

## **Déclenchement et guidage de décharges de hautes tensions avec des filaments induits par des impulsions laser ultra-intenses**

G. Méjean<sup>1</sup>, J. Yu<sup>1</sup>, J. Kasparian<sup>1</sup>, E. Salmon<sup>1</sup> et J.-P. Wolf<sup>1</sup>, R. Bourayou<sup>2</sup> et R. Sauerbrey<sup>2</sup>,  
M. Rodriguez<sup>3</sup>, Kamil Stelmazczyk<sup>3</sup>, R. Ackermann<sup>3</sup>, H. Wille<sup>3</sup> et L. Wöste<sup>3</sup>, T. Fujii<sup>4</sup>,  
Y.-B. André<sup>5</sup>, G. Méchain<sup>5</sup>, S. Tzorzakis<sup>5</sup> et A. Mysyrowicz<sup>5</sup>, L. Klingbeil<sup>6</sup>, K. Rethmeier<sup>6</sup> et W.  
Kalkner<sup>6</sup>, C. Davoise<sup>7</sup>

1 LASIM, UMR CNRS 5579, Université Claude Bernard Lyon 1, 69622 Villeurbanne Cedex, France  
2 Institut für Optik und Quantenelektronik, FSU Jena, Max-Wien-Platz 1, D-07743 Jena, Germany  
3 Institut für Experimentalphysik, FU Berlin, Arnimallee 14, D-14195 Berlin, Germany  
4 Electrical Physics Department, CRIEPI, 2-11-1 Iwado Kita, Komae-shi, Tokyo 201-8511, Japan  
5 LOA, UMR CNRS 7639, ENSTA—Ecole Polytechnique, 91761 Palaiseau Cedex, France  
6 Institut für Elektrische Energietechnik, TU Berlin, Einsteinufer 11, D-10587 Berlin, Germany  
7 CEAT/DGA Toulouse, France

La propagation des impulsions femtosecondes ultra-intenses induit des filaments de lumière de diamètre constant d'environ 100  $\mu\text{m}$ , et pouvant atteindre une longueur supérieure à une dizaine de mètres. Dans leurs centres, est induit un canal de plasma formé par ionisation multiphotonique (multi-photon ionisation  $\square$  MPI). C'est cette propriété du filament qui est utilisée pour le contrôle de la foudre par laser [1,2]

C'est l'un des objectifs du projet Teramobile [3] lancé en 1999. Pour cela, nous disposons d'un système laser femtoseconde mobile fournissant des impulsions multi-terawatts que nous avons pu placer à proximité d'installations capables de générer des montées de tension de plusieurs mégavolts. Nous avons alors pu déclencher et guider des décharges entre des électrodes séparées par une distance allant jusqu'à 4,5 m.

Lors de nos expériences à l'Université Technique de Berlin et plus récemment au CEAT à Toulouse, des résultats nouveaux ont été obtenus que nous résumerons par les points suivants :

- 1) Réduction de la tension de claquage de 32% par rapport à une décharge spontanée pour une courte ou moyenne distance jusqu'à 3.8 m ;
- 2) Déclenchement d'une décharge sur une distance entre électrodes maximale de 4,5 mètres  $\square$  pour une tension bien inférieure au seuil de claquage spontané ;
- 3) Guidages complet ou partiel des décharges déclenchées, le pourcentage de guidage allant de 50% pour de grandes distances (> 4 m) à  $\square$  100% pour des petites et moyennes distances (jusqu'à 3,5 m) ;
- 4) Observation d'une augmentation de la vitesse de propagation (d'un facteur 3) d'une décharge dans sa partie guidée.

Nos résultats offrent une perspective encourageante pour le déclenchement et le guidage des éclairs à l'échelle atmosphérique.

[1] H. Pépin *et al*, "Triggering and guiding high-voltage large-scale leader discharge with sub-joule ultrashort pulses", *Phys. Plasmas* **8**, 2532-2539 (2001).

[2] M. Rodriguez *et al*, "Triggering and Guiding Megavolt Discharges Using Laser-Induced Ionized Filaments", *Opt. Lett.* **27**, 772-774 (2002).

[3] J. Kasparian *et al*, "Teramobile: a mobile femtosecond-terawatt laser and detection system", *Eur. Phys. J. AP* **20**, 183-190 (2002) et le site web du Teramobile : [www.teramobile.org](http://www.teramobile.org).

**Résumé:** La propagation non linéaire des impulsions femtosecondes ultra-intenses induit des filaments ionisés qui peuvent atteindre des longueurs supérieures à une dizaine de mètres dans l'atmosphère. Nous démontrons le déclenchement et le guidage de décharges de hautes tensions de l'ordre du megavolt sur une distance entre les électrodes allant jusqu'à 4,5 mètres.