

EXCLUSIF
Alain Fuchs, président du CNRS
Entretien avec

Le
journal
du

CNRS

N° 245 JUIN 2010

NEUROSCIENCES,
ÉCOLOGIE,
ASTRONOMIE...

Rien n'arrête les

mathématiques

ZOOM

Peintures rupestres

Jean-Loïc Le Quellec,
l'homme qui réinterprétait les mythes



cnrs

dépasser les frontières

BIOMÉCANIQUE**Étudier les forces pour comprendre la forme**

Mesurer les propriétés physiques d'un tissu vivant, telles que son élasticité, avec une résolution de 10 à 50 micromètres¹ ? C'est désormais possible grâce au "tonomètre à jet d'air à balayage". Cet appareil, mis au point par Vincent Fleury², chargé de recherche au sein du Laboratoire de matière et systèmes complexes³, avec des collègues français, allemands, hollandais et ukrainiens, vient de faire l'objet d'une publication dans la revue *Physical Review* : « Le principe, explique le chercheur, est d'injecter de l'air à la surface du tissu à travers une micropipette. Un faisceau laser acheminé via une fibre optique glissée à l'intérieur de ce tube de verre très fin permet de mesurer la "réponse" du tissu en terme de déformation. Nous en déduisons ses

propriétés physiques. » Atout non négligeable : l'appareil peut établir des mesures en un seul point, mais aussi en continu en le faisant glisser sur le tissu.

Ces mesures apportent un éclairage inédit sur la manière dont se développent les organismes vivants. « Un ensemble de travaux, menés depuis une dizaine d'années, montrent que les propriétés physiques d'un tissu vivant jouent un rôle important dans le développement des formes biologiques, explique Vincent Fleury. Mais, si des mouvements et des déformations ont pu être observés au microscope, les moyens techniques manquent pour mesurer finement, in vivo, d'éventuelles variations de pression d'un point à un autre du tissu. De fait, les outils existants sont souvent peu précis ou destructifs. »

Ce nouvel outil a déjà fait ses preuves sur des objets biologiques divers. « Par exemple, nous avons mesuré les propriétés physiques des vaisseaux au cours de la formation du système sanguin, souligne le chercheur. On sait que les veines se développent toujours parallèlement aux artères. Or nos mesures ont permis de confirmer certains modèles préexistants, à savoir que ce phénomène peut s'expliquer par des facteurs purement physiques. En effet, la présence de l'artère durcit le tissu alentour. Si bien que les veines suivent tout simplement ce "manchon". »

L'équipe a également mesuré, sur des embryons de poulet, les propriétés des sites où l'on sait que bourgeonneront les ailes et les pattes. « Lors de travaux antérieurs, détaille Vincent Fleury, j'avais posé l'hypothèse que les cellules y décrivent

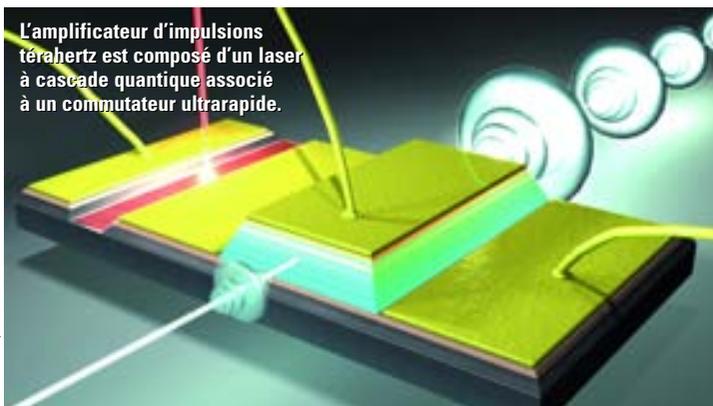
des tourbillons. Nous avons réussi à filmer ces derniers au microscope, mais le tonomètre a permis de montrer que le tissu est effectivement plus dur dans la région en amont du tourbillon, celle qui "pousse", et plus mou dans la région en aval. » La prise en compte du rôle joué par la mécanique dans la genèse des formes du vivant n'en est qu'à ses débuts...

Marie Lescroart

1. Un micromètre est égal à un millionième de mètre.
2. Vincent Fleury a publié plusieurs ouvrages, dont *La Chose humaine ou la Physique des origines* (Vuibert, 2009).
3. Laboratoire CNRS / Université Paris-VII.

CONTACT

→ **Vincent Fleury**
Laboratoire de matière et systèmes complexes, Paris
vincent.fleury@univ-paris-diderot.fr



L'amplificateur d'impulsions térahertz est composé d'un laser à cascade quantique associé à un commutateur ultrarapide.

© D. Darson/EIENS

PHYSIQUE**Nouvel obstacle franchi pour les ondes térahertz**

L'un des verrous qui entravaient le développement des applications des ondes térahertz vient de sauter. Les ondes térahertz ? Si vous avez pris récemment l'avion à l'aéroport de Roissy ou aux États-Unis, vous avez peut-être été traversé, lors du passage aux portiques de sécurité, par ces ondes accusées de voyeurisme, capables de dévoiler des armes plus facilement que les rayons X autant que l'intimité des passagers. Coincées entre les micro-

ondes et le rayonnement infrarouge, les ondes térahertz ont longtemps été les grandes oubliées du spectre électromagnétique. Question d'appareillage : peu de dispositifs étaient capables d'émettre, dans cette gamme de longueurs d'onde, des rayonnements puissants, condition *sine qua non* pour leurs nombreuses applications potentielles. Or un pas important vient d'être franchi : des physiciens du Laboratoire Pierre-Aigrain¹ et du laboratoire Matériaux

et phénomènes quantiques², de l'université Paris-VII, ont conçu le premier amplificateur de rayonnement térahertz³.

L'amplificateur est en fait au départ un laser à "cascade quantique" – appelé ainsi parce qu'à l'intérieur les électrons "sautent" d'une couche de semi-conducteur à une autre⁴ – que les chercheurs ont modifié astucieusement de façon à pouvoir l'éteindre et le rallumer rapidement. « Nous avons greffé au laser un commutateur qui le branche et le débranche toutes les dizaines de picosecondes », précisent en chœur Jérôme Tignon et Sukhdeep Dhillon, qui ont dirigé les recherches. Avec ce système, le laser se met à amplifier les ondes qui le traversent, elles-mêmes produites par une source de rayonnements térahertz standard. Les chercheurs ont montré que leur dispositif pouvait amplifier la puissance des ondes d'un facteur 400, voire plus.

Les physiciens vont à présent mener des études de recherche fondamentale, jusqu'ici impossibles faute de rayonnements térahertz suffisamment puissants, dans différents domaines, comme la spectroscopie

et la spintronique (la jumelle de l'électronique où les 0 et les 1 ne sont pas codés sur des courants électriques, mais sur des électrons). En raison de plusieurs limitations (en particulier de l'amplificateur qui ne fonctionne aujourd'hui qu'à des températures cryogéniques), ils ignorent si leur création servira aux applications industrielles envisagées des ondes térahertz, comme le contrôle non destructif du contenu d'emballages ou la détection à distance de polluants atmosphériques (et non plus par des capteurs *in situ*). Il n'en reste pas moins qu'avec leur amplificateur un sérieux obstacle au développement des ondes térahertz vient d'être... terrassé.

Xavier Müller

1. Laboratoire CNRS / ENS / Universités Paris-VI et -VII / Collège de France.
2. Unité CNRS / Université Paris-VII.
3. Travaux publiés dans la revue *Nature Photonics*.
4. Lire l'enquête « La révolution laser », *Le journal du CNRS*, n° 243, p. 18.

CONTACTS

Laboratoire Pierre-Aigrain, Paris
→ **Jérôme Tignon**
jerome.tignon@lpa.ens.fr
→ **Sukhdeep Dhillon**
sukhdeep.dhillon@lpa.ens.fr