

LES AUTEURS



Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK sont professeurs de physique à l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris. Leur blog : <http://blog.idphys.fr>

✓ BIBLIOGRAPHIE

J. C. Gallop, *SQUIDS, the Josephson Effects and Superconducting Electronics*, Institute of Physics Publishing, 1991.



Retrouvez les articles de J.-M. Courty et E. Kierlik sur www.pourlascience.fr

pour *Superconducting Quantum Interference Device* (dispositif supraconducteur à interférence quantique).

L'utilisation directe d'un SQUID est toutefois délicate : sa surface est petite (une dizaine de micromètres carrés) et il est sensible à toutes les perturbations magnétiques. Pour y remédier, on utilise un capteur constitué d'un circuit supraconducteur comportant deux boucles de un centimètre de diamètre, distantes de cinq et enroulées en sens opposés, et un petit enroulement couplé au SQUID (voir la figure 3).

À cause de l'effet Meissner, les lignes de champ ne peuvent pas traverser le fil supraconducteur pour entrer ou sortir des anneaux : il s'ensuit que le flux magnétique total dans le circuit reste constant. Pour un champ magnétique uniforme ou presque, tels le champ terrestre ou des champs para-

sites dont la source se trouve loin du détecteur (cas du champ magnétique associé au cœur), le même champ traverse les deux boucles et comme ces dernières ont des sens de circulation opposés, le flux magnétique total est nul.

En revanche, pour une source proche, par exemple un ensemble de neurones, le champ n'est pas homogène ; il est bien plus intense dans la boucle la plus proche de la source. Par conséquent, la somme des flux à travers les deux boucles n'est pas nulle : un courant est induit dans le circuit afin que le flux magnétique dans le petit enroulement compense le flux des grandes boucles et maintienne un flux total nul. Le champ magnétique engendré par l'enroulement, proportionnel au champ magnétique cérébral, est ainsi plus facilement mesurable par le SQUID.



Et tout s'éclaire



La marche des sciences
14h/15h jeudi

avec Aurélie Luneau

en partenariat avec le magazine Pour la Science

franceculture.com

SCIENCE & GASTRONOMIE

Dernières nouvelles des soufflés

Pour que le soufflé monte bien, assurez-vous que la préparation contienne beaucoup d'eau et d'air avant de l'enfourner.

Hervé This

Le soufflé est le prototype du produit culinaire qui gonfle à la cuisson. Il n'est pas seul : les gougers, les petits choux, les canelés gonflent... Une partie du monde culinaire attribuait le gonflement à la dilatation des bulles d'air, qui proviennent des blancs d'œuf battus, comme dans les soufflés ; mais la raison n'y trouvait pas son compte : la loi de la dilatation des gaz, appliquée aux soufflés, ne prévoyait qu'un gonflement de moins de 30 pour cent, bien inférieur à celui obtenu quotidiennement par les cuisiniers.

Nous avons montré que le mécanisme principal du gonflement des soufflés et des autres plats analogues était l'évaporation de l'eau de la préparation. D'une part, un soufflé de 300 grammes perd environ dix grammes à la cuisson, ce qui (si cette masse est de l'eau évaporée, mais que pourrait-elle être d'autre ?) correspond à dix litres de vapeur ! D'autre part, la cuisson des soufflés dans des moules transparents et équipés de capteurs de température montre qu'au fond des ramequins, on atteint bien les 100 °C indispensables à l'évaporation de l'eau, tandis que l'on voit, à travers les parois des ramequins, des bulles monter dans la préparation et venir crever en surface.

Tout est-il dit ? Apparemment pas. Lors de récentes réunions du *Groupe d'étude des précisions culinaires*, à Paris, nous avons testé diverses précisions relatives aux soufflés, notamment la retombée des soufflés cuits dans des fours dont on ouvre la porte, l'influence du farinage des moules, etc. Nous avons testé des soufflés au fro-

mage de composition « professionnelle » : la base dense comportait 75 grammes de farine, 75 grammes de beurre, 750 grammes de lait, quatre jaunes d'œuf, 200 grammes de fromage râpé ; après cuisson, deux jaunes d'œuf supplémentaires étaient ajoutés, ainsi que dix blancs d'œuf battus en neige ferme.

Les ramequins étaient des objets professionnels en céramique blanche, et les conditions de production des « appareils » à soufflés (les cuisiniers nomment « appareil » la préparation destinée à cuire), tout comme celles de cuisson, étaient aussi bien contrôlées que possible. Cette rigueur a révélé des surprises. Tout d'abord, les ramequins n'étaient identiques qu'en apparence : alors que leur taille était constante, leur masse variait considérablement, ce qui indique que leurs épaisseurs étaient différentes ; pas étonnant, donc, que l'on obtienne parfois en cuisine des résultats très différents.

En ce qui concerne la tenue des soufflés à l'ouverture de la porte, nous avons constaté une tenue bien supérieure à tout ce qui est prétendu. Le soufflé ayant été cuit à 180 °C dans un four à convection, un gonflement notable a été observé après dix minutes de cuisson.

C'est le moment qui a été choisi pour l'ouverture du four : durant une minute, nous avons laissé le soufflé dans le four, en espérant le voir redescendre... mais non, il est resté stable. Nous l'avons même sorti du four, et après 3 minutes et 40 secondes, il était très peu redescendu. Bref, à ce stade, la croûte superficielle, et sans doute la cuisson de la partie supérieure, suffit à tenir le soufflé gonflé, la vapeur ne s'échappant pas par la partie supérieure ni ne se recondensent.

Le soufflé fut alors remis au four, parce que nous avions voulu le comparer à un soufflé dont les blancs d'œuf n'auraient pas été battus en neige : après tout, puisque la théorie stipulait que la dilatation des bulles d'air était presque sans effet sur le gonflement, pourquoi s'embarrasser de ce battage préalable ?

Le verdict expérimental a été sans appel, à la surprise des professionnels : le soufflé aux blancs non battus en neige est monté presque autant que le soufflé identique, mais avec des blancs battus. Presque autant... mais pas tout à fait, parce que l'air introduit contribue au volume de la masse.

Cette observation, qui a stupéfié le monde professionnel, donne de nouvelles clefs pour réussir les soufflés : nous savons maintenant que l'objectif est de vaporiser le plus d'eau possible et nous savons que tout l'air initialement introduit dans les soufflés sous la forme de blancs d'œuf en neige contribue au volume final. Puisque l'on sait produire des litres et des litres de blanc en neige à partir d'un seul blanc d'œuf, en lui ajoutant de l'eau quand on le bat, on sait partir d'un fort volume initial... qui augmentera encore à la cuisson.



Hervé THIS dirige le groupe INRA de gastronomie moléculaire au Laboratoire de chimie d'AgroParisTech. Il est aussi directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Acad. des sciences).



Retrouvez les articles de Hervé This sur www.pourlascience.fr

→ PHILOSOPHIE DES SCIENCES

Forme et origine de l'Univers

Sous la direction
d'A. Barrau et de D. Parrochia

Dunod, 2010
(410 pages, 29 euros).

Revenir sur des moments clefs de l'histoire de la cosmologie, en présenter les grandes articulations actuelles et offrir une réflexion philosophique sur ses tenants et aboutissants, tels sont les trois objectifs de ce livre collectif. L'entreprise est réussie.

Sur le plan historique, l'ouvrage présente la logique de certaines cosmologies de l'Antiquité; il analyse les mises en garde d'Emmanuel Kant, d'Auguste Comte et de Gaston Bachelard vis-à-vis des prétentions de toute cosmologie à pouvoir décrire l'Univers; ou encore, il rappelle comment, par un renversement de ces formes de scepticisme, le modèle du Big Bang fut inventé.

Concernant la situation actuelle, le livre présente la version du modèle du Big Bang sur laquelle existe de nos jours un large consensus; il explore les liens unissant les recherches sur l'infiniment petit et celles sur l'infiniment grand; il évoque des théories – cosmologie quantique et théorie des cordes –

qui pourraient servir à mieux comprendre les « premiers instants » de l'Univers auxquels conduit ce modèle du Big Bang; ou encore, il se penche sur les modèles d'univers multiples développés aujourd'hui.

Sur le plan épistémologique, certains auteurs abordent de front la question du caractère scientifique de la cosmologie; ils réfléchissent à la possibilité, ou à l'impossibilité, d'un discours sur l'origine, et tentent d'appréhender le concept de temps utilisé en cosmologie.

Comme la plupart de ses chapitres sont clairs, cet ouvrage constitue une très riche source d'informations et de réflexions sur la cosmologie, que l'on peut recommander à tous les esprits curieux. On regrettera juste qu'un ouvrage qui est présenté comme un ensemble de « regards philosophiques sur la cosmologie » ne contienne pas d'approche plus critique vis-à-vis de cette discipline. Si analyser les discours scientifiques pour en apprécier les significations et conséquences est précieux, prendre du recul par rapport à ces discours l'est aussi.

→ Thomas Lepeltier

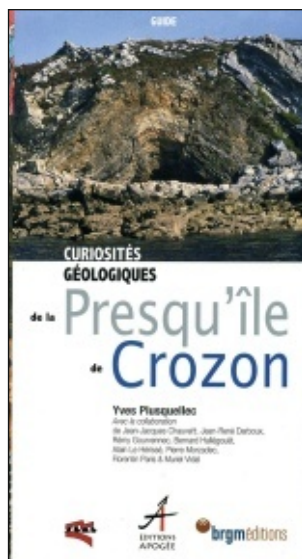
Historien des sciences, Oxford

→ GÉOLOGIE

Curiosités géologiques de la presqu'île de Crozon

Sous la direction
de Yves Plusquellec,
BRGM/Éditions Apogée, 2010
(110 pages, 19 euros).

Entre rade de Brest et baie de Douarnenez, la presqu'île de Crozon forme une des pointes occidentales de la Bretagne. À ses contours déchaquetés correspond une géologie com-



pliquée, comme le démontre assez sa carte géologique.

Cette complexité est le reflet d'une longue histoire, qui débute au Briovérien (550 millions d'années), puis se déroule surtout au Paléozoïque, de l'Ordovicien (480 millions d'années) au Dévonien (360 millions d'années). Au début de cette période, la région du Massif armoricain se trouve sur la bordure Nord du grand continent austral du Gondwana. La tectonique des plaques va rapprocher ce dernier des masses continentales plus septentrionales, fermant ainsi l'océan rhéique et provoquant enfin la surrection de la grande chaîne hercynienne.

Les roches de la presqu'île de Crozon, riches en fossiles marins (trilobites, graptolites, brachiopodes, coraux et aussi microfossiles), témoignent de cette riche histoire. On y trouve aussi bien des traces d'une importante activité volcanique que celles de la grande glaciation de la fin de l'Ordovicien, qui affecta pratiquement toute l'Afrique et les contrées adjacentes. La fin de la sédimentation marine, au Dévonien supérieur, ne marque pas cel-

le de l'histoire géologique de la presqu'île, car les sédiments paléozoïques sont alors fortement plissés et faillés lors de l'orogénèse hercynienne. De l'histoire ultérieure de la région, les roches nous disent peu de chose, jusqu'aux périodes glaciaires récentes, qui laissent des traces caractéristiques dans les sédiments des plages et des tourbières.

Les auteurs racontent toute cette histoire, en s'appuyant sans cesse sur les données géologiques et paléontologiques, sous forme d'illustrations aussi abondantes que belles. Le livre est aussi un guide de terrain, accompagnant le visiteur à sept points présentant des intérêts particuliers. Les cartes géologiques et autres échelles stratigraphiques qui y figurent complètent heureusement cette synthèse réussie et accessible de la géologie exceptionnelle de cette partie de la Bretagne.

→ Eric Buffetaut

CNRS, Laboratoire de géologie de l'ENS

→ HISTOIRE DES SCIENCES

Les dessins de champignons de Claude Aubriet

Xavier Carteret
et Aline Hamonou-Mahieu

Publications scientifiques
du MNHN, 2010
(330 pages, 97 euros).

Cet ouvrage met en lumière les représentations de champignons effectuées vers 1730 par l'illustrateur scientifique et peintre miniaturiste Claude Aubriet sous la direction d'Antoine de Jussieu. Intégralement bilingue français-anglais et donnant la part belle à la reproduction des planches, il constitue un témoi-

