



28 CINÉMA
29-31 IMMOBILIER
34 RADIO-TV
35 JARDIN
36 MÉTÉO

Traité de la matière et de la matière grise

TECHNIQUE • *Du silex au silicium, de l'argile aux nanoparticules: dans son «Traité de la matière», le physicien Libero Zuppiroli raconte comment l'homme a bâti sa puissance sur la maîtrise des matériaux.*

JEAN AMMANN

L'humanité est une fourmilière: «D'un chaos de rochers et de pierres, de formes, de dimensions et de natures diverses, l'homme sait depuis longtemps ériger un mur ou construire un toit. Pour cela, il prélève, transporte, broie, pétrit et cuit», écrit Libero Zuppiroli dans son «Traité de la matière» qui, en 460 pages, raconte de manière extraordinaire l'odyssée de l'*homo faber*, car l'homme a bâti sa puissance sur l'outil, donc sur sa maîtrise de la matière.

Si vous deviez citer les grandes révolutions techniques qui ont marqué l'humanité, quelles seraient-elles?

Libero Zuppiroli: La première grande révolution, ce serait la rencontre de l'homme avec l'outil et les premiers ateliers de fabrication d'outils. Ensuite, il y a la rencontre avec l'argile - nous allons passer par les principaux matériaux naturels - qui devient aussitôt le matériau utilisé par les démiurges pour façonner les hommes et les animaux. On comprend que chaque développement technique s'accompagne d'un aspect symbolique et rituel. Les aspects pratiques, comme la fabrication de briques et de tuiles, viennent après. Ensuite, il y a la naissance de la métallurgie, qui est aussi une rencontre importante entre l'*homo faber* et l'*homo religiosus*. Dans ces sociétés, le forgeron joue un rôle très important, qui est toujours très proche du pouvoir. La métallurgie ouvre évidemment sur l'alchimie, qui est une grande étape de l'histoire de la matière pour l'humanité...

L'alchimie!

Oui, c'est un épisode qui a quand même duré plus de 1000 ans! Pour moi, cela ne fait aucun doute que l'alchimie appartient aux grandes étapes de l'histoire scientifique: je rappelle dans ce livre que Newton était principalement un alchimiste. On l'a oublié... Vient ensuite le siècle des Lumières, suivi par la révolution industrielle, qui ouvrira une nouvelle ère pour la métallurgie. Vont apparaître la chimie, la chimie organique, la chimie de synthèse qui est au départ la chimie des matières colorantes. Toutes les grandes industries de la chimie actuelle produisaient au départ des colorants: BASF fut la première firme à synthétiser l'indigo, par



La métallurgie est une invention tardive: les premiers foyers datent de 300 000 avant J.-C., la métallurgie naît en 5000 avant J.-C. seulement. © CHRISTIANE GRIMM

exemple. Et cette chimie débouche sur les matières plastiques, dont la logique n'a plus rien à voir avec tous les matériaux qui l'ont précédée. Le plastique est fascinant, parce qu'on peut le dessiner à partir de l'échelle atomique pour obtenir des propriétés exceptionnelles et comme c'est un matériau totalement artificiel, à quelques exceptions près, il est un des principaux déchets et un des principaux polluants de notre civilisation.

Sur quoi, selon vous, s'est bâtie la révolution industrielle qui a bouleversé le destin de la planète?

La révolution industrielle s'est construite sur la perspective de transformer la chaleur en travail, c'est le principe de la thermodynamique qui est à la base de la machine à vapeur. C'est donc le charbon qui a permis la révolution industrielle. Sitôt après, les hommes ont eu l'idée de façonner le métal, puis arrivent, assez vite, les matériaux de construction et les

liants hydrauliques, c'est-à-dire les matériaux de construction qui peuvent durcir même sous l'eau comme les ciments et les bétons. Et finalement, la chimie organique se développe, avec les matières plastiques.

Revenons à la métallurgie: comment, selon vous, l'homme a-t-il découvert le fer, puis comment a-t-il eu l'idée d'associer le cuivre à d'autres éléments pour donner le bronze?

La métallurgie s'est développée par étapes sur des milliers d'années. Le métal est un matériau particulièrement fascinant, parce qu'il a des propriétés qui n'appartiennent qu'à lui: son éclat d'abord. On peut imaginer que les hommes préhistoriques ont été fascinés par la découverte du cuivre natif; ensuite, les hommes ont été aidés par le foyer... Dans le foyer, il y a un matériau très important, le carbone, qui est réducteur, au sens chimique du terme (capable de fournir des électrons). Dans le foyer, les hommes ont trouvé le moyen de réduire des oxydes, comme l'oxyde de cuivre. Si vous prenez du cuivre natif, il est entouré par une gangue et si cette gangue est mise au contact du carbone du foyer, cette gangue se transforme en cuivre elle aussi. Lorsqu'ils se sont mis à produire du cuivre en grande quantité, les artisans ont commencé à réfléchir aux procédés: comment trouver les meilleurs minerais, où les trouver?, etc. Puis, ils se sont rendu compte que s'ils ajoutaient un minerai d'arsenic, le cuivre durcit. Sans que l'on sache pourquoi, nos ancêtres ont ajouté des oxydes d'étain à des oxydes de cuivre et cela a donné le bronze. Il faut se souvenir que la métallurgie est quelque chose d'assez tardif: le foyer, c'est 300 000 ans avant J.-C., et la métallurgie, c'est 5000 ans avant J.-C. Mais en maîtrisant le métal, des civilisations se sont dotées d'armes efficaces et d'une agriculture performante.

On peut dire que des empires se sont bâtis grâce à la métallurgie...

Oui, et le forgeron est quelqu'un qui se trouve toujours très près du pouvoir. Dans la mythologie, vous trouvez des dieux forgerons qui assistent les dieux principaux, Héphaïstos chez les Grecs. En Angleterre, au XIX^e siècle, les maîtres de forge sont des personnages importants de la société et même dans les sciences de la matière, la métallurgie a joué un rôle déterminant. Souvent, les gens qui conduisaient les sciences de la matière étaient des métallurgistes et pas des céramistes, par exemple. Aujourd'hui, les utopies ne sont plus du côté de la métallurgie, elles sont plutôt du côté des sciences de l'information, des nanotechnologies, etc. Car il ne faut jamais oublier que la science est conduite par des utopies. I

«Comment va-t-on redevenir intelligent?»

Parlons un peu des plastiques, qui sont un dérivé du pétrole: il suffit d'associer un atome d'hydrogène à une macromolécule pour obtenir, par exemple, du polyéthylène (CH₂-CH₂).

Mais où est le pétrole là-dedans? **Libero Zuppiroli:** Ah! oui, le pétrole se trouve dans la fabrication de l'éthylène. Le pétrole contient toutes sortes d'hydrocarbures, donc des composés de carbone et d'hydrogène. Donc, quand vous raffinez du pétrole, vous transformez vos hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers. L'hydrocarbure le plus léger, c'est évidemment le gaz éthylène (CH₂-CH₂)... Mais il y a d'autres gaz et d'autres plastiques. Vous pouvez partir du propane et faire du polypropylène (CH₂-CH-CH₃). Les solutions sont nombreuses pour fabriquer des ma-

cromolécules qui vont s'organiser dans le matériau et lui donner les propriétés recherchées: dureté, souplesse, élasticité, etc.

A l'heure actuelle, nous ne savons pas faire de polymères synthétiques sans pétrole...

Si, il existe déjà des biopolymères qui sont des matériaux produits à partir de l'amidon du maïs. Par fermentation, on obtient des matériaux comme l'acide polylactique, qui est un biopolymère d'origine agricole, où le pétrole ne joue plus aucun rôle. L'inconvénient de ces biopolymères, c'est leur coût: de trois à dix fois supérieur aux polymères issus de la pétrochimie. Et les biopolymères posent d'autres questions: ils entrent en compétition avec l'alimentation humaine et animale. C'est le même

problème que nous rencontrons avec les biocarburants.

Les plastiques sont devenus indispensables au fonctionnement de notre société, pourtant ils reposent sur le pétrole qui, tôt ou tard, va s'épuiser. Comment voyez-vous l'avenir?

Tout comme vous, je me pose la question! Ce que je sais, c'est que nous ne pouvons pas décider d'arrêter la technique, le progrès technologique... Des anthropologues comme Leroi Gourhan, par exemple, nous ont expliqué que la technologie est quelque chose qui ne se conteste pas. Maintenant, évidemment, quand vous avez un monde qui est fondé sur l'utilisation de toutes sortes de technologies, il y a des gens qui tirent les ficelles. Qui tire les

ficelles? Eh! bien, pour ce qui est des plastiques, ce sont les compagnies multinationales de la chimie; pour ce qui est de l'informatique, ce sont les multinationales de la communication, etc. Toutes ces compagnies tirent les ficelles et ce sont elles qui conduisent le monde. Jusqu'ici, dans le passé, le pouvoir politique, et donc la démocratie qui allait avec, jouissait d'un certain poids. Mais aujourd'hui, le politique est impuissant face à ces multinationales. Donc, j'ai envie de vous dire: demandez aux multinationales ce que sera l'avenir!

Parce que nous sommes d'accord, il n'y a pour l'heure pas de substitut au pétrole...

C'est vrai, si l'on excepte le charbon, qui n'est pas une solution

non plus. Mais tant que le monde est constitué de gens comme nous, qui sont essentiellement des consommateurs plutôt que des citoyens, tant que nous sommes dans une logique de servitude volontaire, tant que nous abandonnons le pouvoir aux multinationales, nous continuerons d'aller dans le mur... Les multinationales, elles, vous diront que les problèmes posés par les technologies actuelles trouveront une réponse dans les technologies futures. Ce n'est pas une réponse très crédible. Comment arrêter le mouvement? Comment va-t-on redevenir intelligent, car il y a des périodes de l'histoire où nous sommes plus intelligents qu'à d'autres? Le retour à la réalité risque de se faire dans une certaine violence. JA

LIBERO ZUPPIROLI

Physicien, âgé de 66 ans, Libero Zuppiroli a dirigé le laboratoire d'opto-électronique de l'EPFL jusqu'au mois de juin 2015. Il est déjà l'auteur du «Traité des couleurs» et du «Traité de la lumière», tous deux parus aux Presses polytechniques et universitaires romandes. «J'ai passé ma vie dans les laboratoires, dit-il. Ces livres sont pour moi un moyen d'humaniser la science.» JA > Traité de la matière, Presses polytechniques et universitaires romandes, 462 pp., 92 francs.