



## Séminaire PIMM

Jeudi 10 février 2011 à 14 heures

Amphi A

Arts et Métiers ParisTech, 151 bd de l'hôpital, 75013 Paris

### LASER

**14h00**

**Jérémie Girardot**

*Doctorant PIMM*

#### **ETUDE DE LA DELAMINATION DE BARRIERE THERMIQUE INDUITE PAR PERÇAGE LASER PAR PERCUSSION**

Cette présentation débutera en présentant brièvement le procédé ainsi que la problématique industrielle à savoir le décollement du revêtement thermique déposé sur les pièces de la chambre de combustion d'un moteur aéronautique (aubes de turbine, chambre externe...). Ce décollement intervient dans la chaîne de fabrication de ces pièces durant l'opération de perçage laser et cette étude propose ici une première approche expérimentale du problème. Le régime de percussion laser milliseconde sera l'une des constantes de cette étude. La délamination issue du procédé a donc été observée puis caractérisée selon plusieurs vues et avec différents paramètres procédés. Une observation par caméra rapide nous apportera enfin des informations complémentaires sur le comportement en cours de perçage de matériaux multicouches.

**14h40**

**Jean-Paul Cuq-Lelandais**

*(CEA Valduc – Is s/ Tille (21))*

#### **COMPORTEMENT ET ENDOMMAGEMENT DES MATERIAUX SOUMIS A UN CHOC LASER SUP-PICOSECONDE**

Les chocs induits par laser de puissance permettent d'investir le comportement hautement dynamique des matériaux, d'un grand intérêt tant pour la recherche fondamentale que pour l'industrie. L'évolution des technologies laser ces dernières années a permis d'accéder à des régimes plus courts, en dessous de la picoseconde. Le travail présenté, résultat d'une collaboration entre l'institut P', le PIMM et le CEA-DAM, est de caractériser le comportement sous choc de matériaux métalliques (Aluminium, Tantale,...) dans ce régime ultra-bref, conduisant à des sollicitations dynamiques extrêmes ( $>10^7 \text{s}^{-1}$ ). L'étude repose sur la comparaison et la validation de modèles numériques à des résultats expérimentaux obtenus sur la chaîne 100TW du LULI.

Cette caractérisation passe dans un premier temps par l'étude de l'interaction laser-matière afin de caractériser le chargement équivalent en pression sur la cible. Les processus en régime ultra-bref sont différents de ce qui est connu en régime nanoseconde : en effet, l'échelle de temps, quelques picosecondes, est du même ordre que bon nombres de phénomènes moléculaires tel que le déséquilibre électrons-ions.

Ensuite, nous avons étudié l'évolution de l'onde de choc et son amortissement, très prononcé dans ce régime. L'écaillage dans une telle configuration se produit par couches très minces (quelques  $\mu\text{m}$ ) et régulières dans ce régime. L'endommagement obtenu est caractérisé par la mesure VISAR. Les résultats obtenus par observations post-mortem jusqu'à présent montrent que plus l'épaisseur de cible est faible, plus l'épaisseur d'écaillage diminue, pouvant atteindre l'échelle du micron. Dans le cadre de la modélisation de l'endommagement et le dimensionnement des critères d'endommagement utilisés et éprouvés en régime nanoseconde (Kanel), des essais à différentes

épaisseurs de cible ont été réalisés afin d'observer les conséquences d'une variation de vitesse de déformation sur l'endommagement, et généraliser le modèle de Kanel au régime ultra-bref, et plus généralement en fonction de la vitesse de déformation. L'ensemble des résultats relatifs à l'endommagement est généralisé à des configurations 2D, permettant notamment de caractériser l'évolution du diamètre d'écaille.

En parallèle, des simulations microscopiques par dynamique moléculaire de choc laser ultra-bref sur des cibles monocristallines de Tantale à l'échelle du micron ont été menées au CEA-DAM donnent un point de vue complémentaire des processus microscopiques liés à l'endommagement à des vitesses de déformation aux abords de la limite de cohésion théorique.

Les résultats obtenus sur les chocs ultra-brefs et 2D présentent un grand intérêt pour le développement du test d'adhérence de revêtements par choc laser (LASAT), offrant la possibilité de nouvelles extensions pour le procédé LASAT. Par exemple, de nombreux domaines industriels utilisent des revêtements micrométriques (optique, électronique, ...) mais il existe peu de méthodes pour caractériser leurs propriétés avec fiabilité. Des essais de transposition de LASAT en régime femtoseconde sur des cellules photovoltaïques ont démontré la possibilité d'éjecter des revêtements sub-micrométriques et caractériser leur seuil d'adhérence.

**15h40 Café**