

Sonder l'Atmosphère avec des Impulsions Laser Femtosecondes et Terawatt

Jean-Pierre Wolf¹, Riad Bourayou², Véronique Boutou¹, Catherine Favre¹,
Jérôme Kasparian¹, Guillaume Méjean¹, Didier Mondelain¹, André Mysyrowicz³,
Miguel Rodriguez⁴, Estelle Salmon¹, Roland Sauerbrey², Holger Wille⁴, Ludger Wöste⁴,
Jin Yu¹

(1) Laboratoire de Spectrométrie Ionique et Moléculaire, UMR CNRS 5579
Université Claude Bernard Lyon 1, 43 bd du 11 Novembre 1918, F69622 Villeurbanne Cedex, France
Tel: + 33 4 72 43 13 01 • Fax: +33 4 72 44 58 71

Email: wolf@lasim.univ-lyon1.fr

(2) Institut für Optik und Quantenelektronik, Friedrich Schiller Universität,
Max-Wien-Platz 1, D07743 Jena, Germany

(3) Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA-École Polytechnique, Chemin de la Hunière,
F91761 Palaiseau Cedex, France

(4) Institut für Experimentalphysik, Freie Universität Berlin, Arnimallee 14, D14195 Berlin, Germany

Depuis quelques années, l'apparition de lasers ultrabrefs et de forte puissance, dont la propagation dans l'air est fortement non-linéaire, a ouvert de nouveaux horizons pour la physique de l'atmosphère. En effet, de telles impulsions laser sont autofocalisées par effet Kerr, puis guidées sur de longues distances, (plusieurs dizaines de mètres) grâce à un équilibre dynamique entre cet effet Kerr et la défocalisation due au plasma généré par ionisation de l'air. De tels filaments autoguidés sont le siège d'une efficace génération d'un continuum de lumière blanche, qui s'étend de l'ultraviolet à l'infrarouge¹.

Cette génération de lumière blanche pourrait permettre de dépasser les principales limitations du Lidar (Light Detection and Ranging), qui ne peut détecter qu'un polluant à la fois, et qui ne peut mesurer les aérosols que moyennant des hypothèses *a priori* sur leur composition et leur distribution de taille. Un Lidar multispectral pourra ajouter à la résolution spatiale du lidar une résolution spectrale, et ainsi mesurer plusieurs polluants simultanément, même lorsque leurs bandes d'absorption se recouvrent, comme les composés organiques volatils autour de 3,5 μm . Il pourra aussi limiter les informations *a priori* nécessaires pour mesurer les aérosols à distance.

Les impulsions ultrabèves pourraient aussi permettre la caractérisation des aérosols en générant à l'intérieur même des particules des effets optiques non-linéaires. Ainsi, nous avons montré au laboratoire que la fluorescence à excitation multiphotonique est fortement directionnelle vers l'arrière, et donc très favorable à une utilisation en Lidar. De plus, les impulsions laser femtoseconde restent localisées dans les particules, un schéma de type pompe-sonde pourrait donner accès à la taille des particules, tandis que la génération d'un nanoplasma dans les particules pourrait aider à leur identification chimique.

Par ailleurs, le filament autoguidé de plasma est un conducteur électrique, dont nous avons démontré qu'il peut déclencher et guider des décharges de haute tension, qui fournissent un modèle pour la foudre². Un paratonnerre laser permettrait ainsi de protéger des sites sensibles impossibles à équiper de paratonnerres classiques, mais aussi de produire des éclairs contrôlés pour tester et valider des équipements de protection en phase de développement.

Dans ce but, nous avons développé le système TéraMobile³, premier laser térawatt mobile au monde. Intégré dans un conteneur maritime lui permettant d'effectuer des campagnes de terrain, il fournit des impulsions de 5 TW à 800 nm. Il permet pour la première fois de caractériser la propagation d'impulsions laser fs sur des distances de l'ordre du km, ainsi que les expériences de terrain, qu'il s'agisse du Lidar ou du contrôle de foudre.

¹ J. Kasparian *et al.*, Opt. Lett. **25**, 1397-1399 (2000).

² M. Rodriguez *et al.*, Opt. Lett. **27**, 772 (2002)

³ H. Wille *et al.*, à paraître dans European Physical Journal - Applied Physics (2002).