

mule les cellules et les fait grossir par osmose. La courbure de la feuille change jusqu'à s'inverser brusquement, piégeant l'insecte entre les deux feuilles.

Mais pourquoi donc cette fermeture est-elle si fulgurante, beaucoup plus rapide que ne le permettraient les transferts d'eau à travers les membranes cellulaires ? Tout s'éclaire quand on fait le rapprochement avec l'inversion de courbure de la puce, ce petit jouet élastique de forme hémisphérique qui saute en l'air quand on le retourne (voir la figure 1). Le principe mécanique à l'œuvre est identique.

Prenons l'exemple d'une feuille plane ; on peut la plier facilement dans un sens ou dans l'autre. Ce n'est pas le cas avec une surface courbe, telle une calotte de sphère. Lorsqu'on cherche à aplatir cette surface en réduisant la courbure selon une direction, on constate qu'elle se replie dans la direction perpendiculaire, ce qui engendre des forces s'opposant à la déformation recherchée.

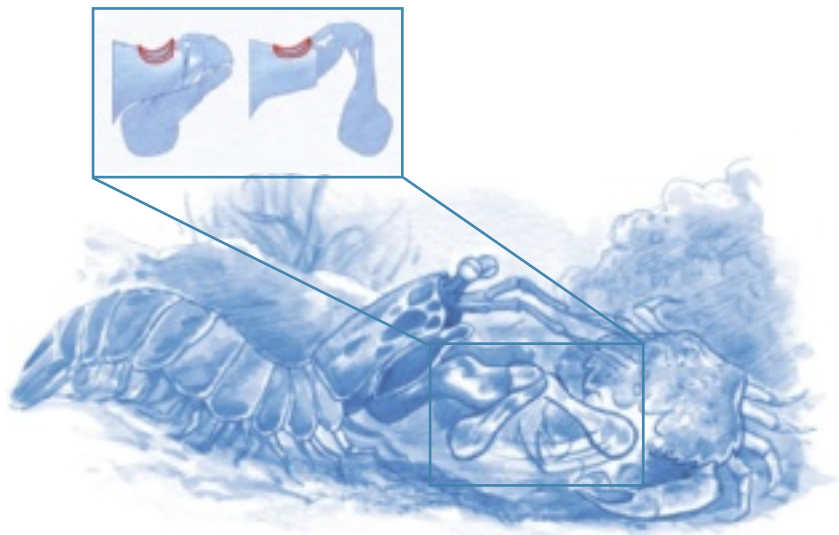
La dynamique de la déformation consistant à inverser la courbure dépend de la nature du matériau. Si celui-ci est très élastique, les forces d'opposition engendrées sont modérées, et par conséquent la courbure diminue et s'inverse progressivement. En revanche, si l'élasticité du matériau est faible, de fortes contraintes naissent et le matériau passe brusquement d'une forme à une autre, de la même façon qu'une poutre en compression ploie soudainement. C'est l'instabilité dite de flambage, transition brutale entre deux formes extrêmes stables.

La vitesse de ce basculement est régie par un seul paramètre, déterminé par les caractéristiques géométriques du matériau (épaisseur, longueur, courbures initiales). Elle est d'autant plus grande que l'épaisseur du matériau est faible et sa longueur, ou sa courbure, élevée. Toutefois, cette rapidité a un prix, car le délai entre l'amorce du mouvement et le basculement augmente aussi.

Pour en revenir à la dionée, la nature est bien faite : la géométrie de ses feuilles correspond au seuil d'instabilité de leurs surfaces. Cet excellent compromis correspond à une phase préparatoire d'un tiers de seconde et à une fermeture en un dixième de seconde. Que la feuille soit moins rigide et la fermeture serait trop lente, qu'elle soit plus rigide et la phase préparatoire durerait trop longtemps : l'insecte s'échapperait.

Une propriété analogue est utilisée par la crevette-mante, qui s'attaque à des crabes et autres petits animaux en perçant leur carapace. Elle a certes des muscles, mais ceux-ci ne peuvent expliquer ses performances spectaculaires. La vitesse de sa frappe varie entre 14 et 24 mètres par seconde, son bras a une vitesse de rotation comprise entre 670 et 990 radians par seconde, tandis que l'accélération peut atteindre 60 à 114 kilomètres par seconde carrée, soit quelque 10 000 fois l'accélération de la pesanteur, le tout ne durant que 2,4 millisecondes !

La puissance nécessaire par unité de masse est de l'ordre de $4,7 \times 10^5$ watts par kilogramme. Elle est au moins 100 fois



2. La crevette-mante assène un coup de patte en deux millisecondes. Pour frapper aussi rapidement, la crevette a au préalable emmagasiné de l'énergie élastique dans un élément de carapace en forme de selle de cheval (en rouge dans le schéma). La frappe correspond à une détente brutale de ce « ressort », relayée par un système de bras articulés pour amplifier le mouvement.

supérieure à celle qu'un muscle peut fournir. Il faut donc au préalable stocker cette énergie. Pourquoi pas sous forme élastique ? Là encore, la tension nécessaire est bien plus élevée que celle supportée par un tendon ou un muscle. Le « ressort » mis en jeu doit par conséquent travailler en compression. Pour agir rapidement, il ne doit pas être massif tout en étant résistant.

L'énergie de la crevette stockée dans une selle de cheval

Une tige ne conviendrait pas, à cause des risques de flambage. Alors quoi ? Comme la dionée, la crevette-mante stocke son énergie dans une surface élastique – ici en forme de selle de cheval. Dans une première étape, cette surface est progressivement déformée au moyen de muscles, et empêchée de reprendre sa forme initiale grâce à un dispositif à cliquet. Dans une seconde étape, le « ressort » se détend et un système mécanique complexe de bras articulés transforme cette détente de faible amplitude en mouvement de grande ampleur. Les deux leviers successifs sont très dissymétriques : le premier, très court, amorce un mouvement de rotation que le second, beaucoup plus long, transforme en mouvement linéaire. La frappe est tellement rapide qu'elle produit de la cavitation, c'est-à-dire l'apparition de bulles au sein de l'eau, phénomène qui participe sans doute à l'endommagement de la carapace de la proie.

Y. FORTERRE et al., *How the Venus flytrap snaps*, in *Nature*, vol. 433, pp. 421-425, 2005.

S. N. PATEK et al., *Deadly strike mechanism of a mantis shrimp*, in *Nature*, vol. 428, pp. 819-820, 2004.

Histoire des sciences

Histoire des femmes scientifiques de l'Antiquité au XX^e siècle

Éric Sartori (443 pages, 24 euros), Plon, 2006.

Voici un plaidoyer passionnément écrit et totalement convaincant du sort fait aux femmes à travers l'histoire quand elles veulent s'occuper de sciences. On les a ignorées au mieux, on les a persécutées au pire. Dans une introduction où est dressé le bilan affligeant de la misogynie qui, selon les périodes et les pays, a rendu la société humaine hémiplegique, É. Sartori dénonce ce sort fait aux femmes dans la mémoire collective aujourd'hui, en rappelant combien il était courageux pour certaines de s'affirmer femme savante. Et de nous citer certaines phrases explicites de grands hommes quant à leur opinion sur l'insuffisance intellectuelle des femmes, que l'on songe à Kant lui-même, ou Cabanis, pourtant tant protégé par Madame Helvétius à la fin du XVIII^e siècle, ou encore Darwin, dont la théorie de l'évolution, en faisant appel à la seule compétition, sert le sexe masculin plus apte à la lutte physique. Après avoir rappelé le sort fait à des milliers de femmes brûlées comme sorcières dans toute l'Europe, aux temps intolérants de ce début du XVI^e siècle (la « Renaissance »...), l'auteur expose les théories successives à caractère soi-disant scientifique qui voulaient illustrer ou mieux expliquer l'infériorité du cerveau féminin.

Cette histoire lamentable de la moitié de l'humanité savante s'achève, dit É. Sartori, optimiste, à notre « époque bénie » où les filles ont accès à l'instruction. Encore que ! Pour ne parler que d'un aspect, des études récentes tendent à montrer que la mixité des classes (considérée aujourd'hui comme de la plus élémentaire modernité) serait dommageable pour l'épanouissement des filles. Confrontées à une compétition de type masculin, elles ne pourraient trouver facilement la confiance suffisante pour s'engager dans des études scientifiques de haut niveau. Une étude sur cette question, qui supposerait d'accepter le principe de classes expérimentales non mixtes, serait bienvenue dans notre pays.

L'égalité la plus souhaitable ne passe pas, en effet, par une uniformité absolue, mais laisse ses chances à chacun et chacune selon ses aptitudes. Loin s'en faut de mettre les femmes dans une catégorie minoritaire. Non, les femmes

sont et resteront tout simplement la moitié de l'humanité, mais une moitié qui devrait être plus écoutée et mieux comprise. La longue et si exclusive domination masculine ne finit-elle pas par créer une menace sérieuse pour la planète ? L'avenir de l'humanité est peut-être alors dans les mains des femmes. Un exemple est particulièrement explicite sur ce qu'il faudrait rééquilibrer. Citant la biologiste Lynn Margulis, l'auteur souligne que, à l'heure actuelle, le but qui motive les physiciens plus que les physiciennes est la recherche d'une théorie unitaire. Or celle-ci passe par une compétition effrénée des théories (et des théoriciens) et par une course dans la construction d'accélérateurs coûtant des milliards d'euros. Les retombées de cet énorme pan de l'activité scientifique sont rares alors que l'humanité est confrontée à la pollution, à la surpopulation, à la famine, à la dégradation des sols, à la déforestation et à la perte de biodiversité... En science comme ailleurs, les hommes sont nombreux qui attribuent avant tout de l'importance aux phénomènes de compétition et de concurrence (théorie de l'évolution oblige) plutôt qu'aux phénomènes de coopération ou de symbiose auxquels les femmes sont plus sensibles.

Deux parties composent la seconde moitié de l'ouvrage. La première est une histoire générale des femmes scientifiques de l'Antiquité au XVIII^e siècle. La seconde va de la Renaissance jusqu'au XX^e siècle. É. Sartori y explore les disciplines avant de terminer sur un chapitre consacré aux sages-femmes. La fin de l'ouvrage est un peu abrupte, mais suivie d'un hommage touchant à toutes ces femmes qui ont eu un nom, mais sont aujourd'hui ignorées sauf de quelques spécialistes. La bibliographie est succincte et très générale, mais suffit pour convaincre, et donner envie d'y aller voir. Un index manque, ce qui limite l'utilité de l'ouvrage.

Voilà un livre à mettre d'urgence entre les mains des jeunes filles afin que cet impressionnant héritage de science et de courage les pousse à embrasser une carrière scientifique, et entre les mains des hommes de pouvoir, afin de leur faire penser à un autre point de vue que celui qui, systématiquement, favorise la seule compétition. À tous, il profitera, car il est temps de prendre conscience de l'importance de l'œuvre méconnue de la moitié de l'humanité savante. Voilà un livre de conviction plus que d'étude. Mais beaucoup de travaux d'historiens, d'historiennes et de sociologues (des deux sexes !) sur la formation intellectuelle des femmes scientifiques et leur place dans la société, dans le passé comme aujourd'hui, sont là pour compléter.

Danielle Fauque, GHDSO, Université Paris XI



Neurosciences

Le cerveau gourmand

André Holley
[254 pages, 21,90 euros],
Odile Jacob, 2006.

Où est la modernité dans le fait alimentaire ? En cuisine, la santé est une vieille lune. « De tes aliments, tu feras ta médecine », disait déjà Hippocrate (-460 à -377) ; plus tard, les cuisiniers Platine (vers 1500), Marin (auteur de la *Suite des Dons de Comus*, 1742), et d'innombrables autres montrent comment on n'a cessé de suivre le précepte hippocratique, avec des interprétations variées... L'obésité, en revanche, est un fait moderne, dont on sous-estime la gravité. Une étude montre que, malgré le célèbre « régime méditerranéen », malgré le fameux « paradoxe crétois », c'est sur le pourtour méditerranéen que l'obésité sévit aujourd'hui le plus en Europe. En Crète, pays du paradoxe sus-mentionné, la prévalence de l'obésité atteint 36 pour cent chez les enfants de 12 ans...

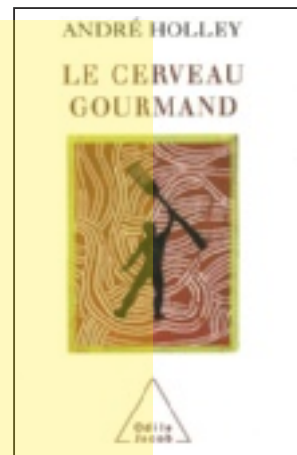
Pourquoi ? Les comportements humains sont à chercher dans le cerveau, lequel est indissociable de l'équipement sensoriel dont l'évolution nous a pourvus. André Holley, un des meilleurs spécialistes de neurobiologie, pour le versant de l'olfaction (laquelle contribue à la sensation du « goût »), publie un livre à jour, clair, précis, sur ces questions. Un livre qui fait date, parce que sa discipline, et les disciplines connexes, se

développent de façon explosive, après des décennies de stagnation. Du reste, le prix Nobel de physiologie a été donné il y a peu pour la découverte des récepteurs olfactifs.

A. Holley narre les avancées en détail, avec précision. Il donne l'intelligence de la chose, au propre et au figuré. Seul point discutable : la multiplication inutile des termes. La science gagnerait à la disparition du mot « flaveur », inutile en français puisque « goût » suffit pour décrire la sensation synthétique que nous avons quand nous mangeons quelque chose. Elle gagnerait aussi à ce que soit réduite l'acception du mot « arôme » : étymologiquement, il s'agit de l'odeur agréable d'une plante, nommée en conséquence « aromate ». L'odeur d'un vin, ce n'est ni son arôme ni son parfum, mais son bouquet ; et en bouche, il y a son goût. En outre, le mot « arôme » n'est pas utile pour désigner l'odeur que l'on perçoit quand des molécules odorantes – les mêmes que celles qui passent par le nez – passent par les fosses qui font communiquer l'arrière de la bouche avec le nez. Adeptes de l'économie des termes, le franciscain Guillaume d'Ockham (XIII^e siècle) ne disait-il pas : « Les entités ne doivent pas être multipliées sans nécessité » ?

Peu importe : si vous voulez découvrir les clés de nos comportements alimentaires et les bases de la gourmandise, lisez *Le Cerveau gourmand*.

Hervé This, INRA



Astronomie

L'espace, les plus belles images

Volker Kratzenberg-Annies
[280 pages, 45 euros],
La Martinière, 2006.

Publié par le même éditeur que la célèbre *Terre vue du ciel* de Yann Arthus-Bertrand, ce magnifique ouvrage, constitué d'une collection de clichés issus pour la plupart de l'Agence spatiale européenne, prend en quelque sorte la relève en s'éloignant progressivement de notre planète. Chaque image est agrémentée d'un bref descriptif qui décrypte le cliché et met en perspective son intérêt.

La première partie se focalise sur des images de notre planète telle qu'elle est observée par tous les satellites qui nous survolent pour anticiper les catastrophes climatiques, surveiller l'agriculture, rechercher des ressources naturelles. Pour chaque thème, sont rassemblés des clichés étonnants aux couleurs psychédéliques et regorgeant de détails. La deuxième partie nous entraîne vers le monde déroutant de l'impesantateur,

et le lecteur suit apprentissage, vol et retour sur Terre des spationautes. La troisième partie explore nos voisins du cosmos par le biais des sondes spatiales ayant revisité récemment les planètes du Système solaire. Une fraction importante du voyage est consacrée à la sœur jumelle de la Terre, Mars.

Les images en relief de cette planète sont particulièrement spectaculaires : le luxe de détails atteint par les sondes récentes nous rend les paysages martiens familiers. La dernière partie de l'ouvrage est consacrée au voyage ultime dans le temps et l'espace, et conduit le lecteur à un survol des plus belles nébuleuses planétaires, des pépinières d'étoiles dans notre galaxie, mais aussi de superbes images de galaxies proches ou lointaines vues par le télescope spatial.

Impressionnants, les progrès récents de l'imagerie numérique se traduisent par des images de la Terre et de ses environs d'une beauté étonnante.

Christophe Pichon, IAP, Paris

