

TeraHertz et métrologie

L'objectif de cette thématique de recherche est de proposer des moyens optiques permettant de générer des références de fréquences de très grande pureté spectrale dans la gamme teraHertz, avec une stabilité de fréquence record. Les applications de ce type de références sont la spectroscopie teraHertz ultra-résolue, la métrologie teraHertz et la détection hétérodyne de signaux THz à température ambiante.

Les activités menées dans ce domaine rejoignent les études conduites en **Dynamique des lasers** et constituent une extrapolation dans le millimétrique et les THz des activités en **Optique hyperfréquence**.

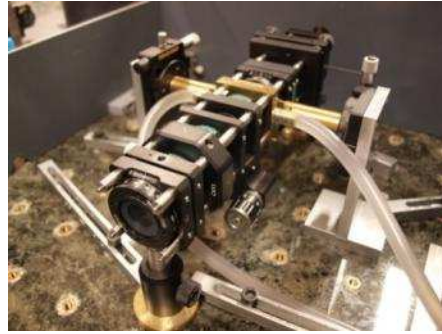
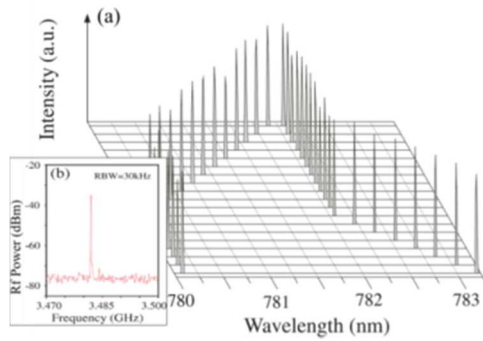
Asservissement par boucle à verrouillage de phase opto-électronique

Synthèse de signaux hyperfréquence/terahertz à très bas bruit de phase sur porteuse optique à 1,5 μm

Réalisation d'une source optique compacte de rayonnement hyperfréquence

Source THz continue par photomélangage à 800 nm à cavité bifréquence Titane-Saphire

La réalisation d'une source THz continue grâce à la technique de photomélangage nécessite de disposer d'un battement de grande pureté spectrale à la longueur d'onde d'intérêt des photomélangeurs. Le schéma de lasers bi-fréquence bi-axe THz à 1.55 μm développé au sein de l'équipe et décrit ci-dessus garantit la génération d'un battement hyperfréquence/millimétrique/teraHertz à la fois accordable et de grande pureté spectrale. Néanmoins les meilleurs photomélangeurs disponibles à ce jour pour générer des ondes teraHertz sont en AsGa-BT, et nécessitent une source bifréquence dont la porteuse optique oscille autour de 800 nm. La réalisation d'une source bifréquence dont le milieu actif est un cristal de titane-saphir est actuellement un projet en cours dans l'équipe. L'obtention de l'oscillation monofréquence et accordable pour chaque polarisation du laser est un défi puisque le milieu à gain présente une largeur spectrale extrêmement importante de plusieurs centaines de nanomètres. Ainsi, les techniques de filtrage usuellement utilisées dans les lasers Ti:Sa commerciaux monofréquences ne sont pas transposables à un laser bifréquence en cavité linéaire courte. Dans ce cadre, nous avons récemment démontré la faisabilité d'un laser bifréquence à base de cristal titane-saphir, dont l'oscillation laser a été optimisée autour de 780 nm [Loa14]. La longueur d'onde de la source est adaptée aux photomélangeurs AsGa-BT (Arsénure de gallium-basse température). Le battement TeraHertz obtenu est accordable par pas de 100 GHz sur une gamme de 2 THz, sa faible largeur (<30 kHz, mesurée en l'absence d'asservissement) en fait un bon candidat pour réaliser une source THz de grande pureté spectrale. Actuellement, nous utilisons les techniques de stabilisation développées dans l'équipe pour asservir le battement et optimiser les performances en termes de pureté spectrale.



(a)

(b)

Fig. 7 : (a) Illustration de l'accordabilité spectrale des deux longueurs d'ondes du laser bi-fréquence bi-axes, produisant un battement radiofréquence de faible largeur spectrale (30 kHz, voir insert) ; (b) Photographie de la source bifréquence.

Sélection de publications :

[Loa14] G. Loas, M. Romanelli and M. Alouini, "Dual-Frequency 780-nm Ti:Sa Laser for High Spectral Purity Tunable CW THz Generation," IEEE Photonics Technology Letters, 26 (15), 1518-1521 (2014).

Spectroscopie TeraHertz dans le domaine temporel

Thèses en lien avec cette thématique (passées/en cours) :

Antoine Rolland, « Oscillateurs ultrastables millimétrique et teraHertz par boucle à verrouillage de phase optoélectronique », 2013

Gwennaél Danion, « Oscillateur micro-onde à teraHertz ultra-stable », 2015

Joachim Boerner, « Theoretical and experimental study of ultrastable solid-state laser delivering millimeter wave and teraHertz signals »

Ayman Hallal, « Laser impulsionnel à faible gigue »

Collaborations :

Institut d'Electronique, de Microélectronique et Nanotechnologie – IEMN (Lille)

Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules – Phlam (Lille)

Thales Research and Technology (Palaiseau)

Observatoire de Nice-Côte d'Azur

Institut de Sciences Chimiques de Rennes

Resolution spectra systems

Menlo Systems

Contacts :



M. Alouini



F. Bondu



G. Loas



M. Romanelli



M. Vallet

Équipe FOTON-DOP

Responsable d'équipe : François BONDU

Tel : +33 223 235 156

francois.bondu@univ-rennes1.fr

Site web : <http://foton.cnrs.fr/v2016/spip.php?rubrique111>

Institut FOTON - Équipe DOP
Université de Rennes 1 – CNRS UMR 6082
Campus de Beaulieu – Bat 11B
263 avenue du Général Leclerc
35042 RENNES CEDEX



UNIVERSITÉ DE
RENNES 1

INSA