

# Etude expérimentale du dépôt de l'énergie laser dans l'air: De la génération plasma jusqu'à émission d'une onde de choc

Alexandros Mouskeftaras<sup>1</sup>, Olga Koritsoglou<sup>1</sup>, Olivier Thomine<sup>2</sup>, Olivier Utéza<sup>1</sup> et Didier Loison<sup>3</sup>

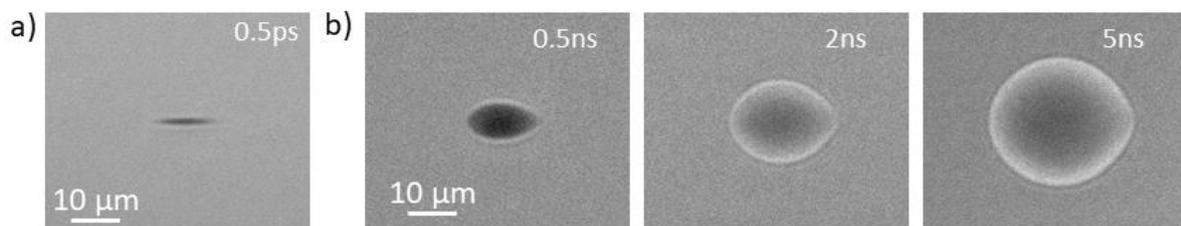
<sup>1</sup>Aix Marseille University, CNRS, LP3 UMR 7341, Campus de Luminy, Case 917,13288, Marseille cedex 9, France

<sup>2</sup>LIS UMR 7020 CNRS, Aix Marseille University, France

<sup>3</sup>Institut de Physique de Rennes, CNRS, Université Rennes 1, F-35042 Rennes, France

mél: [alexandros.mouskeftaras@univ-amu.fr](mailto:alexandros.mouskeftaras@univ-amu.fr)

De nos jours, les lasers femtosecondes (fs) sont employés dans diverses applications [1]. Pour la plupart de ces applications, les ondes de choc (OC) induites par laser sont présentes et elles ont un impact sur la qualité du procédé [2]. L'étude des OC dans l'air présente un double intérêt : renseigner sur les mécanismes fondamentaux de génération et permettre le développement de procédés tels que le nettoyage de wafers par OC [3]. De plus dans le cas de lasers fs les différents canaux de relaxation énergétique ayant lieu après le dépôt d'énergie laser (contrairement au cas des impulsions « longues »), ainsi leur étude est assimilée à celle d'une explosion dans la micro-échelle. Cependant, il n'existe pas beaucoup d'études dans la littérature dans le cas des régimes « doux » (en dessous de seuils de propagation laser en filamentation). Dans cette étude, on présentera nos résultats qui parcourent les échelles temporelles depuis la génération d'un plasma dans l'air jusqu'à l'initiation et la propagation d'une OC dans l'espace environnant. Les expériences sont menées en utilisant un laser impulsif ayant une durée de 380 fs et émettant à 1.03  $\mu\text{m}$ . Le faisceau laser est focalisé dans un spot de diamètre égal à 1.5  $\mu\text{m}$ , ce qui permet d'atteindre des intensités de l'ordre de  $10^{15}$  W/cm<sup>2</sup> ce qui les placent au-dessus du seuil d'ionisation dans l'air. En conséquence d'une densité d'énergie déposée très élevée, pression et température (P-T) augmentent brusquement dans un volume localisé et il en résulte l'émission d'une OC avec des célérités de propagation de l'ordre de km/s selon nos mesures. L'observation de ce phénomène dynamique depuis la génération d'un plasma jusqu'à la formation d'une OC (Fig. 1) est accomplie grâce à un microscope en transmission résolu en temps. Finalement, on utilise un modèle basé sur les équations de conservation et la loi des gaz parfaits pour modéliser l'interaction et obtenir une évaluation quantitative de l'évolution de la pression et température.



**Figure 1 :** Images en transmission de a) un plasma et b) une onde de choc à 0.5 ns, 2 ns et 5 ns dans l'air ambiant après irradiation avec une impulsion laser fs de 5.5  $\mu\text{l}$ .

## Références

- [1] K. Sugioka and Y. Cheng, "Ultrafast lasers-reliable tools for advanced materials processing," *Light Sci. Appl.*, vol. 3, no. 390, pp. 1–12, 2014
- [2] Q. Wang et al., "Structure-mediated excitation of air plasma and silicon plasma expansion in femtosecond laser pulses ablation," *Research*, vol. 2018, 2018
- [3] J. K. Park, J. W. Yoon, and S. H. Cho, "Removal of nanoparticles from a silicon wafer using plasma shockwaves excited with a femtosecond laser," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 258, no. 17, pp. 6379–6383, 2012

**Statut :** permanent