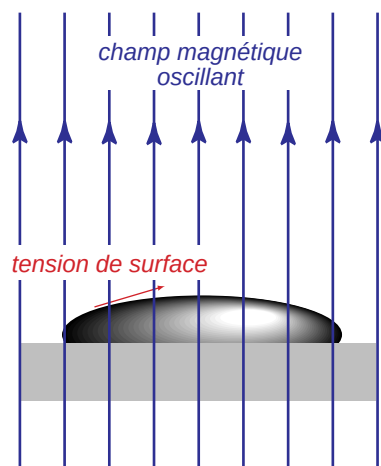
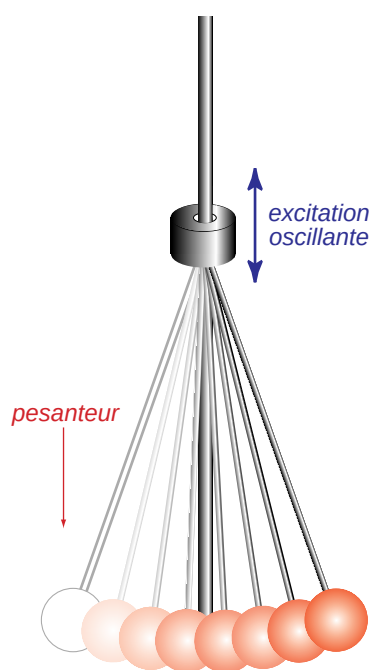




Les gouttes et le chaos

S. DAUGAN • Y. FAUTRELLE • J. ETAY

Des gouttes de mercure oscillent dans un champ magnétique.



Les photographies de la page de droite représente des gouttes de mercure placées sur un support horizontal dont on a traité la surface pour minimiser les frottements. Les gouttes sont soumises à un champ magnétique vertical et alternatif, de fréquence inférieure à dix hertz. Elles oscillent : ce mouvement est ce que l'on nomme une «instabilité paramétrique».

On observe une telle instabilité quand un pendule oscille sans frottement, autour d'un point de suspension soumis à un mouvement alternatif vertical et de petite amplitude. Quand le point de suspension monte, la masse du pendule est accélérée vers le haut : cette accélération s'ajoute à celle de la pesanteur ; l'accélération totale diminue quand le point de suspension descend. Le mouvement du pendule dépend de la différence entre la fréquence propre (celle de l'oscillation sans mouvement du point de suspension) et la fréquence de l'oscillation du point de suspension.

Quand la fréquence du mouvement du point de suspension est égale à la fréquence propre, le phénomène de résonance se manifeste ; les oscillations sont renforcées, et le pendule oscille alors à une fréquence moitié de la fréquence propre.

Quand la fréquence du mouvement du point de suspension est voisine de la fréquence propre du pendule, le comportement observé dépend de l'amplitude de l'oscillation du point de suspension. Lorsque cette amplitude est petite, le comportement du pendule est «quasi périodique» : la fréquence de son mouvement est une superposition de sa fréquence propre et d'autres fréquences, invisibles à l'œil nu, qui s'ajoutent à la fréquence propre. Pour une grande amplitude, la trajectoire du pendule devient imprévisible : le mou-

vement de la masse du pendule est chaotique.

Revenons aux gouttes de mercure dans un champ magnétique variables. Le métal, conducteur de l'électricité, est le siège de courants électriques induits, nommés courants de Foucault. Ces courants interagissent avec le champ magnétique : des forces dites de Lorentz apparaissent.

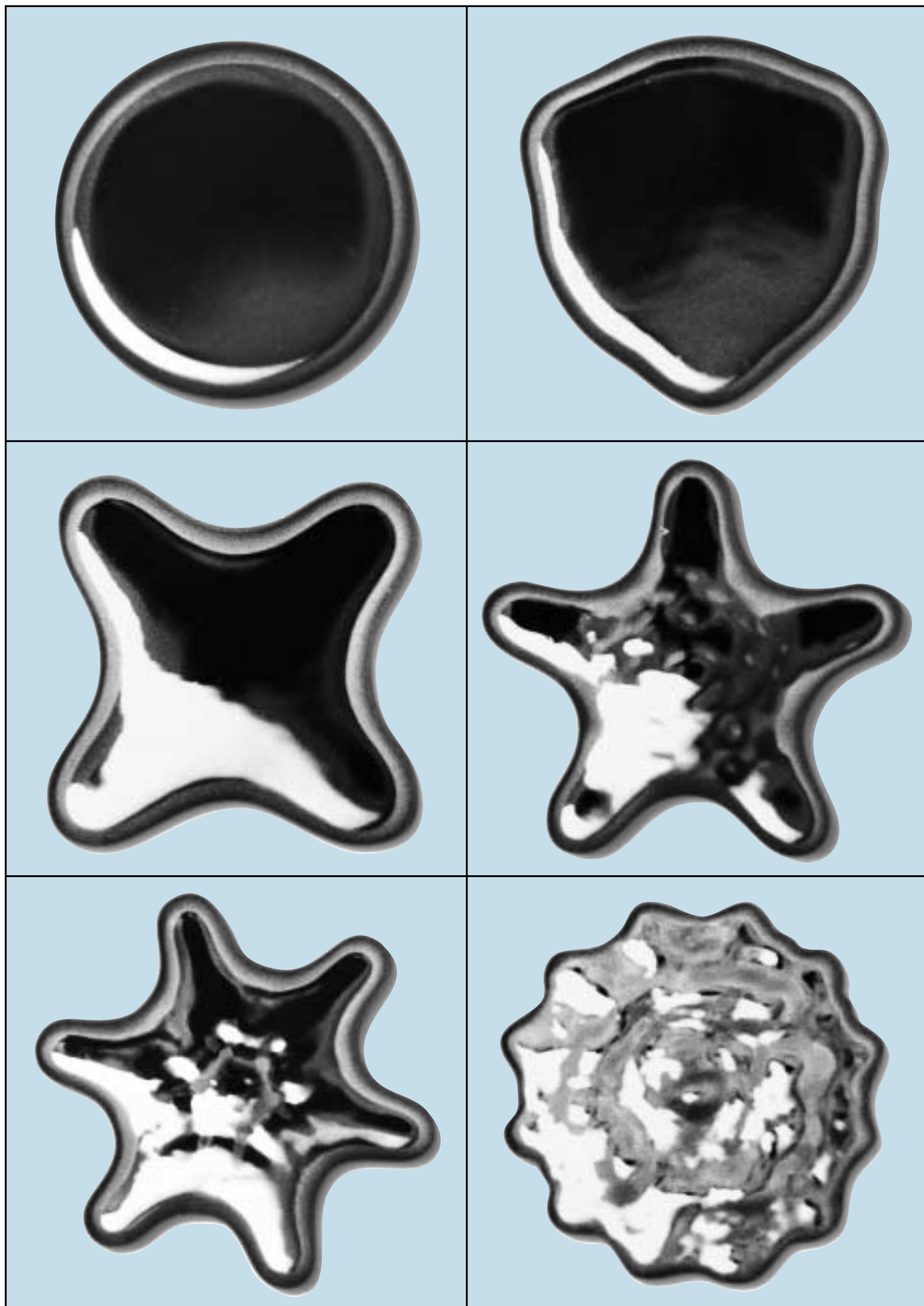
Ces forces sont responsables de déformations de la surface du mercure. Dans l'industrie, où les forces de Lorentz peuvent servir à déformer la surface des bains de métaux en fusion, la connaissance de ces déformations est importante.

En quoi la description du pendule se retrouve-t-elle ici ? La surface du métal est soumise à la tension de surface, qui agit de façon similaire à la force de gravitation sur le pendule pour ramener sa masse à l'équilibre, vers la position la plus basse. Les forces de Lorentz sont l'équivalent du mouvement d'oscillation du point de suspension.

Et c'est ainsi que l'on obtient les images présentées ici, en changeant la fréquence et l'intensité du champ magnétique vertical qui est appliqué aux gouttes. Les gouttes se déforment, et par brisure de symétrie, on voit apparaître des modes de vibrations de divers ordres, comme on en observe dans le mouvement du pendule.

Quand l'intensité est excessive, le chaos apparaît (*image en haut à gauche*).

Yves FAUTRELLE est professeur à l'INP de Grenoble. **Jacqueline ETAY** est chargée de recherche au CNRS, dans le Laboratoire EPM-MADYLAM. **Sandrine DAUGAN** a travaillé dans ce laboratoire.



Photographies Y. Faurelle, J. Esby et S. Daugan

Cosmologie

Les mirages de la création

Michel Riordan et David Schramm
(traduction : Élisabeth Vangioni-Flam). Éditions Albin Michel, 1998.

La cosmologie du Big Bang est l'un des chefs-d'œuvre intellectuels de ce siècle. Elle suscite légitimement l'enthousiasme du plus large public, mais les recherches scientifiques sur le passé le plus lointain de l'Univers ne se laissent pas aborder sans précautions, sous peine de graves confusions. Une initiation est nécessaire pour en saisir toutes les dimensions physiques et épistémologiques. David Schramm, l'un des astrophysiciens les plus renommés du moment, professeur à l'Université de Chicago, et Michel Riordan, éditorialiste réputé, nous guident dans l'espace-temps, jusqu'aux jours orageux de l'enfance de l'Univers.

Cet exposé cristallin nous conduit au lieu de confluence de la cosmologie et de la physique des particules. Ces théories reines, aussi éloignées que l'on puisse l'imaginer, puisque traditionnellement réservées aux deux infinis, grand et petit, trouvent aujourd'hui un champ d'application commun dans les tout premiers instants descriptibles de l'histoire de l'Univers. Par une compréhension graduelle

des concepts mis en jeu dans les théories physiques fondamentales, ainsi que de leur symbiose dans l'Univers primordial, le lecteur est amené à une vision véritablement synthétique de la nature, où le petit donne la clef du grand.

L'accélérateur de particules devient un outil de la cosmologie, car il permet de reproduire les conditions énergétiques de l'Univers primordial, lequel peut être représenté comme un océan tumultueux de particules élémentaires en collision. De fait, l'Univers, dans les premières étapes de son développement, est un somptueux laboratoire de physique des hautes énergies. À des températures de plusieurs milliards de degrés, quarks et gluons, matière et antimatière, ainsi que des particules dont la nature nous est encore inconnue, se conjuguent pour fonder le monde matériel. La cosmologie est en révolution !

Ce livre est une bénédiction pour ceux qui veulent capturer l'essence des grandes questions cosmologiques du xx^e siècle : la création de la matière, l'inflation cosmologique, l'origine des éléments, la naissance des galaxies et des grandes structures, et surtout le mystère de la matière noire (transparente), omniprésente dans le cosmos. Est-elle constituée de protons et de neutrons, comme vous et moi, ou d'autres particules, plus subtiles ? Les tenants et les aboutissants de la quête de la substance de l'Univers sont exposés en grand détail, y compris les méthodes observationnelles et expérimentales destinées à lever l'ambiguïté de la nature de la matière noire.

Écrit dans une langue efficace et directe excluant les effets faciles, cet ouvrage se distingue par la profondeur de son analyse, par son intransigeance pédagogique et par son audace conceptuelle. Le merveilleux ne naît point du désir d'étonner, mais, tout au contraire, de l'obstination des auteurs à se faire comprendre. Et ils y parviennent remarquablement. Jamais livre de cosmologie destiné à une large audience ne fut plus puissant, plus honnête et plus généreux.

Ce livre est d'autant plus émouvant que D. Schramm a disparu, l'an dernier, à la suite d'un tragique accident d'avion.

Élisabeth Vangioni-Flam, de l'Institut d'astrophysique de Paris, ayant collaboré directement avec D. Schramm, a donné une traduction fidèle et respectueuse de ce qui constitue l'incalculable testament scientifique d'un des plus grands astrophysiciens de notre époque.

Michel CASSÉ

Épistémologie

La culture est-elle naturelle ? Histoire, épistémologie et applications récentes du concept de culture

Sous la direction d'Albert Ducros, Jacqueline Ducros et Frédéric Jouliau. Éditions Errance, 1998.

Cet ouvrage collectif, qui réunit les contributions de paléanthropologues, d'anthropologues, d'archéologues, d'éthologues et d'historiens des sciences, constitue une réflexion sur l'origine et les fondements de la culture.

La première partie du livre est consacrée à l'histoire du concept de culture ; la seconde à son évolution, aussi bien dans son extension que dans sa compréhension, en prenant notamment en compte l'utilisation d'outils chez les chimpanzés. L'évocation des principaux thèmes traités donnera une idée de l'ampleur et des contours du débat : la naturalisation de l'homme, de Linné à Darwin, c'est-à-dire son insertion dans l'histoire naturelle ; sa dénaturalisation dans l'ethnologie française au début du siècle ; les interprétations de la notion de culture chez les préhistoriens de la seconde moitié du xix^e siècle ; l'évolutionnisme culturel, qui défend l'idée que l'humanité se serait progressivement civilisée en s'extirpant d'un état naturel, donc barbare et animal ; la question de la culture dans la sociobiologie (dans le cadre d'une biologisation de l'ensemble des comportements sociaux, que devient le dépassement des déterminismes naturels ?) ; l'hypothèse d'un engendrement de la culture par les contraintes naturelles ; les lectures anthropologiques du passage de noix chez les chimpanzés ; l'usage qu'ils font de produits curatifs ; la possibilité de traditions chez les singes sont autant de possibilités qui élargissent le concept de culture, au point de remettre en question son caractère strictement anthropologique, bref de ne plus en faire le propre de l'homme.

Que l'humanité commence avec la culture est le postulat fondateur de la différence anthropologique. Le titre, *La culture est-elle naturelle ?*, contient tout le problème. En effet, l'idée de culture ne se soutient que de son opposition essentielle à la nature, et c'est dans cette scission que prend place la ligne de partage entre l'humanité et l'animalité. Aussi



DR

David Schramm.