

## Séminaire « Approches de modélisation pour l'IMEE »

Organisé par les axes IMEE et CS

Lundi 27 mars à 9h30

Lieu et mode (hybride ?) à préciser

Programme : (30 minutes de présentation + 15 minutes d'échanges)

9h30 Introduction par les organisateurs

9h35 *Effets thermo-mécaniques de procédés laser ultra-brefs*  
Sylvain LECLERC – Equipe IPP

10h20 *Morphing wings*  
Yannick HOARAU – Equipe MécaFlu

11h05 Pause

11h20 *Modélisation de matériaux virtuels pour l'imagerie de synthèse et l'impression 3D*  
Jean-Michel DISCHLER – Equipe IGG

12h05 Conclusion par les organisateurs

---

### Résumés :

#### *Effets thermo-mécaniques de procédés laser ultra-brefs*

Par Sylvain LECLERC

En compressant des impulsions lumineuses sur quelques centaines de femto-seconde ( $10^{-15}$  s), les lasers dits « ultra-brefs » sont capables de générer des impulsions avec des puissances crêtes de l'ordre du Giga-Watt alors que leur émission moyenne n'est que de quelques dizaines de Watts. Avec de telles puissances, tout matériau devient modifiable indépendamment de son spectre d'absorption et de sa dureté. A IPP, nous étudions par méthode éléments-finis avec le logiciel Comsol Multiphysics les phénomènes d'absorption non-linéaire, d'accumulation thermique, d'apparition de contraintes et de déformations des matériaux sur lesquels nous travaillons pour le soudage du verre, la micro-texturation de surface ou la fabrication additive métallique. Nos problématiques, approches et résultats seront présentés pour discussion.

---

## *Morphing wings*

Par Yannick HOARAU

Nous étudions la modélisation et l'analyse physique des ailes en morphing à différentes échelles et phases du vol en régime subsonique à l'aide de la simulation numérique haute-fidélité. Une attention particulière est portée à la compréhension physique fondamentale de l'écoulement autour des ailes d'Airbus et de son comportement lorsque le morphing est activé. Les concepts de morphing électroactifs sont mis en œuvre dans le solveur NSMB et examinés par une analyse d'amplitude et de fréquence suivant un comportement similaire à celui des patches piézo-électriques intégrés dans le bord de fuite de l'aile permettant d'avoir des déformations de basse amplitude couplées à des hautes fréquences et une série d'actionneurs électromécaniques (EMA) utilisés pour la cambrure des volets afin d'obtenir des grandes déformations avec bas fréquences. Des simulations bidimensionnelles et tridimensionnelles ont été effectuées en utilisant des approches de modélisation de la turbulence comme le modèles OES « Organised Eddy Simulation » et les méthodes hybrides (RANS-LES) pour révéler les instabilités prédominantes du sillage sous forme de couches de cisaillement, Kelvin Helmholtz et les tourbillons de type von Kármán par l'analyse spectrale. Ces modèles sont capables de capturer les effets de morphing dans le sillage grâce aux actionnements. Les forces aérodynamiques sont évaluées d'une échelle réduite des ailes vers une échelle réelle d'un avion réel. Ces études ont été menées dans le cadre de programme Européen de recherche du projet H2020 de Smart Morphing and Sensing (SMS) et se poursuivent dans l'ANR EMBIA.

---

## *Modélisation de matériaux virtuels pour l'imagerie de synthèse et l'impression 3D*

Par Jean-Michel DISCHLER

En synthèse d'images, la modélisation géométrique d'échantillons de matériaux permet d'enrichir les surfaces visualisées d'une apparence complexe. Cette modélisation a pour but d'améliorer le réalisme visuel des images de synthèse, notamment en calculant, soit explicitement, soit statistiquement, les interactions de la géométrie avec des rayons lumineux (rebonds, masquage, ombrage). Depuis plus d'une décennie maintenant, les applications de cette forme de modélisation géométrique ont été étendues à la fabrication par impression 3D. Dans ce cas, certains travaux par exemple se concentrent sur le contrôle de la façon dont un volume imprimé en 3D réagit à des déformations. Il est alors possible de définir une microstructure qui est extrêmement rigide dans une direction transversale, tout en étant comparativement très flexible dans le plan orthogonal. Dans cet exposé, nous montrons comment la génération de champs scalaires stochastiques continus bien choisis permet de créer virtuellement des micro, méso et macro-structures géométriques complexes, qui peuvent être périodiques ou non, sur des domaines bornés, ou non. L'algorithme construisant ce champ est simple et se caractérise par une complexité constante, tout en étant parfaitement parallélisable sur processeurs graphiques (GPU). Le modèle que nous développons et utilisons est celui d'un processus ponctuel convolué avec des fonctions noyau composés d'un produit entre une fonction fenêtre et une fonction de forme. Nous montrons comment ce modèle, présenté d'abord en 2D, puis étendu à la 3D, permet de couvrir une large gamme de structures naturelles, par simple seuillage. Cette gamme de structures permet également de couvrir de multiples échelles, allant de l'échelle géomorphique jusqu'à l'échelle microscopique.

---