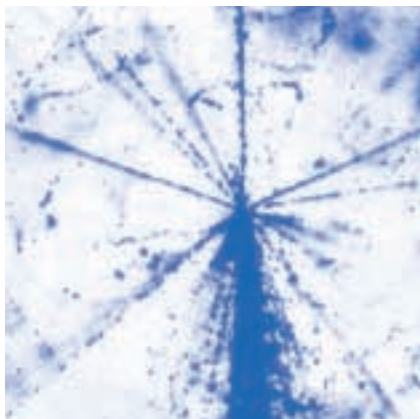




De la lumière plein les yeux

ROLAND LEHOUCQ • HERVÉ DZITKO

Les yeux fermés, les astronautes en route vers la Lune voient des étoiles aux formes variées. À quoi est dû cet étrange phénomène ?

L'atmosphère de la Terre a d'immenses effets bénéfiques. Elle fournit l'oxygène nécessaire à notre métabolisme, elle maintient une température agréable avec l'effet de serre, mais aussi elle dresse un écran entre nous et le rayonnement cosmique qui emplit le Système solaire.

À mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère, l'épaisseur de la couche protectrice diminue et la quantité de rayonnement reçu augmente, au point que, hors de l'atmosphère, des phénomènes inhabituels se produisent. Les astronautes des sept dernières missions *Apollo* – celles qui ont voyagé vers la Lune – ont tous vu des éclairs lumineux alors qu'ils avaient les yeux fermés ! Ces phosphènes peu colorés et d'aspects variés résultent du passage dans l'œil d'une particule rapide qui a traversé le blindage de la cabine spatiale.

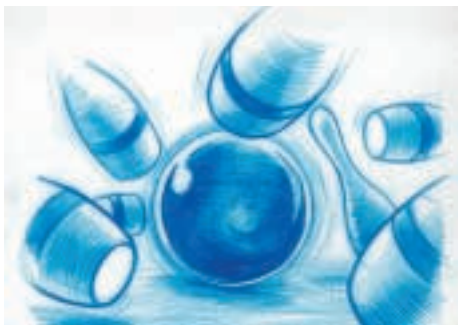
En 1912, lors d'une ascension en ballon, le physicien allemand Victor Hess remarque qu'à mesure que le ballon s'élève un « rayonnement » décharge un électroscope, et ce d'autant plus vite qu'il est haut.

Attribué d'abord à une source de rayonnement électromagnétique extraterrestre, ce phénomène est ensuite expliqué par l'impact de diverses particules chargées (elles étaient déviées par un champ magnétique) : ce sont essentiellement des protons (89 pour cent), des noyaux d'hélium (10 pour cent), le reste étant des électrons et des noyaux lourds (jusqu'à l'uranium). Ces particules cosmiques sont caractérisées par leur charge et par leur énergie. La majorité des protons a une énergie d'environ 5×10^8 d'électronvolts, mais certaines particules peuvent avoir une énergie colossale, jusqu'à 10^{20} électronvolts pour les plus énergiques, soit l'équivalent de l'énergie cinétique d'une balle de tennis lancée à plus de 60 kilomètres par heure !

D'où viennent ces particules ? Certaines sont éjectées par les éruptions solaires, avec des énergies de l'ordre de quelques 10^9 électronvolts. À la surface de la Terre, nous ne sommes pas directement exposés à ces particules : le champ magnétique terrestre piège les particules dont l'énergie est inférieure à environ 10^9 électronvolts. À l'inverse, les particules galactiques, d'énergie supérieure, sont engendrées par des astres lointains (peut-être des supernovae) et se manifestent au sol, après avoir été transformées.

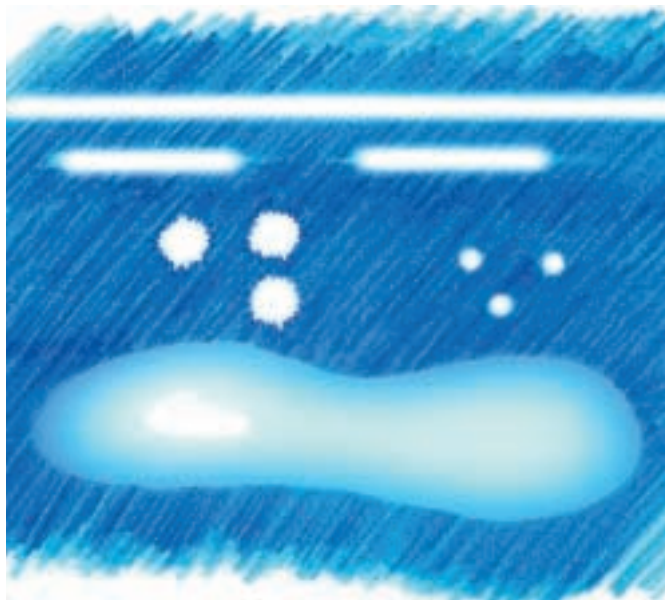
LA GERBE COSMIQUE

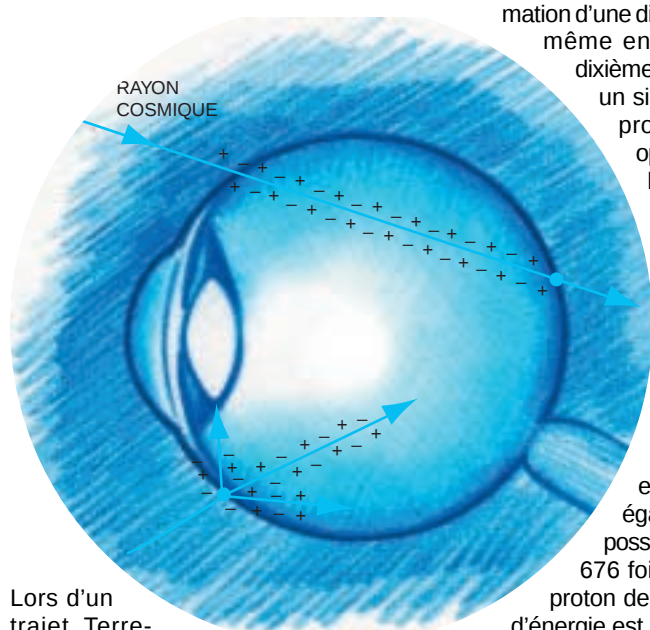
Après un voyage de plusieurs millions d'années, une particule galactique chargée atteint les couches supérieures de l'atmosphère, elle excite le cortège électronique des atomes proches de sa trajectoire et arrache parfois certains électrons et elle brise les liaisons



moléculaires ou déclenche des réactions nucléaires. Les produits de réactions interagissent à leur tour avec le milieu, arrachant d'autres électrons ou produisant une gerbe de particules secondaires. L'énergie d'une particule cosmique se trouve ainsi dissipée dans l'atmosphère et répartie dans les nombreuses particules qui atteignent finalement le sol. En moyenne, chaque seconde, une centaine de particules secondaires bombardent chaque mètre carré de sol. Doit-on s'inquiéter de cette radioactivité spatiale ? Pas vraiment, car elle ne représente que quelques pour cent de la radioactivité naturelle qui provient du sol (granit radioactif, uranium...).

Éloignons-nous du sol. À mesure que l'on s'élève, la radioactivité terrestre diminue et celle de ces particules cosmiques augmente. Au sommet du Mont-Blanc, l'irradiation cosmique est dix fois supérieure de ce qu'elle est à Paris. À l'altitude où vole un avion, la dose de rayonnement cosmique est multipliée par 100 (bien que la carlingue en arrête une partie).





Lors d'un trajet Terre-Lune, les astronautes ne bénéficient plus de la protection du champ magnétique terrestre et de l'atmosphère. Seules les parois de la capsule spatiale les protègent du rayonnement ambiant. Les particules capables de franchir cette barrière sont les plus énergiques de sorte que, lorsqu'elles traversent l'œil d'un astronaute, elles agissent comme une boule de bowling qui chamboule l'arrangement des quilles que sont les atomes et les molécules de l'œil. Les effets sont d'autant plus importants que la charge des particules est élevée.

Ces particules déforment la rhodopsine, une molécule des cellules photoréceptrices de la rétine, d'une manière particulière nommée isomérisation (le signal visuel habituel résulte de l'isomérisation de cette molécule lors de l'interaction avec un photon du domaine visible). La défor-

mation d'une dizaine de molécules au même endroit en moins d'un dixième de seconde engendre un signal électrique qui se propage le long du nerf optique pour transmettre l'information visuelle au cerveau. Les phosphènes, traînées lumineuses et étoiles, vus par les astronautes résultent de ce mécanisme.

La sensation visuelle est d'autant plus forte que la charge de la particule est élevée. À vitesse égale, un noyau de fer qui possède une charge 26 sera 676 fois plus ionisant qu'un proton de charge 1 (le transfert d'énergie est proportionnel au carré de la charge). Son pouvoir d'ionisation est tel qu'un seul noyau de fer peut engendrer des erreurs dans les mémoires de bord des satellites ou même détruire des composants électroniques. Sans protection adéquate, ce que les ingénieurs nomment le durcissement, les microprocesseurs de nos ordinateurs de bureau ne survivraient pas longtemps dans l'espace.

L'EFFET CERENKOV DANS L'ŒIL

Un second mécanisme explique ces visions : dans un milieu transparent, les particules dont la vitesse est suffisante peuvent perdre de l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique (plus l'énergie d'une particule est élevée, plus sa vitesse est grande). En 1934, Pavel Alekseïevitch Cerenkov expliqua pour-

quoi les solutions de sel de radium émettaient une faible lueur bleutée. Lorsqu'une particule chargée se déplace plus vite que la lumière dans un milieu transparent, il se produit une « onde de choc lumineuse », similaire au passage du mur du son par un avion (la vitesse de la lumière dans un milieu donné est le quotient de vitesse de la lumière dans le vide et de l'indice de réfraction du milieu, de sorte qu'elle est toujours inférieure à la vitesse de la lumière dans le vide). Une lumière bleutée est alors émise le long d'un cône dont l'ouverture dépend de la vitesse de la particule et de l'indice de réfraction du milieu. Cette lueur bleutée est visible dans l'eau qui entoure les cœurs de réacteurs nucléaires ou dans les piscines de stockage de combustibles irradiés.

L'humeur vitreuse de l'œil humain ayant un indice de 1,34, la lumière s'y déplace à 223 000 kilomètres par seconde. Pour qu'une particule y émette un rayonnement Cerenkov, il faut que sa vitesse soit supérieure à cette valeur ce qui, dans le cas d'un proton, correspond à une énergie cinétique de $4,70 \times 10^6$ électronvolts. Ainsi, quelques centaines à quelques milliers de photons, émis lors du passage d'une particule cosmique, ont induit dans les yeux des astronautes des missions *Apollo* des phénomènes lumineux diffus.

L'espace interplanétaire est balayé par un rayonnement cosmique de haute énergie qui représente un danger potentiel, tant pour les astronautes que pour les systèmes électroniques. Les rayons cosmiques galactiques apportent à eux seuls une dose annuelle proche de la dose maximale admissible. Pour un vol interplanétaire de plusieurs mois (le voyage aller-retour vers Mars durera plus de 500 jours dans l'espace interplanétaire), un caisson blindé ou d'eau de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur assurera une protection efficace de l'équipage, notamment contre les particules émises par les éruptions solaires.

Roland LEHOUcq est astrophysicien au Service d'astrophysique du CEA où **Hervé DZITKO** travaille sur les radiations cosmiques.

P. McNULTY, *Single event effects experienced by astronauts and microelectronic circuits flown in space*, in *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol. 43, n°2, p. 475, 1996.

J. BAILEY et coll., *Light flashes observed by astronauts on Apollo 11 through Apollo 17*, in *Science*, vol. 183, p. 957, 1974.

G. FAZIO et coll., *Generation of Cerenkov light flashes by cosmic radiation within the eyes of Apollo astronauts*, in *Nature*, vol. 228, p. 260, 1970.



Histoire des sciences

Des causes et des signes des maladies aiguës et chroniques

Arétée de Cappadoce (traduit par R.T.H. Laennec), édité et commenté par Mirko Grmek. Éditions Droz, 2000 (131 pages, 200 francs).

Les maladies dans l'art antique

Mirko Grmek et Danielle Gourevitch. Éditions Fayard, 1999 (518 pages, 180 francs).

Histoire de la pensée médicale en Occident

Sous la direction de Mirko Grmek (tome 3 : Du romantisme à la science moderne). Éditions du Seuil, 1999 (422 pages, 299 francs).

Le 6 mars 2000 nous quittait Mirko Grmek, protagoniste de l'histoire de la médecine et des sciences de la vie. Le 7 mars, de chez l'éditeur Droz, de Genève, arrivait à l'École pratique des hautes études, où il avait été directeur d'études, son livre posthume, l'édition d'Arétée de Cappadoce : *Des causes et des signes des maladies aiguës et chroniques*, traduit par R.T.H. Laennec. Cet auteur grec d'époque romaine donne, en effet, d'admirables descriptions de maladies qui avaient séduit l'excellent helléniste qu'était Laennec, mais cette traduction était restée inédite dans les collections de la Bibliothèque universitaire de Nantes. Mirko Grmek y manifeste, dans toute leur force, son érudition, sa patience, sa minutie, alliées à l'ampleur de ses vues, présentant ainsi une sorte d'histoire de la médecine antique et une histoire de certains concepts de la médecine anatomo-clinique.

Beau livre, lors d'une fin de carrière admirable, si l'on considère qu'il avait aussi publié en 1998 un livre en collaboration : *Les maladies dans l'art antique* (Éditions Fayard), couronné par l'Académie de médecine (prix Cosme 1999) et par l'Académie des inscriptions et belles-lettres (prix Reynaud 2000, attribué tous les cinq ans). Le fait que j'en sois le coauteur m'interdit d'en dire plus



Mirko Grmek.

que quelques mots : il s'agit de compléter la connaissance des pathocénoses antiques par l'iconodiagnostic, c'est-à-dire tout ce que peut enseigner l'observation minutieuse des œuvres d'art qui représentent, volontairement ou, mieux encore, involontairement, des cas pathologiques. Je tiens à rendre hommage à l'aptitude de ce maître à la connivence intellectuelle et à l'art difficile de jouer à quatre mains.

L'année 1999 avait vu l'achèvement d'un troisième type de travail où Mirko Grmek excellait aussi : la direction d'ouvrages, avec le tome 3 de *l'Histoire de la pensée médicale en Occident* (Éditions du Seuil). Si l'ensemble de ces trois volumes n'avait pas été écrit de sa main, il avait été intimement organisé par lui. Il avait rédigé les chapitres concernant les thèmes auxquels il tenait particulièrement : l'histoire, notamment, du concept de maladie, selon une sorte de «platonisme médical» (comme l'a écrit Franco Voltaggio dans le journal *Il Manifesto* du 9 mars), considérant les maladies comme des idées plutôt que des choses ; et la notion de pathocénose, établie par lui, selon laquelle la présence et l'importance d'une maladie dans une population donnée et à une époque donnée ont un rapport intime avec celles des autres maladies. Il avait choisi la collaboration pour d'autres chapitres, et laissé la plume à des collègues pour d'autres encore, mais toujours avec une idée exacte de la place du moellon dans le mur. Ainsi est née une véritable histoire de la pensée médicale, structurée et cohérente, dans une perspective résolument occidentale, mais, aussi, supranationale. Ce qui avait été relativement facile à obtenir pour les temps anciens, qui ne suscitent plus qu'exceptionnellement de passion nationaliste, était une gageure pour le monde moderne, qui a connu – et connaît – des nationalismes brutaux, même chez ceux qui ont pour fonction de les reconnaître et de les dénoncer.

Les trois derniers travaux d'édition français de Mirko Grmek (il en est aussi d'italiens ou de croates) sont le fruit, direct ou indirect, de son enseignement à l'École pratique des hautes études, section des sciences historiques et philologiques, institution qui lui convenait particulièrement par la totale liberté qu'elle permet à ses directeurs d'études, mais qui exige d'eux patience, critique et échanges pluridisciplinaires. Mirko Grmek y avait attiré des chercheurs, jeunes et chevronnés, de tout le monde occidental, et il y était devenu un maître. Ces travaux sont le couronnement et la conclusion d'une œuvre, mais aussi des modèles sur la voie tracée pour l'avenir d'une discipline qu'il a transformée.

Danielle GOUREVITCH

Chimie

Détergents et produits de soins corporels

Louis Ho Tan Tai. Éditions Dunod, 1999 (479 pages, 490 francs).

Chacon garde en mémoire les redoutables «enzymes gloutons» qui dévoraient goulûment les taches les plus rebelles, ou la «nouvelle formule» capable de laver le linge à basse température grâce au «TAED» (quel téléspectateur devine que ce produit est la tétraacétyléthylène diamine, précurseur de l'acide peracétique ?). Omniprésents dans la vie des consommateurs, les détergents parviennent à être, tout à la fois, indispensables, caricaturés par des publicités apparemment infantiles, vilipendés pour les pollutions qu'ils sont supposés engendrer et, surtout, mal connus de tous, y compris de la communauté des chimistes.

En réalité, la conception des détergents et des produits de soins modernes fait appel aux concepts scientifiques les plus évolués : biotechnologie, physico-chimie des liposomes et des polymères hydrophiles, oxydation catalytique sélective, déformulation des produits complexes... L'obtention d'une formule performante est si difficile que les entreprises gardent jalousement leurs secrets. Aussi la publication, par un expert reconnu, d'un ouvrage qui décrit, en détail et de façon pragmatique, l'état actuel des connaissances sur la formulation des détergents et des produits de soins corporels constitue un événement. Ce livre

se veut complet, c'est-à-dire qu'il traite aussi bien des principes de la formulation que des aspects industriels. Ce parti pris donne, sous une forme synthétique et cohérente, une mine d'informations théoriques et pratiques sur ces produits.

La première partie du livre est consacrée à la formulation proprement dite, c'est-à-dire à la description de la synthèse des tensioactifs (molécules composées d'une partie hydrophile et d'une partie hydrophobe), au mécanisme d'action de chaque type d'ingrédients et à la description des principales familles de produits de nettoyage et d'entretien du linge (lessives, assouplisseurs textiles), des surfaces dures (produits pour la vaisselle, récurants), de la peau (savons, gels pour la douche), des cheveux (shampooings, après-shampooings) et des dents (dentifrices). La présentation est identique pour chaque produit : exposé du cahier des charges, rôles des ingrédients qui entrent dans la composition des formules, exemples précis de formules extraites de brevets.

Curieusement les parfums des détergents, si importants pour les consommateurs, n'ont pas été placés dans cette première partie. L'auteur estime qu'ils ne contribuent pas directement aux performances du produit, mais son choix est discutable : la performance ne doit-elle pas inclure tous les paramètres pris en compte par l'utilisateur pour choisir son produit, y compris le plaisir de porter un vêtement qui dégage une odeur fraîche ?

La seconde partie, plus brève, traite des aspects industriels de la formulation. Toutes les opérations non chimiques nécessaires à la transformation d'une formule de laboratoire en un produit commercialisable y sont détaillées. On retrouve bien sûr les procédés de fabrication, les emballages, l'assurance qualité et les tests consommateurs, mais également des opérations plus spécifiques à la formulation, telles les mesures de l'efficacité des détergents, l'analyse des formules complexes (la « déformulation »), ainsi que des procédures d'évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques. Le livre s'achève sur une présentation des nouvelles tendances et d'un certain nombre de grandes questions encore posées aux formulateurs.

Cet ouvrage, clair et bien illustré, remplit parfaitement sa mission : il explique bien la démarche qui préside à la mise au point d'un produit performant, adapté aux besoins et aux contraintes des consommateurs. Il constitue une référence indispensable pour tous les étudiants et pour les professionnels qui s'intéressent à la formulation des détergents et des produits de soins corporels ou à leurs ingrédients.

Jean-Marie AUBRY

Botanique

Le monde des tourbières et des marais

Sous la direction d'Olivier Manneville. Éditions Delachaux & Niestlé, 1999 (320 pages, 270 francs).

Ce beau livre, œuvre d'une équipe de spécialistes dirigée par Olivier Manneville, président du Groupe d'études des tourbières, réalise la performance de présenter de façon claire, précise et complète, en un volume maniable, le bilan scientifique et les problèmes de toutes natures relatifs aux milieux palustres. Peut-on rendre compte d'une telle somme sans tomber dans la sèche énumération de ses mérites ?

Longtemps, marais et tourbières ont eu la réputation d'espaces mystérieux et maléfiques, générateurs de « miasmes » aux effets redoutables, craintes que les études parasitologiques confortèrent lors des découvertes relatives au cycle de l'hématozoaire du paludisme ou de la grande douve du foie (pour ne citer que des fléaux qui ont sévi, au siècle dernier, en Europe tempérée). Ces étendues hostiles devaient donc être « assainies » ; la loi en fit longtemps une obligation. Dès le ^{xviii} siècle, la plupart des grandes zones humides de notre pays furent l'objet de travaux considérables de « bonification » : dans de nombreuses régions de France, drainage, mise en culture et plantations les firent régresser, sinon disparaître. Ont été de peu de poids les réticences de leurs utilisateurs tradition-

nels, dont l'ouvrage relate les activités : coupe de roseaux, extraction de tourbe, pêche des poissons et des grenouilles, chasse...

L'exemple des conflits d'usage, dans les marais de la Souche (Aisne), entre les chasseurs, désireux de maintenir le marais en eau, et les agriculteurs ou planteurs de peupliers, demandant son assèchement, est particulièrement intéressant. Le bilan financier des opérations de drainage, abusivement qualifiées de « mise en valeur », ne fut presque jamais pris en compte ; beaucoup ont été des échecs ruineux. Il est instructif, à cet égard, de lire un article publié par *Le Monde* le 24 janvier 1950, reproduit 50 ans après dans le même quotidien, au titre significatif : « Un Zuyderzee normand », à la gloire des tentatives (vaines !) d'assèchement du marais Vernier (Eure). Sa conclusion mérite citation : « Aujourd'hui l'homme a vaincu l'eau, et la charrue passe sur des terres où ne poussaient autrefois que des broussailles. » De nos jours encore, cet état d'esprit subsiste chez nombre de responsables, notamment au plan local : ces espaces, impropres à toute culture, sont aptes à recevoir sans contestations décombres et ordures, et, après comblement, à devenir sources de profits par la création de zones industrielles ou urbaines.

De longue date, cependant, la singulière beauté des paysages palustres a ému des écrivains, des artistes, des naturalistes. Bref, des rêveurs invétérés. Parmi les citations poétiques ou pittoresques des premiers, retenons le récit de Lamartine, qui faillit être piégé par la tourbière flottante du Grand-Lemps (Isère, récente réserve naturelle). Les derniers cités ont progressivement découvert la prodigieuse richesse naturelle des marais : l'ouvrage



Marcel Bourméras

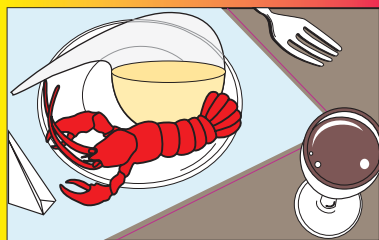
Une tourbière des Hautes Alpes, vers 2 200 mètres, avec les panaches blancs des linagrettes.

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 29 mai 2000.



Marcel Bournérias

Une palse (énorme bombement de tourbe et de glace, type de tourbière caractéristique de la taïga subarctique) dans le grand Nord du Québec.

en dresse un panorama quasi exhaustif, remarquablement illustré, qui s'étend des algues microscopiques jusqu'aux plantes supérieures, en passant par les champignons symbiotiques ou par les sphaignes (mousses des marais acides) capables, en créant leurs propres conditions de vie, de construire des tourbières. En raison des fortes contraintes subies (climat local rigoureux, même en zone tempérée, substrat asphyxiant et souvent acide...), les organismes soumis à d'impitoyables processus de sélection sont originaux : plantes insectivores, éricacées (le groupe de la myrtille ou de la bruyère), symbiotiques ou à structures xérophytiques, orchidées, linaigrettes (plantes herbacées portant des touffes soyeuses de fruits)... confèrent aux paysages des tourbières leur singulière splendeur et réalisent des groupements végétaux d'une extrême diversité. Directement ou indirectement tributaire de la végétation (la chenille d'un papillon se nourrit exclusivement de canneberge, végétal strictement lié lui-même à la tourbière haute), la faune est l'objet d'un chapitre remarquable : il raconte, par exemple, l'occupation de l'espace par les araignées d'une cladiaie, la microfaune d'une butte de sphaignes...

L'étude des tourbières a bien d'autres implications. Les méthodes de la palynologie (l'étude des pollens actuels et fossiles), ses résultats appuyés par de nombreux et remarquables exemples permettent de retracer l'histoire des variations du couvert végétal au Quaternaire, en fonction des changements climatiques, puis des débuts de l'agriculture à l'Holocène. Rappelons aussi que, récemment mise en évidence, la dénitrification qui s'effectue dans les sols des marais est une solution à un problème écologique et sani-

taire aigu. Quelques pionniers, puis des scientifiques de plus en plus nombreux ont démontré l'absurdité écologique et économique de la destruction des marais et des tourbières, et la nécessité de conserver ces écosystèmes précieux et fragiles. Depuis quelques décennies, leurs idées ont droit de cité, bien qu'il reste beaucoup à faire pour changer les mentalités des responsables politiques et économiques. On doit comprendre les processus de dégradation des marais et des tourbières, afin de mettre en œuvre les moyens de leur conservation. L'ouvrage en précise les procédures légales, les techniques de gestion conservatoire, souvent fondées sur les pratiques traditionnelles des sociétés rurales qui avaient su y réaliser empiriquement une gestion durable. Leur valorisation culturelle et éducative est un apport nouveau à leur connaissance, de plus en plus apprécié du public.

L'ouvrage s'achève par un guide des tourbières de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (dans un ordre un peu déroutant, même s'il est écologiquement justifié) et par de nombreuses annexes (cycle du carbone dans les tourbières, dynamique de leur végétation, glossaire, terminologie, habitats et espèces d'intérêt prioritaire en Europe ou légalement protégés, bilan des mesures de protection, associations et organismes concernés, bibliographie classée, index géographiques...).

Rien ne manque : les responsables de notre environnement, décideurs et gestionnaires, mais aussi les enseignants, les étudiants et, enfin, le plus large public trouveront ici des informations quasi exhaustives sur les zones humides, sujet particulièrement sensible.

Marcel BOURNÉRIAS

Politique

Le principe de précaution. Rapport au Premier ministre

Philippe Kourilsky et Geneviève Viney. Éditions Odile Jacob et La Documentation française, 2000 (406 pages, 140 francs).

Le principe de précaution fait partie de ces bonnes intentions dont l'enfer est pavé. Devant un risque inconnu, mais potentiellement catastrophique et irréversible, la sagesse impose certes de ne pas le courir. Toutefois, ce principe est de plus en plus invoqué comme le remède miracle à l'indécision politique. C'est facile : on réunit une commission de scientifiques qui ne se prononce ni dans un sens ni dans l'autre. C'est pas cher : on instaure «par précaution» une réglementation qui limite la concentration de telle ou telle substance dans tel ou tel excipient, de préférence à la limite de la détectabilité, sinon au zéro absolu. Et, contrairement au Loto, on gagne à tous les coups, car la précaution a la propriété miraculeuse de s'autojustifier, comme l'avait bien compris le paysan de la blague :

– Père Mathieu, pourquoi mettez-vous des lions empaillés dans votre verger ?

– Pour faire peur aux girafes qui viendraient manger mes pommes.

– Mais, Père Mathieu, il n'y a pas de girafes en Normandie...

– Vous voyez : ça marche !

Une disposition de précaution est censée être une mesure d'attente, prise en l'absence, qu'il faut supposer provisoire, de certitudes scientifiques. Mais quel responsable a jamais osé dire : «Aujourd'hui, le doute est levé, on sait que cette substance est inoffensive, il faut annuler les mesures de précaution la concernant»? La position prise en septembre 1995 par la Commission européenne à propos de la teneur limite en nitrates de l'eau de table en est un parfait exemple : après avoir constaté que «les études au long cours chez l'animal n'indiquent pas que les nitrates sont cancérigènes» et qu'en outre «les études épidémiologiques approfondies ont échoué dans leur démonstration d'une association avec un risque cancérigène chez l'homme», la Commission conclut «donc» (*therefore*, dans le texte original) au maintien de la norme établie en 1980! La précaution est malheureusement affectée d'un cliquet diabolique : les normes deviennent toujours plus sévères, car elles suivent le progrès des techniques

de détection de la substance incriminée, et non celui des connaissances sur le risque qu'elle est soupçonnée présenter.

On peut regretter que Philippe Kourilsky et Geneviève Viney n'aient pas été plus précis dans les recommandations de leur rapport au Premier ministre, publié sous le titre *Le principe de précaution* : «Ce principe, concluent-ils, doit être proportionné à l'ampleur du risque et peut être à tout moment révisé» ; il aurait mieux valu écrire «doit être révisé», sinon, à tout moment, du moins au fur et à mesure du progrès des connaissances sur le risque en question. C'est la seule faiblesse de ce livre, qui aborde le principe de précaution sous tous ses aspects : conceptuel, culturel, technique, politique, administratif, économique, juridique, social, médiatique et, bien sûr, scientifique. La richesse de la documentation en fait un ouvrage de référence pour le citoyen qui souhaite éclairer son jugement et pour tous les professionnels – chercheurs, experts, ingénieurs, industriels, juristes, journalistes, politiques, etc. – qui doivent prendre en compte ou mettre en œuvre la précaution. On y trouvera aussi, ce qui ne gâche rien, quelques anecdotes croustillantes sur les illogismes auxquels aboutissent des mesures fondées plus sur des considérations politiques que sur des faits scientifiquement avérés.

Jean-Jacques DUBY

Génétique

Tout ce que vous vouliez savoir sur la génétique

Martin Brookes. Éditions Le Pré aux clercs, 2000 (192 pages, 119 francs).

Il y a une dizaine d'années, les livres de vulgarisation de la biologie moléculaire déferlèrent. Il y en eut pour enfants, pour adultes, pour le public cultivé, pour le grand public, écrits par des chercheurs, par des journalistes, de bons, de mauvais, illustrés ou réduits à du texte. On n'y échappait pas : la biologie moléculaire naissait, et le public voulait comprendre de quoi il s'agissait.

Puis les notions de base furent introduites dans l'enseignement, notamment sous l'impulsion de Jean Tavlitzi, qui publia une bande dessinée scientifique afin de montrer aux enseignants les enjeux de la génétique. Le temps a passé, et les grands débats politiques et sociaux sont apparus : organismes génétiquement

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 Lederocq (Rédactrice en chef adjointe), Yann Esnault, Philippe Pajot, Loïc Mangin, Claire Le Poulenec (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, Charles Frankel, Richard Heidmann, Évelyne Host-Platret, Marie-Thérèse Landousy, Claude Olivier, James Orr, Guy Paulus, Christophe Pichon, Elisabeth Rosnet, Alain Souchier, Jean-Philippe Uzan, Jean-Louis Valabx.

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 Guillotin,
jf.guillotin@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 châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

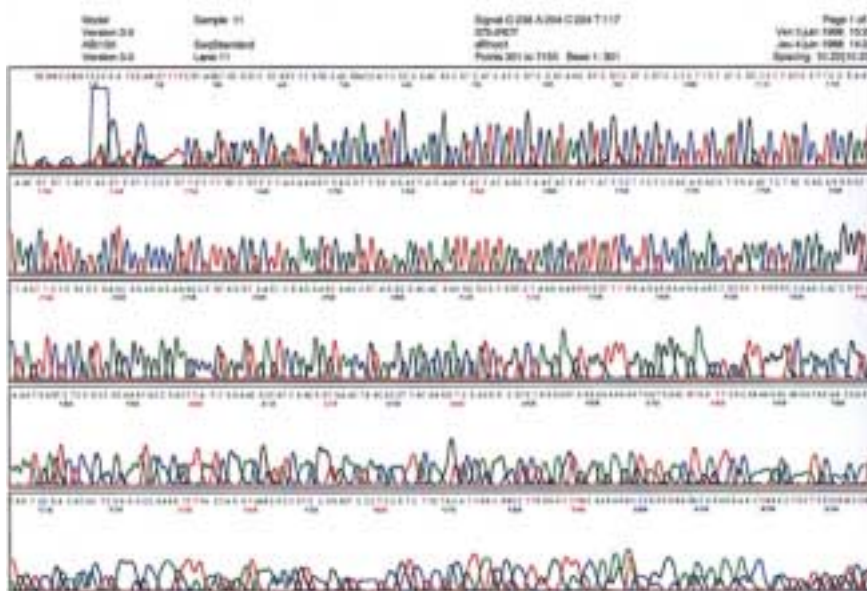
Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

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). Nos lecteurs trouveront des bulletins d'abonnement en pages 18A, 18B, 98A et 98B.



Résultat d'une électrophorèse utilisée à des fins de séquençage.

modifiés, transgénèse, clonage... Le public a-t-il oublié ? S'est-il renouvelé ? Le vocabulaire scientifique a-t-il évolué ? En tout cas, la perspective de la nécessaire vulgarisation de la biologie moléculaire a changé, et *Tout ce que vous vouliez savoir sur la génétique*, représentatif d'une nouvelle vague d'ouvrages de vulgarisation, révèle bien les nouvelles préoccupations.

Bien sûr, on y trouve encore l'explication de l'ADN, de l'expression des protéines, des exons et des introns... Mais les têtes de paragraphe sont éloquentes. «mutations néfastes», «maladies génétiques», «des raisons de s'inquiéter», «aliments contre nature» forment un premier groupe, qui exprime des peurs et examine leurs fondements. À côté de ce groupe, un autre est plus technique : «des ciseaux moléculaires», «PCR et amorces» introduisent les notions modernes, présentent les découvertes les plus récentes. Enfin, en début de livre, «le cou de la girafe», «microscopes», «xx ou xy» et d'autres font une brève histoire de la génétique.

Au total, le livre oscille entre examen des peurs, enseignement technique, présentation historique, discussion éthique. Martin Brookes est un zoologiste qui se consacre aujourd'hui à la vulgarisation scientifique. Est-ce ce recul qui lui permet de regarder la génétique et la biologie moléculaire de cette façon si critique ? Pas de triomphalisme, en effet, dans ses lignes consacrées au clonage, par exemple. Ni au traitement du cancer ou des maladies génétiques, telle la mucoviscidose. L'auteur cherche à rester aussi factuel que possible («Le projet sur le génome humain est l'une des entreprises scientifiques les plus audacieuses depuis la conquête de l'espace. Son objectif est de dresser la carte des quelque 100 000 gènes de nos 23 paires de chromosomes. Cela implique d'établir la

séquence complète des «lettres » du génome humain»), mais son point de vue surgit parfois, d'autant plus net qu'il tranche sur la neutralité du reste du propos : «Le séquençage du génome humain a été entrepris pour des raisons financières et dans un but scientifique. Des chercheurs et des sociétés de biotechnologie voudraient faire breveter les gènes, en particulier ceux qui sont responsables de maladies. Ces derniers ont une grande importance médicale et représentent potentiellement des sources de profits énormes pour les sociétés et les scientifiques. Mais l'idée de posséder des droits sur une séquence d'ADN est choquante. Les scientifiques n'ont pas inventé les gènes, ils n'ont fait que les découvrir.»

En pratique, le livre est imprimé sur du papier brun assez fort, rustique, avec une typographie variée, désordonnée même, et l'utilisation fréquente de caractères de machine à écrire : un choix qui voudrait montrer au lecteur qu'il ne s'embarquera pas dans des considérations ésotériques ? Dans le livre, pas de texte long, mais de petits paragraphes (jusqu'à huit par double page), illustrés de gravures ou de dessins anciens, détournés de leur fonction initiale (par exemple, une femme passant le balai, reprise d'un catalogue d'arts ménagers, est accompagnée d'une légende qui évoque les «déchets génétiques» qui accompagnent les gènes, dans l'ADN). Quant au titre, il est évidemment trompeur, mais laissons-nous appâter. Cette courte lecture est salutaire.

Gilles MARTZKI

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>