

### FONDATION UNIVERSITE SAVOIE MONT BLANC

<u>www.fondation-usmb.fr</u> <u>dir.fondation@univ-smb.fr</u>



# LE VASTE CHAMP DES POSSIBLES DES ONDES TERAHERTZ

Depuis une vingtaine d'années, les chercheurs démontrent le fort potentiel de l'onde électromagnétique térahertz (THz), qui permet de sonder de manière non destructive la matière. « Aujourd'hui, nous sommes à une période charnière. Il faut arriver à démocratiser l'usage du THz et à trouver des équipementiers à même de fabriquer les lecteurs », relève Maxime Bernier, convaincu que le THz constitue une solution technologique pour adresser les problématiques de nombreux secteurs d'activités comme la sécurité, l'industrie, l'imagerie médicale, et bien d'autres.

Un mot d'explication tout d'abord. Le térahertz (THz), c'est quoi?

Ce sont des ondes électromagnétiques qui se situent, si je simplifie, entre les deux plages spectrales des ondes infrarouges et des micro-ondes. Le Hertz étant l'unité utilisée pour décrire la fréquence d'un signal périodique, c'est-à-dire le nombre de cycle de cette onde par seconde, on parle ici d'une onde qui oscille mille milliards de fois par seconde.

Jusque dans les années 80, ces ondes étaient connues, mais réservées au domaine de la recherche, car il n'existait aucune source ni détecteur efficaces ou encore "simples" à mettre en œuvre. L'aventure expérimentale est donc récente, et coïncide avec l'émergence de lasers impulsionnels commerciaux qui ont permis, dans les années 80, de mettre au point de nouvelles technologies optoélectroniques qui ont depuis révolutionné le THz en rendant accessible ce domaine de fréquence.

Notre laboratoire (IMEP-LaHC) a été pionnier en France dans le domaine de l'optoélectronique THz puisqu'il a développé, dès 1994, un axe scientifique de recherche spécifique et a ainsi fait partie des premiers laboratoires au monde à disposer d'un banc de spectroscopie THz dans le domaine temporel. L'IMEP-LaHC a rapidement acquis une renommée internationale notamment pour ces travaux relatifs à la caractérisation de matériaux et de dispositifs dans ce domaine de fréquences.

#### À quoi peut-il servir?

Les ondes THz permettent de sonder la matière sur des profondeurs de plusieurs millimètres à plusieurs centimètres sans présenter les inconvénients des rayons X en termes de santé humaine. Plus précisément, elles traversent les matériaux diélectriques comme les plastiques, les matériaux secs, et sont réfléchies par les objets métalliques. Elles peuvent, par exemple, être utilisées pour détecter la présence d'explosifs, de drogues ou d'armes métalliques



#### **MAXIME BERNIER**

Enseignant-chercheur à l'USMB. Enseignant à l'IUT de Chambéry. Chercheur à l'IMEP-LaHC (Institut de microélectronique et photonique - Laboratoire d'hyperfréquence et caractérisation). Travaille dans le domaine des ondes térahertz depuis 2009.

DECOUVREZ TOUS LES « PROPOS DE CHERCHEURS » SUR : www.fondation-usmb.fr/proposde-chercheurs-2021/ et céramiques cachées sous des vêtements. Les premières applications ont d'ailleurs été développées au début des années 2000 dans le domaine de la sécurité. Aujourd'hui, plusieurs aéroports (Munich, Amsterdam...) sont équipés de portiques THz en complément des autres systèmes de détection déjà opérationnels. Le THz est à même de déceler des substances illicites comme des explosifs ou drogues dissimulées dans des enveloppes en papier, par exemple. Le potentiel de ses ondes a aussi été démontré dans le domaine médical, plus précisément pour l'identification de mélanomes et autres cancers de la peau grâce à l'imagerie THz

#### Peut-on imaginer une utilisation dans l'industrie également ?

Tout à fait. Le THz peut permettre d'assurer du contrôle non destructif de produits, par exemple sur une chaine de fabrication. Dans l'aéronautique, les matériaux composites (fibre de carbone) peuvent être inspectés afin de détecter sans contact des défauts en profondeur (délamination, fissures...). Il peut aussi permettre de contrôler les caractéristiques d'un film plastique (épaisseur, homogénéité...), l'évolution du taux d'humidité de la pâte à papier au cours du processus de fabrication des feuilles, ou encore, dans le textile, d'identifier la différence entre du coton bio et transgénique. Dans l'alimentaire, il a aussi prouvé son potentiel pour détecter des corps étrangers (dans du chocolat par exemple), ou pour diagnostiquer l'état de fraîcheur d'un produit comme le poisson qui, lorsque son état se détériore, dégage un gaz présentant une signature spécifique dans le domaine THz.

#### Peut-il faciliter aussi l'identification des produits?

Effectivement. La THID (THz Identification), au même titre que la RFID dans le domaine des radiofréquences, est à même de proposer des solutions d'identification de produits. La THID est une de nos thématiques de recherche et nous avons actuellement plusieurs projets en cours, financés par l'Agence nationale pour la recherche (ANR) et la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Nous travaillons dans le domaine depuis 2008, et avons introduit pour la première fois le terme THID pour "THz Identification" (Identification dans le domaine Térahertz).

Dans le cadre de ces études, nous travaillons sur le développement de solutions d'identification (1 solution = des étiquettes/tags, un système de lecture de la signature THz de ces étiquettes, des logiciels d'analyse de ces signatures) applicables à plusieurs types de produits pour identifier une contrefaçon ou pour authentifier un produit manufacturé par exemple. Plus précisément, nous cherchons à fabriquer des étiquettes dépourvues de partie métalliques, et donc "invisibles", contrairement aux puces couramment utilisées en RFID.

Nous collaborons entre autres avec le Centre Technique du Papier de Grenoble sur le développement d'étiquettes (tag) fabriquées à base de papier, matériau biosourcé et recyclable par excellence.

## Le champ des possibles semble immense. Qu'est-ce qui freine le développement de l'utilisation du THz aujourd'hui ?

Nous, chercheurs, avons pu démontrer que le THz présente des atouts

potentiels qui pourraient le rendre très utile dans de nombreux domaines applicatifs (sécurité, biologie, pharmacologie, contrôle non-destructif...). Nous sommes à une période charnière où, pour démocratiser son usage, il faut que le monde industriel et celui de la recherche s'associent afin d'accélérer la conception et la fabrication de systèmes THz de type "lecteurs", adaptés aux applications ciblées. Les systèmes actuels, bien qu'ayant déjà beaucoup évolués, restent, pour certaines applications, encore trop volumineux et trop chers.

Dans ce but, notre laboratoire collabore par exemple avec TiHive, une start-up de la région grenobloise qui travaille à la mise au point de caméras THz miniatures. Un tel système pourrait être déployé sur l'ensemble d'une chaîne de production pour identifier, à l'échelle submillimétrique et en temps réel, les défauts éventuels d'une pièce.

Il manque encore quelques années de développement, mais je suis sûr que le THz va finir par sortir des laboratoires pour adresser un grand nombre d'applications de notre quotidien présent et futur.