

RÉSUMÉ

Depuis une dizaine d'années, la découpe par jet hybride où un jet d'eau fait office de guide d'onde pour le laser est utilisée avec succès dans le domaine de la microélectronique. Afin de développer cette technologie pour l'amener vers d'autres marchés tels que l'automobile, la chaudronnerie ou l'aéronautique, il est nécessaire d'augmenter la puissance des lasers et la pression du jet. A ces hauts niveaux énergétiques, les nouvelles interactions qui apparaissent entre la lumière et le fluide et les modifications du matériau engendrées par le jet hybride n'ont encore jamais été étudiées d'un point de vue physico-chimique. Nous avons donc d'abord mis au point un système permettant de mesurer les propriétés optiques de l'eau à très haute pression dont une application directe pourrait être un capteur optique de pression des fluides. Ainsi et de façon originale, ce travail a permis de mesurer l'indice de réfraction et la polarisabilité de l'eau jusqu'à 250 MPa en modélisant leurs évolutions à l'aide des équations de Tait, de Sellmeier et de Lorentz-Lorenz. Cette étude a débouché sur la création d'un modèle reliant directement la densité du fluide à la mesure de son indice de réfraction. Suite à ces résultats, nous avons pu, après des simulations d'hydrodynamisme, concevoir une tête permettant le couplage d'un laser haute puissance guidé par jet d'eau haute pression. Nous avons alors testé diverses formes de chambres permettant le couplage d'un jet hybride de nouvelle génération. En parallèle, nous avons étudié l'impact physico-chimique d'un jet hybride découpé où le laser et le jet d'eau sont focalisés, pour la découpe, à la surface d'échantillons en acier 3011 et en alliage de titane TA6V. Les résultats ont été obtenus par spectroscopie Raman, Diffraction des Rayons X (DRX), microscopie optique et microscopie électronique à balayage couplé à de l'analyse EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) et à de l'analyse d'orientation cristallographique (EBSD). Lors de la découpe, des transformations de phases et une couche oxydée apparaissent à la surface des échantillons. Nous avons montré notamment que ces couches d'oxydes ainsi que les résidus de coupe sont en majeure partie constitués de magnétite (Fe_3O_4) et de rutil (TiO_2).

LMOPS 2 rue Edouard Belin, 57070 METZ
En partenariat avec le CRITT TJFU
Université de Lorraine – Pôle M4 : matière, matériaux, métallurgie, mécanique