

cartes que l'on découpe. Ce tour peut être réalisé avec toutes sortes d'objets identiques (même tridimensionnels), à condition d'avoir un outil pour les découper en tranches : des statuettes identiques avec une bonne scie conviendraient.

Prenez entre 5 et 10 cartes identiques (ou des photos, etc.). Pour un tour en public, il faut utiliser de grandes cartes de 20 centimètres de haut, par exemple.

Formez une file avec les cartes en prenant soin de mettre toutes les cartes dans le même sens (si elles possèdent un haut et un bas).

Demandez à un spectateur de découper chacune des cartes en tranches (de

deux à cinq pour chaque carte) à l'aide de coups de ciseaux horizontaux. À chaque fois qu'il découpe une carte, il en remet les tranches dans l'ordre dans la file. Vous lui demandez ensuite de mélanger les tranches en opérant de la manière suivante : il prend alternativement une tranche en haut de la file et une tranche en bas et recompose ainsi, à côté de la première, une nouvelle file de tranches de cartes. Cette file est doublement mélangée, puis qu'il a choisi lui-même les découpes et qu'il a fait alterner des bouts provenant du haut avec d'autres provenant du bas.

Vous annoncez alors que, grâce à la puissance persuasive de votre pensée,

vous avez forcé le spectateur à découper soigneusement les cartes en des endroits précis et à les mélanger d'une telle façon que les morceaux se recomposent en cartes complètes.

Vous prenez une règle (ou un objet pouvant vous indiquer la hauteur d'une carte), vous mesurez 20 centimètres de la file en haut et, en effectuant une découpe de plus si nécessaire, vous prenez cette longueur de 20 centimètres de la file de tranches de cartes (qui sera constituée de deux à six tranches de cartes venant de cartes différentes).

Miracle ! Quand vous les disposez sur la table, elles se complètent exactement pour former une carte entière. L'effet est maximal si un dessin figure sur la carte, comme un personnage debout ou un paysage. Vous pouvez poursuivre plusieurs fois en prenant 20 centimètres de tranches en haut de la file restante ; à chaque fois, les bouts se recomposent exactement pour former une carte entière (voir la figure 7).

Ce tour ne demande aucun trucage ni aucune manipulation (physique ou mentale !), car il est basé sur un principe mathématique qui assure qu'il marchera à chaque fois. Ce principe est la version généralisée aux variables continues du principe de Gilbreath, principe que nous avons déjà traité (voir *Pour la Science*, mai 1996) et dont la démonstration alors indiquée s'adapte facilement.

Là encore, bien que l'insertion entre les tranches venant du haut de la file et celles venant du bas de la file apparaisse aléatoire (le spectateur ayant lui-même choisi la taille et le nombre des tranches) elle ne l'était qu'en apparence : l'opération de mélange ne mélange pas.

Jean-Paul DELAHAYE est directeur adjoint du Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille du CNRS.
e-mail : delahaye@lilfl.fr

J. BEASLEY, *The Mathematics of Games*, Oxford University Press, Oxford, 1989.

J.-P. DELAHAYE, *Jeu avec des cartes bifaces*, in *Pour la Science*, mai 1996.

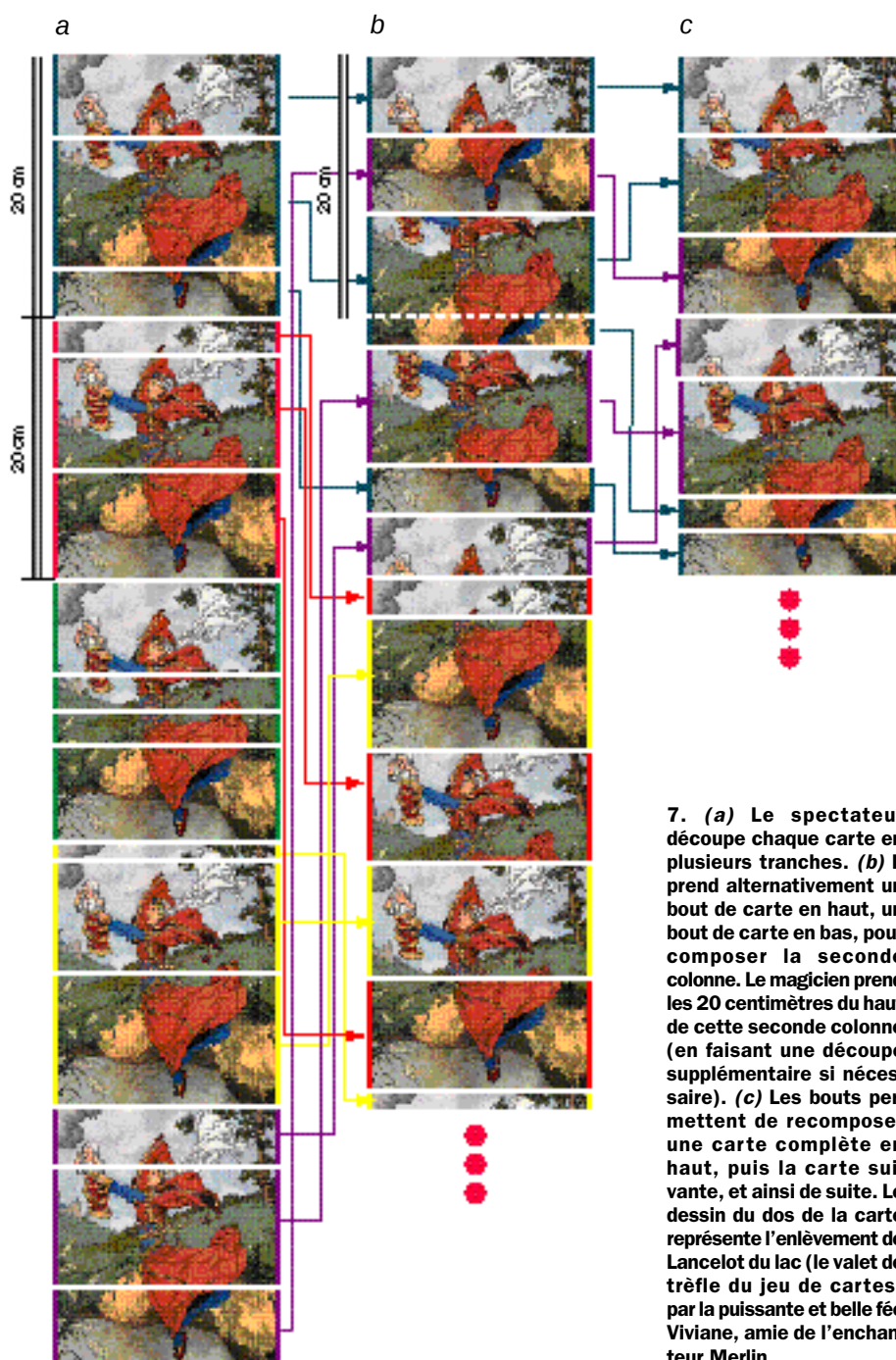
J. HUGARD et F. BRAUE, *Expert Card Technique : Close-Up Table Magic*, Dover Publication, New York, 1974.

R. VOLMER, *Les trésors du pharaon*, éditions du spectacle, 6 rue de la Klebsau, 67100 Strasbourg, 1988.

R. VOLMER, *Le principe de Gilbreath*, éditions du spectacle, 1991.

P. DIACONIS, R.L. GRAHAM et W.M. KANTOR, *The Mathematics of Perfects Shuffles*, in *Advances in Applied Mathematics*, 4, 1983, pp. 175-196.

J. CONWAY et R. GUY, *The Book of Numbers*, Springer-Verlag, New York, 1996.



7. (a) Le spectateur découpe chaque carte en plusieurs tranches. (b) Il prend alternativement un bout de carte en haut, un bout de carte en bas, pour composer la seconde colonne. Le magicien prend les 20 centimètres du haut de cette seconde colonne (en faisant une découpe supplémentaire si nécessaire). (c) Les bouts permettent de recomposer une carte complète en haut, puis la carte suivante, et ainsi de suite. Le dessin du dos de la carte représente l'enlèvement de Lancelot du lac (le valet de trèfle du jeu de cartes) par la puissante et belle fée Viviane, amie de l'enchantement Merlin.

Les insectes orfèvres

Hubert Duprat a la curiosité des amateurs des cabinets de curiosités : la plus étonnante de ses œuvres est celle qu'il fait réaliser par des larves de trichoptères, insectes des ruisseaux et des mares. À mi-chemin entre un artefact animal, un bijou et une sculpture, les créations d'Hubert Duprat sont les produits d'expériences scientifiques.

Les trichoptères, plus communément nommés phryganes, sont des insectes dont les larves aquatiques sont enfermées dans des fourreaux. L'animal se métamorphose lors de la nymphose, dans l'étui fermé à cet effet. L'adulte ressemble à un papillon de nuit. Les larves sont récoltées entre le mois de janvier et le mois d'avril dans les ruisseaux de basse et de moyenne montagne ; elles sont conservées dans un aquarium où l'eau est oxygénée, brassée et maintenue à -4 °C. Cet hiver artificiel prolonge la période de construction du fourreau et diffère la métamorphose.

L'étui a plusieurs fonctions : minéral, il lesté l'animal dans les eaux courantes. Dans les eaux stagnantes, l'air contenu fait que l'animal flotte. Dans la nature, l'étui est confectionné avec du sable, des petits graviers, des brindilles, des débris de coquilles. L'art d'Hubert Duprat consiste à remplacer les matériaux naturels par des matériaux précieux, contraignant l'animal à construire des étuis avec des paillettes d'or, des turquoises, des opales, des perles ou de petites tiges d'or (les étuis mesurent environ deux centimètres de longueur).

L'animal relie les matériaux à l'aide d'un fil de soie qu'il secrète selon un mouvement hélicoïdal, et dont il tapisse l'intérieur du tube. Chaque matériau étant dans un bac séparé,

l'artiste contrôle, en fonction de la durée du séjour dans tel ou tel bac, la composition des anneaux de croissance de l'étui. L'animal n'utilise pas tous les matériaux avec la même affinité, et il préfère les perles. Son savoir-faire constructeur est canalisé à des fins esthétiques.

De telles expériences ont déjà été tentées. François-Jules Pictet rapporte dans ses *Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des phryganides* (1834) «quelques essais pour voir à quel point on peut faire travailler des espèces avec des matériaux qui ne sont pas les leurs». Jean-Henri Fabre, dans ses *Souvenirs entomologiques* décrit des expériences réalisées sur l'espèce *Limnephilus flavicornis*, à qui il donne des grains de riz : il s'extasie devant «l'ouvrage régulier» qui en résulte.

L'entomologiste américain Charles Brues a observé des phryganes dans une rivière du Nord du Nevada : les animaux y sélectionnent des opales d'un bleu brillant. Ainsi les matériaux ne seraient pas seulement choisis en fonction de leur poids ou de leur texture. Enfin, l'entomologiste français Christian Denis a étudié les conséquences de la modification expérimentale du milieu naturel, par exemple de la modification de la taille des grains de sable ou encore de l'intensité de la lumière.

Architecte divin, insecte constructeur, ingénieux bâtisseur de sa demeure, l'insecte artisan nourrit la littérature entomologique. En plongeant les phryganes dans des conditions inhabituelles, H. Duprat détermine un comportement nouveau et espère des réactions inattendues, mais l'étui précieux de la phrygane est-il œuvre de l'insecte ou œuvre de l'artiste ?

Christian BESSON, Université de Bourgogne



Les étuis précieux des phryganes sont exposés au Centre Georges Pompidou, à Paris, à partir du 19 février 1997, dans le cadre de l'exposition *L'Empreinte*.



Henri DEL OLMO



Agronomie

Le génie génétique. De l'animal à l'homme?

Louis-Marie Houdebine.
Éditions Flammarion, 1996.

Cet ouvrage sera à l'évidence d'une grande utilité pour qui désire intégrer dans sa culture scientifique d'honnête homme des éléments de compréhension à la fois simples et justes des principes du génie génétique et de leur application aux animaux. Sa lecture fait d'abord mesurer combien, après James Watson et Francis Crick, l'humanité s'est enrichie, en quelques courtes décennies, d'un vocabulaire totalement nouveau, celui de la biologie moléculaire.

Dans son ouvrage *La statue intérieure*, François Jacob évoque les séances du «comité de terminologie», créé alors par André Lwoff, pour désigner d'un nom les phénomènes et les objets que l'équipe était en train de découvrir : «Ainsi nommées, les choses prenaient aussitôt une réalité nouvelle. Elles existaient!» À l'évidence, les biologistes moléculaires sont devenus des experts en mécanique, sachant désigner avec précision les fonctionnements, rouages et interactions qui sous-tendent les phénomènes de reproduction et de multiplication cellulaires, avec leurs systèmes d'autocorrection, de protection et de rétroaction...

La progression du texte de Louis-Marie Houdebine aide le non-spécialiste à intégrer une batterie impressionnante de néologismes – introns, exons, transposons, triplets, plasmides, ligases, enzymes de restriction –, à identifier les phénomènes couverts par les termes apparemment proches que sont réplication et transcription, ou encore à repérer l'opération que constitue l'épissage. Les enseignants puiseront dans ce texte des idées de schémas particulièrement pédagogiques, qui illustrent un texte volontairement décanté. Et ce n'est pas là un moindre mérite de l'auteur.

Muni des connaissances acquises dans la première moitié de l'ouvrage, le lecteur est introduit aux enjeux du génie génétique appliqué aux animaux. Le contraste est remarquable entre l'unicité des mécanismes moléculaires intracellulaires, du virus et de la bactérie à l'être humain, d'une part, et la diversité des modalités de mise en œuvre du génie génétique, d'autre part. Ces pages insistent fort justement sur cette diversité et esquissent,



Trois de ces lapins sont transgéniques : on leur a donné le gène de l'antitrypsine alpha 1 humaine.

sur la base de quelques exemples, les éléments d'une balance raisonnée entre les avantages et les risques. Le débat public qui s'engage, à propos des organismes génétiquement modifiés, ne peut que gagner en clarté en faisant son profit de ce souci d'approche méthodique.

Par exemple, L.-M. Houdebine souligne que le génie génétique permet de faire produire des «protéines recombinantes» d'intérêt médical par des micro-organismes ou même par des animaux transgéniques (dans leur lait), avec beaucoup plus de sécurité que par les procédés classiques (le cas de l'hormone de croissance est cruellement éloquent!). Il décrit les espoirs concernant la préparation d'organes animaux en vue de leur greffe chez l'homme, mais sous réserve que l'on vérifie l'absence de transmissions virales entre l'animal et l'homme. Il montre aussi que la sélection des races animales assistée par marqueurs moléculaires et micro-satellites pourra opérer de manière moins aveugle et plus précise que la sélection quantitative classique, par exemple sur des caractères de résistance aux maladies ou de qualité des produits, lait et viande.

Ces nouveaux moyens doivent être mis en perspective dans le temps long de la domestication des espèces animales par l'homme à son service. Toutefois l'auteur n'éluie pas que les interrogations sont peut-être, là encore plus cruciales, que sur les végétaux : les travaux réussis sur l'animal inquiètent dans la mesure où ils sont transposables à l'homme, cet autre animal... Et il insiste particulièrement sur la prudence à adopter vis-à-vis de la transgénèse réalisée sur les cellules germinales, dans la mesure où il s'agit d'une opération irréversible.

L'ouvrage se termine par un appel à un débat raisonné pour trier entre les interdits éthiques et les fantasmes, pour évaluer les risques à prendre, tout bien pesé... Sans frilosité ni témérité. Ce sont les derniers mots de l'auteur!

Jean-Claude FLAMANT

Physique

La quête de l'unité (l'aventure de la physique)

Étienne Klein et Marc Lachièze-Rey.
Éditions Albin Michel, 1996.

Dans ce livre clair, accessible à un large public, remarquablement documenté et témoignant d'une vaste culture scientifique, littéraire et philosophique, les deux auteurs abordent les questions les plus incisives de la science contemporaine. Le cosmologiste Marc Lachièze-Rey et le physicien, spécialiste des accélérateurs, Étienne Klein ont gagné le pari «qu'il y a à se mettre à deux pour écrire sur l'Un». Ils ont si bien entremêlé leurs proses respectives que même quelqu'un qui, comme moi, les connaît bien tous les deux se trouve incapable de dire avec certitude qui a écrit quoi.

Les deux auteurs n'essaient pas de promouvoir une thèse épistémologique ; ils ne proclament pas la mort de Newton, de Darwin, de Marx ou de Freud. Ils témoignent simplement des interrogations qu'ils partagent avec la communauté scientifique à laquelle ils appartiennent. Au cours d'un pertinent détour historique émaillé de belles citations (il y en a pour tous les goûts. Bachelard : «La science n'est pas le pléonasme de l'expérience», p. 58 ; Balzac, pour qui l'harmonie est «la poésie de l'ordre», p. 38 ; Victor Hugo : «Tous les oiseaux qui volent ont à la patte le fil de l'infini», p. 147, et



La théorie électrofaible est orpheline depuis la disparition récente d'Abdus Salam.

même l'Ecclésiaste, qui considère comme une présomption de vouloir «faire tenir l'infini dans un cadre de trois doigts», p. 165), ils montrent que ces interrogations sont un écho des questions fondamentales qu'ont posées les grands penseurs du passé.

La quête de l'unité est le fil conducteur de toutes les interrogations de la physique moderne : émergence du concept d'Univers, statut de la réalité quantique, rapprochement de la physique des particules et de la cosmologie, unification des interactions fondamentales, spéculations au sujet d'un «principe anthropique», recherche d'une éventuelle «théorie de tout», validité du réductionnisme, signification de la théorie de la renormalisation et de l'invariance de jauge en théorie quantique des champs. Il est remarquable que les auteurs soient arrivés à aborder toutes ces questions, avec honnêteté, sans en gommer les difficultés, mais en s'efforçant d'en faire percevoir la portée à un public de non-spécialistes. Ils ont, me semble-t-il, bien situé le cœur du problème dans la distinction qu'il convient d'établir entre le réductionnisme *constitutif* de la physique et le «constructionnisme», qui aurait l'ambition de reconstruire les niveaux supérieurs entièrement à partir des lois du niveau inférieur. Que le constructionnisme soit partout en échec, c'est une évidence, mais cet échec ne porte aucunement atteinte au réductionnisme. J'ai, à ce propos, une opinion légèrement différente de celle des auteurs : pour eux, le réductionnisme est en échec là où s'arrête la physique ; je pense, au contraire, que le réductionnisme est constitutif de l'ensemble de l'entreprise scientifique, biologie comprise. Je suis d'accord avec François Jacob lorsqu'il dit, dans *La logique du vivant* : «Devant le développement de la science expérimentale, de la génétique, de la biochimie, on ne peut plus, sinon par mystique, invoquer sérieusement quelque principe d'origine inconnue, un X échappant par essence aux lois de la physique, pour rendre compte des êtres vivants et de leurs propriétés.» Pas plus qu'en physique, le réductionnisme constitutif n'est en échec en biologie ; ce qui y est en échec, de façon beaucoup plus flagrante qu'en physique, c'est bien sûr le constructionnisme. Pour que la quête de l'unité soit un principe directeur fécond, pour que ses «étapes provisoires [soient] la pâte même de la science, et son combustible principal», pour que «l'unité de la physique soit en actes», il faut bien que la science s'accommode de la validité du réductionnisme et de l'échec du constructionnisme. Les auteurs ont bien montré que l'impossibilité du constructionnisme peut

être prise, au positif, comme la possibilité d'un certain «isolationnisme», c'est-à-dire d'une certaine autonomie des lois des niveaux supérieurs par rapport aux lois des niveaux inférieurs. Quelle belle leçon de dialectique !

Bref, un livre à mettre entre toutes les mains.

Gilles COHEN-TANNOUDJI

Médecine

La médecine du *xx*^e siècle

Axel Kahn et Dominique Rousset.
Éditions Bayard, 1996.

Axel Kahn est médecin, c'est un chercheur connu et respecté en génétique humaine, membre du Comité national d'éthique. À ce double titre, les positions qu'il prend ont un juste retentissement, et les avis qu'il donne méritent une attentive considération, surtout quand ils portent sur sa spécialité.

C'est pourquoi le livre qu'il vient de publier, avec le journaliste Dominique Rousset, attirera l'attention de tous ceux qui s'intéressent aux applications médicales de la génétique et à l'évolution de l'éthique médicale.

Son livre a pour sous-titre : «Des gènes et des hommes» ; peut-être eût-il été plus explicite de dire : «Des bons et des mauvais usages de la génétique en médecine.» Le livre, en effet, à côté d'un grand nombre d'autres sujets, aborde trois thèmes principaux en insistant sur les risques potentiels : l'eugénisme, la procréation médicale assistée, la médecine prédictive. Ces thèmes sont au cœur des préoccupations médicales, et l'Académie de médecine, en 1995-1996, a consacré de volumineux rapports aux deux derniers.

A. Kahn explique tout d'abord pourquoi, en l'état actuel de nos connaissances, l'eugénisme ne pourrait pas être mis en œuvre même si on le souhaitait, mais il souligne surtout que de telles manipulations génétiques, si jamais elles devenaient possibles, seraient plus nuisibles qu'utiles. En effet, la seule amélioration qui aurait un intérêt serait l'accroissement des capacités mentales ; celles-ci dépendant d'un très grand nombre de gènes et de l'interaction de ceux-ci avec l'environnement, il est inconcevable d'y parvenir. De plus, toute tentative dans ce sens réduirait ce qui fait la richesse du génome humain : sa diversité, qui rend possible l'adaptation

ARCH!MEDE

Le magazine
scientifique d'ARTE



AU MOIS DE MARS :

Mardi 4 mars à 20 h :

Microcinéma.

La sismologie en laboratoire.

Comment nouer des lacets.

Les carrés gréco-latins.

La succession des empereurs.

Mardi 11 mars à 20 h :

La dérive des continents.

La prévision des séismes.

Les pulsars.

Les nœuds.

Mardi 18 mars à 20 h :

La mouche tueuse.

Résistances.

Quand le cerveau
fait des calculs.

arte