

D'autre part, la différence de potentiel transmembranaire engendre une force électrique qui fait également migrer les ions à travers la membrane dans un sens qui dépend à la fois du champ électrique membranaire et de la charge de l'ion. Ce flux est dirigé vers l'intérieur pour les ions Na^+ et K^+ et vers l'extérieur pour les ions Cl^- .

Au total, les flux dus aux effets physiques sont la somme des flux dus à la différence de concentration et de ceux qui sont dus au champ électrique. Ces flux s'équilibrent pour les ions Cl^- et le flux global de cet ion est quasiment nul. Pour les ions K^+ , le flux global est très faible et dirigé vers l'extérieur (ces ions sont hors équilibre), alors que le flux d'ions Na^+ est grand et dirigé vers l'intérieur de l'axone. Ainsi, en prenant uniquement en compte les effets physiques, l'axone se viderait de K^+ et se remplirait de Na^+ (voir la figure 2). Quel mécanisme contrebalance ces flux, incompatibles avec les concentrations constantes au repos et avec une différence de potentiel transmembranaire constante ? La «pompe Na-K». Ce mécanisme biologique agit à l'inverse de l'effet physique : il transporte les ions Na^+ vers l'extérieur de l'axone et les ions K^+ vers l'intérieur.

Ce pompage est assuré par une protéine membranaire, et son énergie résulte de l'hydrolyse de l'adénosine triphosphate. Si la membrane était également perméable aux ions Na^+ et aux ions K^+ , il ne serait pas possible d'obtenir un état permanent pour lequel les ions K^+ sont assez peu hors équilibre et les ions Na^+ très loin de l'équilibre. En pratique, la membrane est environ 25 fois plus perméable aux ions K^+ qu'aux ions Na^+ . Il est donc possible de pomper efficacement les ions Na^+ hors de l'axoplasme, leur retour étant inhibé par la mauvaise perméabilité de la membrane à ces ions. Au final, dans la fibre nerveuse au repos, les mécanismes biologiques et physiques agissent conjointement pour assurer les concentrations d'équilibre. Que se passe-t-il lorsque l'on excite cette fibre par un courant électrique ?

L'EXCITATION

L'axone ne réagit à une excitation électrique que si celle-ci est supérieure à 20 millivolts. À partir de ce seuil, il se produit une impulsion de tension dans la membrane, nommée potentiel d'action, qui dure environ une milliseconde et durant laquelle le potentiel transmembranaire passe de sa valeur de repos de -70 millivolts (chez l'homme) à +40 millivolts, avec un retour rapide à la situation antérieure. Ce potentiel d'action se propage

le long de la membrane. La forme et la vitesse du potentiel d'action sont indépendantes de l'amplitude de la tension excitatrice, pourvu qu'elle dépasse le seuil de 20 millivolts.

Lorsque la membrane est soumise au potentiel d'action, sa perméabilité aux ions Na^+ augmente brusquement : cet ion entre dans l'axone, ce qui engendre une charge positive à l'intérieur. Ensuite, les «portes» du sodium se ferment et la membrane devient très perméable au potassium (K^+), qui sort de l'axone : l'intérieur de l'axone redevient négatif et la différence de potentiel transmembranaire retrouve sa valeur au repos.

Ainsi, en même temps que le potentiel d'action se propage le long de la membrane, un signal électrique se propage à l'intérieur de l'axoplasme qui ne correspond pas à un déplacement de charges, mais au déplacement d'un surcroît de densité de charges positives. Ce signal ressemble à une onde mécanique qui se déplace le long d'une corde : au bout de la corde, on reçoit un signal, même si les atomes de la corde ne se sont pas déplacés à l'intérieur de celle-ci. La vitesse de propagation de ce signal est proportionnelle à la racine carrée de son diamètre. Par exemple, le long d'une petite fibre de cinq micromètres de diamètre, elle est voisine de quatre mètres par seconde et elle est dix fois supérieure pour une fibre de 0,5 millimètre de diamètre. De tels axones existent chez les invertébrés, mais ne constituent pas la solution idéale au problème de la propagation rapide.

ISOLER LA MEMBRANE

Chez les vertébrés, la membrane de la plupart des axones est entourée d'une gaine de myéline, une sorte de graisse, interrompue environ tous les millimètres en des points nommés nœuds de Ranvier. Cette épaisse couche de myéline rend impossible la propagation de proche en proche par variation de la perméabilité de la membrane, comme dans le cas sans myéline, car les espèces chargées ne peuvent traverser cette graisse. En revanche, la myéline est un bon isolant, qui multiplie par 300 la résistance membranaire. Autrement

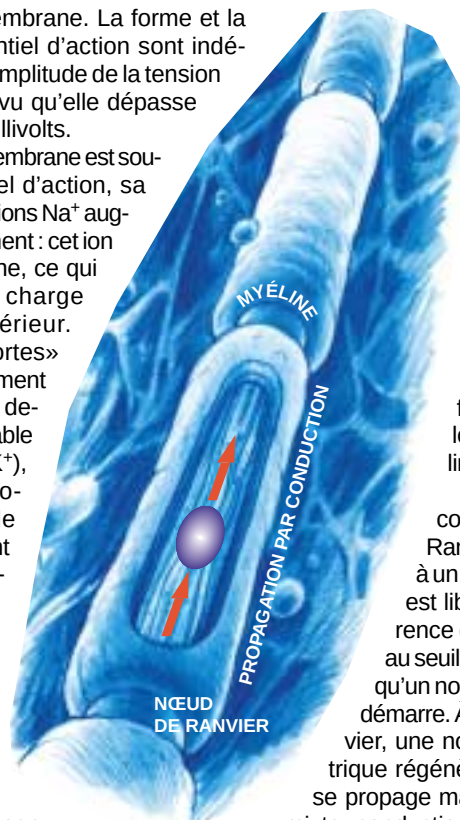


Figure 3

dit, le câble conducteur est bien meilleur que sans myéline et la conduction dans l'axoplasme peut se faire sur une dizaine de millimètres. Sur cette longueur, le signal électrique se propage comme dans un câble électrique, quasiment à la vitesse de la lumière. De surcroît, le signal n'est que faiblement atténué le long d'un segment myélinisé.

Cette atténuation est compensée au nœud de Ranvier : le signal qui arrive à un nœud, où la membrane est libre, possède une différence de potentiel supérieure au seuil de 20 millivolts, de sorte qu'un nouveau potentiel d'action démarre. À chaque nœud de Ranvier, une nouvelle excitation électrique régénère le signal. Le signal se propage maintenant sur un mode mixte : conduction classique avec déplacement de charges dans les segments de fibre recouverts de myéline et propagation d'un potentiel d'action aux nœuds de Ranvier. La vitesse de propagation est désormais proportionnelle au diamètre de la fibre, ce qui permet d'atteindre des vitesses de propagation de plusieurs dizaines de mètres par seconde pour un encombrement réduit.

L'efficacité des axones myélinisés s'illustre par une expérience simple : en contact avec un objet chaud, la main se retire vivement en raison d'une violente sensation de douleur et non à cause d'une sensation de forte chaleur. La raison en est que les cellules thermoréceptrices de la peau sont connectées à la moelle épinière par l'intermédiaire de fibres nerveuses sans myéline, alors que les cellules sensibles à la douleur le sont par des fibres myélinisées. Dans les premières, la vitesse de propagation est de quelques mètres par seconde, 50 fois moindre que dans les secondes. C'est pourquoi on a mal avant d'avoir chaud !

Roland LEHOUCQ est astrophysicien au Service d'astrophysique du CEA.

P.F. BAKER, *The Nerve Axon*, in *Scientific American*, p. 74, mars 1966.

R.K. HOBBIÉ, *Nerve Conduction in Pre-medical Physics Course*, in *American Journal of Physics*, vol. 41, p. 1176, 1973.

A.C. SCOTT, *The Electrophysics of a Nerve Fiber*, in *Reviews of Modern Physics*, vol. 47, p. 487, avril 1975.

Zoologie

Dictionnaire du règne animal

Sous la direction de Simon Tillier.
Éditions Larousse, 1999
(509 pages, 130 francs).

L'encyclopédie de la nature

Doris Kinderley. Éditions Milan, 1999
(304 pages, 198 francs).

Nombreux sont les ouvrages que l'on trouve en librairie ou en grandes surfaces, dont les titres annoncent qu'ils familiariseront leurs lecteurs avec la diversité de la nature et le vocabulaire qui la décrit. En voici deux récemment parus : l'un est un dictionnaire, un peu austère d'aspect, l'autre est une encyclopédie, thématique, illustrée de belle façon. L'un fut confectionné sous l'autorité de scientifiques du Muséum d'histoire naturelle de Paris, l'autre par son pendant d'outre-Manche, le Natural History Museum, anciennement British Museum. Ils ont des buts différents et trouveront sans doute chacun des clients.

Tout scientifique qui consulte un dictionnaire «ordinaire» a assez régulièrement les bras qui lui tombent, et ce n'est pas le poids de l'ouvrage qui est en cause : l'indigence des définitions qui sont proposées pour les mots de la nature et les erreurs grossières sont à chaque tour de page. Pis encore, le vocabulaire qui figure est en général assez pauvre. Il est vrai que, depuis deux siècles, les scientifiques ont proposé de nombreux néologismes pour décrire la diversité du monde animal et tenter de le classer ; de surcroît, au fur et à mesure que s'approfondissaient les recherches, bien des définitions ont été modifiées. C'est là l'une des difficultés majeures que l'on rencontre lorsque l'on veut rédiger un dictionnaire de la nature : des concepts à première vue aussi simples que mammifères ou oiseaux sont compris bien différemment de l'acception qu'ils avaient voici seulement quelques années. Il ne serait donc pas superflu que paraissent régulièrement des mises à jour d'un *Grand dictionnaire de la nature*. Contentons-nous pour l'heure de ce petit Larousse.

J'ai remarqué que la plupart des textes que propose cet abécédaire de la nature sont issus du remaniement d'un précédent ouvrage paru chez un autre éditeur (*Encyclopédie du règne animal*, Bordas, 1992), mais avec un découpage

différent et quelques amendements, mais, surtout, sans aucune des illustrations contenues dans la précédente édition. Les changements concernent en particulier les nombreux articles qui détaillent ces mammifères dont nous sommes. Cette mise à jour n'est pas toujours bien venue. Ainsi apprend-on que la famille des Gliridés (loirs et lérôts) a été rayée des cadres au bénéfice de celle des Myoxidés : faux, car la rigoureuse et sévère Commission de nomenclature zoologique a rendu voici deux ans son verdict, et officialisé les Gliridés. Pour expliciter les principaux concepts classificatoires on trouve des arborescences à la mode cladiste, mais il n'est fait nulle part allusion à la philosophie de cette démarche, ni à son champ d'application. Ainsi le lecteur n'a-t-il aucune chance de décoder ces arborescences et de réellement pouvoir les lire. À propos des mammifères en particulier, il ne saura pas que le cladogramme présenté à la page 279 est né, pour l'essentiel, de l'étude de quelque 4 000 genres fossiles, dont les plus anciens ont 200 millions d'années d'âge. Ici on ne nous présente qu'une classification tronquée, puisque ne sont pris en compte que les mammifères actuels (un millier de genres). De surcroît, on ne retrouve pas d'allusion, dans les définitions des ordres de mammifères qui sont données dans l'abécédaire, aux relations de parenté qui justifient le cladogramme général : au paragraphe «Lagomorphes» il n'est pas dit que cet ordre est le groupe frère des rongeurs, comme montré page 279, alors que le raccourci qui traduit les ressemblances des deux ordres est singulièrement réducteur, puisqu'il ne fait allusion qu'au nombre différent d'incisives que portent les uns et les autres.

En conclusion, et alors que l'utilité et la nécessité d'un tel glossaire sont évidentes, on peut regretter que, pour le confectionner, on ait choisi un court chemin. Regrettons aussi qu'il ne soit complété d'aucune bibliographie, même sommaire.

Passons maintenant à l'*Encyclopédie de la nature*. Son introduction commence par une présentation de la biosphère, de l'origine de la vie et de l'évolution : dès la page 14, le lecteur consultera avec profit l'ouvrage précédent pour apprendre qui sont les géospizes (faussement nommés pinsons de Darwin, sic) ! Biologie, écologie, classification, végétaux et animaux sont les cinq grandes rubriques qui organisent le livre. Dans chacune, une double page est l'occasion de présenter en quelques phrases et, surtout, par des illustrations, un milieu, un groupe animal ou végétal, une fonction. Des renvois en bas de page, un glos-

saire et un index facilitent la consultation. Il n'est pas certain que l'âge minimum requis pour le consulter soit huit ans, comme le prétend le dos de couverture, mais peut-être les cobayes qui me furent confiés pour expérimenter la question n'étaient-ils pas dans la moyenne.

Ouvrage traduit, il en a les défauts. C'est ainsi que, page 140, il est expliqué longuement que beaucoup utilisent le terme «animal» pour désigner les seuls mammifères, mais que, de fait, ce mot a une acception beaucoup plus large, puisqu'il désigne aussi bien les éponges que les vertébrés. Cette remarque est parfaitement fondée s'il s'agit du mot anglais *animals*, mais de notre côté de la Manche, «animaux» désigne bien tous les êtres vivants qui bougent. Dans l'ensemble, l'ouvrage n'est pas pédant, et il évite les termes diaphoriques (aux géospizes près, bien sûr). Il n'hésite pas à utiliser des mots communs tels reptiles, ou poissons, honnis, comme on le sait, des scientifiques huppés.

La lecture de certains entrefilets désarçonne parfois, par exemple lorsqu'on apprend, photographie à l'appui que «les crottes d'éléphant renferment des déchets issus de la digestion des aliments». Ou que l'on présente comme une «extinction naturelle» la mort de ces deux millions d'oiseaux, poissons et mammifères tués par l'éruption du mont Saint Helens. Ces raccourcis ravageurs sont aussi, en quelque sorte, la rançon d'un propos compacté à l'extrême : chaque double page illustre un sujet présenté en dix lignes, illustré par une bonne douzaine de photographies, cartes ou diagrammes légendés d'une ligne, et commenté de quelques paragraphes de trois à quatre phrases. Pour revenir à l'exemple cité précédemment, le contenu de l'encadré «Extinction naturelle», fait partie d'un chapitre «L'homme et la nature». Une courbe de croissance démographique, extrapolée à l'horizon 2050, propose que les populations humaines friseront alors les dix milliards d'individus. Un texte rappelle que la vie sur Terre existe depuis 3,5 milliards d'années, que de «nombreux êtres vivants se sont éteints, suite à des phénomènes naturels, comme des éruptions volcaniques et des pluies de météorites» (il semble que, pour les auteurs, les causes d'extinction ne sont pas multiples, et, surtout, ils n'évoquent pas la principale : la compétition entre espèces). Dans les lignes qui suivent, l'éruption du mont Saint Helens est évoquée à titre d'exemple, précisant qu'elle tua deux millions d'oiseaux de reptiles et de mammifères. Et les mouches ? Et les papillons, pourrait-on demander, alors qu'en regard de ce texte on trouve une photographie

des pentes désolées du Kilauea (îles Hawaïi), ce qui est bien normal puisque les pentes du Saint Helens sont maintenant reboisées... par les mêmes essences qu'avant la catastrophe! Plus bas seront évoqués le réchauffement planétaire et son inmanquable trou d'ozone, les pluies acides, la pollution des eaux, la chasse commerciale et les méfaits du tourisme «nature» sur les vies et mœurs des visités. Pour compléter ses connaissances, le lecteur est invité à consulter quatre autres doubles pages (animaux en danger, cycles écologiques, écologie, milieux en danger). La nature serait-elle à la fois menace et menacée? La rubrique «Écologie» est de ce point de vue éclairante : après une introduction d'écologie générale (les cycles écologiques et les chaînes alimentaires), ce sont douze milieux (de l'océan aux régions polaires) qui sont présentés ; la domestication, l'homme et la nature viennent ensuite, suivis des doubles pages «fléaux naturels», puis celles des animaux et végétaux et des milieux en danger, pour s'interroger enfin sur les moyens qu'il faut se donner pour protéger la nature. C'est là le premier tiers de l'ouvrage. Pour le reste, il propose, avec le cadre de la systématique comme guide, de broser le tableau de la diversité animale et végétale de la biosphère. C'est sans doute cette partie que les jeunes publics consulteront avec le plus de profit, encore que l'aide de tuteurs pour sa consultation serait bien venue. La richesse iconographique qui illustre chacun des grands rameaux de la classification des plantes et animaux fait la réussite du livre. Ce qui ne veut pas dire que je choisis entre le choc des images et le poids des mots!

La réalisation d'ouvrages du type dictionnaire ou encyclopédie n'est pas un travail aisé, car le vocabulaire savant et les concepts qu'il véhicule sont difficiles à exposer, surtout si l'on est soumis à une contrainte éditoriale commune de nos jours : il faut être bref, pour des raisons de coût, mais aussi pour éviter de lasser le lecteur, du moins est-ce l'argument le plus souvent avancé par les spécialistes de la communication. La recherche de la concision, qui n'est pas la brièveté, demande du temps. La solution serait de réunir en conclave des spécialistes de différents horizons pour participer à une entreprise éditoriale de ce type. À moins que, le marché aidant, on cherche à améliorer, d'édition en édition, ces produits de consommation dont le public est somme toute friand. Dans ce cas aussi, les consommateurs pourraient aider à faire progresser la qualité de cette nourriture intellectuelle.

Jean-Louis HARTENBERGER

Entomologie

Les insectes en 1 000 photos

Patrick Glémas. Éditions Solar, 1999 (128 pages).

Les insectes et les hommes

Michel Lamy. Éditions Albin Michel, 1999 (416 pages).

Plus de 80 pour cent de l'ensemble des espèces animales sont des insectes. Comment les entomologistes ne multiplieraient-ils pas les ouvrages qui leur sont consacrés? Patrick Glémas et Michel Lamy n'ont pas résisté à l'appel ; leurs objectifs sont différents.

Le premier veut charmer en présentant, par des images, les insectes que l'on rencontre dans les milieux les plus variés, mais aussi les plus familiers (forêts, campagne, jardins aquatiques, maisons, collines et montagnes). Ils se développent par une série de métamorphoses dont on montre quelques exemples, comme la naissance d'un papillon. Leur régime alimentaire est varié : omnivore, phytophage (suceurs de sève et de nectar, dévoreurs de bois...), hématophage (suceurs de sang), entomophage (mangeurs d'autres insectes), recycleurs, etc. Pour survivre, ils utilisent le camouflage, mais aussi des armes étonnantes. Leurs mœurs et leurs formes sont d'une extrême diversité. Les relations avec les hommes sont parfois profitables, parfois conflictuelles. Bien que n'étant pas des insectes, les scorpions et les araignées terminent la galerie.

Cet album d'images commentées voudrait familiariser le grand public avec les insectes, mais la vulgarisation ne doit pas amener à des abus de langage excessif ou à insister sur des aspects étranges sans les expliquer : les papillons *Charaxes* sont présentés comme carnivores, parce que les adultes se rencontrent sur des cadavres dont ils aspirent, avec leur longue trompe, des humeurs suintantes, alors que des papillons qui sont de véritables suceurs de sang (*Calpe...*) sont ignorés ; ailleurs, on montre une mouche domestique sous un aspect inhabituel sans préciser son invasion par un champignon entomophyte.

Le second livre a un titre qui a des accents de déjà-vu. Michel Lamy présente un livre qui, en quelques centaines de pages, brosse un tableau des rapports du monde des insectes avec l'espèce humaine.

Il y a 350 millions d'années, les premiers insectes apparaissent à la surface du Globe : ce sont de petits animaux à six pattes, sans ailes. Au cours de leur longue évolution, ces ancêtres se diversifient et s'adaptent à tous les milieux. Ils conquièrent d'abord l'espace aérien : ils sont les premiers êtres volants avec des ailes, bien avant les oiseaux, puisqu'ils s'élèvent dans les airs au Carbonifère (il y a environ 300 millions d'années). Puis les organes du vol se perfectionnent, deviennent plus efficaces.

Afin de mieux triompher de l'instabilité des climats et de mieux prendre possession des innombrables biotopes qui s'offrent à eux, ils développent un système de croissance par métamorphoses qui, au début, chez les insectes primitifs, passe insensiblement de l'état larvaire à l'état adulte. Cette transformation aboutit, chez les formes plus évoluées, à des métamorphoses complètes, avec le cas des papillons. De l'œuf éclôt une chenille



Jacques D'Aguilar

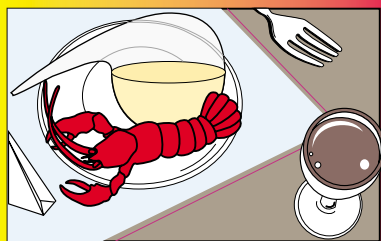
Les métamorphoses des papillons (ici un Paon de jour) leur permettent de mieux s'adapter aux variations climatiques.

FRANCE INFO et POUR LA SCIENCE

vous invite
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 25 avril 2000.



qui, après s'être alimenté, se transforme en chrysalide immobile où l'adulte s'élabore. Après quelques jours, celui-ci sort, et c'est le papillon qui se reproduira.

Il y a seulement deux millions d'années, lorsque l'homme s'individualise, il est confronté à ce monde bien établi des insectes. Dès les premiers temps, il les remarque : dans les grottes, à côté des grands animaux, il grave une sautelle cavernicole ou peint la collecte de miel des abeilles sauvages. Les civilisations anciennes n'ignorent pas non plus les insectes, leur donnant même valeur de symbole (le scarabée des Égyptiens), quand elles ne les redoutent pas (les criquets de la huitième plaie d'Égypte). C'est alors que l'on se penche sur ces êtres et qu'en Grèce Aristote, dans son *Histoire des animaux*, les regroupe sous le nom d'*entoma*. Depuis, l'entomologie a pris son essor, chaque siècle apportant son lot de connaissances : ce sont les avancées d'Aldrovandi, de Rédi, Swammerdam, Linné, Réaumur, Latreille, Fabre... Toute cette pléiade de naturalistes fait progressivement connaître l'extraordinaire organisation morphologique et physiologique des insectes, la prodigieuse diversité de leurs mœurs, les particularités de leurs nuisances, tant contre les cultures que contre notre espèce, et leur rôle irremplaçable comme éboueurs, pollinisateurs, auxiliaires...

La lutte contre la minorité d'insectes qui nous lèsent est difficile, malgré les nombreuses méthodes mises en œuvre (chimiques, biologiques, etc.). En effet, grâce à leur grande plasticité, les insectes trouvent souvent des parades (résistances, mutations...). C'est cependant l'activité humaine, liée à l'agriculture, à l'industrialisation, à l'urbanisation, qui est responsable de la limitation et, parfois même, de la disparition de populations entomologiques. Dans cette perspective, il faudrait éviter de commettre l'erreur stratégique de déclarer, pour détruire quelques espèces nuisibles, une guerre totale aux insectes, dont le rôle est indispensable dans les écosystèmes qui nous entourent.

Pour survivre, l'insecte a pu, pendant des millions d'années, s'adapter au milieu en se modifiant. À l'inverse, l'homme a tenté d'échapper aux contraintes extérieures en se protégeant : vêtements, domestication du feu, outils, agriculture, élevage, transports, télécommunications... sont quelques-unes des facettes de cette faculté d'invention inhérente à la nature humaine. Deux solutions (l'une organique, l'autre technique) à la survie et à la maîtrise du monde.

En réalité, l'avenir de notre planète impose une cohabitation essentielle entre l'homme et les insectes.

Jacques d'AGUILAR

Mathématiques

Supermath

Pierre Bornsztein. Éditions Vuibert,
1999 (340 pages, 159 francs).

Les Olympiades de mathématiques réunissent des équipes de lycéens, à qui sont soumis des problèmes qui s'apparentent à ceux du Concours général. Ou, plutôt, le Concours général propose aujourd'hui des problèmes qui se rapprochent de ceux des Olympiades de mathématiques. En tout cas, les participants sont les mêmes : ce sont tous les jeunes qui s'amuse à résoudre des problèmes mathématiques «neufs», c'est-à-dire où tout est à construire, y compris, parfois, les outils qui serviront à la résolution. Évidemment, les amateurs de problèmes mathématiques, une fois passé l'âge de participer à ces épreuves, conservent souvent le goût de la recherche mathématique.

Les problèmes des Olympiades de mathématiques ont été publiés plusieurs fois, mais ce sont des sources sans cesse renouvelées de réflexion. Et l'originalité des corrigés qui sont donnés avec les énoncés (pour le commun des mortels, ces corrigés sont indispensables : les problèmes proposés sont difficiles, d'où le titre de «supermath») contribue beaucoup à la qualité d'un ouvrage sur les problèmes d'Olympiades.

Ici, Pierre Bornsztein présente 250 problèmes : il a corrigé des erreurs commises lors de la rédaction des énoncés et propose des problèmes dans la même veine. Il prétend que la résolution des problèmes est ludique : les non-mathématiciens le suivront difficilement ; pourtant il est exact que l'éclair de la compréhension mathématique, comme le disait Martin Gardner (célèbre auteur de jeux mathématiques plus simples que les problèmes proposés ici), procure un plaisir original, renouvelé à chaque problème résolu. Et, pour ceux qui auront «séché», la compréhension de la solution offre l'occasion d'admirer la puissance du raisonnement, en même temps que l'originalité de la solution proposée.

Les problèmes de *Supermath* font particulièrement ressentir ces deux plaisirs, notamment parce que les énoncés sont très épurés, avec très peu de repères, d'indications de résolution : l'explorateur doit ouvrir son chemin. Souvent il découvre, derrière une question qui semblait anodine, une vaste théorie ; l'auteur de ce livre donne des indications pour poursuivre les explorations.

Revenons sur la difficulté annoncée des problèmes proposés. P. Bornsstein indique dans son avant-propos que chacun de ces problèmes possède une solution élémentaire et élégante : «Il suffit souvent de maîtriser les relations géométriques dans le triangle et l'arithmétique élémentaire (en particulier, le langage des congruences) et de savoir manier les inégalités classiques (IAG, Cauchy-Schwartz). Le reste est affaire d'astuce... ou presque.» Ce «ou presque» s'imposait, car, on le verra, certaines solutions présentées utilisent des mathématiques complexes.

Un exemple de problème ? «Dans un plan, on donne 127 roues dentées numérotées 1, 2, ..., 127. La roue 1 est accouplée à la roue 2, la roue 2 à la roue 3, ..., la roue 127 à la roue 1. Un tel système peut-il tourner ?» Ou bien, en analyse : «Une fonction f définie sur R et à valeurs réelles vérifie, pour tout x et tout rationnel r , l'inégalité : $|f(x) - f(r)| \leq 7(x-r)^2$. Déterminer toutes les fonctions f possibles.»

Pour les solutions, rendez-vous dans *Supermath*.

Albert MECCHI

Biologie

Clin d'œil à la vie. *La grande aventure HLA*

Jean Dausset. Éditions Odile Jacob, 1998 (310 pages, 150 francs).

Le livre de Jean Dausset raconte une histoire récente : ce *Clin d'œil à la vie* est une autobiographie qui présente l'itinéraire remarquable d'un médecin qui voulait améliorer les techniques de transfusion sanguine, pendant la Seconde Guerre mondiale. Ses études l'ont conduit sur la piste du système HLA, découverte majeure de notre siècle qui a valu le prix Nobel de médecine et physiologie (1980) à son auteur. Le système HLA (*Human Leucocytes Antigens*, soit «antigènes leucocytaires humains») est composé des antigènes du soi, c'est-à-dire des molécules qui agissent comme de petites antennes chimiques, à la surface des cellules humaines. Ces molécules sont la marque de la spécificité individuelle et jouent un rôle clé dans la défense immunitaire, fondée sur la reconnaissance du soi et du non-soi. La bonne connaissance du système HLA détermine le succès des greffes. Et l'histoire de cette découverte n'est pas banale.

Elle résulte, selon J. Dausset, d'une intense collaboration internationale, afin

de perfectionner la transplantation d'organes, alors débutante. L'auteur associe d'ailleurs à cet exploit scientifique et technique ses professeurs, collègues, élèves et collaborateurs, ainsi que de nombreuses personnes volontaires pour participer aux expériences médicales. L'histoire de la découverte fut, comme souvent dans l'histoire des sciences, jalonnée de fausses pistes et de révolutions conceptuelles, les chercheurs progressant par essais et élimination des erreurs dans l'interprétation des observations.

L'importance de la découverte fut à la hauteur du problème considéré. La prise en compte de la complexité des phénomènes immunitaires a eu de nombreuses retombées, non seulement en génétique, et donc en médecine humaine, mais aussi en biologie en général, puisque J. Dausset utilisa ses travaux pour compléter la théorie synthétique de l'évolution.

J. Dausset n'est pas seulement l'un des grands biologistes contemporains. En 1945, il fonde une galerie d'art d'avant-garde, qui est alors un haut lieu du surréalisme parisien. Simultanément, il est ministre de l'Éducation nationale dans le gouvernement de Pierre Mendès-France et contribue à la réforme de la médecine qui a conduit à la création des Centres hospitaliers universitaires (CHU). Fondateur de *France-Transplant*, il dirige ensuite, pendant 20 ans, cet organisme qui procure aux malades les organes disponibles. Participant depuis toujours aux débats sur la bioéthique, il développe la médecine prédictive et milite activement pour la détection des prédispositions génétiques des maladies héréditaires.

J. Dausset a une haute idée de la responsabilité scientifique : «Il ne faut pas cependant nous cacher qu'il y a des situations ambiguës lorsqu'il y a conflit d'intérêt entre celui de l'individu et celui de la collectivité. Dans ce type de situation, deux critères peuvent aider à trancher : l'intérêt de l'enfant venant avant celui des progéniteurs et l'intérêt des générations futures venant avant celui des générations présentes.»

Le livre de J. Dausset témoigne d'un profond humanisme. Ses nombreux clin d'œil à la vie nous indiquent comment les connaissances issues de la biologie doivent inciter chacun d'entre nous à lutter pour la liberté et le droit à la différence. Car lorsqu'ils s'étudient eux-mêmes, de façon lucide et rationnelle, les hommes apprennent les avantages de la solidarité face à la maladie et à la mort : «Ensemble, ils peuvent ne plus subir leur sort et assumer pleinement leur vie, l'orienter vers un avenir réfléchi, avant de la quitter en lui faisant un sympathique clin d'œil.»

Cédric GRIMOULT

POUR LA
SCIENCE

8, rue Férou 75278 PARIS CEDEX 06
Tél : 01-55-42-84-00
<http://www.pourlascience.com>

POUR LA SCIENCE Directeur de la rédaction : Philippe Boulanger. Hervé This (Rédacteur en chef), Françoise Cinotti (Rédactrice en chef adjointe), Bénédicte Leclercq (Rédactrice en chef adjointe), Philippe Pajot, Loïc Mangin, Claire Le Poulennec (Rédacteurs). Secrétariat de rédaction : Annie Tacquenot, Pascale Thiollier, Céline Lapert. Site Internet : Cyril Lamotte. Marketing et Publicité : Stéphane Montouchet, assisté de Séverine Merviel et Christophe Vitiello. Direction financière : Anne GUSDORF. Direction du personnel : Jean-Benoît Boutry. Fabrication : Jérôme Jalabert, assisté de Géraldine Le Coz. Presse et communication : Sylvie Gillet, assistée de Lucie Romier. Directeur de la publication et Gérant : Olivier Brossollet.

Ont également collaboré à ce numéro : Leïla Bellon, Paul Decaix, M. Dégardin, Christian Frégnier, Sylvie Labbé, Bernard Labedau, Marie-Thérèse Landousy, Valérie Martin-Rolland, Claude Olivier, Christophe Pichon, Claude Puech.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor : John Rennie. Board of editors : Michelle Press, Mark Alpert, Timothy Beardsley, Carol Ezzell, Wayt Gibbs, Alden Hayashi, Kristin Leutwyler, Madhusree Mukerjee, George Musser, Sasha Nemecek, Ricki Rusting, Sarah Simpson, Gary Stix, Philip Yam, Glenn Zorpette. Chairman Emeritus : John Hanley. Chairman : Rolf Grisebach. President and Chief Executive Officer : Joachim Rossler. Vice-President : Frances Newburg.

PUBLICITÉ France

Chef de Publicité : Jean-François Guilloin,

jf.guilloin@pourlascience.fr

8 rue Férou 75278 Paris Cedex 06

Tél. : 01 55 42 84 28

Télécopieur : 01 43 25 18 29

Étranger : 415 Madison Avenue, New York. N.Y. 10017 - Tél. (212) 754.02.62

SERVICE ABONNEMENTS

Anne-Claire Ternois : 01 55 42 84 04

SERVICE DE VENTE RÉSEAU NMPP

Christophe Vitiello : 01 55 42 84 81.

DIFFUSION DE LA BIBLIOTHÈQUE

POUR LA SCIENCE

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal, Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse : Servidis : Chemin des châteaux, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue «Pour la Science», dans la revue «Scientific American», dans les livres édités par «Pour la Science» doivent être adressées par écrit à «Pour la Science S.A.R.L.», 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© **Pour la Science S.A.R.L.**

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial «Scientific American» sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à «Pour la Science S.A.R.L.»

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).

Histoire des sciences

Herborisations en zigzag. Journal d'un botaniste : Charles Flahault

Présenté par Jean-Marie Emberger.
Les Presses du Languedoc, 1999
(222 pages, 130 francs).

Le ^{XX}e siècle achevé, beaucoup de scientifiques décident d'ignorer les disciplines de terrain. On observe la végétation par satellites interposés, et l'on regarde pousser les plantes sur les ordinateurs : c'est la modélisation. Les systématiciens n'osent plus s'appeler zoologistes ou botanistes. Leur caste résiduelle (presque celle des intouchables du sous-continent indien) est essentiellement cantonnée dans la «réserve» du Muséum national d'histoire naturelle, où elle tente de survivre et de détourner l'attention des esprits malintentionnés (qui la pensent disparue) en parlant de biodiversité et de la nécessité de recenser les espèces menacées.

Qui ose encore avouer qu'un insecte livre ses secrets au cours d'une dissection habile, avant l'exploration de son ADN ? Qui, voulant préparer des planches d'herbier, ose encore parcourir des vallons obscurs où une plante rare continue à pousser discrètement ?

Dans ces difficiles conditions, où la disparition des dinosaures attriste plus que la survie des botanistes de terrain, le témoignage de Charles Flahault (1852-1935) suscitera l'ahurissement des jeunes générations. Un professeur «dogmatique à l'excès», qui entraîne ses élèves sur des chemins difficiles et par tous les temps, commençant ses herborisations à quatre heures du matin, après une nuit dans quelque grange à foin : voilà de quoi surprendre ! Chaussures de marche, cartes et carnet de notes, boîtes pour stocker les plantes, et une organisation toute militaire : Flahault, le «fourrier» (celui qui, dans l'armée, règle les problèmes de cantonnement et d'approvisionnement), est certes un mandarin, sévère dans ses jugements et figé dans ses valeurs morales. Paternaliste avec ses élèves (ses «enfants»), se gardant de toute dérive morale, il est un fils totalement dévoué à sa mère. On peut s'étonner de ses lettres quotidiennes, lors de ses

déplacements : «Une seule chose me manque, c'est vous ; mais le monde n'est pas parfait...» (il a 27 ans), «Je m'endors en pensant à vous» (il a 40 ans).

On l'aura compris, les textes réunis par Jean-Marie Emberger, petit-fils de Flahault (qui s'est marié à l'âge de 46 ans avec une femme dévouée qui gèrera les stages de terrain de son mari), relèvent d'une chronique plus familiale que scientifique, et il manque cruellement à ce livre l'analyse critique de l'œuvre par un historien des sciences.

Peu importe que le vent emporte le chapeau du botaniste ; les carnets de route sont hélas trop aimablement descriptifs : on y parle plus d'intendance que de plantes. Ce n'est pas dans *Herborisations en zigzag* que l'on apprendra que Flahault, professeur à Montpellier à partir de 1883, est le précurseur de la phytosociologie (description des communautés végétales, ou phytocénoses), en particulier de l'école montpelliéro-zurichoise (à cause de la double origine du chef de file, M. Braun-Blanquet).

Sans être lui-même à l'origine d'une méthode, Flahault eut l'idée de faire des inventaires floristiques, de mettre en évidence des groupements végétaux et de déterminer les espèces caractéristiques de telle ou telle association végétale. Il a également compris les relations entre les climats et les végétaux. À l'occasion de voyages en Scandinavie et des herborisations dans les environs de Montpellier, dans les Pyrénées ou dans les Alpes, Flahault évoque de façon incidente les plantes typiques des endroits traversés, ainsi que les problèmes de la déforestation due au surpâturage. Il s'intéresse aussi aux résultats des essais de reforestation.

Le lecteur sera amusé par le style démodé de ses relations épistolaires, le randonneur reconnaîtra certains itinéraires, l'enseignant universitaire se dira que les étudiants d'autrefois étaient bien dociles et que les temps ont bien changé, mais le botaniste croisera peu de plantes, et en retirera une indéniable déception.

Récit de voyage ne rime pas ici avec œuvre scientifique.

Michèle FEBVRE

La liste de tous les livres reçus en service de presse par la rédaction de *Pour la Science* est donnée sur notre site Internet, à l'adresse : <http://www.pourlascience.com>