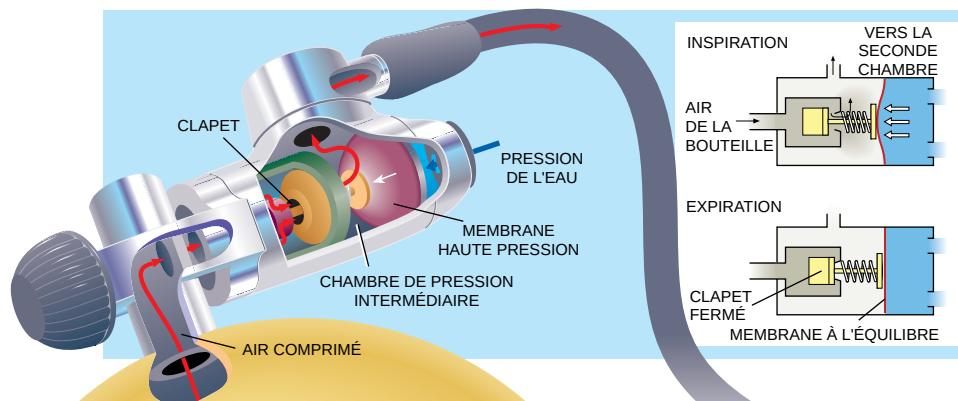
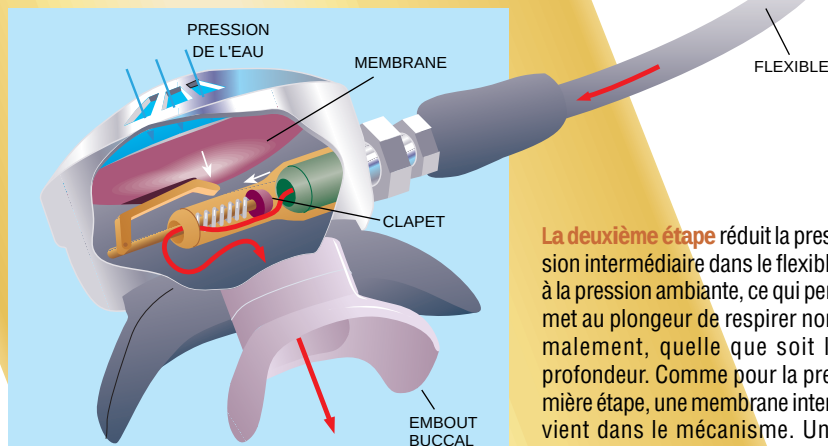


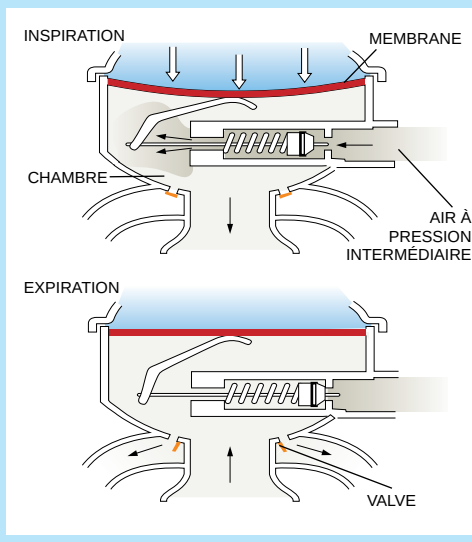
Le détendeur



Au cours de la première étape, l'air passe d'une pression de 200 bars, dans la bouteille, à une pression intermédiaire, dans le flexible et dans la première chambre, de 7 à 10 bars supérieure à la pression hydrostatique ambiante. Plusieurs dispositifs sont disponibles ; le plus performant est sans doute celui de la membrane compensée. Chaque fois que le plongeur respire, la pression chute dans le flexible et dans la chambre de pression intermédiaire ; la membrane haute pression, poussée par la pression de l'eau, s'incurve vers l'intérieur, ce qui ouvre un clapet, qui laisse passer de l'air de la bouteille dans la chambre. Quand la pression de l'air est suffisante, la membrane retrouve sa forme initiale, le clapet se ferme.



La deuxième étape réduit la pression intermédiaire dans le flexible à la pression ambiante, ce qui permet au plongeur de respirer normalement, quelle que soit la profondeur. Comme pour la première étape, une membrane intervient dans le mécanisme. Une inspiration par l'embout buccal incurve la membrane vers l'intérieur, ce qui laisse passer de l'air à pression intermédiaire. Ainsi, lorsque le plongeur inspire, il aspire l'air contenu dans la deuxième chambre, qui est à la pression ambiante (voir le schéma inférieur) : la dépression ouvre le clapet, le petit volume d'air contenu dans le flexible et dans la première chambre (à pression intermédiaire) s'engouffre et se détend dans la deuxième chambre, puis est inspiré. Simultanément, la dépression que ce flux d'air produit dans la première chambre ouvre le clapet, et de l'air à haute pression s'y engouffre (voir le schéma supérieur).



L'invention du détendeur, qui relie une bouteille d'air comprimé à un embout buccal, est la clé de l'univers sous-marin. Simple en apparence, ce dispositif permet à n'importe qui de voir ce que nos ancêtres imaginaient seulement. Naguère mystérieux et sombre, le monde sous-marin est aujourd'hui connu de tous.

Grâce aux détendeurs, les plongeurs respirent sous l'eau un gaz dont la pression est exactement égale à la pression de l'eau où ils se trouvent, quelle que soit la profondeur.

La décompression s'effectue en deux temps. Premièrement, la pression est réduite de 200 bars (soit 200 fois la pression de l'air au niveau de la mer) à une pression supérieure de 7 à 10 bars à la pression ambiante, variable selon la profondeur. Au cours de la seconde étape, la pression est ajustée à la pression ambiante.

Le détendeur est né en 1872 : le Français Louis Denayrouse dépose un brevet pour l'aérophore, un appareil de respiration dans les milieux irrespirables et détonants. Destinée aux mineurs de fond, l'invention sera perfectionnée par Yves Le Prieur en 1926, mais elle ne quittera pas les bassins d'expérimentations. En 1943, Jacques-Yves Cousteau et Émile Gagnan mettent au point un modèle qui sera commercialisé, en France, en 1945, par la Société *Spirotechnique* : le CG 45. Le détendeur ne sera disponible aux États-Unis qu'en 1953, lorsque les Sociétés *Dacor* et *U.S. Divers* commercialiseront leurs modèles C1 et *Aqua-Lung*.

Jusqu'en 1961, seul le système à un étage existait : une seule chambre de décompression était reliée à deux flexibles, l'un pour inspirer, l'autre pour souffler. Il a été remplacé par le système à deux étages, c'est-à-dire à deux chambres et à un seul flexible : l'air s'échappe alors par deux orifices, les déflecteurs situés près de l'embout buccal. À la fin des années 1970, le caoutchouc naturel et le cuivre de certaines pièces ont été remplacés par des matériaux synthétiques plus performants et plus résistants. On a ensuite amélioré l'ergonomie et le confort d'utilisation.

William BOWDEN est directeur de la Société *Dacor*.

Volcanologie

Tazieff, le joueur de feu

Roger Cans.

Éditions Sang de la terre, 1998.

Roger Cans, journaliste et écrivain spécialisé dans les problèmes d'environnement, déroule le film d'une vie exceptionnelle et fait partager sa fascination pour la personnalité d'Haroun Tazieff. Quelle existence en effet ! Étudiant, puis ingénieur des mines, assistant de géologie à l'Université de Bruxelles, directeur de recherches au CNRS et, enfin, ministre et conseiller général, Tazieff a tout fait. Sympathisant communiste dans sa jeunesse, ministre dans un gouvernement socialiste, puis conseiller général « apparenté RPR », il a touché à toutes les chapelles, il a côtoyé tous les pouvoirs. Il a aussi été cinéaste, spéléologue, alpiniste, plongeur sous-marin, vulgarisateur, à tel point que l'on peut se demander quelle contribution il a bien pu apporter à chacune de ces disciplines et quelle marque il a laissée dans tous ces corps de métier. R. Cans montre bien l'évolution de la personnalité de Tazieff, son raidissement progressif, son intransigeance grandissante et son goût des responsabilités et du pouvoir. Il souligne aussi son isolement et sa dureté envers ceux qui s'aventuraient sur ce qu'il considérait comme son pré carré. À lire le livre, on ne peut s'empêcher d'admirer sa confiance en lui-même, son refus de rendre des comptes et, par-dessus tout, sa capacité de n'en faire qu'à sa tête. Tazieff a eu une vie de rêve, et il est difficile de ne pas l'envier.

En définitive, on est impressionné par la bienveillance dont les diverses autorités qu'il a rencontrées ont fait preuve à son égard. Pour quelqu'un qui s'est toujours présenté comme indépendant de toute chapelle et rebelle à toute autorité, Tazieff a souvent bénéficié de l'aide de gens bien établis. On le représente en lutte contre le « pouvoir » scientifique, en marge des fonctionnaires de la recherche et des rats de laboratoire, mais il faisait partie de l'« establishment » et, d'ailleurs, il a fait preuve de beaucoup de sévérité et de dureté envers de nombreux collègues plus jeunes. On comprend que

Tazieff avait un certain sens de l'amitié : celui du chef pour ses troupes. Parmi la communauté scientifique, Tazieff se présentait comme un homme de terrain. Il savait jouer de sa force et de son courage physique pour intimider ses collègues plus enclins au débat et au doute. Il publiait peu dans les revues spécialisées et évitait les débats scientifiques. Il donnait peu de cours et n'a pas laissé de manuel scientifique aux générations futures.

Ceux qui s'intéressent aux vies de personnalités hors du commun seront ravis. En revanche, ceux que la volcanologie et la recherche scientifique passionnent ne se sentiront pas concernés. Car, à lire R. Cans, on ne sait pas bien ce qui différencie la volcanologie de l'alpinisme. On parle de « première » lorsque Tazieff arrive au sommet d'un



Haroun Tazieff fut un homme de terrain, plus célèbre dans le grand public que reconnu par la communauté volcanologique.

volcan jusqu'alors inexploré. On apprend qu'il choisissait ses collaborateurs en fonction de leur passé sportif, mais on ne comprend pas quels étaient les enjeux de la volcanologie quand Tazieff a commencé et l'état de la discipline lorsqu'il l'a quittée. On lit qu'il s'est opposé à certains scientifiques, mais ces conflits sont réduits à des incompatibilités de caractère ou bien à de basses manœuvres de mandarins.

R. Cans montre peu de sympathie pour les chercheurs « académiques », auxquels il attribue des adjectifs péjoratifs, voire insultants. Ce sont des archétypes qu'il met en scène. R. Cans se cantonne dans l'opposition facile entre l'aventurier généreux au grand cœur et

le rat de laboratoire ou le vieux puits de science (je reprends les termes du livre). Il est vrai que les seconds sont rarement sympathiques, mais s'agit-il d'un livre sur la sympathie ?

Un débat intéressant aurait porté sur le rôle et la responsabilité de l'expert. Le livre revient, bien entendu, sur la crise de la Soufrière, en 1976. Tazieff avait déclaré que le volcan n'entrerait pas en éruption et il était ensuite parti pour d'autres aventures, refusant les ordres des autorités qui lui demandaient de rester pour surveiller le volcan. « Exit Tazieff, l'empêcheur de gérer en rond. » Qu'est-on en droit d'attendre d'un expert appelé sur un volcan en phase d'éveil ? Doit-on accueillir le prophète et écouter l'oracle sans discuter ? L'expert peut-il se contenter de passer quelques jours sur le volcan, de humer l'air des fumerolles et de donner son diagnostic sur la base de quelques impressions ?

Et quelle vision de la recherche doit-on avoir ? Un chercheur doit-il être un individu libre et intransigeant qui obtient tout ce qu'il demande et fait ce que bon lui semble ? Ou bien un rat de laboratoire qui « modélise sur ordinateur et manipule les isotopes », qui « gère en rond » ? Bien entendu, aucune de ces attitudes n'est souhaitable. On ne saura jamais ce qu'était la méthode Tazieff. Dans le monde scientifique, on cherche à éviter la personnalisation du savoir, car on ne peut soumettre des impressions à la critique. En revanche, on peut réfuter une hypothèse physique, une mesure de mauvaise qualité ou bien encore un protocole d'interprétation. La tâche est difficile, c'est même une gageure sur des systèmes

naturels aussi complexes que les volcans, mais c'est bien là le défi scientifique. L'intuition, le flair ou le *feeling*, la longue expérience ne suffisent pas. Ce sont des qualités essentielles, mais il faut les dépasser. R. Cans écrit que Tazieff rechignait à « écrire lui-même sur ces phénomènes qui échappent à toute description ». Mais non : ces phénomènes peuvent être décrits, mesurés et même reproduits par des calculs. Le scientifique se doit de traduire ses connaissances en résultats aussi simples que possible, en méthodes que d'autres moins capables ou moins savants pourront utiliser.

Selon R. Cans, Tazieff a eu « raison » quand il a effectivement prédit que la Soufrière ne ferait pas d'éruption en

1976. Toutefois, on ne sait pas pourquoi il a eu raison et, lui disparu, personne ne pourra prendre sa place et utiliser ses connaissances. Quand Tazieff a fait le même diagnostic sur le mont Saint-Helens, en 1980, et qu'il s'est trompé, R. Cans n'écrit pas qu'il a eu «tort», mais qu'il a «parlé trop vite». Quelle est donc la vitesse acceptable? Et la vraie question, c'est de savoir pourquoi il a eu raison et pourquoi il a eu tort. On ne peut établir la validité d'une méthode scientifique par la statistique ni par un sondage.

On pourrait enfin se demander comment un seul homme peut arriver à personnaliser un domaine scientifique. Il faut y voir un manque de maturité de la part de ses concitoyens et souligner que des comportements analogues n'existent ni États-Unis ni au Japon, par exemple. Ces pays ont aussi des mandarins et des personnages tapageurs, mais on ne s'incline pas devant eux.

Dans le domaine strict de la volcanologie, on peut relever quelques inexactitudes et une conception simpliste de la discipline. La volcanologie française ou belge n'est pas née avec Tazieff. Parmi les nombreux noms que l'on pourrait citer, celui d'Alfred Lacroix s'impose : en 1902, il étudia la terrible éruption de la Montagne pelée, en Martinique. L'imposant rapport qu'il a laissé sur celle-ci contient des données encore utilisées aujourd'hui. C'est aussi Lacroix qui a créé l'un des premiers observatoires volcanologiques du monde, en 1905, près de la Montagne pelée. R. Cans nous dit aussi que, lorsque Tazieff fait sa grande expédition au Niragongo, en 1958, «il maîtrise enfin ce métier qu'il est un des rares à exercer à la surface de la planète». C'est faire fi des nombreux autres scientifiques dont les publications sont encore citées aujourd'hui. R. Cans nous dit aussi qu'à cette époque très peu comprennent les risques inhérents aux volcans, en dehors du «petit monde des chercheurs japonais, néerlandais et américains». Cela fait beaucoup de monde et de nations!

Tazieff a son premier vrai contact avec les volcans à 34 ans, en 1948. On nous dit que, deux ans après, il est devenu un «volcanologue reconnu, cinéaste et conférencier prisé du public, reçu dans les cercles intellectuels comme héritier de brillants universitaires». Volcanologue reconnu, certainement pas, car les réputations dans le monde scientifique sont bien plus longues à bâtir. On peut voir là un certain conservatisme et une résistance aux idées nouvelles. C'est exact, mais c'est bien ainsi que la science avance. On sait depuis longtemps qu'il est impossible de prouver qu'une théorie est exacte, mais qu'en revanche on

peut démontrer qu'elle est fausse. La méthode scientifique consiste donc à soumettre les travaux et les hypothèses nouvelles à un feu nourri de critiques, et c'est la théorie qui tient le plus longtemps qui gagne. C'est le lot des «fonctionnaires de la recherche», comme les appelle méchamment R. Cans. On peut imaginer le contraire avec toute nouvelle idée instantanément acceptée : comment organiser alors les recherches, les nécessaires vérifications?

D'autres visages de la volcanologie sont moins connus du public français. Je souhaite présenter brièvement ceux que je considère comme les meilleurs volcanologues de ce siècle : deux Britanniques, George Walker et Steve Sparks. G. Walker a aujourd'hui plus de 70 ans, mais il continue d'arpenter les volcans du monde. Il a compris très tôt qu'il est utile d'étudier les dépôts des éruptions et leurs mécanismes physiques. Pendant sa courte vie, un volcanologue ne peut espérer voir beaucoup d'éruptions, mais il peut étudier un très grand nombre de dépôts. Il peut aussi identifier des phénomènes rares et extrêmes. G. Walker a créé une école de volcanologie, il a su découvrir, encourager, former de jeunes talents. On trouve ses anciens étudiants dans les plus grandes universités du monde. Enfin, et ce n'est pas son moindre mérite, G. Walker a compris la nécessité d'étudier la physique des éruptions et d'élaborer des modèles quantitatifs. Il a poussé ses étudiants les plus brillants, Lionel Wilson et S. Sparks, dans cette voie, et il est responsable du renouveau de la volcanologie de ces deux dernières décennies.

G. Walker est timide, malingre, il passe mal à la télévision, mais il a laissé des idées, des mesures, des observations et une école de pensée. S. Sparks, lui, a révolutionné la volcanologie, parce qu'il a su trouver une foule de mécanismes physiques originaux. Il a compris que la volcanologie ne peut se réduire aux seules observations et que les volcans sont des systèmes naturels aux comportements très particuliers : ils mettent en jeu de magnifiques phénomènes physiques qui méritent d'être étudiés en tant que tels. C'est un volcanologue polyvalent, excellent sur le terrain et au laboratoire, qui a

su faire la synthèse entre observations naturalistes et modèles physiques. S. Sparks est aussi un merveilleux orateur et un débateur redoutable, qui aime partager ses connaissances et encourager ses collègues.

G. Walker et S. Sparks me semblent de meilleurs exemples à donner aux jeunes générations. Ils ont été tour à tour aventuriers sur le terrain, rats de laboratoire et ont utilisé l'ordinateur lorsque c'était nécessaire. Enfin, ce ne sont pas des mandarins et ils ne manifestent aucune intransigeance envers les nouveaux venus dans leur domaine.

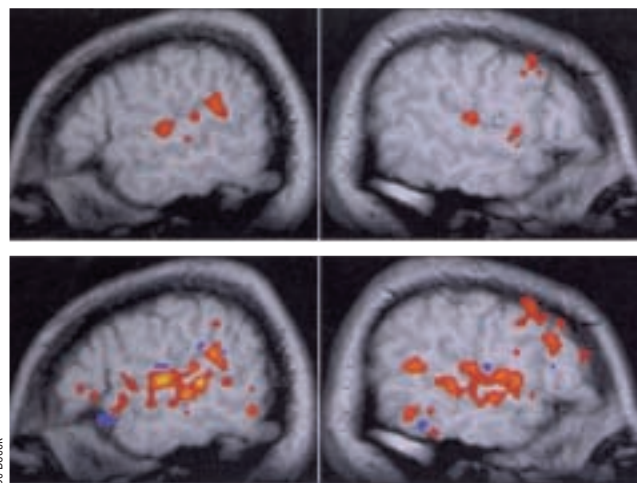
Claude Jaupart

Neurobiologie

L'esprit en images

M.I. Posner et M.E. Raichle.
Collection «Neurosciences
et Cognition». Éditions De Boeck
Université, 1998.

Ce très bel ouvrage est l'adaptation française du livre des mêmes auteurs publié en 1994 aux États-Unis. Il est le fruit de recherches multidisciplinaires qui, depuis de nombreuses années, articulent les travaux de psychologues, neurologues, psychiatres, physiologistes, biochimistes ou physiciens, autour de l'imagerie cérébrale. À l'aide de divers moyens magnétiques ou radioactifs, renforcés par l'informatique, on visualise aujourd'hui des événements matériels dans certaines parties du cerveau en train d'effectuer des opérations mentales classiquement attribuées à l'«esprit».



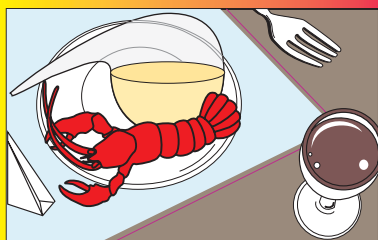
Le cerveau humain s'active différemment quand l'oreille entend un bruit (en haut) et une parole (en bas).

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 27 octobre 1998.

FRANCE

info

Parmi les différentes techniques de visualisation, que nous ne détaillerons pas ici, l'une des plus performantes et la plus utilisée dans l'ouvrage reste la caméra à positons (le positon, souvent appelé à tort positron, est l'électron positif, l'opposé de notre électron «classique» négatif, dit négaton) : on administre à un sujet une faible quantité d'eau radioactive, porteuse d'un isotope à très courte vie et émetteur de positons. Dans la minute qui suit, le sang emporte l'eau radioactive dans les régions du cerveau les plus actives pour une opération mentale donnée. La quantité de positons émis est mesurée et affichée en une couleur particulière, ce qui permet de «cartographier» les régions cérébrales qui participent à une tâche.

Après quelques rappels historiques, l'ouvrage décrit quelques-uns des résultats obtenus. Nous assistons en direct au travail du cerveau lors de la construction des images mentales, de l'interprétation des mots, des opérations mentales, de la mise en route de l'attention, voire des maladies mentales. C'est superbe !

Derrière l'apport scientifique exemplaire de l'ouvrage se profile l'occasion d'une réflexion sur la grande question philosophique qui, depuis plusieurs siècles, hante les neurosciences : celle qui concerne les rapports du cerveau et de l'esprit. De nombreuses thèses ont été formulées à ce propos, mais deux d'entre elles réapparaissent régulièrement dans l'histoire des idées : le dualisme et le monisme matérialiste.

Pour la thèse dualiste, cerveau et esprit sont deux entités complètement distinctes, même si elles peuvent interagir. L'une des philosophies dualistes les plus célèbres est sans doute celle de René Descartes, qui oppose le corps (comprenant le cerveau), lequel serait une mécanique matérielle, et l'esprit (l'âme), qui relèverait d'un autre domaine, spirituel, et serait spécifique de l'homme. Ainsi l'animal, dépourvu d'esprit, selon Descartes, serait un simple automate comparable à une horloge. Sous des formes moins caricaturales, la thèse dualiste reste très présente aujourd'hui, y compris dans les milieux scientifiques, où elle est défendue par des auteurs tels que le neurobiologiste M.C. Eccles. Pour la thèse moniste, cerveau et esprit sont deux facettes d'une même réalité. On peut alors concevoir le cerveau comme une propriété de l'esprit (monisme idéaliste) ou l'esprit comme une propriété du cerveau (monisme matérialiste). C'est ce dernier monisme qui a toujours eu la faveur de beaucoup de scientifiques.

Le débat philosophique n'est sans doute pas prêt de s'achever, mais, en restant sur un plan plus épistémologique,

force est de constater que des travaux comme ceux relatés dans cet ouvrage apportent clairement de l'eau au moulin de la thèse moniste matérialiste. Tout le livre montre en effet que, même si l'on ne peut directement saisir l'esprit, on peut rendre ses manifestations de plus en plus visibles et objectivables. Comme le dit Marc Jeannerod dans sa préface : «L'esprit, en quelque sorte, se matérialise, son fonctionnement devient le produit d'une activité qui s'enregistre et se voit.» Le neurobiologiste moniste d'aujourd'hui aura donc beau jeu de faire valoir que, sans vouloir nécessairement entrer dans le débat métaphysique, l'hypothèse d'un esprit indépendant de la matière lui est épistémologiquement inutile ; il peut élaborer une théorie et une pratique des rapports cerveau-esprit sur un mode unitaire et, comme le suggère la dernière partie de l'ouvrage, même les conséquences thérapeutiques de cette conception pourraient être fructueuses.

Bref, sur ce point précis des rapports cerveau-esprit, la position du métaphysicien dualiste devient de plus en plus difficile à tenir, sauf, bien sûr, en quittant définitivement le domaine de la science expérimentale pour se réfugier dans celui de la spéculation pure !

Georges Chapouthier

Histoire des sciences

Chronologie des sciences et des techniques

Jean Rosmorduc. CRDP
de Bretagne (BP 158, 35003 Rennes
cedex), 1997.

Chronologie d'histoire des sciences.

Éditions Larousse, 1997.

Plusieurs ouvrages de référence en histoire des sciences ou des techniques présentent une chronologie : *L'Histoire des techniques*, dirigée par B. Gille, dans la collection Encyclopédie de la Pléiade (éditions Gallimard, 1978), ou les *Éléments d'histoire des sciences*, sous la direction de Michel Serres (aux éditions Bordas, 1989)... Chacune est construite en relation avec l'ouvrage qu'elle accompagne,