



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 29 MARS 2017

Un capteur de rayons X miniature pour une médecine de haute précision

Détecter des rayons X à une très petite échelle spatiale ouvre la voie à des images médicales et des thérapies de haute précision. C'est ce qu'ont réalisé des chercheurs du CNRS, de l'université de Franche-Comté et d'Aix-Marseille université, en intégrant un détecteur à l'extrémité d'une fibre optique. Ces résultats ont été publiés le 28 mars 2017 dans la revue *Optics Letters*.

Le rayonnement X permet de scruter la matière, que ce soit pour des applications médicales ou pour contrôler des pièces industrielles. Mais les détecteurs de rayons X sont encombrants, ce qui limite leur usage médical, spécialement pour des endoscopies. Les scientifiques cherchent donc à les miniaturiser, ce qui est loin d'être évident. En effet, la détection est indirecte : les rayons X sont d'abord absorbés par un matériau luminescent (un scintillateur), qui lui-même émet alors des photons de lumière visible, détectés par une caméra ou un photodétecteur. Or, à petite échelle, un scintillateur n'émet que très peu de photons, et dans toutes les directions : difficile pour une caméra de détecter le faible flux qui parvient jusqu'à elle !

Des chercheurs ont pourtant trouvé une solution, fondée sur l'utilisation d'une antenne optique qui redirige et canalise les photons émis par un scintillateur miniature. Ce dispositif ultra-compact rend possible la détection de rayonnements X dans des volumes de seulement quelques micromètres cubes. Inventé par une équipe du laboratoire Femto-ST (CNRS/Université de Franche-Comté/UTBM/ENSMM) en collaboration avec des chercheurs du CiNaM (CNRS/AMU) et de l'Institut Utinam (CNRS/Université de Franche-Comté), il est construit sur une fibre optique de quelques dizaines de micromètres¹ de diamètre. A une extrémité de la fibre, les chercheurs ont fait croître une micro pointe de polymère. Par-dessus cette structure, ils ont greffé un fragment minuscule de scintillateur, puis ont recouvert le tout d'une fine couche de métal afin de finaliser l'antenne optique dont le rôle est de canaliser la lumière, comme le font les antennes cornets pour les micro-ondes. Quand le fragment de scintillateur reçoit des rayons X, il émet alors de la lumière que l'antenne redirige vers la fibre. Il ne reste plus qu'à placer un détecteur de lumière à l'autre extrémité de la fibre. L'idée était d'aboutir à un dispositif industrialisable : la réalisation de l'antenne optique sur la fibre par photo polymérisation, tout comme le greffage du scintillateur, sont des procédés qui permettraient de produire en série et à bas coût.

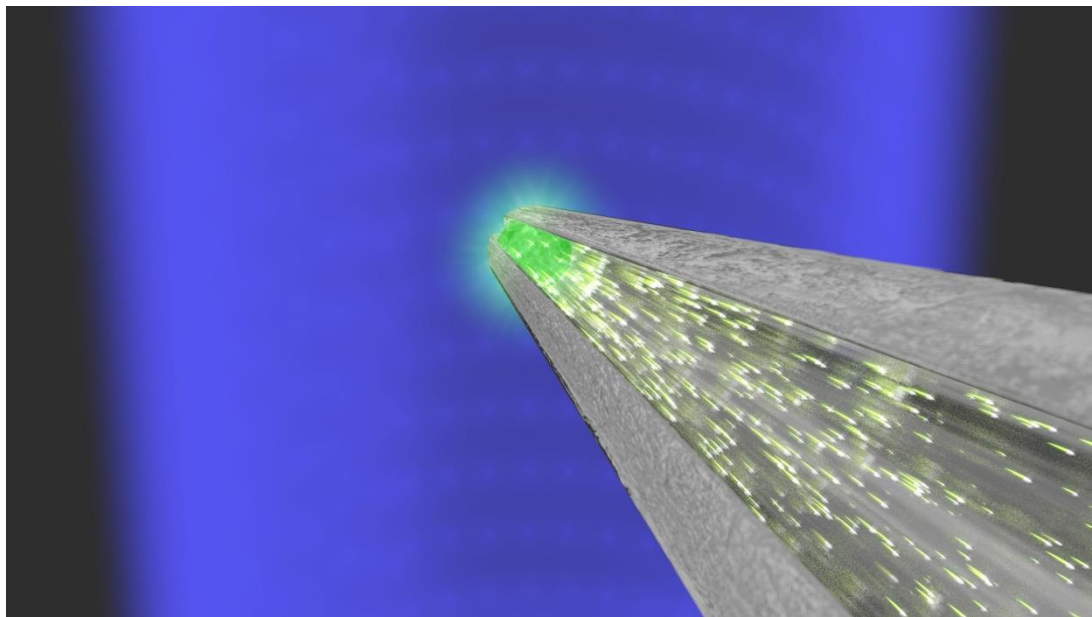
La démonstration a été effectuée avec des rayons X de basse énergie (10keV²). Pour envisager des applications médicales, l'équipe veut maintenant passer le cap des hautes énergies : quelques dizaines de keV pour la radioscopie, et plusieurs centaines de keV pour des applications thérapeutiques. A plus long

¹ 1 micromètre vaut 0,000 001 mètre.

² En physique et en chimie, l'électronvolt (eV) est une unité de mesure d'énergie.

terme, les chercheurs ont d'autres idées. Ainsi, les antennes optiques pourraient permettre de réduire le délai entre l'absorption des rayons X et l'émission de lumière par le scintillateur, et déboucher sur des détecteurs de rayons X beaucoup plus rapides. Par ailleurs, alors que sa résolution spatiale est aujourd'hui de l'ordre du micromètre, de nouvelles procédures permettraient de descendre jusqu'à 100 nanomètres³. Une perspective serait d'utiliser le détecteur comme une sonde de microscopie à balayage, pour analyser localement par exemple la composition chimique de matériaux composites.

Ces travaux ont été financés par le Labex Action et un projet a été déposé à l'ANR par l'équipe de recherche afin d'explorer ces nouvelles voies scientifiques et applicatives.



Antenne optique couplée à un agrégat de scintillateurs placé à l'extrémité d'une fibre optique. Le rayonnement bleu représente les rayons X, la sphère verte intense et brillante correspond au fragment de scintillateur et les étincelles à l'intérieur du corps de l'antenne optique symbolisent l'émission de photons par l'agrégat luminescent sous l'effet des rayons X. Grâce à l'antenne optique, cette émission de lumière est fortement dirigée vers une fibre optique monomode très étroite. © Miguel Angel Suarez, FEMTO-ST (CNRS/Université de Franche-Comté/UTMB/ENSMM)

³ 1 nanomètre vaut 0,00000001 mètre.



Bibliographie

Ultracompact X-ray dosimeter based on scintillators coupled to a nano-optical antenna.

Zihua Xie et al. *Optics Letter*, le 28 mars 2017. <https://www.osapublishing.org/ol/abstract.cfm?uri=ol-42-7-1361&origin=search>

Contacts

Chercheur CNRS | Thierry Grosjean | T 03 81 66 64 17 | thierry.grosjean@univ-fcomte.fr

Presse CNRS | Alexiane Agullo | T 01 44 96 43 90 | alexiane.agullo@cnrs-dir.fr