

Géologie

Volcans

Bernhard Edmaier et Angelika Jung-Hüttl. Éditions Nathan, 1997.

Ce beau livre rassemble de superbes photographies de volcans qui soulignent leurs relations avec les hommes et les éléments naturels : eau, glace, végétation. On peut y admirer des volcans dans tous les environnements : sommets montagneux, vallées encaissées, désert, savane, steppe, glacier. On nous montre différents édifices et structures volcaniques, dont certaines sont spectaculaires, comme ces gigantesques tunnels naturels formés par une coulée de lave qui se refroidit au contact de l'air et laisse une carapace solidifiée. On comprend que les volcans créent leurs propres paysages et qu'ils sont sources de richesses pour l'homme. La beauté des paysages volcaniques et le ballet des couleurs dues aux éruptions sont illustrés intelligemment. Le texte est agréable et les quelques paragraphes techniques sont illustrés par des schémas clairs. Ce livre est dans la lignée «classique» de Haroun Tazieff, de Katia et Maurice Krafft. Il ne renouvelle pas le genre, mais se distingue par la grande qualité artistique de ses photographies.

Toutefois, il présente les volcans tels qu'un explorateur isolé peut les voir. Cette vision limitée ne correspond plus à la volcanologie telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui. Les volcanologues actuels sont plus intéressés par les dépôts d'éruptions anciennes qu'à courir aux quatre coins du monde chaque fois qu'un volcan se réveille : le nombre de dépôts disponibles est bien plus grand que celui des éruptions qu'ils peuvent espérer observer de leur vivant.

Les recherches volcanologiques nécessitent des moyens importants et mettent en jeu les parties cachées du système volcanique : la plomberie interne, qui canalise le magma jusqu'à la surface ; le réservoir qui est comme une usine chimique où le magma cristallise ; la source profonde de magma qui alimente le réservoir plus ou moins régulièrement. La volcanologie, c'est aussi l'analyse des principes physiques qui régissent les différents régimes éruptifs et la quantification des phénomènes.

La fascination naturelle que nous éprouvons pour les volcans n'interdit pas de montrer qu'ils obéissent à des lois simples et en nombre limité. Observer et décrire les phénomènes ne suffit

plus ; il faut illustrer les principes physiques à l'œuvre et montrer comment les volcans fonctionnent. Une éruption, qui est le résultat ponctuel d'une longue série de processus, ne se comprend que si on la replace dans l'histoire du volcan, c'est-à-dire si l'on détermine à quel stade de son évolution elle se déclenche. Un volcan naît et finit par mourir, et l'on ne peut le comprendre que si on l'imagine en train de changer. On doit le représenter à la bonne échelle, aussi bien dans le temps que dans l'espace. L'enregistrement «objectif» que constitue une photographie restitue une image partielle et instantanée. Il reste ensuite à interpréter l'image, à gommer les aspects accessoires et à faire ressortir les traits significatifs. Pour voir le volcan dans son ensemble, on doit se placer à la bonne distance et dans la perspective adéquate. Je me limiterai à deux exemples.

Sur l'île d'Hawaii, au beau milieu de l'océan Pacifique, le volcan Kilauea est alimenté en magma par un conduit plus ou moins vertical, situé au droit de la caldeira qui marque son sommet. Le magma peut sortir directement par le sommet, mais aussi par des fissures s'ouvrant sur les flancs du volcan à plusieurs dizaines de kilomètres. Le magma suit donc parfois un cheminement souterrain quasi horizontal qui se révèle à la surface par de multiples lézardes «en échelon». Seule une photographie prise d'avion dans l'axe du «rift» peut illustrer ce fantastique réseau de conduites internes.

Un autre exemple est celui des éruptions pliniennes, comme celle qu'a connues le Vésuve en 79 de notre ère. Ces éruptions se développent dans l'atmosphère en un jet, puis en un panache convectif, jusqu'à des altitudes de plus de 30 kilomètres. À de telles altitudes, les cendres et les aérosols volcaniques sont pris par les vents stratosphériques et sont transportés sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres. Montrer un tel panache n'est possible que grâce à un satellite en orbite.

Quel serait le livre «idéal» que voudrait feuilleter un volcanologue ? Ce dernier rêve de voir l'île d'Hawaii sortir du Pacifique et s'élever jusqu'à plus de 4 000 mètres d'altitude, de suivre les étapes principales de ses quelques centaines de milliers d'années d'histoire. Examiner les gigantesques cicatrices qui parcourent ses flancs, sous la mer, et témoignent de monstrueux glissements de terrain. Voir ses fissures et ses cratères se multiplier à la surface. Assister aux grandes catastrophes qui ont laissé les grandes caldeiras du sommet. Suivre le magma, de sa source, à des profondeurs de plusieurs dizaines de kilomètres, jusqu'au réservoir, puis jusqu'à la surface. Voir,

sous la surface, le magma hésiter entre la verticale et un long cheminement horizontal. Observer les métamorphoses successives du magma lors de son ascension, l'apparition de bulles de gaz lorsque le seuil de solubilité des composés volatils est atteint, la formation d'une mousse volcanique, enfin la fragmentation qui pulvérise le magma et libère la phase gazeuse. Tout cela est possible, mais pas sur un seul volcan ni pendant une éruption. C'est un puzzle que l'on peine à reconstituer à partir de pièces que l'on recueille en différents endroits du Globe, où l'érosion et le hasard géologique les ont préservées, d'abord, puis mises au jour. La volcanologie apprend à lire les roches et à rassembler ces informations éparpillées. Ce travail mériterait un livre d'un nouveau genre. Des structures volcaniques fossiles, figées depuis des millions d'années, peuvent se révéler tout aussi spectaculaires qu'une fontaine de lave incandescente, quand on en comprend la signification.

Claude JAUPART

Physique

Granites et fumées

Étienne Guyon et Jean-Pierre Hulin. Éditions Odile Jacob, 1997.

S'il est aisé de définir un milieu pur, tels l'eau, l'huile ou un cristal de quartz, de mica, il est beaucoup plus complexe de décrire précisément une émulsion ou un granite, dont l'homogénéité varie selon la taille de l'échantillon observé. En effet, la mayonnaise est un produit, apparemment homogène, dont le goût et la consistance diffèrent de ceux des éléments constitutifs que sont l'œuf ou l'huile. Le mélange de ces deux derniers ingrédients n'est qu'apparent : au microscope, on observe d'immenses gouttes d'huile séparées par de minces interfaces. La composition hétérogène de la mayonnaise réapparaît, à l'œil nu, quand on chauffe : c'est la preuve que des phénomènes de ségrégation et de mélange sont régis par les mêmes lois, notamment pour ces objets fragiles, décrits avec passion par Pierre-Gilles de Gennes.

Étienne Guyon et Jean-Pierre Hulin nous montrent, dans leur livre *Granites et fumées*, sous-titré «Un peu d'ordre dans le mélange», que le mélange est omniprésent et que sa maîtrise est particulièrement recherchée, pour sa propriété

magique de faire naître de nouveaux produits (au sens large du terme).

Les auteurs commencent leur étude du mélange par des notions philosophiques, en ouvrant le débat aux sciences humaines. Si le mélange a été longtemps opposé à la pureté, et continue de l'être dans de nombreuses cultures, la notion de mélange a permis de remplacer la dualité entre le pur et l'impur par la notion de pluralité, avec une variation continue d'états de mélange. Mêlant les descriptions scientifiques et sociologiques, les auteurs décrivent les phénomènes d'instabilité et de turbulence comme une succession de choix au hasard, de bifurcations qui écartent ou rapprochent irrémédiablement deux particules ou deux individus au cours de leurs rencontres tout aussi riches en réactions et créations de nouveaux ensembles (familles, entreprises...).

De toute évidence, É. Guyon et J.-P. Hulin ont une réflexion qui dépasse le cadre scientifique et qui devrait intéresser sociologues, philosophes (parfois en quête d'analogies scientifiques) et simples curieux... Ces qualités pédagogiques se retrouvent dans les titres suggestifs des dix chapitres : Les nombreuses facettes du mélange, La longue histoire du mélange, Mélange et marche au hasard, Le mélange figé, Mélanger sans fatiguer, Convection et mélange, Turbulence et mélange, Le mélange non miscible, Grains et mélange, Réaction chimique et combustion.

Le premier chapitre nous emmène dans un tourbillon de situations industrielles, culinaires ou de laboratoire qui nous guide dans le labyrinthe des chapitres suivants. Le tourbillon peut, en effet, tour à tour, promouvoir le mélange, comme dans la turbulence, ou, au contraire, séparer un écoulement intérieur au tourbillon du reste du liquide. Le labyrinthe est l'image même d'un écoulement dans un milieu poreux ou d'une marche au hasard, qui peuvent, selon le cas, produire le mélange le plus efficace ou l'inhiber.

Ce livre nous conte aussi des histoires, telles celles des mélangeurs industriels, qui démontrent l'importance de la réflexion, de la ruse de l'ingénieur face à ce problème apparemment simple. Ainsi, de la «diffusion moléculaire qui mélange tout», mais dans un temps infini, aux mélangeurs statiques composés de «nombreuses lames qui découpent et dévient» l'écoulement comme dans un milieu poreux, en passant par le «mélangeur Kénics», formé d'une suite de lames en hélices décalées, qui étirent et replient l'écoulement et, en terminant par le mélangeur chaotique, «composé de tubes tournés de 90 degrés d'une section à l'autre» (voir la figure), le lecteur

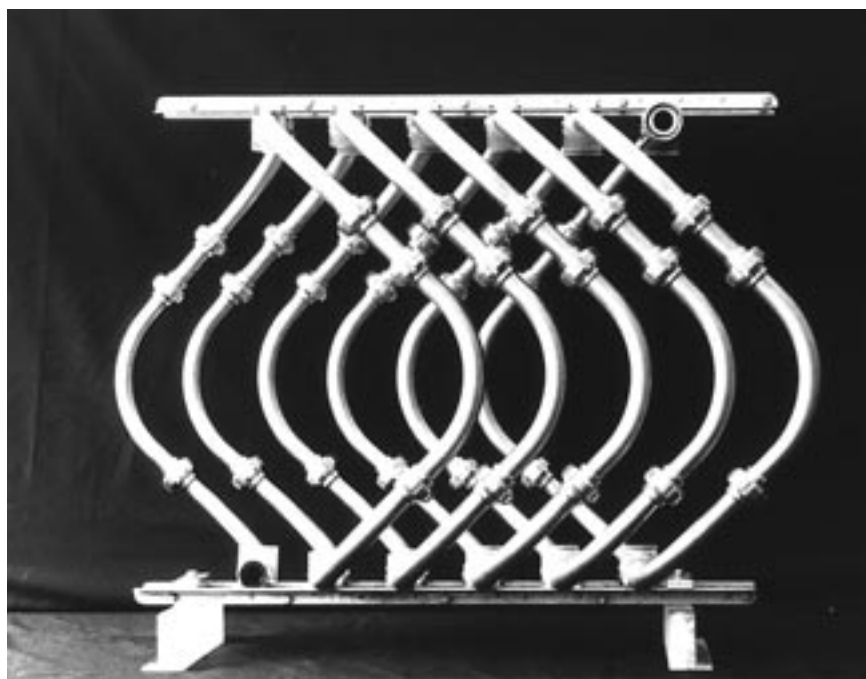
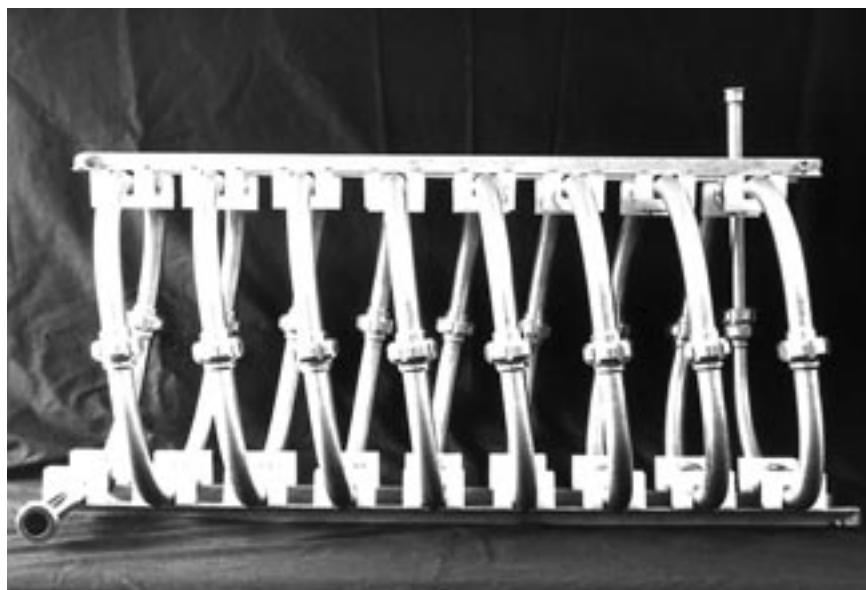
comprend le progrès apporté par les études fondamentales sur le chaos à des applications dont les résultats ne sont pas toujours intuitifs. L'efficacité de la configuration alternée des coudes du mélangeur chaotique peut, en effet, être remarquable pour des fluides très visqueux et fragiles. La multitude d'exemples donnés par les auteurs, aux résultats parfois antagonistes, engendre une vision novatrice dans de nombreux domaines où le mélange et la ségrégation sont deux aspects d'un même ensemble de phénomènes.

Grâce à un effort d'illustration important et à une volonté de dépouiller l'ar-

gumentation de formule mathématique, les auteurs permettent à un large public d'accéder aux recherches actuelles dans des domaines aussi variés que la diffusion moléculaire, la physique statistique, le chaos, la turbulence, le mélange de fluides non miscibles ou celui de grains solides et la chimie. Les outils mathématiques sont ainsi introduits à partir de la physique des phénomènes.

Ce livre constitue ainsi une lumineuse relecture de nombreux domaines de la physique moderne et une introduction efficace à ces domaines.

Hassan PEERHOSSAINI
et Pascal DUPONT



Deux systèmes mélangeurs : hélicoïdal (en haut) et chaotique (en bas). Après seulement dix coudes, deux liquides sont bien mélangés par le mélangeur chaotique, pas par le mélangeur hélicoïdal classique.

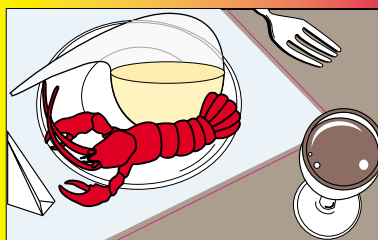
Illustrations de Hassan Peerhossaini

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 mars 1998.

FRANCE

info

Dictionnaire

Le Trésor, dictionnaire des sciences

Sous la direction de Michel Serres et
Nayla Farouki. Éditions Flammarion,
1997.

Les dictionnaires scientifiques sont à la mode : j'en ai compté trois nouveaux l'année dernière (à la rédaction desquels j'avoue avoir plus ou moins participé). À l'exemple d'un des plus célèbres, on sème désormais le savoir à tout vent. Le dernier d'entre eux vient de paraître, sous la direction de Michel Serres et de Nayla Farouki. En fait, il ne s'agit pas d'un simple dictionnaire des sciences, mais d'un Trésor, comme, en lettres dorées, nous en avertit la page de titre. La «quatrième de couverture» renchérit : «Ce dictionnaire des sciences est un Trésor qui donne à chacun le privilège de comprendre la beauté du monde, il réunit la quintessence des idées de la science d'aujourd'hui, il rend accessible les notions les plus ardues, il suscite la curiosité et l'envie de savoir, il autorise l'appropriation de ce savoir.» Comment ne pas s'arrêter devant une devanture si brillamment illuminée ?

Il faudrait évidemment un monstreux toupet pour oser rendre compte en quelques lignes d'un ouvrage de plus de 1 000 pages, consciencieusement rédigé par une équipe de neuf collègues parmi les plus honorables et les plus instruits, et destiné à être dégusté à petites gorgées, au rythme des curiosités et des lacunes de tout un chacun. D'autant que «si de rares entrées furent rédigées par un spécialiste seul, l'immense majorité le fut par deux, trois, voire par tous les auteurs». Un critique isolé n'a donc droit qu'à un temps de parole limité : il l'utilisera avec la modestie qui convient.

Plongé au hasard dans quelques-uns des articles (anonymes) qui concernent la discipline qu'il connaît le moins mal, le chimiste que je suis en ressort rafraîchi et enrichi. Le souci du style, de l'image qui frappe et du point de vue original y est constamment présent. Un appel «à lire après ou avant», en tête de chaque article, permet de mieux le resituer dans un contexte général. Un spécialiste plus exigeant que moi notera toutefois qu'à l'article *cristaux liquides*, on ne parle pas de la découverte inattendue et importante des molécules mésomorphes en forme de disques.

Ailleurs, à l'entrée *reconnaissance moléculaire*, il s'étonnera d'entendre affirmer que la «fabrication des circuits plus miniaturisés encore que l'électronique actuelle» est déjà à l'actif de la chimie supramoléculaire (la formulation sera sans doute plus d'actualité dans une prochaine édition).

Toutefois, les remarques mineures de ce genre, qu'on pourrait sans doute pouvoir multiplier, n'entament en rien la bonne impression que je retire de ce nouveau dictionnaire, pardon ! De ce *Trésor*.

Depuis Jean Le Rond d'Alembert et son discours préliminaire de l'*Encyclopédie*, en passant par Adolphe Wurtz et cet autre discours préliminaire du *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*, sans oublier E. Littré et la préface de son *Dictionnaire de la langue française*, etc., la tradition veut que les auteurs ou les responsables de ces grands inventaires des connaissances de leur temps ouvrent la marche en exposant leurs méthodes, leur philosophie et leurs ambitions. M. Serres répond présent à cet appel de l'histoire en nous offrant les xxxix pages d'une préface de son *Trésor*.

Oserais-je, pour citer le présentateur lui-même, relever que le bilan de ce gros ouvrage est «légèrement incliné» et qu'«une sorte de diagonale divise [...] secrètement [ses] pages, non pas tout à fait à l'axe droit que devrait tracer l'équilibre d'un bilan. D'un côté s'accumule le volume immense des notions assez stables, reçues de siècles passés ou récents, renforcées par les critiques pertinentes que le temps y ajouta ; édifice puissant dont les fondations assurent encore notre raison et sans doute pour longtemps ; cet héritage a formé savants et non-savants parce qu'il se compose non seulement de résultats et de méthodes, mais aussi d'une philosophie que nous avons reçue en même temps que nos langues et nos cultures, notre vision du monde et de la connaissance. De l'autre côté de la diagonale s'annoncent les inventions que notre génération produisit, fragiles parfois et destinées, peut-être, à disparaître ou, au contraire, annonciatrices d'un temps si nouveau qu'il rendra en partie illisible la colonne d'en face et qu'il devra redresser les perspectives de l'histoire des sciences pour assurer la compréhension du monde d'aujourd'hui et sa cohérence avec celui de naguère et jadis [etc., etc.].» Tout cela pour dire qu'on trouvera dans ce dictionnaire du «classique», du «moderne» et même du «postmoderne».

Suivent quatre chapitres, eux-mêmes divisés en 30 sous-chapitres,