

# Guide d'onde plasma généré par filamentation laser dans l'air

N. Cantonnet-Paloque<sup>1</sup>, T. Clark<sup>1</sup>, M. R. Edwards<sup>2</sup>, V. Perez-Ramirez<sup>2</sup>, D. S. Singh<sup>2</sup>, A. Houard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA, CNRS, École Polytechnique, Institut Polytechnique de Paris, 181 Chemin de la Hunière, 91120 Palaiseau, France

<sup>2</sup>SAPPHIRE Laboratory, Stanford University, 418 Panama Mall, CA 94305, Stanford, United States of America

Email : nicolas.cantonnet@ensta.fr

Les rayonnements térahertz sont utiles pour de nombreuses applications [1-2] mais leur propagation dans l'air reste limitée en raison de leur forte divergence. Une solution pourrait résider dans l'utilisation d'optiques plasma, et plus spécifiquement de guides d'onde plasma générés dans l'air. Parce que leur fréquence de Langmuir se situe dans le domaine THz, ces plasmas atmosphériques peuvent induire de fortes variations d'indices à ces longueurs d'onde, permettant de réaliser l'équivalent de fibres creuses ou de fibres à saut-d'indice [3].

Dans cette étude, nous proposons d'étudier le guidage de rayonnements térahertz dans un guide d'onde plasma cylindrique généré par un puissant laser. Ce guide repose sur la capacité des impulsions laser ultra-courtes à créer des canaux plasma de plusieurs mètres de long par filamentation [4-7]. La première étape consiste à étudier numériquement les paramètres optimaux du guide plasma, avant l'étude expérimentale (prévue en 2026).

Pour optimiser les paramètres du guidage, deux codes de simulation ont été utilisés. Le premier permet de modéliser les modes d'ondes pouvant se propager dans les guides d'ondes et ainsi d'étudier les caractéristiques idéales du plasma et ses dimensions afin d'obtenir la plus grande distance d'atténuation des térahertz dans un contexte expérimentalement réalisable [8]. En parallèle, un second code plus lourd a été utilisé afin d'analyser plus finement la propagation des térahertz dans ces guides [9], fournissant des estimations précises des longueurs d'atténuation.

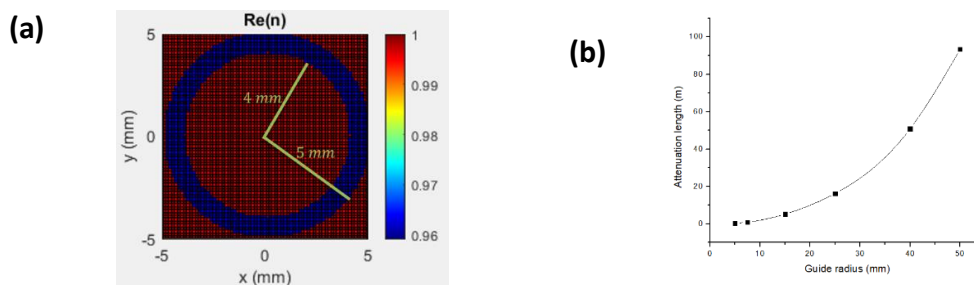


Figure 1 : (a) Carte 2D de la partie réelle de l'indice de réfraction calculée par le code. (b) Evolution de la longueur d'atténuation des terahertz dans le guide en fonction de son rayon.

## References:

1. V.P. Wallace *et al.* Faraday Discuss **126**, 255 (2004).
2. H. H Nguyen Pham, *et al.* APL Photonics **2**, 056106 (2017).
3. Musin *et al.*, Appl. Opt. **46**, 5593 (2007).
4. A. Couairon, and A. Mysyrowicz, Phys. Rep. **441**, 47-189 (2007).
5. S. Fu, B. Mahieu, A. Mysyrowicz, A. Houard, Opt. Lett. **47**, 5228 (2022).
6. M. Alshershby, *et al.* J. Phys. D: Appl. Phys. **45**, 265401 (2012).
7. M. Châteauneuf, Appl. Phys. Lett. **92**, 091104 (2008).
8. A. Mendoza-Suarez, *et al.* J. Opt. Soc. Am. A **18**, 961-965 (2001).
9. A. Couairon, *et al.* The European Physical Journal Special Topics **199**, 5 (2011).