèse du chiffonnage vient de ce qu'elle échappe à toute contrainte théorique ou physique, donnant en cela le sentiment d'être formulée «gratuitement». L'auteur reconnaît, en toute honnêteté, que la preuve expérimentale de son idée est fort délicate à obtenir. En vérité, il paraît difficile de séparer l'influence de la seule topologie de l'Univers des autres hypothèses sur lesquelles repose l'interprétation des données, car une observation «pure» n'existe pas en cosmologie. Par ailleurs, toute vérification est impossible dans le cas où le rayon de l'Univers réel dépasse le rayon de l'Univers visible (car alors, les images fantômes n'ont pas eu le temps de se former), ce qui limite encore la portée de l'hypothèse.

L'intérêt du modèle chiffonné est qu'il nous permettrait de concevoir que notre Univers soit fini, alors que sa courbure (déduite d'un paramètre de densité Ω égal ou légèrement inférieur à un), indiquerait qu'il serait, dans l'interprétation classique, infini (si Ω est inférieur à un, la courbure globale de l'Univers est positive et l'Univers est fermé, s'il est inférieur à un, sa courbure est négative et l'Univers est ouvert). L'auteur rappelle utilement que le concept d'infini n'est pas opérationnel en physique, et juge que son modèle d'univers chiffonné fini règle la question. Toutefois, on peut envisager sans aucune incohérence que s'il possède localement une courbure négative, notre Univers pourrait se refermer à plus grande distance, et rester ainsi fini. Dans ce cas, l'hypothèse de l'Univers chiffonné n'a plus d'utilité.

Le problème d'infini ne se présente que dans le cadre des univers homogènes et isotropes, et la critique majeure que j'adresserai à notre auteur est de se cantonner à ce cadre trop strict. Affirmer que l'Univers posséderait à toute échelle les mêmes propriétés que celles qui sont observées sur une dizaine de milliards d'années-lumière me semble infondé. En outre, imposer l'idée d'homogénéité au nom d'un «principe cosmologique» de perfection ne revient-il pas à régresser à une époque vieille de plus de trois siècles, avant que Kepler n'ose désacraliser la figure mythique du cercle ? En bref, si la topologie de l'Univers est fascinante à bien des égards, le physicien pourra légitimement estimer que ce problème ne se pose pas pour le monde réel.

Christian MAGNAN,

Groupe de recherche en astronomie-astrophysique du Languedoc



ESO

Parmi ces milliers de galaxies prises au VLT (Very Large Telescope) au Chili, les plus rouges sont (en moyenne) les plus éloignées, les plus bleues, les plus proches. Mais les sources les plus lointaines sont-elles des galaxies réellement situées à plus grande distance ou, selon la théorie de l'univers chiffonné, des images fantômes de galaxies plus rapprochées ?

Enfant et raisonnement : le développement cognitif de l'enfant

Robert Siegler. De Boeck Université, 2000 (448 pages, 240 francs).

Ce livre est la traduction française de *Children thinking*, publié en 1998. Il comporte dix chapitres et une impressionnante bibliographie (environ 1 000 entrées). L'auteur présente d'abord brièvement les questions principales qui se posent dans l'étude du développement cognitif de l'enfant : les capacités sont-elles innées ? Quels sont les stades de la progression, les mécanismes de changement ? Comment comprendre les différences entre les individus ? Comment se développent les réseaux neuronaux ? Quelle est l'influence de l'environnement social et culturel ? etc. Il aborde ensuite deux des principales théories du développement cognitif : d'une part, la théorie de Jean Piaget et d'autre part, les diverses approches du traitement de l'information.

La théorie constructiviste de Jean Piaget postule que l'enfant atteint dans un ordre invariable les stades sensori-moteur, préopératoire, ceux des opérations concrètes, puis formelles. Elle décrit « ce que l'enfant comprend du monde et ce qu'il sait y faire » à chacun de ces stades, et formalise les mécanismes qui permettent la transition d'un stade au suivant. Ainsi, grâce à l'« assimilation », l'enfant transforme les informations nouvelles auxquelles il a accès afin de les intégrer aux structures mentales (au mode de pensée) dont il dispose, tandis que, à l'inverse, l'« accommodation » lui permet d'ajuster son mode de pensée aux expériences nouvelles qu'il rencontre. Quant à l'« équilibre », synthèse des deux mécanismes précédents, elle est le véritable moteur du développement conceptuel de l'enfant. Elle le conduit à construire une représentation du monde qui « ressemble de plus en plus à la réalité » pour reprendre les termes de R. Siegler.

Les autres théories du développement cognitif que présente R. Siegler partagent un postulat fondamental : la pensée est un système de traitement de l'information. Elles mettent l'accent sur les limites de la mémoire de travail qui contraignent la mise en œuvre des mécanismes de traitement de l'information. Ainsi, dans sa théorie « néo-piagétienne », Robbie Case propose une description du développement cognitif en termes de stades



Robert Cavalli/Fotogram-Store Images

Un enfant ne se reconnaît pas dans un miroir dans les premiers mois de sa vie. Il est d'abord attiré par les reflets, puis il reconnaît un visage, mais croit que c'est celui d'un inconnu, avant de se reconnaître vers l'âge de 18 à 24 mois.

caractérisés par les représentations mentales, et les opérations accessibles à un moment donné du développement. Il s'écarte des conceptions piagésiennes dans son explication des mécanismes de transition entre les stades.

Dans sa propre théorie « évolutionniste », R. Siegler exploite l'analogie entre l'évolution biologique et l'évolution cognitive. Il considère que la compétition entre les stratégies disponibles pour résoudre un problème est un aspect fondamental du système cognitif dont le développement s'expliquerait par la mise en œuvre conjointe de deux mécanismes : la variation et la sélection. L'ouvrage présente ces différentes théories de façon didactique et claire, et permet de se faire une idée de leurs apports, de leurs manques et de leurs complémentarités. R. Siegler montre en particulier comment, en dépit des faiblesses qu'on lui attribue, la théorie piagésienne constitue encore une référence incontournable, de par son exceptionnelle ampleur et la bonne représentation qu'elle donne, somme toute, de la façon dont les enfants pensent. Il souligne et montre, à l'aide d'exemples bien choisis, que les théories du traitement de l'information proposent, en revanche, des analyses et des modélisations plus précises, mais aussi plus locales du développement cognitif.

Les chapitres suivants traitent du développement des principales fonctions cognitives comme la perception, le langage, la mémoire, etc. L'auteur dresse un panorama clair et accessible des connaissances actuellement disponibles sur le développement, de la naissance à l'adolescence, de ces fonctions. Le chapitre consacré à la perception retient le plus l'attention, car R. Siegler y insiste — expériences à l'appui — sur la précocité et la rapidité du développement perceptif visuel et auditif. Ainsi, par exemple, les bébés

manifestent dès la naissance un réflexe d'orientation de l'attention vers un stimulus (visuel ou auditif), avant même de l'avoir identifié. Âgés de quelques jours, ils ne se bornent plus à porter leur attention sur des stimuli qui apparaissent dans leur champ de vision, mais ils recherchent activement les stimulations intéressantes. Vers trois mois, ils sont capables d'anticiper la trajectoire d'un objet en mouvement et de l'attraper. Les bébés manifestent aussi très précocement une préférence nette pour les stimuli humains comme les visages, les voix ou les mouvements : à quatre mois, ils regardent plus longtemps un arrangement de lumières perçu par les adultes comme le dessin animé d'une personne qui marche qu'un nombre équivalent de lumières qui se déplacent de façon aléatoire.

En résumé, l'ouvrage de R. Siegler constitue une bonne introduction à la psychologie cognitive du développement de l'enfant. Il est dommage que la version française de ce manuel présente quelques faiblesses : pourquoi donner les références des traductions anglaises et non les références originales des ouvrages classiques publiés pour la première fois en français, comme ceux de Piaget, pour ne citer que l'exemple le plus célèbre ? Enfin, on ne peut qu'être franchement étonné — pour ne pas dire plus — par le nombre élevé de fautes de français qui émaillent ce texte. Cet ouvrage permet d'appréhender l'essentiel des résultats et des débats à l'ordre du jour dans la psychologie cognitive du développement de l'enfant. Par ailleurs, la richesse de la documentation sur laquelle il s'appuie en fait un outil de travail précieux pour qui souhaiterait approfondir l'étude.

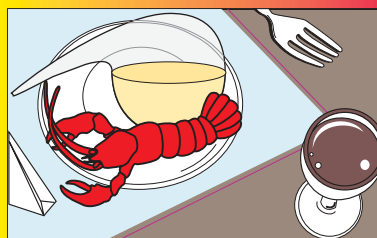
Anne-Marie MELOT, Développement et fonctionnement cognitifs, UMR6095 (CNRS - CEA), Universités de Caen et Paris 5

FRANCE INFO et POUR LA SCIENCE

vous invitent
à écouter la chronique
de Marie-Odile Monchicourt :

Info Sciences

Tous les jours
sur **France Info**
à 15 heures 41,
17 heures 10,
20 heures 12,
22 heures 12,
et 23 heures 42



Les prochains
résultats présentés
dans la rubrique
Science et Gastronomie
seront annoncés sur
France Info
le 22 août 2001.



Sociologie

Chercher. Jours après jours, les aventuriers du savoir

Sous la direction de Jean-François
Sabouret et Paul Caro.
Éditions Autrement, 2000
(214 pages, 89 francs).

Qui sont aujourd'hui ces aventuriers du savoir? Ne cherchez pas des explorateurs, des découvreurs de terres inconnues et hostiles : le livre présente des chercheurs et, plus particulièrement, ceux du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), qui vient de fêter ses 60 ans. Autrement dit, nous avons ici une hagiographie de l'institution au travers de ses plus « brillants » représentants de la nouvelle génération (les 30, 40 ans), ceux qui ont emprunté la voie royale des thématiques de pointe, et dont la performance est reconnue et récompensée par la médaille de bronze du CNRS. On trouve aussi quelques noms prestigieux d'anciens, compétents, connus et quelque peu débordés par les tâches administratives, dont la lourdeur est bien connue. Le neurobiologiste Jean-Didier Vincent résume les étapes de la vie d'un chercheur : « C'est comme dans une meute de cerfs. On est d'abord un jeune mâle avant de s'affirmer, de se reproduire, puis de dominer. Alors, on vous demande votre avis dans les comités scientifiques. »

Anne Boutin (simulation moléculaire) a « l'impression que les scientifiques sont mal connus et caricaturés ». Apparaissent-ils plus proches et plus authentiques, après ces entretiens conduits par des étudiants en journalisme de Paris et de Lille? Pas vraiment : les portraits sont assez stéréotypés ; ces clones sont passionnés, connaissent des périodes de routine, de petites joies et sablent le champagne pour célébrer les exaltantes découvertes. À défaut de s'enrichir (les salaires sont modestes), ils apprécient leur liberté de pensée et d'horaires, et se réjouissent presque tous d'échapper à l'enseignement. Alors, même si l'on apprend que la simulation est une discipline aussi importante que la modélisation, si on découvre l'existence de particules (certaines hypothétiques comme le graviton), de nanostructures, de molécules, de gènes et de canaux calciques, de communications du futur ou de naines brunes, c'est une science aseptisée qui nous est livrée... et qui ne me fait pas rêver. À lire cet essai, nous sommes dans l'ère des ordinateurs et des logiciels, qui préparent et dictent les protocoles expérimentaux.

Et le terrain? La question paraît décalée! Seule Sabine Trébinjac fait du terrain, car elle est « ouïgourologue » et va à la rencontre de son matériel d'étude : une population du Xinjiang, en Chine. Un peu d'humanité, enfin, mais troublée par une information donnée au détour d'une page : on apprend que les ouïgourologues forment une communauté de cinq spécialistes dans le monde!

Le grand public risque de se sentir sur une autre planète. Nos spécialistes vulgarisent avec parcimonie : quelques apparitions aux rituelles journées de « La science en fête » (ne s'essouffent-elles pas un peu? et pourquoi?), quelques conférences, et stop. Il est vrai que leurs préoccupations sont bien éloignées de celles du public, qui veut entendre parler d'un vaccin contre le SIDA, de la pénurie éventuelle d'eau potable, des plantes transgéniques, du nucléaire, des dépressions nerveuses, de l'origine de la vie ou du rôle de la science pour le bien de l'humanité. Ne fallait-il pas commencer par répondre à ces questions?

Le livre a totalement escamoté les difficultés de nos jeunes diplômés, qui enchaînent thèse, séjour postdoctoral (de préférence aux États-Unis) et publications (de haut niveau) pour essayer d'intégrer ce fameux CNRS ou une Université. Que deviennent ceux qui sont juste après les heureux sélectionnés? Les dossiers sont souvent si bons, le parcours si impeccable, que les commissions mettent des heures à choisir.

Et puis, la recherche, c'est aussi celle des laboratoires universitaires, dont certains survivent sans grands moyens et qui consacrent du temps à l'enseignement : la transmission du savoir est-elle devenue si dépréciée qu'on désire y échapper?

Michèle FEBVRE,
Université de Nice-Sophia Antipolis

Médecine

Kala-azar, chroniques indiennes d'une épidémie

Robert Desowitz. Éditions Science
Infuse, 2000 (127 pages, 80 francs).

Le titre et le palais colonial qui illustre la jaquette de ce petit livre pourraient faire croire que l'exotisme est au rendez-vous et qu'une fois encore, on nous contera les difficultés que rencontre l'Homme Blanc qui combat généreusement les maux qui frappent les Pays du Sud. Pourtant, cette courte nouvelle, écrite par un épidémiologiste