

OBJET / PURPOSE: CR DU CODOR N°1

PARTICIPANTS / ATTENDEES			
<i>Société / Company</i>	<i>Nom / Name</i>	<i>Fonction / Job</i>	<i>Présence (présent, excusé, absent)</i>
MINES ParisTech	Henry PROUDHON (HP)	Titulaire de la chaire	Présent
MINES ParisTech	David RYCKELYNCK (DR)	Co-titulaire de la chaire	Présent
MINES ParisTech	Valérie ARCHAMBAULT (VA)	Directrice adjointe de la recherche	Présent
MINES ParisTech	Antoine BATISTELLI (AB)	Fondation	Présent
SAFRAN	Christian REY (CR)	Chercheur SafranTech	Présent
SAFRAN	Benoit GUYON (BG)	Directeur Partenariats R&T	Présent

CONTEXTE / CONTEXT

La chaire BIGMECA est une initiative de recherche du Centre des Matériaux de MINES ParisTech pour développer les techniques d'apprentissage automatique en mécanique des matériaux. Elle est financée par SAFRAN SA sous forme de mécénat via la fondation MINES ParisTech. Le comité d'orientation (CODOR) se réunit annuellement.

POINTS ABORDÉS / TOPICS

Introduction, site web

HP rappelle brièvement le périmètre de la chaire: 1 thèse, 1 postdoc de 2 ans, 2 masters DMS / an (soit 10 au total), des actions pédagogiques auprès des élèves de l'école et un volet collaborations internationales.

Lors du précédent CODOR il avait été décidé de mettre sur pied un site internet avec un espace privé pour y partager tous les documents (présentations, comptes rendus, rapports, publications). Le site est en place (depuis février 2020), il est relativement simple mais fonctionnel et des comptes ont été créés pour tous les acteurs. La partie privée regroupe tous les documents produits à ce jour, y compris les proposals (synchrotron et Genci) et le rapport sur la plateforme de données.

L'impact de la crise sanitaire a été relativement limité sur les actions de la chaire. Elle a néanmoins stoppé toutes les discussions en cours pour la recherche d'autres mécènes, nous a contraint à reporter le colloque plasticité cristalline à 2021 et a fait prendre un peu de retard à la thèse de Clément Ribart qui comporte une importante part expérimentale.

Etudes en cours

Clement Ribart : Développement d'essais 4D (3D + sollicitation mécanique) couplée à des simulations par jumeau numérique. Le but est d'automatiser les essais et le jumelage pour appliquer des méthodes d'apprentissage et étudier la déformation et la rupture des matériaux de structure. Les faits marquants de cette première année de thèse sont: le déploiement à Soleil de la méthode DCT (auparavant uniquement disponible à l'ESRF). Une proposition scientifique acceptée a donné lieu à une semaine d'expériences sur la ligne Psiché en mars 2020 (juste avant le confinement). Des éprouvettes de titane T40 (matériau fourni par Safran) ont vu leur microstructure cartographiée en 3D et pour certaines ont été déformées en traction in situ. 2 To de données ont été collectées. Un autre développement en cours concerne la réalisation d'essais in situ dans le MEB. Des résultats préliminaires de corrélation d'image à une échelle très fine (100 nm) ont été obtenus, ce point fera l'objet d'une collaboration avec Samantha Daly (UCSB). CR pose la question du stockage des données (expérimentales et simulation) au CDM. HP répond que c'est une question d'actualité car en discussion au laboratoire pour faire évoluer la politique car on arrive à saturation malgré un système de stockage bien doté (450 To). La solution sera un mix entre archivage indexé sur stockage passif, utilisation en standard d'algorithmes de compression, mise en place généralisée de plans de gestions de données pour les projets (DMP en anglais) et augmentation des capacités. Pour ce qui concerne le périmètre de la chaire, les données expérimentales n'exploseront pas mais les données de simulations vont être néanmoins très importantes. L'accès aux infrastructures du Genci permettra de faire face.

Aldo Marano: Création d'une plateforme de données pour la mécanique des matériaux par apprentissage. Aldo est arrivé le 1er janvier 2020, il a commencé par une phase bibliographique sur le sujet et a produit un rapport sur le sujet. Le développement proprement dit de la plateforme a bien avancé au second semestre sous forme d'une librairie Python et une première version a été publiée.

Celle-ci est intégrée à la librairie open source Pymicro développée au CDM. Une proposition de projet sur le supercalculateur Jean Zay du CNRS a été soumise en septembre pour étudier la *propagation massive d'incertitudes en plasticité cristalline pour l'analyse d'essais mécaniques 4D*. La proposition a été acceptée avec un très bon retour des rapporteurs. La création des comptes sur le système du Genci est en cours. Les heures de calcul sont utilisables jusqu'à novembre 2021.

Joao Bertoldo Casagrande est un élève de l'école qui fait son stage de fin d'étude depuis fin septembre dans le cadre de la chaire. Il travaille sur la segmentation automatique d'images de tomographie par réseaux de neurones convolutionnels. Joao a étudiées plusieurs architectures basées sur le réseau U-net (2D, 2,5D et 3D). Joao a progressé très rapidement, c'est un élève de grande qualité. Il a abouti à un réseau dont l'entraînement sur carte GPU prend une dizaine d'heure. Le modèle permet de segmenter automatique les images composites en 3 phases (matrice, renforts, endommagement) en quelques secondes, un temps compatible avec les acquisitions tomographiques au synchrotron. Il doit présenter ses résultats sous forme d'une soutenance le 11 janvier. CR suggère que des personnes intéressées de SafranTech puisse y assister. HP va se renseigner. SafranTech travaille avec des techniques similaires pour la segmentation automatique des aubes fan du Leap en composite tissé 3D.

2 Mastères DMS sont en cours au sein de la nouvelle promotion 2020-2021 : Suivi expérimental et numérique d'essais de fluage sur éprouvettes en superalliage monocristallin (Daria Mesbah) et Identification de lois de comportement en plasticité cristalline à l'aide de méthodes de caractérisation locales avancées (Kenza Zougagh).

BG pose la question de comment est fait le lien entre les élèves de l'école et la recherche. HP et DR expliquent la nouvelle organisation qui est mise en place par la réforme de l'enseignement à l'école des mines. Des trimestres recherche font leur apparition où les élèves vont passer 2 mois dans les labos sur un sujet de recherche bien ciblés. C'est un peu équivalent aux anciens S3 recherche mais généralisé à l'ensemble des élèves. DR est co-organisateur du trimestre recherche DIMA (données, images, modèles et apprentissage) dans lequel nous avons proposé plusieurs sujets de recherche sur les thèmes de la chaire. 9 élèves vont suivre ce trimestre recherche du fin février à fin mars, ils choisiront leur sujet en février. BG note qu'il faut tirer parti de l'intérêt des élèves pour les méthodes d'apprentissage pour leur faire faire de la mécanique des matériaux. DR: c'est l'essence de l'option IDSC, l'introduction du digital et du machine learning sauve un peu la mécanique et la résolution des EDP au sens large mais on est en concurrence avec la médecine et d'autres disciplines. VA: l'aéronautique reste toujours attractif pour une partie des élèves et la chaire est un environnement très propice à attirer les élèves. Il faut réfléchir à des moyens de faire plus participer les élèves à la communication sur les activités de la chaire comme on l'avait fait lors de l'inauguration. A ce jour on compte 3 S3 recherche + 1 stage de fin d'étude + 4 DMS qui sont passés par la chaire.

Recherche d'autres partenaires/mécènes

Les nombreuses discussions que l'on avait avec Transvalor, CEA Dam, Naval group, Air France se sont arrêtées net avec la crise sanitaire. Hutchinson est venu au labo le 28 septembre avec toute une délégation de la direction de Montargis. HP a présenté la chaire et Hutchinson s'est montré intéressé.

EDF ne peut pas rejoindre la chaire compte tenu du contexte.

Il est décidé de tenter une dernière action pour essayer d'embarquer d'autres partenaires. VA propose un format conférence/table ronde avec tout un panel d'industriels. HP et DR vont voir avec VA comment organiser ça au premier semestre 2021.

En accord avec Safran la proposition d'intégrer Siemens à la chaire a été abandonnée.

Actions pédagogiques

L'option IDSC accueille cette année 18 élèves et confirme donc son dynamisme. DR commente le voyage d'option 2020 qui a eu lieu en février pour faire le tour des grands acteurs du big data dans la silicon valley. La chaire a participé à cette action.

HP présente la nouvelle semaine B3 du mastère DMS: Computer vision and Machine learning (CVML) qui démarre dès 2020. 15 places ont été ouvertes et remplies dont un ingénieur Safran. Le cours est centré sur les méthodes d'apprentissage pour l'imagerie. Divers aspects seront traités, de l'utilisation de modèles supervisés pour les problèmes de classification et de régression, aux algorithmes de computer vision (segmentation automatique par deep learning). L'automatisation des essais mécaniques et de la simulation fera l'objet d'un cours dédié. L'extension aux données massives ainsi qu'aux techniques de réduction de modèles sera également traitée. Tous les cours théoriques seront suivis de travaux pratiques avec l'utilisation du langage Python.

Un stage de 6 mois pour un élève de l'option IDSC sera proposé au deuxième semestre de cette année. Le sujet de ce stage concerne l'estimation d'erreur sur des prévisions mécaniques fournies par un réseau de neurones artificiel dans le cadre de la simulation à base d'image de la nocivité de défauts dans un matériau composite.

Collaborations internationales

Bien que mis un peu en sommeil par la crise sanitaire, les collaborations internationales sont toujours d'actualité. HP est en contact avec Samantha Daly à UCSB et y a passé quelques jours en février. Un séminaire interne avec eux est prévu fin décembre pour préciser les actions concrètes. Des échantillons de Clément Ribart vont être envoyés pour recevoir un dépôt de nanoparticules. DR a rendu visite à Stefan van der Walt dans le cadre du voyage d'option en février. Une proposition pour envoyer Aldo Marano au BIDS pendant 3 mois pour développer la plateforme vers *la science ouverte et reproductible* a été faite, en attente du retour.

Le colloque international sur la mécanique du polycristal était prévu en juillet 2020. 18 orateurs invités (dont 2 industriels) de classe internationale ont accepté de participer. Suite à un sondage auprès des invités, il a été décidé de reporter le colloque pour une édition en présentiel / hybride en 2021. Il faut fixer la date rapidement. VA indique que la date retenue pour le MP research day est le mardi 6 juillet 2021.

Validation de l'activité contractuelle confiée au CDM

Comme cela avait été fait pour la chaire Cristal, l'exécution des mastères DMS 2019-2020 et 2020-2021 a été confiée à ARMINES. La participation de la chaire à ces 4 mastères est de 20 k€ par mastère soit 80 k€ au total comme prévu dans le budget initial. Un vote est demandé pour valider ce point qui est accepté à l'unanimité. BG précise que si une modalité existe pour exécuter les travaux à moindre frais pour la chaire, il faut l'envisager pour la suite. HP va se renseigner.

Budget

Le budget réalisé en 2020 est très proche de la prévision qui avait été faite (243k€ pour 245k€ prévus). Les seuls changements sont le report du colloque à 2021 (-5k) et le financement du stage de Joao (3k€). Le budget est voté à l'unanimité. La proposition de budget 2021 à hauteur de 264k€ est validée (5k pour les actions pédagogiques incluant un stage d'option, 15k€ pour les échanges internationaux dont 5 k€ pour le colloque, 2k€ pour la fin du stage de Joao, 10k€ pour les missions et conférences).

CONCLUSION / CONCLUSION

Commentaires BG: bonne préparation du CODOR qui est adaptée à ce qu'on attend. Bel équilibre dans la chaire entre la recherche et le côté enseignement sur une thématique transverse. Équilibre entre les actions DMS / S3 recherche, thèse + postdoc.

LISTES DES ACTIONS / ACTIONS LIST

Statut <i>Status</i>	Sujet <i>Topic</i>	Porteur <i>Pilot</i>	Action <i>Action</i>	Commentaires <i>Comments</i>	Deadline <i>Date</i>
A faire	Séminaire/table ronde	Valérie ARCHAMBAULT	Organiser un évènement sous forme de séminaire + table ronde avec des partenaires potentiels		S1 2021
A faire	Soutenance Joao	Henry PROUDHON	Inviter SafranTech à la soutenance de Joao		janvier 2021
A faire	Date colloque	Henry PROUDHON	Fixer la date du colloque international sur la mécanique du polycristal		janvier 2021
A faire	Execution des mastères DMS	Henry PROUDHON	Se renseigner sur les modalités d'exécution des futurs mastères DMS co-financés par la chaire		S1 2021
A faire	Date prochain CODOR	Henry PROUDHON	Trouver une date pour le prochain CODOR en décembre 2021		Q4 2021

PROCHAIN POINT / NEXT MEETING

Le prochain CODOR aura lieu au mois de décembre 2021. Henry Proudhon se chargera de sécuriser une date avec les participants. On note que le prochain COPIL aura lieu en distanciel le 13 janvier.