

# Imagerie acoustique de la propagation d'un choc dans un métallique

E. Cuenca<sup>1,2,3</sup> M. Ducouso<sup>1</sup> L. Videau<sup>4</sup> L. Berthe<sup>2</sup> & F. Coulouvrat<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Safran Tech, Rue des jeunes Bois, 78114 Magny les Hameaux France

<sup>2</sup> Laboratoire PIMM, UMR 8006, ENSAM, CNRS, CNAM, HESAM, 151 boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris, France

<sup>3</sup> Sorbonne Université, Institut Jean Le Rond d'Alembert, UMR CNRS 7190, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

<sup>4</sup> CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France

mathieu.ducouso@safrangroup.com

Quand une source laser impulsionnelle de puissance ( $\approx 10^9$  W/cm<sup>2</sup>, 10 ns) est focalisée sur une cible solide opaque, sa surface peut être sublimée en un plasma dense qui, en se détendant, engendre la propagation d'un choc dans la cible. Les applications du choc laser vont de l'ingénierie[1] à la caractérisation des diagrammes de phase aux hautes pressions et températures. [2] Cette dernière application a été l'une des principales motivations au développement des lasers à électrons libres (X-FEL), pour des applications d'astrophysique. Dans ces expériences, des ondes de pression de quelques centaines de GPa sont générées par laser et la réponse de la matière à l'onde de choc est étudiée à travers différents diagnostics X résolus en temps. Ces grands équipements scientifiques (plus de 4 km de long pour LCLS) sont néanmoins difficiles d'accès car peu nombreux et très demandés. De plus, malgré leur grande versatilité, les diagnostics peuvent être contraignants (épaisseur des échantillons, interprétation des données, sensibilité, ...). Un outil d'étude des chocs, complémentaire des moyens X-FEL, mais à l'échelle d'un laboratoire paraît donc nécessaire.

Nous proposons dans cette étude d'utiliser les variations locales de la densité et des autres propriétés mécaniques engendrées par le choc sur la matière pour l'étudier à l'aide d'ondes planes élastiques. [3] Le schéma expérimental est le suivant : considérant une cible métallique de 10 mm d'épaisseur environ, une onde de choc est générée par laser d'un côté, et une onde plane élastique est émise à l'aide d'une sonde multi-éléments depuis la face opposée. On détecte avec la même sonde multi-éléments la partie diffractée de l'onde plane sur le choc. Un délai d'émission entre choc et onde plane permet d'imager la propagation du choc dans l'ensemble du volume de l'échantillon. Des éléments théoriques, proposés par Burgers et Brillouin au milieu du 20ème siècle, et complétés par nos propres études théoriques et numériques, permettent une première interprétation des résultats expérimentaux.

Les applications de ce nouveau moyen d'imagerie des chocs semblent larges, notamment pour des études en sciences non linéaires des matériaux (réflexion de Mach dans les matériaux solides, propagation des chocs dans des matériaux hétérogènes, étude des comportements non linéaires des matériaux sous chocs, ...).

## Références

1. DUCOUSSO ET AL., Quantitative evaluation of the mechanical strength of titanium/composite bonding using laser-generated shock waves, *Appl. Phys. Lett.*, **112**,(2018).
2. DENOEUDE ET AL, Dynamic X-ray diffraction observation of shocked solid,, *PNAS*, **13**, 113 (2016).
3. DUCOUSSO ET AL., Bulk ultrasonic imaging of shock wave propagation in opaque solids, *soumis à Phys. Rev. Lett.*