



Chaire BIGMECA

Compte rendu du comité de pilotage #5

Henry Proudhon
henry.proudhon@mines-paristech.fr

CENTRE DES MATÉRIAUX MINES PARISTECH,
UNIVERSITÉ PSL

16 avril 2021

Présents

Henry Proudhon, David Ryckelynck, Clément Ribart, Joao Casagrande Bertoldo, Aldo Marano, Franck N’Guyen, Kenza Zougagh (partiel), Daria Mesbah, Christian Rey (partiel), Lionel Marcin, Ciobanu Oana Alexandra, Clément Remacha, Fabien Casenave, Felipe Bordeu (partiel).

Agenda

Date et lieu réunion en distanciel sur Jitsi le 15 avril 2021

Rédaction Henry Proudhon

09h00 Connexion à la reunion

09h10 Dernières nouvelles de la chaire BIGMECA (Henry Proudhon)

09h40 Rewriting the DCT pre-processing pipeline (Joao Bertoldo)

10h00 4D experiments and simulations (Clement Ribart)

10h25 Plateforme de donnees BIGMECA (Aldo Marano)

11h00 DMS Kenza Zougagh

11h20 DMS Daria Mesbah

11h40 discussion (futurs sujets mastères DMS)

12h00 fin de la reunion

Présentation Henry Proudhon

Henry présente les dernières nouveautés de la chaire qui est en plein exercice avec tous les recrutements qui sont actifs. Les sujets de recherche avancent tous bien. La plateforme de données commence à être utilisable, Henry présente un cas d’utilisation avec identification des constantes élastiques par DCT. David présente les dernières nouveautés coté enseignement IC : les trimestres de recherche DIMA (données, images, modèle et apprentissage) rencontrent un vif succès. L’option IDSC accueillera l’an prochain un étudiant de l’ENS et 3 de l’X. Henry rapporte que la semaine CVML s’est bien déroulée (22-26 février 2021) avec de très nombreux inscrits et un mode hybride. C’est une formation qui marche très bien et qui sera pérenisée. Les mastères DMS ont commencé leur semestre industriels et vont présenter leurs premiers résultats.

Joao Bertoldo

Joao a terminé son stage de fin d’étude sur la segmentation automatique par deep learning et commence son travail sur un autre sujet. Il présente le début de son travail qui consiste à réécrire le pipeline de preprocessing de la méthode DCT (collaboration ESRF grenoble). Premier goulot d’étranglement est sur la soustraction du fond dont le calcul est relativement complexe et couteux. Passage du code matlab actuel vers Python, pistes avec Numba et code GPU (tensorflow). Joao encadre aussi Yasser dans le TR DIMA.

Présentation Clément Ribart

Lors du précédent copil, l'opportunité de coupler donnée 3D de tomographie à des mesures de surface avait été identifiée. Les essais in situ préliminaires au MEB (EBSD) se sont avérés concluants, au contraire des test de μ -DIC pour lesquels l'obtention d'un mouchetis sur du titane pur s'avère difficile. De nouvelles éprouvettes ont été usinées avec une géométrie optimisée pour le mesures DCT (section 600 μm).

Nettoyage du volume DCT titane (programme DCT Rec, Plateforme BIGMECA) → jumeau numérique de 4000 grains prêt pour le maillage et la simulation. Début de l'analyse 3DXRD → segmentation, calibration de la géométrie. La caractérisation par labDCT (collab Stephen Hall, univ Lund) → nouvelles éprouvettes 600 microns → configuration qui marche bien et qui permet de reconstruire la microstructure. Prochaine étape : l'éprouvette va être rapatriée au CDM pour être testée in situ au MEB (EBSD).

Etude métallurgique : des phases lamellaires visibles au joint de grain → phase beta enrichie en Fe.

Polissage electrolytique → marche bien sur des chutes suffisamment large mais pas efficace pour les éprouvettes de tomographie qui présentent une section très réduite. Les chutes polies seront utilisées pour les tests de nano-indentation (voir présentation de Kenza Zougagh). Mouchetis parasite présent à la surface des éprouvettes polies par OPS : Analyse AFM en cours (collab LMS). Possiblement des cavités d'attaque chimique pendant le polissage OPS vibrant. Une nouvelle tentative d'éliminer le mouchetis parasite avec des particules de 60 nm : échec. Cependant cela n'empêche pas de réaliser les essais in situ. Effet de surface avec influence probablement négligeable pour les essais.

Présentation Aldo Marano

Essor des essais 4D et de la simulation hautes performances → flux complexe de données générés qui freine le travail du chercheur en science des matériaux. Postdoc de 2 ans séparé en 2 phase : développement techniques puis applications. On est à la charnière où la plateforme est utilisable, y compris par d'autres personnes, et permet de travailler sur les applications.

Les derniers développements ont mis en place une interface générique d'interfaces de haut niveau de la plateforme de données avec des outils externes. Elle a permis d'intégrer complètement les outils de maillage automatiques développés par Franck N'Guyen au CdM, et de réaliser une intégration poussée du logiciel Z-set avec la plateforme. Prochainement, ces outils seront utilisés pour mailler et simuler le volume imagé à l'ESRF et reconstruit par Clément Ribart.

La plateforme permet l'écriture d'images sous forme de problèmes Z-set. David Ryckelynck souhaite pousser la généralisation de cet outil aux maillages 2D et coupes de maillages 3D vers des images, et inversement (image → maillage), incorporant dans la chaîne les outils de projection/interpolation de Z-set. Felipe Bordeu : plugin paraview pour la visualisation au point de Gauss a été développé chez Safran à partir d'une tessellation de voronoi de chaque élément mais n'est pas encore public (ce le sera sans doute

un jour). Aldo : on souhaite en effet faire la même chose sans se limiter à Z-set → basé sur le format SampleData.

Le projet de propagation d'incertitudes de la DCT jusqu'au calcul élément-finis à commencé en utilisant la plateforme de données. Les outils technique pour la génération d'une microstructure compatible ont été mis en place. Reste à les mettre en application, et poursuivre sur le volet simulation, puis simulation massive sur Jean Zay.

La possibilité d'une collaboration avec l'équipe de Sam Daly (UCSB) sur l'utilisation de réseaux de neurones génératifs (GANs) pour la reconstruction de microstructure issues d'essais DCT a été présentée.

Présentation Daria Mesbah

Daria présente le projet "Suivi expérimental et numérique d'essais de fluage sur éprouvette en superalliage monocristallin", ayant pour objectif d'étudier les variations géométriques induites par l'élaboration des pièces, identifiées par une méthode de déformation de maillages. Cette méthode permet de mesurer des écarts géométriques entre les versions maillées de la pièce scannée par tomographie aux rayons X et de la pièce issue de conception. La déformation de maillages par l'algorithme de Laplacian Eigenmaps, en cours de développement dans ce projet, repose sur une approche modale des maillages. Celui-ci revient à approximer la géométrie de la pièce produite à la géométrie de la pièce nominale déformée par des "modes" géométriques. L'aspect novateur de cette étude repose sur la possibilité d'appliquer des techniques de réduction de modèles pour filtrer les petites échelles de variations géométriques.

Présentation Kenza Zougagh

Kenza présente le projet "identification de lois de comportement en plasticité cristalline à l'aide de méthodes de caractérisation locales avancées" qui a pour objectif d'étudier le comportement des matériaux à l'échelle de la microstructure. Bien qu'il existe des modèles d'homogénéisation qui permettent d'identifier des paramètres d'une loi de comportement locale comme la plasticité cristalline à partir d'essais macroscopiques, ces paramètres peuvent être erronés même si la réponse macroscopique est correcte. C'est pour cela qu'on s'intéresse aux méthodes de caractérisation locale. Ici, deux méthodes seront étudiées : l'essai de traction in situ sous MEB, qui va permettre de mesurer par corrélation d'images le champ de déformation à plusieurs étapes de chargement ; et l'essai de nanoindentation instrumentée, qui va permettre d'accéder aux propriétés mécaniques des matériaux indentés.

Discussion

Trois sujets de stage en discussion :

- Modélisation microstructurale du phénomène Cold-Dwell dans le TA6V – interlocuteur Safran Lionel Marcin - Safran aircraft Engines
- Simulation des contraintes résiduelles par la méthode hybride et par la data appliquée à l’usinage – interlocuteur Habib Karaouni - Safran Tech
- Selection automatique de Modèle de comportement pour Z-set – interlocuteur Christian Rey - Safran Tech

Fabien et Christian rebouclent en interne pour voir si le sujet sur la sélection de modèle est maintenu cette année.

Lionel Marcin : il serait intéressant au niveau dissémination de faire une journée de présentation des travaux de la chaire. Henry : on a le workshop polycrystal qui est suspendu à la situation sanitaire et qui se tiendra probablement au printemps 2022. Il est décidé d’organiser une journée BIGMECA le 18 novembre 2021 chez SafranTech + mode hybride. Organisation David, Henry et Fabien Casenave.

Cloture de la réunion

Prochain COPIL proposition de Henry, fin Aout → Jeudi 26 août matin.