

# Rétro-émission du continuum généré dans un filament induit par des impulsions ultra-intenses

N. Gallice, J. Yu, D. Mondelain, J. Kasparian, G. Ange, R. Volk and J.P. Wolf

*Laboratoire de Spectrométrie Ionique et Moléculaire, UMR CNRS 5579,  
Université Claude Bernard-Lyon 1, 43, Bd. du 11 Novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex, France*

La propagation des impulsions laser ultracourtes dans l'air devient hautement nonlinéaire lorsque leur puissance crête dépasse une dizaine de gigawatt. Sur le trajet d'un faisceau d'impulsions femtosecondes intenses, l'auto-focalisation due à l'effet Kerr et l'effet du plasma créé par une impulsion conduisent à des filaments de lumière d'un diamètre d'environ 100  $\mu\text{m}$  et se propageant sur plusieurs dizaines de mètres dans l'air.<sup>1</sup> La formation des filaments permet de longues distances d'interaction aux processus nonlinéaires de conversion de fréquence, notamment à celui de l'auto-modulation de phase. La génération du continuum est particulièrement efficace dans ces filaments. Le « supercontinuum » généré dans des filaments a été mesuré entre l'UV et l'infrarouge moyen jusqu'à 4,5  $\mu\text{m}$ .<sup>2</sup>

La démonstration d'un lidar détectant la lumière blanche rétro-diffusée en provenance des filaments générée dans l'atmosphère a ouvert de nouvelles perspectives dans la télédétection des polluants atmosphériques.<sup>3</sup> La lumière blanche a été détectée en provenance d'une altitude jusqu'à 12 km. Cette performance repose sur l'efficacité de la génération du continuum dans des filaments mais aussi suggère une diffusion vers l'arrière privilégiée de la lumière générée. Outre la possibilité d'une détection "multi-composant" grâce à l'analyse spectrale du continuum rétro-diffusé, l'augmentation de la rétro-diffusion par les effets nonlinéaires donnerait un avantage significatif au lidar nonlinéaire sur le lidar linéaire classique.

Dans le cadre du projet franco-allemand Teramobile, qui consiste à employer un laser terawatt intégré dans un conteneur mobile pour explorer les potentialités d'un lidar nonlinéaire, nous avons étudié à Lyon avec une chaîne de 50 GW, l'émission angulaire de la lumière blanche autour d'un mono-filament. Des impulsions d'une durée de 120 fs et d'une énergie de 6 mJ (810 nm) étaient alors légèrement focalisées pour initier un mono-filament stable. L'émission était détectée dans la bande bleu-vert (350 nm - 600 nm). L'ouverture angulaire de la détection est délimitée à l'aide d'un long tube. Le diagramme d'émission obtenu est alors comparé avec celui correspond à la diffusion linéaire (Rayleigh ou/et Mie). Cette dernière est observée autour d'un faisceau de faible énergie à 405 nm (200  $\mu\text{J}$ ).

Nos résultats montrent clairement une augmentation de la rétro-diffusion pour le filament par rapport aux diffusions linéaires. Cette augmentation a été déterminée à un facteur de 2 à 176,5°. Toutefois, la mesure de la vraie rétro-diffusion (180°) est difficile à réaliser à cause de l'intensité élevée dans le filament. Le mécanisme de l'amplification nonlinéaire pourrait être décrit en terme d'une auto-réflexion sur une modulation axiale de l'indice de réfraction induite par une impulsion laser elle-même (effet combiné Kerr/plasma).

## Référence :

1. A. Braun, G. Korn, X. Liu, D. Du, J. Squier, and G. Mourou, *Opt. Lett.* **20**, 73 (1995).
2. J. Kasparian, R. Sauerbrey, D. Mondelain, S. Niedermeier, J. Yu, J.P. Wolf, Y.B. André, M. Franco, B. Prade, S. Tzortzakis, A. Mysyrowicz, M. Rodriguez, H. Wille, L. Wöste, *Opt. Lett.* **25**, 1399 (2000).
3. P. Rairoux, H. Schillinger, S. Niedermeier, M. Rodriguez, F. Ronneberger, R. Sauerbrey, B. Stein, D. Waite, C. Wedekind, H. Wille, L. Wöste: *Appl. Phys. B*, **71**, 573 (2000).
4. J. Yu, D. Mondelain, G. Ange, R. Volk, S. Niedermeier, and J.P. Wolf, J. Kasparian, R. Sauerbrey, *Opt. Lett.* **26**, (à apparaître April 15, 2001).