

égale à la pression atmosphérique normale, la densité volumique des molécules vaut environ $2,4 \times 10^{25}$ molécules par mètre cube. Une molécule parcourt alors en moyenne 0,08 micromètre entre deux chocs, soit 200 fois son diamètre. Leur vitesse moyenne étant d'environ 300 mètres par seconde, les molécules du gaz subissent environ quatre milliards de chocs par seconde!

RÉGIME HYDRODYNAMIQUE ET RÉGIME MOLÉCULAIRE

Ainsi, le comportement d'un gaz raréfié dépend de la «place» dont disposent ses molécules, de leur libre parcours moyen. Si ce dernier est très petit devant la taille de l'enceinte, une molécule interagit souvent avec ses congénères. Dans ce cas, les collisions uniformisent les propriétés du gaz. Ce dernier est alors dans un régime dit «hydrodynamique», car il se comporte comme un fluide homogène. Les collisions entre molécules (résultant de l'agitation thermique) l'emportent sur les autres phénomènes et confèrent au gaz une vitesse moyenne égale à la vitesse moyenne des molécules, comme dans un fluide. Les collisions intermoléculaires microscopiques engendrent la viscosité macroscopique du gaz, c'est-à-dire sa tendance à résister à l'écoulement, et à dissiper de l'énergie. Les interactions avec les parois, qui ne jouent qu'un rôle de confinement des molécules, sont peu nombreuses.

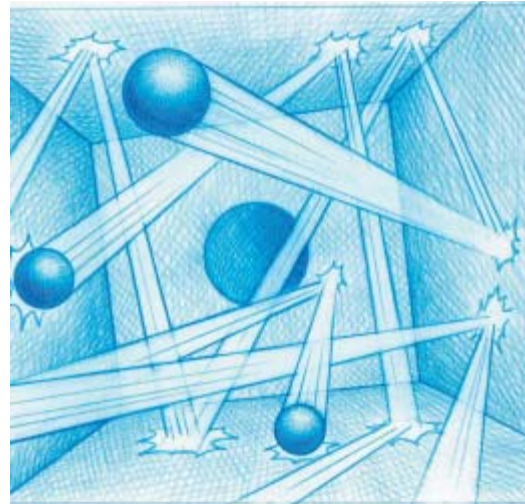
En revanche, quand le libre parcours moyen est supérieur à la taille de l'enceinte, une molécule rencontre peu ses semblables. Les molécules se déplacent

alors de paroi en paroi sans interagir entre elles et le gaz adopte un nouveau comportement : il est en «régime moléculaire». La pression où apparaît ce régime dépend de la taille de l'enceinte considérée. Ainsi, à température ambiante, le régime moléculaire survient dans un tube capillaire dont le diamètre intérieur vaut 10 micromètres et pour une pression de 100 pascals. Cette valeur, 1 000 fois inférieure à la pression atmosphérique normale, est facile à atteindre avec une pompe à palettes. En revanche, dans une enceinte de 10 centimètres de largeur, le régime moléculaire est atteint pour une pression égale à 0,08 pascal, qu'une pompe à palettes ne permet pas d'atteindre. La densité est alors d'environ 2×10^{19} molécules par mètre cube.

Cette valeur, ainsi que celles de la densité des molécules dans le meilleur des vides que l'on obtient en laboratoire restent énormes par rapport à celles qui règnent dans le milieu interstellaire. Ce dernier est plus vide que le meilleur vide que nous sachions réaliser. Dans un nuage interstellaire, le libre parcours moyen d'une molécule est proportionnel à l'inverse de la densité. Cette dernière varie beaucoup selon la température du nuage. Dans les nuages interstellaires froids (100 kelvins) au sein desquels les étoiles se forment, la densité est par exemple de 40 molécules par centimètre cube. Paradoxe apparent, les astrophysiciens considèrent qu'un tel nuage est en régime hydrodynamique! En effet, bien que les libres parcours moyens y soient gigantesques – quelques centaines de millions de kilomètres – ils restent très inférieurs aux tailles courantes des nuages interstellaires : elles se mesurent en millions de milliards de kilomètres.

LES LIMITES DU VIDE

Pourquoi le vide obtenu sur Terre est-il limité? D'abord en raison de diverses contraintes mécaniques, notamment des fuites aux joints (de l'air pénètre dans l'enceinte de la pompe, où la pression est inférieure à la pression atmosphérique) ou encore d'une étanchéité médiocre de ces joints qui s'«usent». En régime hydrodynamique, les molécules s'écoulent dans le tuyau. En revanche, quand les molécules se réfléchissent sur les parois, la situation change : au lieu de rebondir comme une balle sur un mur, une molécule qui rencontre une paroi, y adhère un instant, puis repart dans une direction quelconque. Dû aux forces attractives de Van der Waals, ce phénomène a des consé-



En régime moléculaire, le libre parcours moyen des molécules est supérieur à la taille de l'enceinte. Dans un tel régime, les seules interactions ont lieu avec les parois.

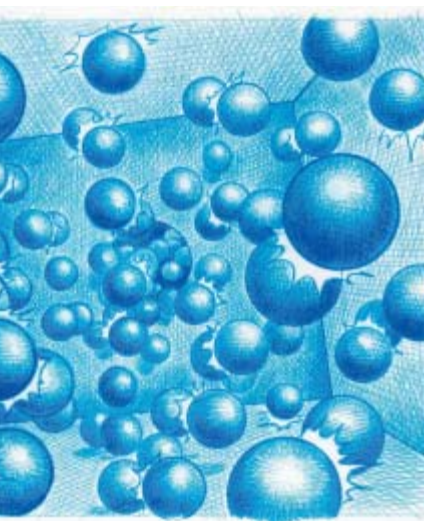
quences étonnantes. Une molécule qui arrive sur une paroi avec une incidence de 30 degrés peut repartir vers l'avant en rasant la paroi, dans la direction perpendiculaire, ou encore vers l'arrière! Pour qu'elle sorte de l'enceinte, une molécule doit avoir une vitesse dirigée dans l'axe du tuyau. Toutefois, même quand elle a atteint le tuyau, elle peut y stagner, car sa direction change après chaque choc sur la paroi. Elle peut même repartir vers l'enceinte à vider! C'est pour cette raison que l'on doit impérativement utiliser des tuyaux courts et de gros diamètre pour réaliser des vides moléculaires. Les effets pernicioeux des rebonds sur les parois du tuyau sont alors réduits au maximum.

Toutefois, ces effets de parois ne sont pas rédhibitoires. Ils peuvent même favoriser la réalisation du vide, si l'on sait les exploiter. Plus la température de la paroi est faible et plus les molécules y restent collées longtemps. Elles peuvent même y rester quasi indéfiniment quand cette température est inférieure à la température de liquéfaction du gaz, voire à celle de sa solidification. Dans ce cas, c'est la paroi elle-même qui sert de pompe (de piège) pour améliorer le vide une fois que l'essentiel des molécules a été enlevé : aucune des molécules qui la frappe ne retourne dans l'enceinte. Un écran refroidi à la température de l'hélium liquide (4 kelvins) collecte ainsi toutes les molécules d'air contenues dans une enceinte. Une habile façon de tirer parti d'un inconvénient!

Roland LEHOUCQ est astrophysicien au Service d'astrophysique du CEA. **Jean-Michel COURTY** est chargé de recherche au CNRS et travaille au Laboratoire Kastler-Brossel (CNRS, ENS, IPMC).

Aimé RICHARDT et **Isabelle RICHARDT**, *La Technique du vide*, Éditions IN FINE, 1998.

Guy ROMMEL, *Notions de base en technique du vide*, Éditions SFV, 1995.



En régime hydrodynamique, le libre parcours moyen, c'est-à-dire la distance parcourue par une molécule entre deux chocs avec ses semblables, est inférieur à la taille de l'enceinte. Dans un tel régime, le gaz se comporte comme un fluide et s'écoule sans interagir (ou quasiment) avec les parois.

Biologie

La symbiose. Structures et fonctions. Rôle écologique et évolutif

Marc-André Selosse, Vuibert, 2000
(154 pages, 139 francs)

La vie harmonieuse à deux (précisons : deux individus d'espèces différentes) a complètement changé de statut au cours des dernières années. Dans un passé proche, les mots «symbiose» ou «mutualisme» évoquaient des associations, telle celle du bernard-l'hermite et de son anémone de mer, pittoresques certes et qui posaient des problèmes d'évolution et de comportements passionnants, mais de peu de conséquences sur le monde vivant pris dans son ensemble. Les choses ont bien changé depuis qu'une vieille hypothèse, presque abandonnée dans les années 1950, a été remise au goût du jour, sous l'impulsion de l'Américaine Lynn Margulis, et s'est révélée exacte : la cellule eucaryote moderne, pierre d'angle de l'évolution des orga-

nismes pluricellulaires, est le résultat d'une symbiose. Chacune de nos cellules est un être double (voire multiple), qui résulte d'un mariage contracté il y a quelque deux milliards d'années entre deux cellules pour former l'ancêtre commun à la quasi-totalité des végétaux, champignons et animaux.

Peu de biologistes doutent aujourd'hui que les mitochondries, mais également les plastides des végétaux et probablement aussi d'autres «organites», tels les peroxysomes (des vésicules qui contiennent des peroxydases intervenant dans l'oxydation de certains substrats) et les flagelles, résultent de ce que l'on nomme des endosymbioses. Les premières cellules eucaryotes (c'est-à-dire possédant un vrai noyau abritant les molécules d'ADN) se seraient associées avec des procaryotes. Les conséquences de ce mariage ont été immenses ! Mariage ne signifie d'ailleurs pas que cette vie à deux ait été totalement harmonieuse, car le vieux couple cellule eucaryote/mitochondries n'est pas exempt de conflits qui font les délices des généticiens. De bon gré ou non, les mitochondries et les plastides ont cédé une part importante de leur information génétique de base au noyau, tandis qu'une autre partie, de plus grandes dimensions encore, était perdue. L'association a été cependant bénéfique pour tout le monde. Par exemple, la cellule moderne ne «respire» de manière efficace que grâce à ses mitochondries, et les mitochondries semblent s'être fort bien accommodées de leur prison.

Le livre de Marc-André Selosse nous parle des symbioses. Il en dresse un panorama très vaste, qu'il s'agisse des lichens, des mycorhizes (des associations entre des champignons et des arbres ou arbustes) qui entourent les racines des plantes, des nodosités fixatrices d'azote, des algues intracellulaires qui nourrissent les coraux, ou encore des plasmides qui confèrent d'étonnantes propriétés aux bactéries. Il insiste moins sur d'autres types de symbioses comme le transport du pollen par les insectes. Principalement destiné, par son niveau et sa précision, à des étudiants en biologie, cet ouvrage est écrit dans un style clair qui le rend tout de même abordable à des lecteurs moins avertis.

Ce qui ne gâte rien, il est remarquablement à jour. Comme l'indique le sous-titre «Structures et fonctions. Rôle écologique et évolutif», il dépasse largement les aspects descriptifs des associations symbiotiques pour exposer leur mode de fonctionnement, expliquer en quoi consistent les «bénéfices réciproques», montrer comment la sélection naturelle opère sur les êtres doubles ou multiples, et surtout quel rôle la symbiose a joué dans l'évolution. La présentation du livre est quelquefois un peu déroutante (il y a 38 encadrés qui occupent presque le tiers de l'ouvrage), mais cette remarque est mineure.

Jusqu'à ce jour, le public français n'avait à sa disposition sur la symbiose dans son ensemble que des ouvrages en langue anglaise, comme *Symbiotic Interactions* d'A. Douglas et *The biology of Symbiosis* de D. Smith et A. Douglas. Le livre de Marc-André Selosse comble cette lacune.

Claude COMBES,
Laboratoire de biologie animale (CNRS,
Université de Perpignan).

Exploration

Chercheurs de météorites

Françoise et Michel Franco.
Cherche-Midi éditeur, 2001 (238 pages,
120 francs).

Chercheurs de météorites est un véritable roman d'aventures dans lequel les auteurs, Françoise et Michel Franco, nous montrent combien la quête de ces objets extraterrestres reste difficile. Un jour, par exemple, dans une zone du désert où il ne pleut, paraît-il, qu'une fois tous les 15 ans, ils sont restés bloqués plusieurs jours par la pluie, sans tente, ni couverture... Au-delà des anecdotes des expéditions, les auteurs décrivent avec précision leur technique de prospection. Ils roulent très lentement avec leur 4 x 4 archaïque, et scrutent les paléosols par la fenêtre, ou carrément sur le toit, pour repérer «LA» pierre qui dépasse dans l'océan minéral. Ils prospectent aussi avec des aimants (prélevés sur des placards de cuisine), qui représentent pour le chasseur de météorites, ce que le stylo est pour l'écrivain.

Il tombe environ 100 000 tonnes de météorites chaque année. Malheureusement, 90 pour cent d'entre elles ne seront jamais découvertes, car leur masse



H. Spencer, Photo Researchers, Inc.

Cette plante (pois) nourrit des bactéries, qui s'abritent dans ses racines (dans les nodosités). En échange, les bactéries convertissent l'azote atmosphérique en une forme utilisable par la plante.

est inférieure au gramme. Seules 500 météorites de plus de 200 grammes arrivent à la surface du globe. Comme les océans en recouvrent les trois cinquièmes et que les lieux désertiques sont vastes, on n'a guère retrouvé que 20 météorites par an en moyenne pendant les deux derniers siècles. Cependant, depuis quelques années, les trouvailles se sont multipliées dans l'Antarctique et dans les déserts. Les météorites n'y tombent pas en plus grand nombre qu'ailleurs, mais on peut les repérer plus facilement.

Près de 85 pour cent des météorites sont des chondrites ordinaires, constituées de petits grains de fer et de nickel noyés dans une matrice de silice, et de petites billes de silicate appelés chondres. Ces chondres n'existent plus dans les roches terrestres. Si l'on broie une chondrite et que l'on approche un aimant de la poudre obtenue, on obtient deux tas. Le premier n'est pas magnétisé : sa composition est très proche d'une périclase terrestre, qui compose la croûte de notre Terre. Le second est un mélange magnétique de fer et de nickel, comme le noyau de notre planète. Environ sept pour cent des météorites sont des sidérites, constituées de métal pur et parfois quelques silicates ou quelques sulfures, qui attirent également les aimants.

Si vous envisagez de partir «chasser» les météorites, servez-vous de cet ouvrage pour assimiler les notions de base : comment reconnaître les météorites classiques, par exemple. Outre l'attraction par l'aimant, la croûte de fusion est caractéristique de leur passage à travers l'atmosphère. Presque toutes les météorites pénètrent en effet dans la haute stratosphère à des vitesses de l'ordre de 20 kilomètres par seconde, et leur périphérie s'échauffe à des milliers de degrés. Cependant, comme le rappellent Françoise et Michel, un chercheur de météorites ne se satisfait rapidement plus des chondrites et va traquer les très rares achondrites. On a retrouvé 20 achondrites d'origine lunaire et 20 autres qui proviendraient de la planète Mars, mais, sans échantillons de référence, on ne peut pas l'affirmer avec certitude.

Cet ouvrage est presque un livre historique : la chasse aux météorites est devenue la ruée vers l'or de la fin de XX^e siècle et du début du XXI^e siècle. Michel et Françoise Franco furent des pionniers en Libye, voilà déjà 15 ans. En France, à cette époque, nous étions quatre ou cinq à «chasser» les météorites, mais actuellement, dans ma galerie de l'île Saint-Louis, 15 à 20 personnes passent chaque semaine pour me demander d'expertiser des échantillons.

Musée d'histoire naturelle de Vienne



La météorite de Hraschina, découverte en Croatie en 1751, pèse 40 kilogrammes. Elle est de type sidérite (métallique).

Un seul pour mille est vraiment une météorite.

Depuis dix ans, le Maroc est devenu le paradis des chasseurs de météorites. Au Sud d'une ligne Ouarzazate-Errachidia, presque toute la population possède un aimant et sillonne le désert. À cette époque, quand j'y voyageais à la recherche de fossiles, Ahmed, un personnage hors du commun, était souvent mon guide. Un jour, en fin de soirée, alors que nous étions réunis pour boire le thé, un Berbère a déroulé un sac qui contenait une météorite métallique. C'était la première météorite trouvée dans le grand Sud marocain. Après quelques heures de palabres, je l'ai acquise et j'ai chargé Ahmed de vérifier s'il n'y en avait pas d'autres, par hasard, autour du lieu de la trouvaille. Trente kilogrammes furent retrouvés le mois suivant ! Ahmed est aussi au centre d'une belle découverte : en janvier 2001, il a eu la chance de posséder une magnifique météorite d'origine lunaire de 1 100 grammes. Un Américain l'a achetée avec plusieurs personnes, et cette fabuleuse pierre a été coupée en tranches. Cette histoire soulève la question du traitement des météorites. Oui, comme les auteurs le soutiennent, les météorites doivent être conservées avec soin, car, même si on en trouve beaucoup, elles ne poussent pas comme des champignons. Il faudra attendre des millénaires pour reconstituer les récoltes actuelles. Aussi, si l'aventure vous tente, dépêchez-vous et respectez ces pierres. N'oubliez pas que l'aventure se trouve parfois au coin de la rue : les bordures des champs, les moraines glaciaires peuvent cacher des «cailloux» extra-terrestres.

Alain CARION

Technologie

Les Nouveaux Frankenstein. Quand la science nous trahit

Harry Collins et Trevor Pinch.
Éditions Flammarion, 2001
(224 pages, 139 francs).

Ce livre, écrit par deux universitaires, explore les dessous de la technologie. Il met en lumière, à l'aide de huit affaires bien choisies, les controverses auxquelles donnent lieu les nouveautés techniques et, à travers les échecs de ces dernières, il analyse leurs performances. Il illustre la prudence dont il faudrait faire preuve lorsque l'on fait appel à la compétence des experts. Cet ouvrage nous incite à garder un regard critique. Bien que toutes les affaires relatives se soient déroulées dans un environnement anglo-saxon, les analyses développées dans cet ouvrage sont généralisables à d'autres cultures.

Parmi les affaires, l'explosion de la navette spatiale *Challenger* lors de son lancement en 1986 pose la question de l'évaluation des risques inhérents à toute aventure technologique de cette envergure. Un paramètre inattendu ou sous-estimé (l'action du froid sur les joints plastiques toriques des boosters) a ainsi transformé un lancement en catastrophe. Cet exemple est typique de la «rétrogression expérimentale», c'est-à-dire de la difficulté à concevoir des essais adaptés à ce que l'on veut mesurer. En effet : que mesurer ? Une telle tâche suppose que le concepteur possède la compétence pour tout évaluer ; or, cette compétence ne peut être jugée qu'à travers le résultat obtenu. C'est ce que l'on appelle aussi un cercle vicieux.

Autre sujet abordé : l'origine du pétrole est-elle biologique (théorie majoritairement admise) ou abiologique (théorie de Gold) ? Controverse passionnante, où l'on retrouve la difficulté à imaginer une expérience décisive, qui permettrait ici de prouver une théorie (et d'en invalider une autre). D'autres exemples de controverses virulentes, telles l'affaire de la mémoire de l'eau ou celle de la fusion froide, ne sont, quoi que l'on en dise, pas encore réglées, car on manque d'expériences définitivement concluantes.

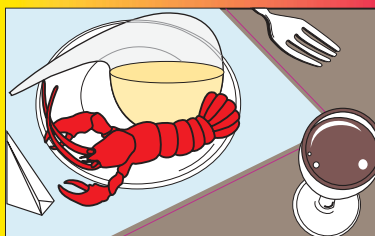
Les sciences économiques sont un autre domaine rêvé où modèle mathématique et réalité, argument et preuve, erreur et certitude, avis d'experts et décision politique se télescopent joyeusement. Les responsables politiques, à qui incombe la responsabilité morale des décisions, sont fustigés, eux qui ont un

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 24 mai 2001.



peu trop tendance, lorsque les choses tournent mal, à se défaire sur les scientifiques et sur l'expertise desquels ils s'appuient. Ce chapitre, où certains passages frisent l'ironie ou le comique, est un assez bel exemple d'humour anglais, et certains comportements des politiques épinglés ici ne sont pas sans rappeler les affaires du sang contaminé ou de l'encéphalite spongiforme bovine.

Au-delà des difficultés inhérentes à la technologie, des relations alambiquées entre science et politique, cet ouvrage replace les citoyens au cœur des débats. Par exemple, l'affaire de la contamination radioactive des moutons anglais au moment de l'accident de Tchernobyl montre que les doutes des éleveurs (des profanes en matière nucléaire) envers les méthodes des scientifiques entraînent leur méfiance vis-à-vis de la version officielle. La sagacité des profanes permet à cette occasion d'exhumer une affaire de contamination radioactive qui s'était produite presque trente ans auparavant dans une centrale nucléaire de la région (Sellafield) et qui avait été totalement étouffée par le pouvoir politique. De telles censures sont dangereuses et risquent d'engendrer un divorce entre la population, les scientifiques et les politiques, voire une déstabilisation des institutions politiques elles-mêmes.

Enfin, le livre développe l'histoire du SIDA aux États-Unis, qui constitue une leçon de sociologie appliquée. La complexification croissante du monde, des relations sociales et l'autonomisation croissante des acteurs sociaux, est capable de faire voler en éclats bon nombre de rigidités qui s'opposent aux découvertes scientifiques et au progrès. Cette histoire illustre bien que le moteur des nombreuses innovations radicales réside dans la capacité de certains à prendre des risques, à essayer des solutions que personne n'avait jamais osé mettre en œuvre auparavant. Il souligne aussi combien les compétences acquises par des profanes ou des novices, qui y trouvent en général un intérêt (personnel ou de groupe), sont importantes. Cela corrobore l'observation que les innovations majeures sont les plus nombreuses en période de crise économique. D'où la pertinence de cette remarque : «La science n'est pas uniquement réservée aux scientifiques.»

En définitive, un bon livre, à dévorer comme un roman, destiné à ceux qui rejettent la dictature de la pensée prête à l'emploi telle qu'elle nous est trop souvent délivrée par les experts de tout poil ; un petit ouvrage qui n'a d'autre prétention que de nous faire réfléchir pour nous apprendre à marcher et à penser... hors des sentiers battus.

Elio FLESIA, Centre de recherche
rétrospective de Marseille

Muséologie

La muséologie des sciences et ses publics : regards croisés sur la Grande Galerie de l'évolution du Muséum national d'histoire naturelle

Jacqueline Eidelman et Michel Van Praët,
Presses universitaires de France,
1999 (352 pages, 149 francs).

Après cinq années de fonctionnement, l'équipe qui a mené à bien la refondation de la Grande Galerie de l'évolution au Muséum national d'histoire naturelle fait le point, sans fard ni complaisance, mais avec rigueur et enthousiasme, sur l'aventure qui a permis le réveil de la «Belle endormie» qu'était devenue la galerie de zoologie du Muséum. Depuis quelques années, les musées ont délibérément mis le visiteur au centre de leurs préoccupations, et les études menées depuis le début du projet de rénovation de la Grande Galerie ont visé à analyser et à comprendre les comportements des publics, pour orienter les nouvelles présentations vers une plus grande accessibilité.

L'état des lieux que nous livre l'ouvrage dirigé par Michel Van Praët et Jacqueline Eidelman, occupe un terrain bien plus large que les seules limites du Jardin des plantes. Les courants de la muséologie d'aujourd'hui – notamment de la muséologie scientifique, pionnière en la matière – y sont rappelés en détail. Leurs conclusions vont à présent permettre à tous les concepteurs et responsables de musées de mieux adapter leurs présentations aux publics, anciens et nouveaux.

Pendant ces mêmes années, avec un léger décalage dans le temps, le Musée des arts et métiers préparait sa propre rénovation, avec un œil curieux et attentif tourné vers les équipes du Muséum, nanties d'une expérience pratique bien plus conséquente. Dès 1990, le Musée des arts et métiers s'est également engagé dans l'évaluation de ses publics et dans des tests des futures présentations. Cette démarche a démarré avec l'exposition *De la machine de Pascal à l'ordinateur, 350 ans d'informatique* (1990), et s'est poursuivie par une étude sur les représentations des publics menée selon un méthode



MHN-Laurent Bessol

Cinq ans après la réouverture de la Grande Galerie de l'évolution, les refondateurs du Muséum nous font partager leur réflexion sur la muséologie.

originale : munis d'un polaroid, les visiteurs photographiaient dans le musée ce qui les avait marqués. Cette étude a notamment montré que l'ancien nom de «Musée des arts et métiers» était beaucoup plus fidèle à l'esprit du lieu que celui de «Musée national des techniques». Comme on le voit dans cet ouvrage, aucun terme n'est innocent dans la dénomination d'un tel lieu. Les textes présentés aux visiteurs font d'ailleurs l'objet d'un travail de fond pour critiquer et peaufiner chaque mot. Enfin, deux évaluations sur les expositions *L'Homme machine* (1994) et *La Mécanique au temps des automates* (au Palais de la découverte, 1998) ont permis de tester plusieurs dispositifs muséographiques aujourd'hui mis en œuvre, tel le «théâtre des automates», où un animateur présente les automates en fonctionnement au public, rassemblé dans un petit théâtre.

L'une des conclusions des études rassemblées dans cet ouvrage est la part des publics familiaux. On a longtemps limité les études des publics au dénombrement des visiteurs, en termes d'âges et de catégories socio-professionnelles. On voit très clairement ici l'importance sociale et éducative du musée dans le cadre de la sphère familiale, en tant que médiation entre adultes et jeunes, et non seulement entre objets et visiteurs. Au Musée des arts et métiers, le public, assis sur de confortables banquettes de cuir, peut consulter des albums interactifs, qui jouent un rôle essentiel de transmission entre générations, et cela dans les deux sens.

Si la nécessité d'un travail d'équipe apparaît clairement dans le livre, il subsiste un aspect caché : le travail obscur, parfois solitaire et réalisé dans l'urgence, du concepteur – muséologue, conservateur, auteur... – qui le conduit à des sélections souvent douloureuses pour mettre en avant tel thème, tel objet, tel

personnage, et donc pour reléguer dans les réserves tel autre, qu'il sait pourtant, par certains côtés, aussi important. La réalisation d'un musée est une suite de choix, dans lesquels interviennent les études de publics, mais aussi les contraintes matérielles des maîtres d'œuvre, ainsi que les attentes des anciens amoureux du musée ; ceux-ci ne verront souvent que les trois objets qui leur manquent, quand trois cents autres seront revenus sur le devant de la scène.

Bruno JACOMY,
Musée des arts et métiers.

Histoire des sciences

Une histoire de la physique, sans les équations

Jean-Pierre Maury. Éditions Vuibert, 2000 (230 pages, 199 francs).

L'histoire des sciences est une auberge espagnole. Il y a d'abord une histoire des sciences tatillonne, discipline universitaire dont la beauté est presque réservée à l'élite qui la pratique, et qui ne conviendra jamais au grand public. Cette recherche de vérité et de connaissance est indispensable, car elle constitue le socle sur lequel se bâtit une histoire des sciences plus aimable, l'histoire des sciences pour tous, celle qui, même quand elle n'est pas hagiographique, se fait racoleuse, ne cessant de vouloir émerveiller ceux à qui elle parle. Elle n'est pas nécessairement fautive, imprécise, et a parfois su attirer les jeunes vers les sciences.

Il y a quelques années, après son histoire des trois premières minutes de l'Univers, le physicien Steven Weinberg avait livré une remarquable histoire de la physique (*Les particules subatomiques*, Éditions *Pour la Science*), un grand beau livre illustré, dont les annexes livraient les rudiments formels des résultats présentés. Le livre de Jean-Pierre Maury est dans cette veine, bien qu'il se réduise à du texte (l'ouvrage comporte seulement quelques portraits de savants).

Le titre mentionne l'absence d'équations, mais ce n'est pas la principale qualité du livre, et ce n'était pas, me semble-t-il, la principale difficulté de l'exercice. Michael Faraday, par exemple, a beaucoup contribué à l'exploration de l'électromagnétisme,

alors qu'il n'avait que des rudiments mathématiques, et de bons physiciens modernes, à la suite de Richard Feynmann, se sont fait une spécialité d'expliquer la physique «avec les mains», sans équation.

Non, l'une des difficultés était de conserver une impartialité nationaliste qui ne fasse pas paraître trop «française» la physique jusqu'au XX^e siècle, qui sache admirer les savants anglais même quand leurs travaux ont concurrencé ceux des savants français et qui sache aussi admirer les savants allemands. L'exercice était épineux, car bien des auteurs ont attribué les mérites des découvertes aux auteurs qu'ils connaissaient le mieux, ceux dont les noms ont été donnés aux rues, ceux dont les bustes peuplent les squares. Ici, le texte est objectif : la même admiration se porte sur tous ceux qui, géants ou nains juchés sur les épaules des géants, ont contribué à construire cette discipline qu'est la physique.

Le contenu de l'ouvrage ne surprendra pas (il ne le pouvait pas) ceux qui ont suivi des cours de physique, même élémentaire : l'auteur file et tisse une histoire de la thermodynamique, une histoire de l'électricité, une histoire du magnétisme, une histoire de l'optique... Toutefois, même les physiciens avertis apprécieront ce livre, notamment parce que, grâce à sa bonne maîtrise de la physique, J.-P. Maury a évité une difficulté qui n'épargne que rarement les historiens insuffisamment formés à la science : il est très rarement obscur. Écrit dans une langue vive et claire, son texte contient juste assez d'anecdotes pour enthousiasmer des jeunes (et des moins jeunes), sans tomber dans une histoire anecdotique de la science. Les faits sont donnés, les courants sont brossés, les grandes idées sont présentées. Bien sûr, l'auteur se laisse aller à un peu d'«épithétisme», et l'adverbe fleurit dans ses phrases, mais après tout, si les oranges sont belles et bon marché, pourquoi ne pas le dire ?

Des mots, élevons-nous rapidement aux concepts. Là encore, l'auteur mérite des éloges, car il ne s'est pas limité à la description des seules avancées : malgré la brièveté du document, il présente souvent les hypothèses concurrentes, avec lesquelles les physiciens ont cherché à expliquer leurs observations. On a souvent dit que l'histoire des sciences devrait être une introduction à la science elle-même. Jamais cela n'a été aussi vrai. Avoir ce livre pour manuel : quel rêve, pour un étudiant ! Il lui restera alors à se plonger dans des traités, dont on espère qu'ils sauront ne pas éteindre un enthousiasme si bien éveillé.

Hervé THIS

POUR LA SCIENCE

8, rue Férou 75278 PARIS CEDEX 06
Tél : 01-55-42-84-00
www.pourlascience.com
Commande de dossiers ou de magazines :
01-55-42-84-05

POUR LA SCIENCE Directeur de la rédaction : Philippe Boulanger. Françoise Cinotti (Rédactrice en chef), Philippe Pajot, Loïc Mangin, Claire Le Poulennec, François Savatier, Laurence Plévert, Marie-Neige Cordonnier, Xavier Muller (Rédacteurs). Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenot, Céline Lapert, Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault. 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 : Flo-ryse Grimaud, assistée de Isabelle Huet. Directeur de la publication et Gérant : Olivier Brossollet. Conseiller scientifique : Hervé This.

Ont également collaboré à ce numéro : Pierre Cartier, Stéphane Cordier, Bettina Debù, Paul Decaix, Marie-Pierre Douin, Charlotte Guénard, Élodie Hardouin, Louis d'Hendecourt, Évelyne Host-Platret, Ivan Ineich, Marie-Thérèse Landousy, Fabien Malbet, Joël Martin (Pour le n° 282), Claude Olivier, Christophe Pichon, Didier Trotier.

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 Griesebach. 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 adressés 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

Histoire naturelle

Nature vive

Muséum national d'histoire naturelle et Éditions Nathan, 2000
(136 pages, 135 francs).

La couverture intrigue : un morceau de bois ressemble à un homme exalté et en marche. Le titre surprend : «Nature vive». Est-ce l'antithèse de «nature morte» ou la prière, le souhait, l'injonction pour que la Nature vive ?

Éveiller la curiosité, c'est déjà enclencher la réflexion, ce qui est le propos du livre. Les rapports entre l'homme et la nature sont émotionnels : tour à tour l'hostilité, la peur, l'amour-passion, la nostalgie, mais jamais l'indifférence. La nature dispense des ressources inépuisables, ou bien elle est massacrée, pillée, souillée, en danger.

On l'a compris, les interrogations sont multiples, de la recherche du paradis perdu, le regret d'une sauvagerie originelle, jusqu'à la nature aménagée ou magnifiée. Cet ouvrage collectif, dont les auteurs sont professeurs ou chercheurs au Muséum national d'histoire naturelle entre autres lieux, est l'occasion d'une lecture-promenade, au parcours apparemment désordonné et dont la logique apparaît au fil des pages, comme un paysage se découvre.

Parfois une interrogation s'impose. Pourquoi les hommes préhistoriques, immergés dans la nature, ne l'ont-ils jamais représentée ? L'art rupestre ou pariétal abonde en représentations animalières fidèles, mais cette faune flotte dans un espace imaginaire. Vivre dans une nature bien réelle et construire une culture qui s'en affranchit, voilà une question qui ne quitte plus celui qui la rencontre.

Selon le philosophe britannique Francis Bacon (1561-1626) et selon René Descartes (1596-1650), la nature était l'œuvre de Dieu, mais les hommes ont cherché à la maîtriser et à l'asservir par les sciences et par les techniques. C'est, pour le premier, une façon de retrouver la plénitude des origines, et pour le second une façon d'échapper à la malédiction divine.

Lorsque l'aspect religieux disparaît, seule demeure la supériorité des tech-

niques, et c'est l'exploitation de la nature jusqu'au mépris. Lorsque l'erreur devient flagrante et que les ressources naturelles s'épuisent, une gestion plus raisonnable s'impose. Le naturaliste suédois Carl von Linné (1707-1778) avait déjà réfléchi à l'«équilibre de la nature» et compris toute l'importance des relations entre les espèces. Certes, pour lui, l'équilibre était d'ordre divin, mais sa réflexion était très «écologique», prônant la biodiversité avant l'heure. En revanche, la révolution industrielle brouilla les idées d'Auguste Comte (1798-1857), puisqu'il proposa d'«éliminer systématiquement toutes les espèces animales et végétales n'ayant pas d'utilité pour les hommes». Il y a eu du progrès : malgré les désaccords entre les participants de la Conférence de Rio, tous auraient été révoltés !

L'art des jardins a aménagé, redessiné, esthétisé la nature :

André Le Nôtre (1613-1700) la met en ordre,

comme un architecte, les Anglais privilégient le plaisir des sens. Au-

jourd'hui la nature devient un par-

cours initiatique, un spectacle, de

l'art *in situ*. En

1960, naît le

mouvement de

l'«Earth art» (l'Art

de la Terre) : l'artiste

Michael Heizer utilise

les vastes espaces pour

présenter des œuvres

monumentales

construites et s'em-

pare du Nevada, et

Christo transfigure

des falaises, des

collines ou des

îles, en les embal-

lant ou en les dra-

pant. Plus récent, le

«Land Art» (l'Art du

pays) se veut plus

discret : les œuvres

sont éphémères et bricolées sur place, avec des pierres et du bois. C'est le retour au «beau naturel».

L'opus n'est pas un catalogue, mais il enrichit et prolonge une exposition qui se tient à la Grande Galerie de l'Évolution du Muséum de Paris, jusqu'au 17 septembre 2001 : cette habitude éditoriale du Muséum est toujours une réussite.

Michèle FEBVRE

