

Éthique

Regards sur l'éthique des sciences

Gérard Toulouse. Éditions Hachette, 1998.

A l'approche du troisième millénaire, le rôle et les actions des scientifiques font de plus en plus l'objet d'interrogations, sinon de procès. Alors que les progrès de toutes sortes et les découvertes se succèdent à un rythme soutenu, on s'interroge sur les conséquences heureuses ou malheureuses de tels bouleversements.

Après l'explosion des bombes atomiques sur Hiroshima et Nagasaki, Robert Oppenheimer s'est exclamé : «La science connaît désormais le péché.» Il n'y a pas que le nucléaire qui fasse désormais l'objet de remises en cause ou de critiques : nombreux sont les scandales qui viennent ternir la réputation auparavant irréprochable, par principe, des «savants» : sang «contaminé», vaches «folles», fabrication de clones, utilisation d'organismes génétiquement modifiés...

Les citoyens, citadins ou ruraux, riches ou pauvres, les journalistes ou les hommes politiques sont donc naturellement conduits à réfléchir sur ces sujets et à les discuter selon des considérations «éthiques», c'est-à-dire des démarches fondées sur le débat démocratique et l'adoption d'un certain nombre de «règles du jeu», telles que la Déclaration universelle des droits de l'homme, les constitutions et les lois des différents pays, ou encore les codes déontologiques qui régissent certaines professions, telles celles de la santé, de la science ou des médias.

Depuis le début des années 1980, plusieurs pays créent des comités d'éthique composés de chercheurs, de médecins, de représentants des diverses familles de pensée, etc., qui sont censés donner des avis sur ces problèmes de société où la science joue un rôle essentiel. C'est ainsi que la France se dote en 1984 d'un Comité consultatif national d'éthique, d'abord présidé par Jean Bernard, puis, depuis 1992, par Jean-Pierre Changeux. L'UNESCO installe en 1993 un comité international de bioéthique, créé et présidé par Noëlle Lenoir jusqu'en 1997. L'UNESCO encore met en place, en 1998, une Commission mondiale des connaissances scientifiques et des technologies.

La démarche éthique n'est pas réservée aux seuls États et organisations internationales. Un organisme comme le CNRS

fonde le COMETS (Comité d'éthique pour les sciences), en 1994. L'un de ses membres les plus éminents et les plus actifs, Gérard Toulouse, physicien à l'École normale supérieure, membre correspondant de l'Académie des sciences et, surtout, l'une des personnes les plus actives pour préparer la participation de notre pays à la Conférence mondiale sur la science (qui se tiendra en juin 1999 sous l'égide de l'UNESCO), vient de publier *Regards sur l'éthique des sciences*.

Sur ces questions complexes et qui prêtent à de nombreuses discussions, l'auteur apporte ses visions à la fois éclairantes et amusées. Il les organise autour de nombreuses références bibliographiques, qui émaillent le texte principal et qui représentent des annexes particulièrement copieuses pour un livre de ce format. Ces extraits et ces citations constituent à la fois la richesse et la faiblesse de cette utile contribution : richesse, parce que G. Toulouse nous fait pénétrer dans des univers conceptuels aussi différents que ceux de Freeman Dyson, Paul Ricœur, Hannes Alfvén, René Cassin (je retiendrais surtout l'intéressant rappel de citations essentielles de l'historien Marc Bloch) ; faiblesse, parce que l'auteur semble se protéger derrière ce foisonnement de références et semble proposer timidement sa propre pensée, par ailleurs souvent hardie dans le contexte français.

Membre de l'Académie des arts et des sciences de New York, G. Toulouse est en effet fortement marqué par ses fréquentations, tant scientifiques que culturelles, de l'école de pensée anglo-saxonne (on trouve par endroits, dans le texte du livre, des anglicismes tels que «congéniale», «tiers secteurs», «juste retour»...). C'est ainsi qu'il compare le fonctionnement et les stratégies des académies des sciences française et britannique, en montrant clairement sa préférence pour le deuxième modèle. Il montre que nos pays seraient bien inspirés de promouvoir le système des fondations, qui se révèle très efficace aux États-Unis et dans les pays qui partagent le même état d'esprit concernant l'organisation des mouvements associatifs et du bénévolat.

Je partage ce point de vue, tout en remarquant que nous disposons en France d'«instruments» (un autre anglicisme) pour faire en sorte que les débats à caractère éthique s'organisent et vivifient des «sociétés savantes» qui les organiseraient. Ce pourrait notamment être le rôle de l'Association française pour l'avancement des sciences, qui fut fondée en 1872 à l'instigation de Claude Bernard et qui a le mérite de rassembler des professionnels et des amateurs de la science de toutes les disciplines. En 1998, son colloque annuel

portait sur le sujet «Le citoyen face à la science», et l'orateur inscrit pour parler de l'éthique était... G. Toulouse.

De même, les lieux de médiation scientifique que sont la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette, le Palais de la découverte et tous les autres établissements du même type qui existent dans toute la France se doivent de se saisir de ces questions et d'en débattre.

L'éthique des sciences est donc devenue un sujet important pour tous les citoyens, qu'ils s'intéressent de près ou de loin au développement scientifique et technique ; elle peut constituer, selon G. Toulouse et selon moi, un champ exemplaire d'applications des règles démocratiques. Le mérite peut-être le plus grand du livre de G. Toulouse est d'être une introduction simple, claire, chaleureuse et pleine d'humour à cette problématique nécessairement complexe. Le lecteur est respecté dans ses opinions et dans ses choix, ce que je tiens aussi à souligner. En bref, le mouvement induit par tous ceux qui, comme G. Toulouse, œuvrent pour une réflexion sur la science et sur toutes ses conséquences sur nos vies, est irrésistible. Je salue donc ce livre, qui concourt si bien et si justement à cette dynamique.

Jean AUDOUZE

Histoire des sciences

Le Muséum au premier siècle de son histoire

Sous la direction de Claude Blanckaert, Claudine Cohen, Pietro Corsi et Jean-Louis Fischer. Éditions du Muséum national d'histoire naturelle, 1997.

L'année 1793 marque, en France, l'éclatement de la communauté scientifique. Pourtant, le 10 juin, un décret voté par la Convention nationale transforme le Jardin du roi, qui datait de 1635, en Muséum d'histoire naturelle. Pourquoi cette spectaculaire décision, alors que le nouvel ordre républicain imposait sa loi, avec toute la brutalité des révolutions violentes ? En fait, le terrain était préparé depuis trois ans : un document intitulé *Adresses et projet de règlements présentés à l'Assemblée nationale par les officiers du Jardin des plantes et du*

Cabinet d'histoire naturelle avait été soumis sans succès aux suffrages des députés, le 20 août 1790. Ce projet était républicain et démocratique : égalité en droits et en salaires des douze professeurs (officiers), administration simple, surveillance fraternelle et réciproque, et élection annuelle d'un directeur, parmi les professeurs ; seules les finances étaient contrôlées par le ministre de l'Intérieur.

En juin 1793, une simple visite du conventionnel Joseph Lakanal au garde-démonstrateur du Cabinet d'histoire naturelle Louis Daubenton suffit à convaincre l'homme politique, qui fait voter le décret. Ernest-Théodore Hamy écrit, en 1893, dans un ouvrage qui célébrait le centenaire du Muséum : «Lakanal descend de la tribune, ayant assuré, presque par surprise, l'avenir des sciences naturelles dans notre pays.» Certes, le règlement proposé est assez démocratique pour convenir à la Convention, mais, surtout, le régime veut utiliser l'histoire naturelle pour instaurer un ordre moral révolutionnaire. Les citoyens sont encouragés à observer la nature : ainsi deviendront-ils plus sensibles, plus instruits et plus vertueux. Observer pour connaître, s'extasier sur les beautés de la nature était une conception déjà défendue par Jean-Baptiste de Lamarck. Il apparaît évident que le Jardin des plantes et le Muséum sont les lieux les mieux adaptés à cette transformation des esprits, et les professeurs les personnes les plus compétentes pour éduquer le public.

Havre de paix au sein d'une ville troublée par les émeutes, l'endroit présente les lois de la nature en action. Vulgariser la science, éduquer le peuple, c'est avant tout «montrer» les spécimens exposés dans les galeries et les animaux exotiques vivants, dans la ménagerie. C'est aussi mettre la nature en spectacle. En 1794, Maximilien Marie Isidore de Robespierre demande au peintre Jacques Louis David d'organiser les fêtes révolutionnaires. On célèbre le culte de l'être suprême et l'appropriation de la nature : «Le véritable prêtre de l'être suprême, c'est la nature, son temple l'univers, son culte la vérité, ses fêtes la joie d'un grand peuple assemblé pour nouer les doux nœuds de la Fraternité et vouer la mort des tyrans», s'écrit Robespierre dans un vibrant discours. On ne néglige ni la musique, ni les tableaux vivants, ni l'émotion dans ces grands rassemblements.

Alors, ce nouveau Muséum est-il vraiment un lieu préservé ? Ce serait trop beau : les professeurs ne pratiquent pas toujours cette fraternelle égalité annoncée dans les textes fondateurs. Les rivalités font rage sur le plan scientifique, mais aussi pour occuper le plus de place possible, en surface de laboratoires, appartements et salles

de présentation (le Jardin s'est agrandi en 1794). Les divergences entre Lamarck, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire et Georges Cuvier sont bien connues et ont dépassé les murs de l'établissement. Timidement le Consulat tente (sans y réussir) de nommer un directeur général du Muséum. Beaucoup plus tard, en 1849 et en 1858, le ministre de l'Instruction publique essaie de remettre de l'ordre dans l'administration quelque peu anarchique du Muséum. Deux commissions sont diligentées par le pouvoir central : elles veulent dissocier administration et science, et améliorer la «constitution» qui régit le Muséum. Peine perdue : les commissions échouent et les professeurs parviennent à défendre leurs prérogatives et leur pouvoir.

Au cours de ce premier siècle d'existence, les débats scientifiques ont d'abord porté sur la classification. Celle de Carl von Linné a ses adeptes, regroupés dans les sociétés linnéennes et, au Muséum, Antoine-Laurent de Jussieu propose la méthode naturelle, qui prend en compte beaucoup plus de caractères, pour déterminer les plantes, que son illustre devancier. La place de l'homme dans le règne animal est une question sensible, qui conduit aux débuts de l'anthropologie. La période coloniale pose le problème de la place du Jardin des plantes par rapport à l'agriculture et aux échanges commerciaux ; il y aura beaucoup de transferts de plantes entre les colonies et la France, d'essais d'acclimatation et de réimplantation dans d'autres pays défavorisés. Mentionnons aussi les difficiles rapports entre les disciplines traditionnelles, descriptives, et les nouvelles, expérimentales. Enfin les luttes entre les positions fixistes (les espèces sont immuables) de Cuvier et les idées transformistes de Lamarck et de Geoffroy Saint-Hilaire (les espèces évoluent) ont perduré après la disparition des chefs de file.

Le Muséum a rayonné dans le monde entier, par ses correspondants, ses étudiants et ses visiteurs, qui se sont inspirés de ses salles d'exposition pour créer d'autres muséums célèbres, tel le Hunterian Museum de Londres. Les étudiants étrangers qui ont diffusé les idées de Lamarck étaient préparés à recevoir la théorie darwinienne de l'évolution. En revanche, les rapports entre Darwin et le Muséum ont été limités, et plutôt froids. L'*Origine des espèces* (1859), envoyée à Alphonse Milne-Edwards, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (fils d'Étienne), Armand de Quatrefages et Joseph Decaisne, n'a pas obtenu l'adhésion escomptée. Le célèbre théoricien de l'évolution en sera mortifié.

On l'aura compris, l'épais volume (688 pages) intitulé *Le Muséum au*

premier siècle de son histoire est passionnant. Il s'agit d'un colloque international qui s'est tenu à Paris en juin 1993, à l'occasion du bicentenaire de la création du Muséum. De nombreuses communications dévoilent les petits et grands secrets de la vénérable institution, rendant hommage aux réussites, sans escamoter les problèmes. On remarquera la forte participation étrangère, avec deux tiers des communications, présentées par des spécialistes des États-Unis, du Canada, de Grande-Bretagne, d'Irlande, d'Italie, d'Espagne. Paul Lawrence Farber, de l'Université de l'Oregon, s'étonne que «le volume des travaux historiques soit nettement inférieur à ce qu'on pourrait espérer étant donné la richesse extraordinaire des archives existantes»...

Voilà une pierre dans notre Jardin des plantes !

Michèle FEBVRE

Physique

Arbres de pierre, la croissance fractale de la matière

Vincent Fleury. Éditions Flammarion, 1998.

Les pages roses du *Petit Larousse* ont popularisé l'adage *in cauda venenum* : placées à la fin d'une recension, les critiques faites à un ouvrage y apparaissent plus sévères. N'y cédon pas, puisque je veux surtout dire combien j'ai apprécié le livre de Vincent Fleury. Oui, mais alors, ces quelques points qui me chiffonnent ? Examinons-les d'emblée, afin de nous consacrer ensuite à des éloges.

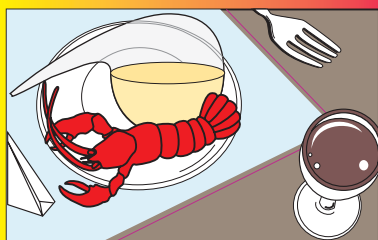
Je ne parviens pas à me faire à la désinvolture avec laquelle certains auteurs, pourtant excellents, traitent l'histoire de la chimie. Non, même si l'expression reflète bien sa pensée, Lavoisier n'a jamais prononcé ni écrit «rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme» (appel aux lecteurs : qui le premier a parlé de «loi de Lavoisier» à propos de cet aphorisme ?). Non, si Lavoisier a bien formalisé en chimie le principe de conservation de la matière, il n'a pas été le premier à l'énoncer : il avait été précédé, de 22 siècles, par Anaxagore de Clazomènes. Non, le chaud, le froid, le sec et l'humide ne sont pas les quatre *éléments* d'Aristote : ce sont les *qualités* qu'Aristote attribue aux quatre éléments

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 25 mars 1999.

FRANCE

info

d'Empédocle, que sont l'air, le feu, l'eau et la terre. Selon V. Fleury, il a fallu attendre Louis-Joseph Gay-Lussac et Humphry Davy (dont je ne connais pas les travaux dans ce domaine), pour voir étudier le classement des métaux dans une échelle de ce que l'on nomme aujourd'hui l'oxydoréduction. Pourtant, en 1717, dans la Question 31 de son *Optique*, Isaac Newton classait déjà le fer, le cuivre, le plomb, l'étain, l'argent et le mercure en utilisant un métal pour faire précipiter un autre métal qui se trouvait sous la forme d'un sel, réaction d'oxydoréduction qui est une des voies de la formation des arborescences dont nous sommes entretenus dans *Arbres de pierre*. Et c'est surtout le Suédois Jöns Jacob Berzelius qui, à l'aide d'une pile électrique, a classé en 1814 les 54 éléments alors connus selon leur électropositivité ou leur électronégativité (c'est lui qui introduisit ces termes).

J'arrête là mes critiques, en espérant sincèrement que ma cuistrerie n'a pas rebuté le lecteur, car il manquerait la belle histoire que nous raconte V. Fleury, celle de la matière arborescente, une forme répandue de la matière solide, que l'on rencontre dans les arbres, mais aussi dans les pierres, dans des métaux, des cellules vivantes, des amas de bactéries, dans les éclairs, dans les dépôts de givre... Le terme de dendrite s'est d'abord appliqué dans le règne minéral, puis son acception s'est étendue à toutes les formes arborescentes.

Le minéralogiste suisse Jean-Jacques Scheuchzer semble avoir été le premier à s'intéresser à leur formation, en 1709. Par une démarche expérimentale peu courante à l'époque, il réalise une expérience afin d'analyser une observation qu'il doit aux artisans qui polissent le marbre : si on place un liquide entre deux plaques et si on écarte ces plaques, l'air (ou un autre liquide) pénétrant entre les plaques construit naturellement une arborescence complexe.

L'auteur montre l'intérêt constant qu'ont suscité, jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, les «végétations chymiques» : le mot végétation est ici synonyme de dendrite métallique et rappelle les théories anciennes sur la croissance végétative des métaux ; l'«arbre de Diane», très présent dans les publications chimiques anciennes, désigne la belle structure arborescente d'argent métallique que l'on obtient quand on fait réagir un métal comme le mercure avec une solution d'un sel d'argent.

C'est en 1665 qu'Athanasius Kircher, jésuite allemand, polygraphe, sinologue et «théoricien d'à peu près tout», décrit ce qui constitue, selon l'auteur, la première représentation de croissance

chimique dendritique expérimentale, accompagnée de la description de neuf expériences permettant de réaliser des arborescences. Je regrette que V. Fleury n'ait pas donné quelques-unes des procédures expérimentales de A. Kircher, car il voit là l'«acte de naissance de la croissance fractale», trois siècles avant que ce concept n'apparaisse en physique ; il se déclare abasourdi d'avoir constaté que des expériences présentées comme originales, ces dernières années, avaient déjà été décrites et longuement étudiées au XVII^e siècle. La cause en est le succès de la cristallographie, qui a éclipsé l'étude des végétations chymiques, l'a fait disparaître de la mémoire scientifique.

V. Fleury impute très justement cette fâcheuse situation au désintérêt persistant pour l'histoire des sciences et des idées, alors que cette discipline devrait conserver vivante la trace des travaux qui n'ont pas abouti sur le moment. Revenons avec lui un peu plus d'histoire des sciences dans les programmes scolaires et l'enseignement de l'histoire des disciplines scientifiques dans le cursus universitaire.

Les structures arborescentes sont fractales : leur structure est inchangée, quelle que soit l'échelle. Ce sont d'ailleurs l'émergence et la percée du concept de fractalité, avec les travaux de Benoît Mandelbrot, en 1977, qui ont redonné vie à l'étude des structures arborescentes. Dans le chapitre joliment intitulé «La matière folle», l'auteur nous décrit deux processus physiques qui conduisent à des structures arborescentes. Nous laissons le lecteur profiter de la verve avec laquelle V. Fleury décrit l'«agrégation limitée par la diffusion» et le modèle informatique de la «marche des ivrognes», qui montre comment des structures arborescentes se forment dans des conditions qui reproduisent celles d'une interface solide-liquide ou solide-gaz. L'auteur souligne également que les cristaux réguliers apparaissent dans des conditions qui doivent être proches de l'équilibre, les structures fractales arborescentes se formant, elles, dans des conditions hors d'équilibre. Ainsi l'arborescence est-elle la forme naturelle de la matière solide.

Le rôle des dendrites est aujourd'hui étudié dans des conditions industrielles, telle la fabrication des accumulateurs au lithium-métal. Ici, comme dans d'autres exemples, le problème est d'éviter les dendrites qui, si elles sont agréables à regarder, nuisent au fonctionnement des accumulateurs.

C'est trop rapidement que nous évoquerons ici le chapitre consacré aux arborescences biologiques. Il est passionnant.