

→ MATHÉMATIQUES ALAMBIQUÉES

Lors de conférences prononcées en 1979-1981, et récemment publiées sous le titre *Le fondement philosophique des mathématiques*, Jean Beaufret (1907-1982) a parcouru un cercle vicieux d'une rare perfection. Si j'interprète bien sa prose alambiquée, les mathématiques ont, pour lui, une essence éternelle, découverte par les Grecs. Il les analyse donc à partir de ses seuls souvenirs scolaires, et ne fait pas jouer sur des résultats récents les concepts qu'il élabore. Il ne court ainsi aucun risque de tomber sur une nouveauté mettant à mal lesdits concepts. Ce qui confirme que les mathématiques ont une essence immuable et éternelle. Admirable logique.



Pour accéder à la pensée de Beaufret, le lecteur doit en passer par des phrases comme : « Le nombre est le schème du concept de quantité comme synthèse de l'homogène. » Poincaré, Hilbert, sont nommés, mais jamais leurs travaux mathématiques ne sont pris en compte. Gödel est à peine moins mal traité. Beaufret disserte sur les mathématiques sans prêter attention à l'œuvre des mathématiciens !

Indifférent au fait que les notions ont une histoire, donc évoluent, Beaufret, apparemment, n'a pas entendu dire que, au XX^e siècle, les paradoxes de la théorie des ensembles, les recherches sur l'incomplétude ou sur l'indécidabilité, ont terriblement compliqué la notion de vérité en mathématiques.

Plutôt que d'adopter le postulat d'une essence éternelle des mathématiques, que ne s'est-il penché sur ce qu'elles étaient à son époque ? ■

composition(s) urbaine(s)

Le congrès des sociétés historiques et scientifiques se tient chaque année dans une grande ville universitaire. Trait d'union entre la recherche universitaire et la recherche bénévole, cette manifestation scientifique – lieu de rencontre privilégié des membres des sociétés savantes – est largement ouverte aux universitaires, aux élèves des grandes écoles, aux membres des centres de recherche. Il permet également aux jeunes chercheurs de faire leurs premières communications sous la direction de personnalités scientifiques de premier plan.

Le congrès de Tours se déroulera du 23 au 28 avril 2012, dans les locaux de l'université de Tours François Rabelais, sur le thème « Composition(s) urbaine(s) ».

Date limite de réception des propositions de communications : 1^{er} novembre 2011.

Inscriptions en ligne sur notre site internet : www.cths.fr.

Pour tout contact

Comité des travaux historiques et scientifiques

137^e congrès

110, rue de Grenelle, 75357

Paris cedex 07

tél. : 33 (0) 1 55 95 89 64

fax : 33 (0) 1 55 95 89 66

congres@cths.fr

www.cths.fr



137^e Congrès
des sociétés historiques
et scientifiques

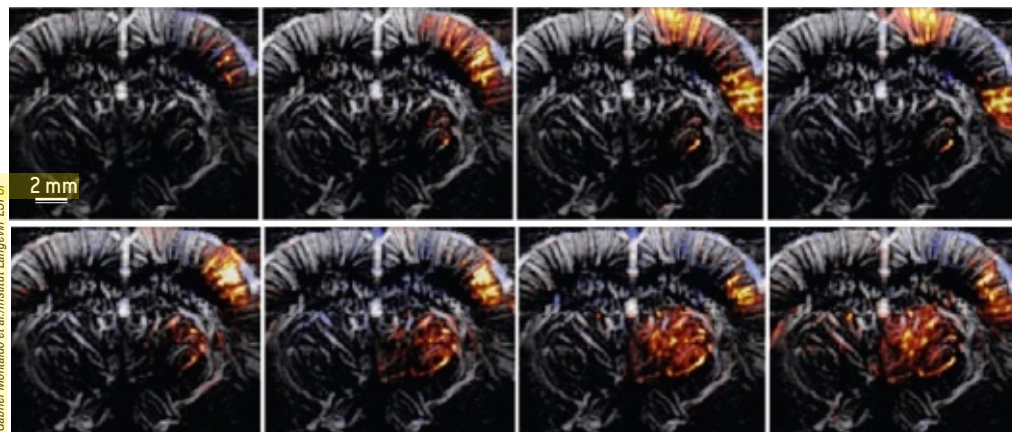
Tours

université de Tours François-Rabelais
site des Tanneurs
23-28 avril 2012

Imagerie

Des ultrasons pour voir fonctionner le cerveau

Une équipe parisienne a mis au point une technique d'imagerie cérébrale fonctionnelle utilisant l'échographie ultrasonore, avec une résolution spatiale et temporelle bien meilleure qu'avec les autres méthodes.



Ces images du cerveau d'un rat sont extraites de deux séquences d'imagerie fonctionnelle par ultrasons, chaque séquence montrant la propagation de l'activité cérébrale lors d'une crise d'épilepsie [déclenchée par l'injection d'un produit dans le cortex cérébral de l'animal]. Les images successives sont séparées ici de 15 secondes (rangée du haut) et 10 secondes (rangée du bas).

Sous la direction de Mickaël Tanter et Mathias Fink, une équipe de l'Institut Langevin à l'ESPCI Paris Tech (CNRS, INSERM), en collaboration avec le Centre hospitalier universitaire Pitié-Salpêtrière, a conçu une technique d'échographie ultrasonore qui permet de visualiser et suivre l'activité cérébrale d'un rat.

Sa résolution spatio-temporelle est inégalée : 0,1 millimètre dans le plan de l'image et 0,2 millimètre dans la profondeur pour la résolution spatiale, 0,2 seconde pour la résolution temporelle. En comparaison, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la tomographie par émission de positrons (TEP) ont une résolution spatiale de l'ordre du millimètre et une résolution temporelle de plusieurs secondes.

L'échographie classique est fondée sur un balayage point par point d'ondes ultrasonores focalisées. Elle est trop lente pour obtenir les cadences, de l'ordre du millier d'images par seconde, nécessaires pour visualiser et suivre la microcirculation sanguine, grandeur directement liée à l'activité cérébrale (quand une région du cerveau s'active, il y a afflux de sang dans cette région).

Le dispositif de l'équipe de M. Tanter consiste, lui, à envoyer à très haute cadence des ondes planes ultrasonores (et non pas focalisées) et à traiter par « retournement temporel » les échos recueillis pour former l'image. En d'autres termes, les échos sont électroniquement inversés et renvoyés comme si l'on voyait un film à l'envers, ce qui permet, en répétant l'opération, de bien localiser les sources des échos et ainsi de construire une image de résolution élevée.

En pratique, la sonde ultrasonore est une barrette de 128 transducteurs piézo-électriques espacés de 0,1 millimètre, placée au-dessus d'une ouverture pratiquée dans la boîte crânienne des rats. Une cadence de 1 000 images par seconde à très haute résolution est obtenue, sur un champ de deux centimètres de côté et de profondeur. Chaque image est construite en combinant celles obtenues avec 17 illuminations différentes (ondes planes d'angles différents). La procédure complète consiste à enregistrer 200 images composites en 0,2 seconde, de façon à obtenir, par un effet de moyenne, une image des flux sanguins avec une haute résolution spatiale.

L'amplitude du signal recueilli pour chaque pixel de l'image fluctue dans le temps avec une fréquence caractéristique qui dépend du mouvement des globules rouges du sang, ce mouvement entraînant un effet Doppler. De ce signal, on peut extraire une grandeur proportionnelle au volume de sang présent dans la région correspondant au pixel considéré. L'image globale est donc une cartographie, à un instant défini avec une résolution de 0,2 seconde, de la répartition du sang dans la « tranche » de cerveau explorée par la sonde.

L'équipe de l'Institut Langevin a ainsi pu visualiser l'activité cérébrale de rats dont on stimulait les moustaches. Les images montrent même l'activation d'une seule colonne neuronale dans le cortex, quand on stimule un seul poil de moustache. De même, les chercheurs ont visualisé la propagation, dans l'espace et le temps, de l'activité cérébrale associée à une crise d'épilepsie (déclenchée en injectant en un point du cortex cérébral un produit approprié).

Cette technique d'imagerie fonctionnelle est prometteuse pour l'étude des petits animaux, l'appareillage étant simple, très peu encombrant et bon marché par rapport aux équipements d'IRM ou de TEP. On devrait aussi pouvoir l'adapter pour réaliser de l'imagerie cérébrale sans ouvrir la boîte crânienne, si l'épaisseur de cette dernière n'est pas trop importante. De même, on pourrait l'appliquer à l'homme, par exemple aux bébés à travers les fontanelles, régions peu ossifiées de leur crâne, ou aux adultes lors d'opérations neurochirurgicales à crâne ouvert.

→ Maurice Mashaal

É. Macé et al., *Nature Methods*, en ligne, 2011