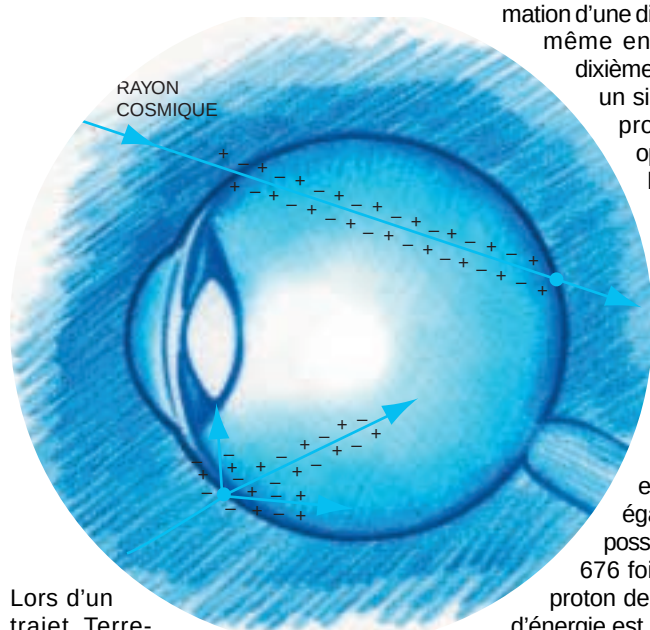




Lors d'un trajet Terre-Lune, les astronautes ne bénéficient plus de la protection du champ magnétique terrestre et de l'atmosphère. Seules les parois de la capsule spatiale les protègent du rayonnement ambiant. Les particules capables de franchir cette barrière sont les plus énergiques de sorte que, 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).

**L**e 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).

**C**hacon 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).

**C**e 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 <sup>xviii</sup> 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



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