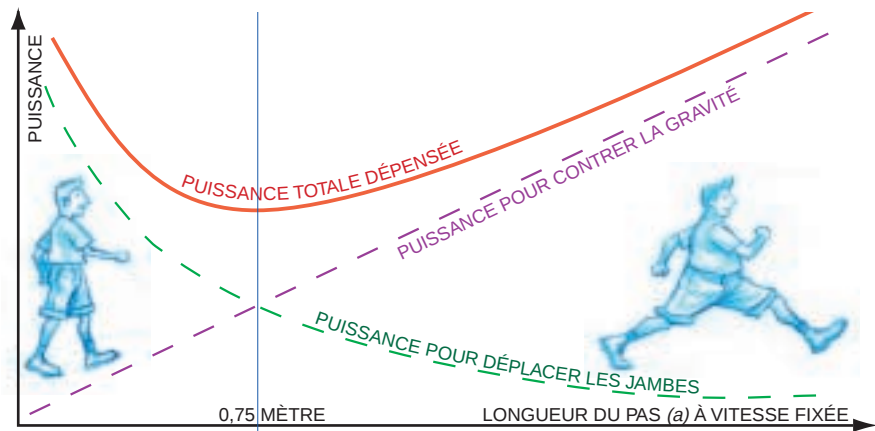




Lorsque l'on marche, on pivote autour du pied, de sorte que la hanche s'élève périodiquement (à gauche). La puissance à dépenser pour marcher à vitesse donnée est alors la puissance nécessaire à l'élévation périodique du corps plus celle nécessaire à l'accélération et à la décélération des jambes (courbes). Comme ces puissances varient en sens inverse en fonction de la longueur du pas, il existe un pas optimal (0,75 mètre pour une vitesse de 5 kilomètres par heure et pour un marcheur de 70 kilogrammes) où la puissance dépensée est minimale.

l'élévation des jambes (courbes). Comme ces puissances varient en sens inverse en fonction de la longueur du pas, il existe un pas optimal (0,75 mètre pour une vitesse de 5 kilomètres par heure et pour un marcheur de 70 kilogrammes) où la puissance dépensée est minimale.

mouche si nous mesurons 1/200 de notre taille réelle, soit environ 0,9 centimètre. Remarquons au passage que le nombre de pattes ou de jambes n'intervient pas : le «mille-pattes» ne se déplacerait pas plus vite s'il n'avait que quatre pattes.

De telles modélisations ont permis d'estimer la vitesse de déplacement de dinosaures en mesurant la longueur de leur pas sur des empreintes fossilisées et en estimant leur taille à partir des ossements. Ainsi le Tricératops avançait à la vitesse du Rhinocéros, environ sept mètres par seconde, et l'homme, s'il avait vécu à la même époque, aurait pu lui échapper.

LA COURSE

En courant, ce n'est plus la gravité qui engendre le mouvement périodique des jambes, mais le travail des muscles de la cuisse : le pas «forcé» est différent du mouvement pendulaire naturel. La force totale qu'exerce un membre dépend du nombre de fibres qu'il contient, c'est-à-dire de sa section. Le travail d'un membre, le produit de la force exercée par la longueur d'extension des muscles, est proportionnel à son volume, donc à sa masse. La période d'oscillation forcée des jambes pendant une course augmente avec leur longueur (à section de jambe donnée). La vitesse de course est alors à peu près indépendante de la longueur de la jambe, puisque c'est le quotient de la longueur du pas et de la période d'oscillation, toutes deux proportionnelles à cette longueur de jambe.

Ainsi, les grands ne courent pas sensiblement plus vite que les petits, excepté si la différence de musculature est notable. Notons aussi qu'en courant nous plions la jambe afin de mieux l'adapter à un balancement pendulaire plus rapide (elle est ainsi raccourcie). Pour déterminer le pas optimal, on minimise la puis-

sance nécessaire à la marche. Quelle énergie doit dépenser une personne qui marche sur une surface horizontale pour maintenir une vitesse constante ? À chaque fois qu'un pied se pose sur le sol, il est momentanément à l'arrêt alors que le reste du corps poursuit son déplacement. Quand ce pied quitte le sol il faut que toute la jambe soit accélérée vers l'avant afin qu'elle rattrape son retard ; elle sera ensuite décélérée jusqu'au moment où le pied se posera à nouveau sur le sol.

Pendant ces phases d'accélération et de décélération, deux ensembles de muscles antagonistes agissent successivement sur la jambe, chacun d'entre eux engendrant un travail égal à la variation de l'énergie cinétique du membre. Le travail des muscles qui propulsent la jambe est proportionnel au produit de la masse de la jambe (que l'on peut supposer proportionnelle à la masse M du corps) par le carré de la vitesse v du marcheur (Mv^2). Pour obtenir la puissance musculaire dépensée pour mouvoir les jambes, il suffit de multiplier le travail des muscles par la fréquence du pas, c'est-à-dire par le quotient de la vitesse et de la longueur du pas (v/a). La puissance nécessaire au mouvement des jambes est ainsi proportionnelle à Mv^3/a .

En plus de ce travail, les muscles doivent aussi fournir l'énergie gravitationnelle nécessaire à l'élévation périodique du centre de gravité du corps entre chaque pas. Ce travail est égal au produit de la masse du corps par l'accélération de la pesanteur et par l'élévation de hauteur (Mgh). Cette dernière est d'autant plus grande que l'amplitude du pas est grande et varie comme le rapport a^2/L , où L est la longueur de la jambe. La puissance correspondante, obtenue en multipliant ce travail par v/a , est donc proportionnelle à $Mgva/L$. Au final, la puissance à fournir par les muscles est la somme de deux termes,

l'un correspondant à la puissance nécessaire pour mouvoir les jambes, qui subissent une succession d'accélération et de décélérations, l'autre traduisant la puissance à fournir pour vaincre la pesanteur. Si l'on allonge le pas à vitesse constante le premier terme diminue alors que le second augmente.

Ainsi, il existe un pas de longueur optimale qui minimise la puissance totale à fournir. La longueur trouvée par cette méthode correspond au pas de la fréquence naturelle pendulaire : elle est proportionnelle au produit de la vitesse du marcheur par la période du pendule associé à la jambe. La puissance dépensée sera donc plus grande quand on marche plus vite (ce qui semble normal), mais aussi quand on se déplace à faible vitesse (ce qui est plus inattendu). Pour une vitesse de 5 kilomètres par heure, le pas optimal mesure environ 75 centimètres pour un marcheur de taille moyenne et le marcheur consomme environ 250 watts (la puissance de trois lampes électriques).

Dans le cas d'une montée, il faut tenir compte du travail pour compenser l'augmentation de l'énergie potentielle de pesanteur. Pour monter de 300 mètres et si votre poids est de 70 kilogrammes, le travail à fournir est d'environ 210 000 joules. Comme votre rendement n'est pas égal à un, mais plutôt de 40 pour cent, ce travail est 500 000 joules, soit approximativement 125 kilocalories, c'est-à-dire un bon bifteck... Il est difficile de maigrir.

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

D'ARCY THOMSON, *Forme et croissance*, Seuil, collection Sources du savoir, 1999.

A. BELLEMANS, *Power demand in walking and pace optimization*, in *American Journal of Physics*, vol. 49, p. 25, 1981.



La fée électricité

ÉLIANE STROSBERG

Le plus grand tableau du monde retrace l'histoire d'une aventure scientifique et technique avec quelques erreurs...

En 1937, Raoul Dufy (1877-1953), déjà célèbre, est sollicité pour la conception des décors du Pavillon de la lumière de l'Exposition internationale des arts et techniques, à Paris. De son passage par le fauvisme, Dufy a conservé l'utilisation de la couleur pure, qu'il dissocie du dessin et de la couleur. Avec Henri Matisse (1869-1954) et Fernand Léger (1881-1955), il est un des premiers à noter que l'œil perçoit séparément la forme d'un objet et sa coloration.

Avec une peinture à l'huile aussi fluide que l'aquarelle, créée par son ami chimiste Jacques Maroger, Dufy peint de grands aplats de couleur presque unie, qui divisent l'espace du tableau. Ainsi libéré des contraintes de la perspective, il juxtapose des scènes à différentes échelles, mais aussi des systèmes *a priori* incompatibles, tels la mythologie antique et le machinisme moderne. Les futuristes italiens et les constructivistes russes se sont inspirés du mouvement dans leurs œuvres ; toutefois, en France, hormis Fernand Léger, Robert Delaunay (1885-1941) et sa femme Sonia (1885-1979), plus rares sont ceux qui peignent la vitesse.

Le travail de Dufy passe par trois phases : de longues observations *in situ* et l'analyse de diverses sources iconographiques ; la stylisation du sujet en signes ; enfin, l'insertion des signes dans une composition cohérente.

Pour son œuvre intitulée *La fée électricité*, Dufy ambitionne de représenter toutes les inventions et tous les personnages liés à l'aventure de l'électricité. Il consulte les dossiers de l'Académie des sciences, visite le Conservatoire national des arts et métiers, explore un arsenal où il découvre les grues, des aciéries pour leur fours électriques, et il dresse une liste des phénomènes naturels liés à l'électricité, tout en amassant des connaissances sur plus d'une centaine d'inventeurs associés à son développement. Il se documente notamment dans les *Merveilles de la Science*, de Louis

Figuier, dont les illustrations l'inspireront.

Au centre de cette rétrospective, les dieux de l'Olympe sont assemblés au-dessus d'une gigantesque usine électrique (on y reconnaît la centrale de Vitry-sur-Seine qui venait d'être construite et était à l'époque la plus puissante d'Europe), à laquelle un Jupiter tonnant transmet sa puissance par la foudre. De part et d'autre de cette scène, Dufy a représenté, dans le bas du tableau, 109 portraits de scientifiques et philosophes, et, dans la partie supérieure de la fresque, de nombreuses inventions liées à l'électricité et à l'énergie.

L'ensemble se lit de droite à gauche : Dufy relie les anciens Grecs, qui connaissaient les propriétés électrostatiques de l'ambre (nommée *elektriike*), aux savants

modernes de l'électricité, chimistes ou physiciens, à travers une longue chaîne de personnages dont les découvertes sont intimement enchevêtrées. À droite, Thalès de Milet (-625, -546), Archimède (-287, -212) et Aristote (-384, -322) semblent converser, tandis qu'à gauche, le général Ferrié, qui introduisit le télégraphe sans fil dans l'armée française, clôt le cortège. Toutefois, si pour certains, tels André-Marie Ampère (1775-1836), Michael Faraday (1791-1867) ou Benjamin Franklin (1706-1790), le rapport à l'électricité est évident, pour d'autres il est plus obscur. C'est le cas de Blaise Pascal (1623-1662), Léonard de Vinci (1452-1519), Karl-Friedrich Gauss (1777-1855) et Isaac Newton (1642-1727), célèbres, mais dont l'apport à l'histoire de l'électricité n'est pas



1. La fée électricité se lit de droite à gauche : l'histoire de l'électricité commence avec les Grecs et progresse jusqu'en 1937.

direct. Par ailleurs, Anthony Carlisle (1768-1840), Ewald-Georg von Kleist (1700-1748), Antonio Pacinotti (1841-1912) et Nicolas-Constant Pixii (1776-1861) sont des inconnus pour beaucoup.

Commençons par les premiers et déterminons les liens, parfois ténus, qu'ils entretiennent avec l'électricité. Pascal est célèbre pour la découverte de la pression atmosphérique, sans laquelle Otto von Guericke (1602-1686) n'aurait pas effectué son expérience : deux hémisphères de laiton où on a fait le vide ne peuvent être séparés par des chevaux de trait. Von Guericke a construit la première machine électrostatique, où une boule de soufre était électrisée par frottements. Par ailleurs, la présence de Pascal, auteur du *Traité de l'équilibre des liqueurs*, où il analyse les phénomènes hydrostatiques, est à rapprocher de celle de Léonard de Vinci pour ses inventions hydrauliques : l'utilisation de l'eau dans la production d'électricité, par exemple dans un barrage, est connue en 1937. De plus, anecdotiquement, lorsqu'ils décrivent la tension et la résistance dans un circuit électrique, les physiciens comparent souvent le courant électrique à un courant d'eau.

Newton (voir la figure 2) doit sa présence à la similitude de sa loi de la gravitation avec celle de Charles de Coulomb

(1736-1806), selon laquelle la force d'attraction de deux corps électrisés varie selon l'inverse du carré de leur distance. De plus, le 9 décembre 1676, Newton a brièvement parlé de l'électricité devant la *Royal Society*, mais cette allocution semble avoir été sans grande portée.



Photothèque des musées de la ville de Paris/Chevalier

2. Que fait Isaac Newton dans une histoire peinte de l'électricité ?

Gauss, génie universel, a marqué l'histoire de l'électricité en mesurant les charges électriques et en proposant comme unité le coulomb (il reliait la force entre des charges électriques à la quantité d'électricité de ces charges et à la distance entre elles).

Qui sont Carlisle, Kleist, Pacinotti, Pixii ? Le 2 mai 1800, le premier, avec William Nicholson (1753-1815), a décomposé l'eau avec la pile mise au point par Alessandro Volta (1745-1827) ; c'est la première expérience connue d'électrolyse. Le deuxième, Kleist, est le prétendant allemand à la paternité de la mise en bouteille de l'électricité : on stocke les charges électriques dans un condensateur, que l'on forme en tapisant les faces internes et externes d'une bouteille de verre avec des feuilles métalliques. Il s'oppose à un certain Cuneus, qui, à Leyde, aux Pays-Bas, aurait mis au point le même dispositif. En France, l'histoire a retenu le nom de «bouteille de Leyde» et, en Allemagne, celui de «bouteille de Kleist».

L'Italien Pacinotti (1841-1912) a inventé, quelques années avant le Belge Zénobe Gramme (1826-1901), une machine dynamoélectrique. Cependant, celle-ci, moins efficace, est restée oubliée à Pise, tandis que celle de Gramme a connu le succès en sortant



Photothèque des musées de la ville de Paris/Chevalier

Photothèque des musées de la ville de Paris/Chevalier



3. Les deux erreurs de Dufy : la séance devant la *Royal Society*, à Londres (à gauche) ne correspond pas à la date inscrite en bas du tableau. La scène représentant les expériences effectuées au bord



Photothèque des musées de la ville de Paris/Ch. Delencastre

de la Tamise, en juillet 1747 (à droite), montre une machine de Ramsden, inventée 20 ans plus tard, alors que l'électricité a été produite par une bouteille de Leyde.

Photothèque des musées de la ville de Paris/Chevalier



4. L'électricité industrielle : la technique conduit à la modernité : paquebots, chemins de fer, etc.

l'électricité des ateliers, où elle était confinée, pour des applications de grande ampleur, tel l'éclairage public.

Enfin, Pixii est le constructeur d'une des premières machines à courant induit : un courant électrique est induit par le mouvement d'un aimant.

On ne saurait citer tous les personnages célèbres représentés tant ils sont nombreux ; de plus, Dufy prend quelques libertés avec la chronologie et, parfois même, avec la description des inventions. Par exemple, un œil averti allié à un esprit éclairé détecte deux erreurs dans la fresque de Dufy.

D'abord, la date (6 juin 1751) qui souligne l'évocation de la lecture, devant la *Royal Society*, des travaux de Franklin montre que Dufy a confondu deux séances : en s'inspirant de l'ouvrage de Figuière, il a peint la première, pendant laquelle le physicien américain est hué, alors que la date est celle de la seconde où l'auditoire était beaucoup plus réceptif, suite au succès de la publication des travaux de Franklin (voir la figure 3).

Puis, à gauche de cette scène, Dufy a représenté les expériences qui ont eues lieu près de la Tamise, à Londres, en juillet 1747 : l'eau du fleuve a transmis l'électricité d'une bouteille de Leyde (ou de Kleist!) à un fil sur l'autre rive. Or Dufy a peint, à nouveau induit en erreur par les *Merveilles de la Science*, une machine de Ramsden, inventée en 1766.

Dans la partie supérieure de la fresque, de nombreuses inventions sont liées à l'électricité et à l'énergie. Au départ naturelles, les énergies du soleil, du vent et de la foudre sont remplacées par le charbon et la vapeur. L'histoire de l'électricité statique, chimique, dynamique, puis

de l'électromagnétisme, de la lumière et des ondes se déchiffre telle une fable.

On distingue plusieurs inventions nées de l'électricité : un paquebot, le chemin de fer, le cinéma, etc. Le message est clair : avec l'avènement de l'électricité, le progrès s'accélère, les usines et les transports se développent, laissant place aux loisirs, concept nouveau pour l'époque (nous sommes un an après les accords de Matignon et les premiers congés payés). L'œuvre de Dufy célèbre ainsi le changement du mode de vie de chacun grâce aux inventions liées à l'électricité.

Dans l'édifice construit par l'architecte Robert Mallet-Stevens (1886-1945), sur le Champ de Mars, après avoir passé un sas obscur, le visiteur était confronté à *La fée électricité* dont l'effet était renforcé par la concavité des pans de mur noir. Dans une immense pièce sombre et nue, les projecteurs éclairaient la fresque avec une luminosité exceptionnelle.

Après l'exposition, le vibrant hommage devient encombrant : il faut attendre 1964 pour que le Musée d'Art moderne de la Ville l'accueille. C'est là que l'on peut l'admirer aujourd'hui.

Éliane STROSBERG est vice-présidente de l'association Rencontres Art et Science.

Bernard DORIVAL, *La belle histoire de La fée électricité de Raoul Dufy*, La Palme, Paris 1953.

André BERNE JOFFROY, *La fée électricité*, Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris, 1983.

Alain BELTRAN, *La fée électricité, reine et servante*, XX^e siècle, 1989.

Éliane STROSBERG, *Art et Science*, Éditions UNESCO.

Guide des escargots et limaces d'Europe

M. Kerney et R. Cameron, adaptation française A. Bertrand. Éditions Delachaux et Niestlé, 1999 (370 pages, 259 francs).

Ce livre de la collection «Guides du naturaliste» en suit l'esprit et la présentation. C'est le premier guide d'identification des mollusques terrestres publié en français : il doit permettre la reconnaissance de la majorité des espèces et sous-espèces d'escargots et de limaces de notre pays.

Escargots et limaces appartiennent à la classe des Gastéropodes, caractérisée par un pied développé et, au moins primitivement, par une seule coquille enroulée, où l'animal peut se rétracter. La coquille, dextre (ouverture située à droite quand on regarde la coquille en face) ou sénestre (ouverture à gauche), tend à devenir interne, à se morceler ou même à disparaître. Les mollusques terrestres se répartissent en deux sous-classes : les Prosobranchia et les Pulmonata. Si les premiers, pour la plupart marins, ne comptent que trois familles, les seconds regroupent la majorité des familles les plus courantes.

Les Pulmonata, ou pulmonés, sont tous hermaphrodites : chaque individu est à la fois mâle et femelle. Le rapprochement des sexes est souvent précédé d'une parade durant laquelle les deux animaux tournent l'un autour de l'autre. Au cours de l'accouplement, qui dure parfois plusieurs heures, les animaux se placent de façon que les orifices génitaux soient opposés ; les pénis sont alors introduits dans les vagins et, lors de l'accouplement, chacun des partenaires transfère son sperme à l'autre. Chez les limaces, les pénis dévaginés des deux sexes sont torsadés en une double spirale pendant l'union. Ces mollusques pondent ensuite leurs œufs dans des cavités du sol, généralement par lots de 20 à 50, avec des pontes qui atteignent parfois plusieurs centaines d'œufs.

Leur mode de vie leur permet d'échapper à la dessiccation : ils sont surtout actifs par temps humide, ou la nuit. La plupart des petites espèces vivent constamment près du sol, dans la couche superficielle. De nombreuses espèces présentent une période de repos avec obturation de l'ouverture de la coquille par l'épiphragme, lame de mucus solidifié. Ce système leur permet de résister aux condi-



Cette limace (*Deroceras reticulatum*) est abondante dans les habitats aménagés par notre espèce (lieux cultivés, haies, jardins, prairies), où elle est souvent nuisible.

tions climatiques extrêmes. Des escargots ont ainsi été maintenus en état de vie ralentie pendant six ans. Les escargots sont très majoritairement phytophages ; ils digèrent la cellulose (ne cherchez pas à boucher le récipient où vous aurez mis votre chasse à l'aide d'un carton, il sera rapidement percé). Seules quelques espèces consomment des charognes, et quelques autres sont prédatrices : les Testacelles mangent des vers de terre, et les Vitrinidés s'attaquent à d'autres mollusques.

En dehors des forêts, des zones humides, des pelouses, les régions aménagées, tels les cultures, les jardins, les parcs, les serres, abritent des formes qui attaquent les végétaux ; les habitats de haute montagne ont une faune caractéristique, souvent endémique.

Certains Pulmonés (escargots, limaces) sont diversement appréciés. Ils sont connus pour leurs méfaits dans les cultures, mais sont goûtés des gourmets. C'est à ce dernier titre qu'ils font l'objet d'élevage (héliculture). Le livre de J.-C. Bonnet, P. Aupinel et J.-L. Vrillon sur *Helix aspersa* (*Cryptomphalus aspersus*), aux éditions de l'INRA, est un document précieux à cet égard.

Un autre exemple est celui de l'achatina (*Achatina fulica*) des régions tropicales. Ce bel animal, dont la coquille atteint 12 centimètres de long, est devenu le plus dangereux des mollusques terrestres. Originaire de Madagascar, il fut introduit à La Réunion pour sa comestibilité, et un philanthrope en expédia aux populations sous-alimentées de l'Inde en 1848. Cette espèce s'acclimata bientôt dans de nombreux pays, où il détruit des cultures (thé, hévéas...).

Partant d'une publication anglaise agrémentée de 24 planches, Alain Bertrand, du Laboratoire souterrain de Moulis, a mis au point une remarquable adaptation française : de 279, le nombre d'espèces traitées est passé à près de 400, et quatre planches supplémentaires ont été ajoutées par Pascale Tiévant. Naturalistes et écologistes disposent maintenant d'un guide complet pour identifier et connaître la biologie des mollusques terrestres d'Europe.

Jacques d'AGUILAR

Histoire des sciences

L'expédition d'Égypte, une entreprise des Lumières, 1798-1801

Édité par Patrice Bret, Institut de France/Éditions Tec & Doc, 1999 (436 pages, 395 francs).

Les gouvernements qui mobilisent des troupes et conquièrent des pays donnent toujours de «nobles» et fallacieuses explications : sinon, comment justifieraient-ils les massacres, les pillages et la colonisation ? L'expédition d'Égypte (1798-1801) n'est pas une exception à la règle. L'entreprise de Bonaparte affichait un but grandiose : associant des

scientifiques (160 savants et ingénieurs dont la moyenne d'âge était de 25 ans) à des militaires (35 000 hommes), il voulait sauver une terre déchue du despotisme des Mamelouks et des Ottomans, pour en faire une province française. Restaurer la sagesse antique, le tout dans un grand élan de partage des connaissances : quel bel idéal !

On a en partie voulu oublier ou occulter l'échec retentissant de l'opération militaire, pour se souvenir de l'impact scientifique, qui sera magnifié par le régime impérial. L'idée novatrice du Directoire et de Bonaparte est d'acclimater la science sur place, et non de récolter et d'entasser les richesses découvertes en Égypte «dans les centres européens du savoir», instituts et muséums. Dès son arrivée au Caire, le 22 août 1798, il crée sur place l'Institut pour les sciences et les arts, dont la mission est de propager l'esprit des Lumières en Égypte, et de rechercher, d'étudier et de publier les «faits naturels, industriels et historiques».

Les savants s'acharneront effectivement à collecter les observations originales en chimie, astronomie, mathématiques, histoire naturelle, médecine et chirurgie, musique, etc. Ils cherchent à associer la population (surtout les notables) à la présentation d'une science spectaculaire (visite de laboratoires, de bibliothèques ou lâchers de montgolfières), mais, à cette époque, l'influence des Lumières est négligeable chez les Égyptiens, qui trouvent toutes les explications nécessaires à leurs problèmes existentiels dans la religion et le Coran.

Pour assurer la conquête et guider les troupes dans leurs déplacements, Bonaparte a demandé à son corps de savants de privilégier les études géographiques et de recueillir des informations sur les localités, les populations et leurs activités, l'agriculture et l'irrigation. Les ingénieurs et, notamment, les polytechniciens, participent à cette cartographie. Au cours de leurs prospections, ils ont recensé, mesuré, dessiné méthodiquement les monuments archéologiques : ce sont eux les inventeurs de l'égyptologie.

Si nous conservons une image si exceptionnelle de ces années égyptiennes qui ont fait rêver le XIX^e siècle, c'est à cause du monument éditorial «quasi pharaonique» qui en est résulté, *La description de l'Égypte* : le 6 février 1802, il est décidé que «les mémoires, plans, dessins et généralement tous les résultats relatifs aux sciences et aux arts, obtenus pendant le cours de l'expédition d'Égypte seront publiés aux frais du gouvernement». Une commission de publication du grand ouvrage est chargée de lire et d'approuver les mémoires, d'autoriser les épreuves du texte et des planches, de régler les problèmes de budget, de choix du papier et

des demandes de formats particuliers, de sélection des meilleurs graveurs, burlinistes, aquafortistes... On imagine les multiples tâches de la commission avant l'impression des neuf volumes de texte et des onze volumes de planches. Malgré l'obligation pour tous les savants qui ont participé à la campagne de fournir des textes, seuls 43 d'entre eux produiront 157 mémoires variables en nombre de pages. Ceux qui se plient à leur travail d'écriture doivent prendre des congés exceptionnels, et beaucoup avouent des problèmes d'argent. La publication s'est échelonnée de 1802 à 1890 et s'est poursuivie malgré les changements de régimes politiques.

Dès 1820, les éditeurs ont cherché à diffuser des versions moins coûteuses de *La description de l'Égypte* : la première a été celle de Charles-Louis-Fleury Pancoucke (1780-1844) ; d'autres ont suivi, et l'on peut mentionner en 1992 la réédition de l'Institut d'Orient (ouvrage épuisé), ainsi que celles de 1998 (bicentenaire de l'expédition) chez plusieurs éditeurs, dont l'Imprimerie nationale.

Même lorsqu'on croit tout savoir sur la campagne d'Égypte, les actes du colloque international qui s'est tenu du 8 au 10 juin 1998, sous les auspices de l'Institut, de ses Académies et du Muséum d'histoire naturelle, proposent une foule de contributions passionnantes qui révèlent les dessous d'une expédition dépouillée des lustres de l'Empire, mais dont les destins individuels parfois injustement oubliés humanisent cette monumentale entreprise.

Michèle FEBVRE

Chimie

Chimie des milieux aquatiques

Laura Sigg, Philippe Behra et Werner Strumm. Éditions Dunod, 2000 (408 pages, 297 francs).

Baignade interdite, eau non potable, rivières couvertes de poissons morts... Les pollutions diffuses ou localisées menacent les eaux naturelles. À l'aube du troisième millénaire, l'humanité devra se préoccuper de la qualité et de la quantité de ses ressources en eau. Ces ressources, parmi les plus fragiles de notre planète, déterminent le développement de la vie sur la terre comme sur la mer. Abordant l'aspect qualitatif du cycle de l'eau, c'est-à-dire sa chimie, ce livre

considère donc un sujet central de la recherche environnementale.

À l'attention des étudiants de licence, de maîtrise et des écoles d'ingénieurs, cet ouvrage aurait pu être scolaire. Il ne l'est pas, car les auteurs ont su allier théorie et pratique dans leur présentation, et replacer la chimie aquatique dans le contexte général de l'étude des systèmes naturels et de leur perturbation sous l'effet des activités humaines. À ce titre, il devrait trouver une large audience parmi les nombreux usagers de la recherche qui ont en charge la gestion de l'eau.

Cette troisième édition, témoignage indiscutable de succès, est bien plus qu'une réédition. Tout en gardant la trame et la philosophie du texte initial, à savoir la présentation des connaissances générales de l'état des substances dissoutes et en suspension dans les eaux naturelles, des équilibres chimiques et des processus en jeu, la présente version tient compte de découvertes récentes et introduit deux chapitres nouveaux. Tout d'abord, l'étude des interactions entre l'environnement minéral et la vie, qui montre à quel point la chimie des eaux aquatiques est influencée par la géologie et la biologie. Ensuite, les applications des concepts de base au traitement et à l'épuration des eaux.

Les 12 chapitres qui constituent le livre sont présentés dans un ordre logique, à partir des notions de base sur les principaux processus chimiques, physiques et biologiques qui déterminent la composition des eaux terrestres et marines. Les concepts d'équilibre chimique, la cinétique des transformations, les réactions d'oxydoréduction, l'étude des interactions à l'interface solide-eau constituent le cœur de l'ouvrage. Une place importante est donnée aux métaux en solution aqueuse, dont certains, tels le cuivre, le plomb, le cadmium, sont potentiellement toxiques pour le monde vivant. Chaque chapitre se termine par des exercices d'application dont les solutions sont données en annexe.

J'ai beaucoup apprécié l'illustration de l'ouvrage, en particulier les représentations schématiques des phénomènes étudiés. Elles sont une aide précieuse pour le lecteur non spécialiste. De plus, chaque chapitre propose des exemples concrets qui illustrent l'application des concepts et des théories qui sont présentés. Parmi ceux-ci, je mentionnerai tout particulièrement la chimie des eaux de pluie et des brouillards, l'important problème du transport des contaminants dans les eaux souterraines, ainsi que la présentation concise, dans le dernier chapitre, des grands cycles biogéochimiques du carbone, du phosphore, du soufre et de l'azote, éléments qui jouent un rôle essentiel dans la composition et la régulation des hydrosystèmes. Un seul