

Le niveau dans le compartiment sucré monte. À une certaine hauteur, la colonne d'eau soulevée crée une surpression qui s'oppose au flux des molécules d'eau diffusant dans le compartiment sucré. En appliquant au compartiment sucré cette même surpression, on s'oppose au passage de l'eau. Cette surpression mesure la force qu'il faut exercer pour équilibrer celle du mélange de l'eau et du sucre : c'est la pression osmotique de la solution de sucre, qui dépend de sa concentration.

Quelle est la valeur de cette pression? En ajoutant une pincée de sucre dans l'eau, peut-on soulever des colonnes d'eau sur de grandes hauteurs? Pour l'estimer il faut mesurer la variation d'une quantité thermodynamique dénommée entropie. L'entropie est une mesure du désordre et les systèmes évoluent vers une augmentation de cette grandeur. Initialement, elle était faible, car le sucre en forte concentration était confiné dans un compartiment : une égalisation des concentrations augmente le désordre, donc l'entropie. On calcule combien d'entropie l'ensemble des molécules gagne grâce au mélange.

On retrouve pour les solutions, ou pour le mélange de deux liquides, les mêmes formules que pour un gaz. La pression osmotique s'exprime ainsi, à faible concentration, par une sorte de loi des gaz parfaits. Pour un gaz, s'il y a une mole de molécules à 25 °C dans un volume de 24,5 litres, la pression est égale à une atmosphère. Pour une solution de sucre, s'il y a une mole de molécules de sucre (soit environ 360 grammes) dans un volume d'eau égal à 24,5 litres, la pression osmotique sera aussi de une atmosphère. Comme c'est le nombre de molécules d'espèces dissoutes qui compte, il suffit de mettre une demi-mole de sel (environ 30 grammes) dans 24,5 litres d'eau pour obtenir la même pression osmotique de une atmosphère, car le cristal de sel



Les liquides physiologiques contiennent plus de sels que l'eau douce, mais moins que l'eau de mer. Si notre peau était plus perméable à l'eau, un bain de mer nous déshydraterait. À l'inverse, en nous baignant dans une rivière, nous gonflerions rapidement.

se dissout en deux espèces ioniques Na^+ et Cl^- .

Dans notre corps la pression osmotique des fluides est élevée : en comptant tous les ions des sels, on arrive à une pression osmotique égale à plus de sept atmosphères, qui pourrait faire monter une colonne d'eau à 70 mètres de hauteur! Cette force énorme nous enjoint d'équilibrer les concentrations des fluides qui viennent en contact avec nos fluides internes. Nous pouvons toutefois nager dans une rivière ou dans la mer, mais nous sommes alors protégés par notre peau, qui est une barrière à travers laquelle l'eau passe trop lentement pour endommager nos cellules.

L'OSMOSE INVERSE

Au lieu de laisser monter la colonne d'eau, on peut pousser dessus. Si la pression appliquée est suffisante, l'eau quitte le mélange pour repasser à travers la membrane vers le compartiment non sucré, ou non salé. Ce mécanisme de passage forcé contre le droit au mélange est l'osmose inverse. Pourquoi ne pas dessaler l'eau de mer

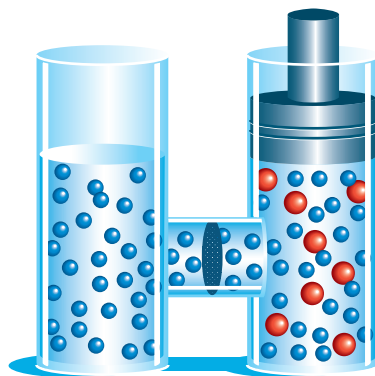
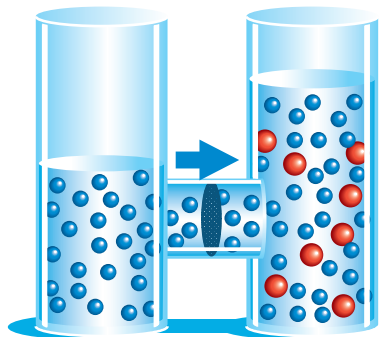
ainsi, en appuyant dessus? C'est l'une des méthodes utilisées, mais la pression à exercer est élevée, 25 atmosphères environ, car l'eau des mers contient encore plus d'ions que les fluides physiologiques (le cartouche représente une usine de dessalement). Le maintien de cette pression pour obtenir des quantités notables d'eau douce nécessite une énergie considérable. De surcroît, les membranes doivent résister au passage du sel sous des pressions de plusieurs dizaines d'atmosphères, tout en laissant passer un flux d'eau important. Aujourd'hui, on dispose de membranes en polymère organique qui laissent passer des flux d'eau bien supérieurs à ceux des membranes en boyaux utilisées par les chimistes du XIX^e siècle.

L'osmose inverse est l'une des méthodes les plus efficaces pour le dessalement de l'eau : l'énergie mécanique à fournir est environ dix fois inférieure à l'énergie thermique nécessaire pour vaporiser la même quantité d'eau. Le coût du dessalement par osmose inverse reste toutefois élevé, comparable à celui de la distillation qui utilise du pétrole, abondant et peu onéreux dans certains pays du Golfe. Mais les techniques évoluent : la production d'un mètre cube d'eau à partir d'eau de mer par osmose inverse nécessitait sept kilowatts heure il y a cinq ans, elle n'en requiert que trois aujourd'hui.

B. CABANE travaille au Laboratoire physique et mécanique des milieux hétérogènes de l'ESPCI (CNRS), **S. HÉNON**, au Laboratoire de biorhéologie et hydrodynamique physico-chimique à Jussieu.

R.P. RAND, *Raising water to New Heights*, in *Science*, vol. 256, p. 618, 1992.

C. BONNET-GONNET, L. BELLONI, B. CABANE, *Osmotic pressures of latex dispersions*, in *Langmuir*, vol. 10, p. 4012, 1994.



Dans deux récipients séparés par une membrane perméable à l'eau mais pas au sucre (en rouge), une différence de concentration de l'eau entraîne le passage de l'eau pour rétablir l'équilibre des concentrations : c'est l'osmose. L'eau traverse la membrane pour se mélanger au sucre, excepté si l'on applique une pression à la solution sucrée (à droite).



La sphère à cornes

ADRIEN DOUADY • LOÏC MANGIN

Une sculpture enchevêtrée nous entraîne dans les méandres de la topologie.

Dans le patio Sud du bâtiment du Centre de mathématiques et d'informatique de l'Université de Château-Gombert à Marseille trône une sculpture inhabituelle. Composée de matériaux polymères composites, elle est l'œuvre de Jean-Louis Lhermitte qui l'a nommée *La sphère à cornes*. Pourquoi une sphère, alors qu'elle ne ressemble en rien à la forme connue d'une orange ou de la Terre. Doit-on voir dans cette dénomination une bizarrerie d'artiste ? Non, elle est l'œuvre du mathématicien américain

James Alexander (1888 - 1971) qui a conçu cet objet en 1915.

D'une masse oblongue s'étendent deux prolongements, de la même façon que les bras prolongent le corps. Les deux extrémités de ces prolongements, en forme de portion d'anneaux, se ramifient également en deux plus petits arcs d'anneaux qui s'enlacent comme les doigts formant deux maillons ouverts d'une chaîne. À nouveau, les extrémités des "doigts" se ramifient, les extensions s'enlacent... (voir la figure 1), l'opération est répétée à l'infini pour l'objet théorique d'Alexander, d'un volume fini, qui a donc un caractère fractal : un agrandissement d'une région aux alentours d'un des points limites (les «extrémités ultimes» des ramifications) a la même apparence que l'ensemble tout entier. Dans la sculpture de J.-L. Lhermitte, les itérations à l'infini ne sont pas représentées, seules les cinq premières le sont : elles évoquent l'ensemble, comme toute représentation d'une fractale.

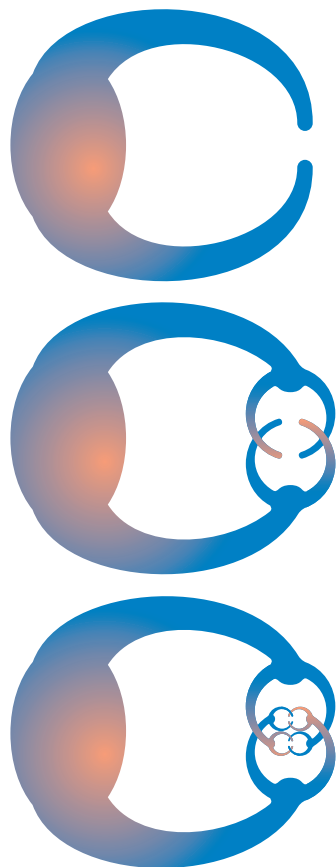
La topologie établit le rapport entre cet objet à l'allure végétale et une sphère ordinaire. La topologie est la science des objets en caoutchouc, donc déformables. Pour le topologiste, une chambre à air et une tasse à café sont équivalents ! Pourquoi ? Parce qu'il est possible de passer de l'une à l'autre par une transformation continue en poussant les parois en caoutchouc : le trou de la chambre à air devient l'anse de la tasse ; les deux objets sont des tores.

Dans des termes plus mathématiques, deux objets sont topologiquement équivalents (ou appartiennent à la même classe) lorsqu'il existe une bijection entre les points de la surface des deux objets : à chaque point de l'un correspond un point de l'autre. Cette définition est dite «intrinsèque», elle devient «plongée» quand une telle bijection existe aussi pour les régions délimitées — l'intérieur et l'extérieur — par les ensembles de points constituant les objets. Selon l'espace considéré, la première définition n'entraîne pas obli-

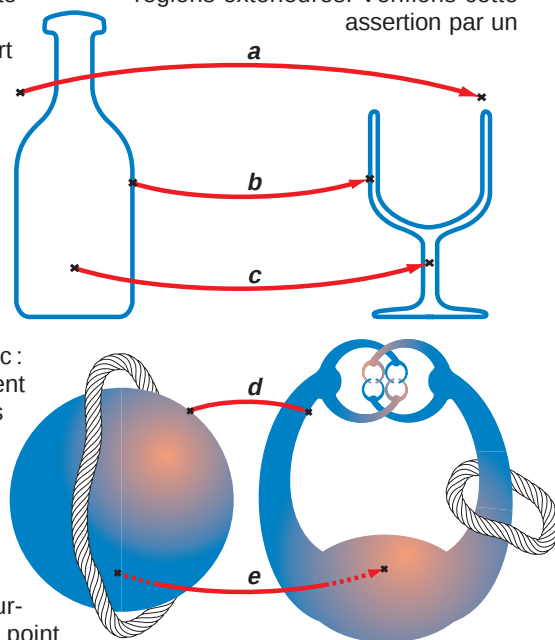
gatoirement la seconde : c'est ce que montre *La sphère à cornes*.

Dans un espace à deux dimensions, un plan, les deux définitions vont de pair. Cette alliance est au cœur du théorème de Jordan, du nom du mathématicien ardéchois Camille Jordan (1838 - 1922), qui stipule qu'une courbe fermée simple, c'est-à-dire sans croisement, sépare ce plan en deux régions. On peut établir une bijection entre les deux régions délimitées par la courbe et celles délimitées par un cercle. En apparence évidente, la démonstration de ce théorème est ardue. Dans un espace à trois dimensions, le théorème n'est plus vrai : la sphère à cornes en est une illustration.

La surface d'une sphère ordinaire est en bijection avec la surface de la sphère à cornes. La bijection existe aussi entre le volume renfermé par ces deux surfaces. En revanche, ce n'est plus vrai pour les régions extérieures. Vérifions cette assertion par un



1. LA SPHÈRE À CORNES est obtenue par déformation d'une sphère ordinaire dont deux extensions en arcs d'anneaux se ramifient, les ramifications se scindent à leur tour en deux, et ce jusqu'à l'infini : on obtient ainsi un objet fractal. En vignette à côté du titre, la représentation de la sphère à cornes symbolise les dédales du cerveau prolifique de James Conway, mathématicien à l'Université de Cambridge.



2. DEUX OBJETS, telles deux courbes fermées (en haut), sont topologiquement équivalents lorsqu'il existe une bijection entre leurs périmètres et les deux régions du plan qu'ils délimitent (a, b et c). Cependant, l'extérieur d'une sphère ordinaire n'est pas en bijection avec celui de la sphère à cornes (en bas) : une ficelle fermée peut être séparée de la première, mais pas de la seconde.

raisonnement par l'absurde. Si une telle bijection existe, à un point de l'extérieur d'une sphère ordinaire correspond un point de l'extérieur de la sphère à cornes. Donc, à un ensemble de point correspond un autre ensemble de points. Prenons le cas où l'un de ces ensembles de points est une «ficelle» qui entoure les objets. Cette ficelle peut être séparée de la sphère ordinaire par une suite de positions. La bijection imposerait l'existence d'une autre suite de positions qui permettrait de séparer une ficelle de la sphère à cornes. Or, une ficelle qui entoure l'un des bras de la sphère à cornes ne peut pas quitter l'ensemble. Il n'y a donc pas de bijection entre les régions extérieures des deux objets (voir la figure 2).

En topologie, les mathématiciens classent des objets en fonction de différentes équivalences : selon la catégorie des objets étudiés et la relation d'équivalence choisie, on obtient différentes classifications. Pour les courbes fermées d'un plan, le théorème de Jordan montre qu'il n'y a qu'une seule classe de courbes fermées simples. Pour des surfaces considérées de façon intrinsèque (on ne s'intéresse pas aux régions qu'elles délimitent), les classes se distinguent selon le nombre p de trous des tores auxquels les surfaces sont équivalentes. Ainsi le tore (la chambre à air) à un trou diffère de la sphère à zéro trou et du bretzel à trois trous. Pour étudier les surfaces plongées dans un espace à trois dimensions, c'est-à-dire les régions délimitées par ces surfaces, l'exemple de la sphère à cornes montre que la classification devient très complexe en l'absence d'hypothèse de régularité : la sphère ordinaire est régulière, ou lisse, car un agrandissement d'une région quelconque est plan, tandis qu'un tel agrandissement d'une région de la sphère à cornes aux alentours des points limites montre de nombreux pics ; la sphère à cornes est irrégulière, voire «sauvage».

Pour des objets lisses, on définit trois relations d'équivalence : l'équivalence topologique (des bijections existent pour les objets eux-mêmes), l'équivalence différentiable (la bijection qui transforme un objet en l'autre est dérivable), et l'équivalence homotopique (elle requiert la notion de déformation continue). Pour les surfaces, des objets équivalents selon ces trois relations appartiennent à la même classe. En est-il de même pour des objets en trois dimensions ? Cette question est toujours non résolue : il s'agit de "l'hypothèse de Poincaré". Si vous la résolvez, vous gagnez un million de dollars.

Adrien DOUADY est mathématicien à l'Université d'Orsay.



Jean-Louis Lhermitte



Jean-Louis Lhermitte



Jean-Louis Lhermitte

3. La sphère à cornes (ici, vue sous plusieurs angles), trône dans un patio du Centre de mathématiques et d'informatique de Chateau-Gombert, à Marseille.

Chimie

Un chimiste au passé simple

Jean Jacques. Éditions Odile Jacob, 2000 (240 pages, 145 francs).

Jean Jacques, directeur de recherche émérite au CNRS, a fait toute sa carrière scientifique au Collège de France. C'est un spécialiste de stéréochimie organique et, s'il fallait caractériser son œuvre par un seul mot, ce serait certainement «originalité». À travers ses analyses très personnelles, son refus du conformisme, il a exercé une influence profonde sur ses élèves directs, dont j'ai eu l'honneur de faire partie, et sur plusieurs générations de chimistes.

Voici presque 30 ans, J. Jacques publiait les *Confessions d'un chimiste ordinaire*, un ouvrage conçu pendant et après un accident cardiaque, période propice pour un retour sur soi et un regard en arrière.

Il récidive, avec *Un chimiste au passé simple*. Dans cette nouvelle version de ses mémoires, on retrouve sa verve, son humour caustique, la distance qu'il sait prendre par rapport aux événements, notamment ceux qui le concernent, mais le style s'est affirmé, et le document est bien différent des *Confessions* : c'est une autobiographie plus littéraire. L'âge avançant, ses méditations sur la vieillesse et la mort sont plus présentes, ce qui rend ce texte plus humain.

J. Jacques est fasciné par les histoires de l'Histoire, et cela dans les deux sens : quand il exerce un de ses métiers favoris, celui d'historien des sciences et, notamment, de la chimie, il se passionne pour la vie de ses acteurs, recherche l'anecdote qui révèle l'homme à travers le savant. Inversement, quand il parle de sa vie, de son histoire, c'est toujours en les situant par rapport à des repères historiques, à des courants de pensée...

Il nous conte son parcours, son enfance dans la fonderie paternelle à Épinay-sur-Seine, ses vacances dans les Ardennes chez le grand-père qui l'amenait pêcher à la ligne et... chanter la

messe le dimanche, ses activités de lycéen déjà «hors normes».

Passionné par son métier de chimiste, il était attiré par une carrière littéraire ; sa famille, comme c'est classique, le poussa vers un métier plus concret, et c'est ainsi qu'il se retrouva élève ingénieur à l'Institut de chimie de Paris, l'actuelle École nationale supérieure de chimie de Paris. Ce qui est moins classique, c'est qu'il mena de front des études de philosophie et obtint un diplôme d'ingénieur chimiste en même temps qu'une licence de philosophie.

Ajoutons que, grâce à des amis d'enfance ou de jeunesse, il fréquenta les milieux littéraires et artistiques en vue. On voit défiler dans son récit Mario et Gisèle Prassinos, César – qui réalisa ses premières compressions dans l'atelier du «Père Jacques» –, Clavé, Giacometti... On comprend pourquoi ce «chimiste pas ordinaire» a un charme unique, par son regard si différent de celui de la plupart des scientifiques «purs et durs».

Où est la chimie, dans tout cela ? Elle est omniprésente, à toutes les étapes de la vie de l'auteur, à travers une présentation bien à lui. Ses activités de «chimiste militaire» en 1939-1940 dans le laboratoire de Marcel Delépine, au Collège de France, sont l'occasion de pages caustiques et savoureuses à propos de la guerre chimique. J'ai relu avec grand plaisir ses histoires d'ancien combattant, si souvent entendues, l'épopée de son évvasion manquée d'un camp de prisonniers, sa libération, son retour au Collège de France, l'épisode de chimie pratique que fut la fabrication de cocktails Molotov, pendant la libération de Paris, avec Frédéric Joliot-Curie.

Sa mission militaire en Allemagne, en 1945, pour espionner le laboratoire d'Adolf Butenandt (prix Nobel de chimie en 1939, le découvreur des hormones sexuelles stéroïdes, puis des phéromones d'insectes), nous vaut un chapitre bien documenté sur la chimie des substances naturelles. Ce faisant, le lecteur ne pourra rester insensible à la narration des histoires d'amour de papillons... Toujours à propos d'hormones, la rencontre avec Gregory Pincus, le père de la pilule, est l'occasion d'une intéressante page d'histoire scientifique... et de stratégie industrielle.

Un autre exemple de chimie pratique, sinon amusante, nous est narré à travers l'«Affaire Jasor». Imaginez J. Jacques introduisant avec désinvolture, au Palais de justice de Pointe-à-Pitre, acide chlorhydrique et permanganate de potassium afin de prouver expérimentalement, devant un tribunal médusé, que leur mélange n'est pas explosif. Il s'agissait de défendre Yves Jasor, un ancien



Photo Collège de France, Paris

Le Collège de France : dans le trou, au premier plan, on essayait des grenades expérimentales durant la Seconde Guerre mondiale.

collègue revenu enseigner la chimie en Guadeloupe, accusé de terrorisme pour avoir transporté ces produits dans sa voiture... Cet épisode est aussi prétexte à discuter les difficiles problèmes d'«expertise» et à jeter un regard plein de sympathie sur les problèmes des Antilles.

J'ai particulièrement apprécié le dernier chapitre «Un tour du Luxembourg à pas comptés». Cette méditation est une petite merveille. Je laisse au lecteur le plaisir de la découvrir.

Ce livre comporte quelques longueurs, par exemple dans le chapitre consacré à l'affaire Jasor, mais il se dévore malgré tout comme un roman. Le lecteur scientifique appréciera d'y trouver, plaisamment analysés, les us et coutumes de son milieu. Tous y apprendront un peu d'histoire de la chimie et tous passeront quelques heures délicieuses à écouter un sage parler, avec humour, de sa vie et de sa carrière. L'avertissement du livre en donne un avant-goût. J. Jacques cite d'abord Pierre Desproges : «Les orphelins n'imaginent pas l'acharnement à survivre dont sont capables certains octogénaires pour le seul plaisir de raconter leurs congés payés au Tréport en 36 à des gens qui s'en foutent.» Il ajoute : «Ce livre est mon Tréport à moi, en 1936. Je ne suis jamais allé au Tréport. J'aurais pu, mais j'étais ailleurs.»

Andrée MARQUET

Entomologie

Coléoptères phytophages d'Europe

Gaétan du Chatenet. Éditions N.A.P., 2000 (368 pages, 330 francs).

Ce livre est consacré à seulement quelques familles sur la centaine que comptent les Coléoptères. Ce sont essentiellement les Cléridés, les Élatéridés, les Buprestidés et les Cérambycidés qui sont examinés ici.

Leurs représentants ont un régime alimentaire varié. Certains sont des prédateurs, mais d'autres mangent des racines, du bois ou, même, des matériaux en décomposition (on les trouve dans les arbres morts ou mourants, par exemple). Autrement dit, la majorité des espèces examinées dans le livre de G. du Chatenet se rencontre dans les forêts, où ils participent, pour la plupart, à la dégradation des bois. Dans cette mesure, peu sont foncièrement nuisibles.

Sur les onze familles de coléoptères représentées, sept sont rares : les Lymexylonidés, les Cérophytidés, les Eucnemidés, les Lissomidés, les Throscidés (tous des décomposeurs de bois), les Dérotontidés (des prédateurs de pucerons), les Cébrionidés (qui vivent essentiellement dans le sol). Tous les Cléridés sont prédateurs d'insectes variés, de pontes d'acridiens, de nids d'hyménoptères, et l'un des genres, *Necrobia* (du grec «mort et vie»), doit son nom à l'une de ces aventures qui font l'histoire de l'entomologie. Après la Révolution française, le prêtre et entomologiste Pierre-André Latreille (1762-1833) fut considéré comme réfractaire, bien que ne desservant pas de paroisse. Il devait être déporté en Guyane en 1794, mais, dans sa cellule, il découvrit un insecte qu'il croyait nouveau. Il communiqua sa trouvaille au médecin qui soignait un codétenu, lequel transmit l'animal à l'un de ses amis, Bory de Saint-Vincent, qui connaissait Latreille par ses écrits. Bory fit reconnaître et élargir celui qu'on surnomme aujourd'hui le «prince de l'entomologie». Ce dernier fut doublement sauvé, car le bateau qui aurait dû l'emmener coula près du rivage, noyant tous les déportés (l'histoire n'est pas contée dans le livre).

Les Élatéridés ont des larves qui vivent surtout dans le bois décomposé dont elles se nourrissent ou dans lequel elles trouvent des proies. Quelques-unes sont nuisibles, vivant dans le sol, où elles s'attaquent aux racines des plantes cultivées, comme les *Agriotes*.

Les Buprestidés, aux couleurs brillantes, occupent essentiellement les

lieux ensoleillés, à l'état adulte, et sont xylophages à l'état larvaire.

Les Cérambycidés, aux nombreuses espèces, dont certaines de grande taille, ont des larves presque toutes xylophages. Pour les Buprestidés et les Cérambycidés, la quasi-totalité des espèces d'Europe figurent dans le livre ; pour les Élatéridés, les genres y sont tous considérés. Chaque représentant est décrit avec des notes sur ses mœurs, son habitat et sa répartition géographique. Les planches en couleurs, au nombre de 43, sont dues à l'auteur, dont la maîtrise artistique est réputée. Près de 700 animaux sont ainsi représentés.

Ce bel ouvrage nous fait regretter qu'il ne soit pas une vraie suite du *Guide des coléoptères*, paru en 1986, du même auteur, et resté inachevé. Cet ouvrage suivait la classification et avait l'avantage, tout en excluant les espèces de petite taille, de passer en revue les différentes familles. C'est ainsi que le sous-ordre des Archostemata et la famille des Tétraphaleridés étaient quand même mentionnés, avec une espèce d'à peine plus de un millimètre. Bien qu'il soit prévu un autre volume, avec notamment les Chrysomélidés et les Curculionidés, des groupes entiers risquent de manquer, tels les Cucujoïdés ou les Dermestoïdés, qui comptent des espèces courantes de bonne taille.

Ce regret exprimé, ne boudons pas notre plaisir de disposer d'un ouvrage de vulgarisation, réservé à quelques familles de coléoptères prisées des collectionneurs et fréquemment rencontrées.

Jacques d'AGUILAR



Ce bupreste se rencontre au soleil, sur les troncs de pins fraîchement abattus. Les buprestes, dont on connaît près de 200 espèces en Europe, occupent surtout les parties les plus chaudes de la France.

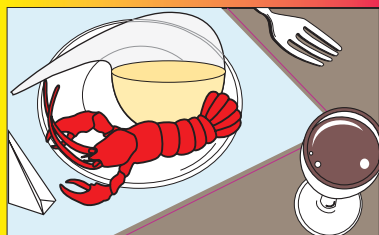
Jacques d'Aguilar

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 novembre 2000.



Biologie

Biologie et physiologie animales (bases moléculaires, cellulaires, anatomiques et fonctionnelles ; orientations comparée et évolutive)

Rüdiger Wehner et Walter Gehring.
Traduit de l'allemand par Christiane
Meyer. Éditions De Boeck, 1999
(864 pages, 385 francs).

Physiologie animale (mécanismes et adaptations)

Sous la direction de Roger Eckert
(traduit de la 4e édition américaine par
François Math). Éditions De Boeck,
1999 (840 pages, 485 francs).

De nombreux livres ont un titre voisin de celui des deux ouvrages ci-dessus. Aussi, ce titre galvaudé, quelque peu obscur, ne renseigne pas suffisamment sur l'orientation que les auteurs souhaitent donner à leur ouvrage. Pour y remédier, un sous-titre devient nécessaire. C'est ce qu'a compris la traductrice de l'ouvrage de R. Wehner et W. Gehring, qui a modestement apporté des précisions où apparaissent le mot «bases», tandis que disparaissait le titre *Zoologie* de l'ouvrage original, vraisemblablement trop restrictif pour elle.

Aucun des deux ouvrages, parus quasiment en même temps, ne fait de l'ombre à l'autre ; ils sont complémentaires. R. Eckert et ses collègues ont opté pour une division de leur ouvrage en trois parties : la première est consacrée aux principes de base de la biophysique et de la biochimie, aux techniques expérimentales utilisées en physiologie ; les deux autres, qui constituent le cœur de l'ouvrage, traitent respectivement des processus physiologiques et de l'interdépendance des systèmes physiologiques et leur intégration dans les différents environnements. En revanche, R. Wehner et W. Gehring ont préféré, dans les cinq parties qui constituent leur ouvrage, une cohabitation harmonieuse des aspects techniques et scientifiques (même de base) et des aspects historiques, ce qui donne à celui-ci un ton original.

En plus des thèmes traités dans l'ouvrage de R. Eckert et de ses collègues, R. Wehner et W. Gehring y intègrent aussi deux domaines de la biologie qui connaissent aujourd'hui un développement spectaculaire : celui formé par le programme génétique et sa réalisation dans l'organisme, et celui formé par l'éthologie, l'écologie et la biologie de l'évolution. Enfin,

ils y ajoutent «la diversité des organismes», traduite par la systématique, où se manifestent tout particulièrement des lois établies à partir des diverses représentations marquées par les philosophies de la classification. En effet, pour ces deux auteurs, la déclinaison du monde animal sous toutes ses formes est essentielle, car, comme ils le disent bien dans leur préface : «La recherche biologique des dernières années démontre clairement que les idées qui assurent sa progression naissent de plus en plus à l'interface des différentes disciplines.»

En résumé, R. Eckert et ses collègues ont consacré un volume de 800 pages environ à la physiologie comparée, la développant un peu plus dans le que R. Wehner et W. Gehring, dont l'ouvrage est pourtant d'un volume équivalent. Ces derniers ont voulu donner une représentation unitaire de la zoologie, en montrant le monde animal dans toute sa dimension, dans toute son amplitude, sans «réductionnisme» aucun.

On regrettera cependant, pour l'ouvrage de R. Wehner et W. Gehring, la brièveté de certains chapitres, tel celui qui porte sur le contrôle hormonal, mais on appréciera le fait que ceux-ci restent équilibrés : l'historique des connaissances est conservé, les généralités restent étayées par de nombreux exemples, la biologie est encore perçue comme une science expérimentale (!) et enfin, des tableaux récapitulatifs apportent encore leur lot d'informations. Une remarque : le choix des thèmes traités de manière plus succincte serait mieux compris si une présentation des auteurs – que j'ai retrouvée dans l'œuvre originale – accompagnait l'ouvrage !

La densité des deux ouvrages donne la mesure du remarquable développement des connaissances. Sans en faire une analyse approfondie, il en ressort clairement que l'approche de la biologie par leurs auteurs est faite avec élégance : ni les uns, ni les autres n'ont cédé à la tentation de cloisonner les différents domaines des Sciences de la Vie qui se voit de plus en plus renforcée par une spécialisation quasi inévitable. Ils ont pris avec brio cette tendance à contre-pied, estompant la «dichotomie» entre la biologie cellulaire et la biologie animale en refusant de se placer exclusivement dans l'un ou l'autre des deux «camps». Ces deux livres viennent donc à point nommé, alors que le développement de la «physiologie intégrative» devient, du point de vue de l'effort de recherche consenti, la priorité de l'«après génome».

Comparons à présent l'organisation des deux ouvrages. Elle diffère quelque peu.

Dans celui de R. Eckert et de ses collègues, chaque chapitre se termine par un résumé, des questions de révision et une liste des lectures conseillées, ce

qui est d'ailleurs l'une des caractéristiques des ouvrages anglo-saxons.

Dans les deux ouvrages, les termes fondamentaux et les expressions de spécialistes apparaissent en caractères gras et se retrouvent dans un glossaire situé à la fin de l'ouvrage. Dans celui de R. Wehner et W. Gehring, la définition des termes est complétée par leur étymologie, des renvois vers d'autres entrées permettent un recoupement de certains aspects des termes concernés. Un autre point intéressant à noter dans ce dernier : les termes anglais sont accompagnés de leur terme français correspondant, pour lequel une entrée est créée. Cette démarche est d'autant plus louable qu'une utilisation intempestive de la terminologie anglaise dans nos écrits français nuit profondément aux étudiants, qui finissent par perdre leurs repères dans les deux langues et ne se retrouvent plus dans la terminologie scientifique française. On retrouve cette démarche dans le corps de l'ouvrage : conservation des termes anglais, mais placés à la suite de la nomenclature française.

Les «notes du traducteur» sont relativement nombreuses dans l'ouvrage de R. Wehner et W. Gehring ; elles sont clairsemées dans celui de R. Eckert. Ces notes apportent un éclairage supplémentaire au texte original, ainsi qu'un complément d'informations jugé utile à une bonne compréhension d'un phénomène.

On doit saluer au passage la minutie, la rigueur avec laquelle l'ouvrage de R. Wehner et W. Gehring a été traduit : cette traduction se distingue parmi les différentes traductions publiées en langue française par le soin extrême apporté au style de la rédaction qui, sans être un style académique lourd, est d'une grande qualité, ainsi que par la fidélité au sens.

Ce compliment ne peut être adressé dans le cas de l'autre ouvrage, où l'esprit des auteurs n'est pas respecté. Il y a aussi des fautes typographiques, des fautes grammaticales, un manque de rigueur dans la présentation des légendes des figures, un manque de rigueur sur le plan de la langue française proprement dite, sur le plan de la terminologie scientifique, l'utilisation d'une terminologie scientifique obsolète, des gallicismes, des traductions hâtives... Il est vrai que certaines de ces erreurs n'altèrent en rien la bonne compréhension du texte ou des figures, mais elles finissent par agacer.

Ce qui caractérise aussi les ouvrages anglo-saxons et que l'on repère immédiatement dans l'ouvrage de R. Eckert, c'est le travail graphique : le support iconographique est remarquable ; de nombreuses données sont illustrées par des figures au trait démonstratives, tout particulièrement lorsqu'elles sont présentées en perspective, ce qui est souvent le cas

et ce qui aide grandement à la compréhension du processus physiologique présenté. Pour l'ouvrage de R. Wehner et W. Gehring, un regret : la reproduction des figures originales n'est pas toujours très réussie, et les images sont parfois bien trop foncées, sans doute parce que le livre a été imprimé sur du papier recyclé.

Enfin un appendice précieux et une bibliographie exhaustive accompagnent le glossaire dans les deux ouvrages. L'index est détaillé dans les deux cas, avec en plus, dans l'ouvrage de R. Wehner et W. Gehring, des renvois vers des explications et des commentaires situés dans le corps de l'ouvrage et vers le glossaire.

On aura compris que ces deux ouvrages méritent une large diffusion auprès du public universitaire et étudiant (premier et second cycle universitaires, préparation aux concours de recrutement CAPES et agrégation des sciences de la Vie et de la Terre, classes préparatoires à vocation scientifique, écoles vétérinaires...) et auprès des professeurs de l'enseignement secondaire.

Yvon LE MAHO

Sociologie

L'invention des populations : biologie, idéologie et politique

Sous la direction d'Hervé Le Bras.
Éditions Odile Jacob, 2000
(264 pages, 155 francs).

L'*Essai sur le principe de population* de l'économiste britannique Thomas Robert Malthus (1766-1834) a changé la vision du monde de Charles Darwin (1809-1882) : ce dernier a été si impressionné qu'il a «inventé» la sélection naturelle. Malthus s'est intéressé à la population humaine et il avait constaté qu'elle obéit à une croissance géométrique (de la forme $a, pa, p^2a, p^3a...$), tandis que les ressources suivent une croissance arithmétique (selon une loi de la forme $a + b, a + 2b, a + nb...$), bien plus lente. En raison de ce décalage, les savants ont jugé utile de quantifier les populations, de les analyser par des méthodes statistiques : c'est la démographie. Ils ont aussi cherché à gérer les biens : c'est l'économie.

Cependant, comme l'indique Hervé Le Bras, qui a dirigé les auteurs du livre *L'invention des populations*, la définition d'une population «représente un coup de

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. Françoise Cinotti (Rédactrice en chef), Philippe Pajot, Loïc Mangin, Claire Le Poulennec, François Savatier, Emmanuel Leclerc (Rédacteurs). Secrétaire de rédaction/Maquette : Annie Tacquenot, Pascale Thiollier, Céline Lapert, Laurence Cristofoli, Sylvie Sobelman. 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 Nathalie Choplain. Directeur de la publication et Gérant : Olivier Brossollet. Conseiller scientifique : Hervé This.

Ont également collaboré à ce numéro : Pierre-Marie Baudonnière, Éric Braunberger, Sylvie Chevrete, Claire Gaston, Yann Gauduel, Évelyne Heyer, Évelyne Host-Platret, Pascal Jouxte, Marie-Thérèse Landousy, Valérie Martin-Rolland, Claude Olivier, Christophe Pichon, Daniel Tacquenot.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor : John Rennie. Board of editors : Michelle Press, Mark Alpert, Carol Ezzell, Wayt Gibbs, 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 : Gretchen Teichgraber. Vice-President : Chuck McCullagh and Frances Newburg.

PUBLICITÉ France

Chef de Publicité : Jean-François Guillotin (jf.guillotin@pourlascience.fr), assisté d'Irène Limon
8 rue Férou 75278 Paris Cedex 06
Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97
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.

force...». Certes, on peut considérer, avec le dictionnaire, que c'est un «ensemble de personnes qui habitent un espace», mais ces individus peuvent peupler la Terre, un continent, un pays, une région ou une ville. Sont-ils mélangés ou triés selon des critères particuliers, ethniques, religieux, professionnels, scolaires, sanitaires ? En outre, les populations peuvent augmenter ou décroître. Montesquieu (1689-1755) avait insisté sur la dépopulation et écrit : «Cent mille causes peuvent agir, capables de les détruire et, à plus forte raison, d'augmenter ou de diminuer leur nombre.» Enfin, les individus se déplacent, les «populations bougent».

Tous ces phénomènes incitent à considérer les recensements comme des images temporelles et évolutives. Malgré la difficulté d'établir des modèles, le démographe américain Alfred Lotka a développé une théorie des populations stables, outil de base de la démographie mathématique (*Théorie analytique des associations biologiques*, 1939). Cette théorie ne s'applique qu'à des populations fermées, dont la mortalité est stable sur 25 à 30 ans, la fécondité et la nuptialité constantes sur deux générations, et qui ne migrent pas ni ne reçoivent de migrants. Les conditions d'application de la théorie sont si strictes que son utilisation devient rapidement abusive. Pourtant l'Américain turcologue Justin McCarthy l'a employée pour décrire le génocide arménien de 1915. À cette époque, la mortalité n'était pas constante, la fécondité était mal connue et, en sous-estimant la population arménienne avant le massacre et en surestimant les survivants, J. McCarthy détermina un nombre de victimes bien inférieur au chiffre officiel de 1,5 million de morts. Sa manipulation relève du négationnisme démographique.

Lorsque les critères instaurés lors des recensements sont orchestrés par le démographe nazi Friedrich Burgdörfer (1890-1967), c'est l'escalade de l'horreur : obsédé par la baisse de la natalité, par le vieillissement de la population germanique et par la peur de l'immigration, il organise sa hiérarchie selon des choix clairs : le «juif», l'«homme héréditairement sain», la «femme apte à enfanter». Afin de «préserver le patrimoine biologique», il veut inciter ceux «qui doivent faire vivre éternellement la race» à se reproduire. C'est «l'héroïsme du prêt à vivre», le devoir de se perpétuer. Dans ce grand élan de régénération, il veut éliminer les juifs qui, selon lui, ont détourné la sexualité et les valeurs familiales ; leurs influences spirituelles sont néfastes et destructrices, ajoute-t-il. Il envisage d'abord de regrouper les quelque 6,5 millions de juifs du monde sur l'île de Madagascar (1940), puis propose une

élimination spirituelle et physique, qui ira jusqu'à traquer le judaïsme «caché» (conversions ou mariages mixtes). Eugénisme et racisme ont trouvé là leurs illustrations parmi les plus ignobles.

Chercher à identifier une catégorie particulière d'individus, observés ensemble, peut avoir une motivation plus noble, mais dont la justification n'est pas évidente. Dans le domaine sanitaire, la notion de groupe à risque est associée à une forte prévalence : c'est par exemple le rapport entre le nombre de personnes infectées par le virus VIH dans une population sur un effectif total. Or, dans l'épidémie de SIDA, dès les années 1980, on a identifié des groupes à risque, devenus des groupes de transmission dans les années 1990. Dès le début de l'épidémie, la politique a été de placer les jeunes (pour simplifier, les moins de 25 ans) au cœur des préoccupations sanitaires et des campagnes de sensibilisation. Les jeunes, qui ne constituent pas un groupe de transmission selon les statistiques, sont considérés comme un groupe à risque. Or la notion de prévalence ne s'applique pas à la population des jeunes. Ils ne sont que potentiellement à risque, et l'on a transformé les risques en dangers réels. En effet, la mortalité de cette classe d'âge se situe nettement du côté des accidents de voiture et des suicides, et non du SIDA. Ainsi on a voulu rendre homogène une population qui est censée dans sa globalité prendre des risques, faire des expériences, se droguer et pratiquer le multipartenariat sexuel : c'est abusif et faux. Il n'est pas question de déclarer inutile la prévention qui a été faite, mais un message uniformisé à ce point risque de ne jamais atteindre la fraction marginale à laquelle il est vraiment destiné.

Ce livre propose beaucoup d'autres chapitres historiques, écrits avec objectivité, par exemple sur l'Algérie coloniale ou sur les travailleurs immigrés à la fin de la Grande Guerre. Il faut se réjouir de la qualité des analyses, de la façon qu'a le livre de «requalifier le contexte», selon la formule de Maurizio Gribaudi, mais est-on sûr que les recensements cachés d'aujourd'hui échappent aux dérives dénoncées dans l'ouvrage ? Les comités d'éthique ont de beaux jours devant eux, et le principe de précaution devrait s'appliquer au concept de population, afin de «qualifier» le contexte et non de le revisiter *a posteriori*.

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>