

OBJET / PURPOSE: CR DU CODOR N°4

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 (visio)
SAFRAN	Christian REY (CR)	Chercheur SafranTech	Présent (visio)
SAFRAN	Benoit GUYON (BG)	Directeur Partenariats R&T	Présent (visio)

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

Avec l'année écoulée, nous avons largement passé la moitié de la chaire. L'élargissement du partenariat qui n'a pu se faire jusqu'ici sera concrétisé au travers d'une collaboration avec l'ERC de Damien Texier (Mines Albi) et une nouvelle thèse en cotutelle. Cette année a été celle du workshop international BIGMECA qui fut un grand succès. Un projet de future chaire sera présenté.

Etudes en cours

HP Présente les différentes études en cours en 2022. La thèse de Clément Ribart arrive à son terme (début de la rédaction et prolongation de 6 mois). La plateforme de données sur laquelle a travaillé Aldo Marano, maintenant à l'Onera, continue à être développée et est utilisable (et utilisée) pour gérer les données tomographie / calculs de plasticité cristalline. Les 2 mastères DMS DMS 2021-2022 ont été très productifs : Jordan Ngucho Mbeutchou a travaillé sur une *méthode de machine learning pour la sélection des lois de comportement en mécanique non linéaire des structures* et Hamza Jelidi a travaillé sur la *modélisation microstructurale du phénomène Cold-Dwell dans le TA6V*. Les 2 étudiants ont été embauchés par Safran. Deux nouveaux sujets ont été proposés pour 2022-2023 : continuation du sujet *Sélection automatique de lois de comportement par apprentissage statistique* (encadrement F. Casenave SafranTech et P. Kerfriden CDM) et une *Etude et automatisation du contrôle non destructif surfacique de la qualité cristalline des aubes de turbine par diffraction des rayons X* (encadrement A. Barbeau PFX et H. Proudhon CDM). Emilie Despinoy (UTC) fait son stage de fin d'étude dans le cadre de la chaire (convention de stage MINES/UTC et complément de sa gratification par la chaire). Elle travaille sur la simulation 3D de la nano-indentation (suivi par Florent Coudon chez SafranTech) et en collaboration avec Damien Texier (Mines Albi).

Dissémination et actions pédagogiques

David fait le point sur l'option IDSC et sur le trimestre recherche DIMA. L'option accueille cette année 33 élèves ce qui en fait la plus fournie de l'école. Cette année un élève d'option diplômé en 2022 commence une thèse à SafranTech, sous la direction de Fabien Casenave. Il s'agit d'Abbas Kabalan. La visite du site de SafranTech avec nos 33 élèves leur a permis de découvrir les thématiques de l'ingénierie à Safran. 4 sujets de stage ont été diffusés auprès des élèves.

2022 à vu de nombreuses participations à des séminaires et des conférences. De nouveaux articles sont publiés (strictement dans la chaire et dans son périmètre étendu) par David et Henry. Il faut bien penser à envoyer à Safran (via CR) les projets d'articles avant publication.

Le point d'orgue a été le workshop international sur la mécanique du Polycristal organisé à l'école des mines du 23 au 25 mai 2022. Il a rassemblé 18 orateurs invités, près d'une centaine de participants (60 en présentiel, 30 sur zoom). Une soirée spéciale en l'honneur de Georges Cailletaud a été organisée. Le financement a été assurée par la chaire, le Centre des Matériaux et une subvention de Mécamat. De nombreuses discussions ont eu lieu, les gens étaient vraiment heureux de se retrouver en présentiel. Un

site web a été mis en place pour gérer les inscription et le programme.

<http://polycrystal.sciencesconf.org>

Collaborations internationales

Clément Ribart est parti passer trois mois au Danemark chez Xnovotech, l'entreprise qui commercialise le code labDCT. Il a pu y réaliser une étude numérique sur la possibilité de mesurer des rotations cristallines locales avec cette technique et l'appliquer à ses échantillons de titane. HP précise que Samantha Daly va venir passer 3 mois en France au Centre des Matériaux dans le cadre de la chaire. Un dossier PSL visiting fellowship accepté l'an dernier a été repoussé pour raison de reprise du COVID au début 2022. Samantha Daly sera au laboratoire du 12 mars au 21 avril et du 28 mai au 15 juillet. De nombreux échanges autour des mesures de μ -DIC et de modèles d'apprentissage vont avoir lieu entre nous. HP veillera à y faire participer SafranTech.

Validation de l'activité contractuelle confiée au CDM

Comme l'an dernier, l'exécution des mastères DMS 2022-2023 est confiée à ARMINES (les mastères sont salariés ARMINES pour le second semestre). Un seul mastère sera financé cette année (celui de Marwa Ben Bettaieb avec Safran PFX) car nous n'avons pas trouvé de candidat adéquat pour la poursuite du sujet de Jordan Ngucho. La participation de la chaire est de 20 k€ par mastère soit 20 k€ au total. Un vote est demandé pour valider ce point qui est accepté à l'unanimité.

Budget

Suite a l'uniformisation des coûts des actions de recherche pour les chaires de mécénat à l'école, le budget de la chaire fait apparaître un reliquat (voir CR CODOR3). Il avait été décidé de financer une demi-thèse en partenariat. David et Henry ont œuvré en 2022 pour sécuriser ce partenariat et c'est finalement avec l'ERC de Damien Texier (chercheur CRNS aux Mines Albi et à l'institut Clément Ader) que cela s'est concrétisé. Le sujet portera sur l'analyse automatique et la détection d'anomalie des données de nano-indentation. Le sujet intéresse Safran car ils sont équipés à SafranTech d'un tel dispositif qui permet des mesures de propriétés locales mais dont il est encore compliqué d'extraire des valeurs quantitatives. Safran est d'ailleurs déjà en lien avec Damien Texier sur des aspects connexes, cette collaboration fait donc du sens. Benoit Guyon questionne l'idée de travailler sur une technique de surface dans la chaire alors que nous avons jusque là mis en avant les mesures en volume via la tomographie. Henry Explique que le paradigme développé dans la chaire où l'on mesure la microstructure complète d'une éprouvette pour mieux interpréter un essai mécanique en s'aidant de la simulation se prête assez bien à la nano-indentation puisque l'essai mécanique est très local et que la simulation peut se faire en bonne approximation par un calcul monocristallin (mais 3D). L'approche jumeau numérique est donc transposable et le grand nombre d'essais réalisés (plusieurs dizaines de milliers d'indents) se prête bien à une analyse par machine learning. Le CODOR valide le sujet et le budget proposé à l'unanimité. Le doctorant sera inscrit à notre école doctorale (ISMME) avec un contrat CNRS chez Damien Texier, la fondation procèdera à un virement de la moitié du salaire vers le compte CNRS de l'ERC de Damien Texier.

Le budget réalisé en 2022 est proche de la prévision qui avait été faite (116k€ pour 140k€ prévus). La diminution est principalement due au fait qu'on ne finance qu'un seul DMS pour 2022-2023 au lieu de 2. Le budget et la proposition de budget 2023 à hauteur de 215 k€ sont validée à l'unanimité (l'augmentation étant due au salaire de la deuxième thèse qui doit démarrer en 2023).

Présentation du projet de chaire DANI

David Ryckelynck présente le projet de chaire DANI (Safran est le premier partenaire à qui ce projet est présenté). L'Ecole des Mines prépare un projet de chaire de mécénat intitulée Données Apprentissage et modèles Numériques pour l'Ingénieur (DANI). Le démarrage de la chaire est prévu pour début 2024.

Une journée d'échange sur les thèmes de recherche de la chaire aura lieu fin mars, avec les mécènes potentiels.

L'objectif de la chaire est de permettre le financement de projets de recherche et de projets pédagogiques portant sur la thématique de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'ingénierie scientifique. L'idée principale de la chaire n'est pas de substituer des techniques d'apprentissage aux méthodes physiques traditionnellement utilisées dans l'industrie, mais plutôt de travailler sur des approches hybrides permettant de combiner approches « métier », connaissances scientifiques et apprentissage automatique, en valorisant les données scientifiques et techniques. Les applications envisagées dans le cadre de la chaire se déclinent en différents domaines de recherche: ingénierie assistée par l'Intelligence Artificielle, maintenance prédictive, jumeaux digitaux, vision industrielle, contrôle non destructif en ligne, etc. La liste des domaines industriels visés est également très large et inclut en particulier les matériaux, les procédés de fabrication, le transport ou encore le secteur de l'énergie. Au sein de Mines Paris, la chaire implique différents centres de recherche dans le but d'assurer une couverture multi-disciplinaire du sujet : le centre des matériaux (CDM), le centre de mise en forme des matériaux (CEMEF), le centre Automatique et Systèmes (CAS), le centre de morphologie mathématique (CMM) et le centre de gestion scientifique (CGS). La chaire a pour ambition de produire de nouvelles méthodes d'ingénierie, des logiciels, des données massives, des formations et d'assurer une visibilité de l'activité des mécènes auprès des élèves ingénieurs de Mines Paris. Très souvent, nos élèves ignorent que les méthodes issues de l'IA peuvent avoir un impact dans l'industrie.

A l'issue de cette présentation, un échange a lieu à propos du détournement de la proposition de future chaire. Un compromis devra être recherché entre l'élargissement du champ scientifique, dans l'optique de renforcer le tour de table d'industriels, et la focalisation des objectifs, favorable aux retombées pour les mécènes. Safran sera attentif à cet équilibre.

CONCLUSION / CONCLUSION

BG remercie les porteurs de la chaire pour la présentation et la qualité des actions menées au sein de la chaire. Il rappelle que l'implication de l'enseignement de l'école dans la chaire est essentiel pour Safran.

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	Recrutement nouveau sujet de thèse	David Ryckelynck	Finaliser le sujet avec Damien Texier et procéder au recrutement		S1 2023
A faire	Date prochain CODOR	Henry PROUDHON	Trouver une date pour le prochain CODOR en décembre 2021		Q4 2022

PROCHAIN POINT / NEXT MEETING

Le prochain CODOR aura lieu au mois de décembre 2023. Henry Proudhon se chargera de sécuriser une date avec les participants. On note que le prochain COPIL est prévu le 2 février après-midi.