

OBJET / PURPOSE: CR DU CODOR N°3

| <b>PARTICIPANTS / ATTENDEES</b> |                          |                                     |   |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| <i>Société /<br/>Company</i>    | <i>Nom /<br/>Name</i>    | <i>Fonction /<br/>Job</i>           | <i>Présence (présent, excusé, absent)</i> |
| MINES ParisTech                 | Henry PROUDHON (HP)      | Titulaire de la chaire              | Présent (visio)                           |
| MINES ParisTech                 | David RYCKELYNCK (DR)    | Co-titulaire de la chaire           | Présent (visio)                           |
| MINES ParisTech                 | Valérie ARCHAMBAULT (VA) | Directrice adjointe de la recherche | Présent (visio)                           |
| MINES ParisTech                 | Antoine BATISTELLI (AB)  | Fondation                           | Absent                                    |
| 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**

Une discussion s'engage rapidement sur l'ouverture de la Chaire à d'autres partenaires industriels. Safran propose par exemple de se rapprocher de Framatome. On pourra discuter des conditions d'entrée dans la chaire à mi-parcours. Avoir de nouveaux mécènes permettrait d'avoir plus de liberté d'orientation des travaux de la chaire mais on peut également les associer pour réfléchir ensemble au programme de la suite de la chaire. Cela peut être une incitation pour rejoindre la chaire. On peut également réfléchir à un fonctionnement à 2 cercles pour animer la chaire sans freiner les actions si on est plus nombreux.

HP et DR expliquent que le séminaire du 18 novembre à SafranTech ouvert à tous était un succès et plusieurs industriels ont assisté à la journée (Stellantis en présentiel, les autres en visio). Les événements de dissémination doivent faire apparaître aussi l'intérêt d'une contribution directe à la chaire.

L'impact de la crise sanitaire a été relativement limité sur les actions de la chaire en 2021. Elle a néanmoins encore ralenti les collaborations internationales et certaines actions pédagogiques. La thèse de Clément Ribart qui comporte une importante part expérimentale accuse un peu de retard estimé à 3 mois.

### **Etudes en cours**

HP présente les différentes études en cours en 2021. Les recrutements sont très satisfaisants et on commence à accumuler les résultats. Aldo Marano a terminé son postdoc et est embauché à l'Onera, il est parti 3 mois avant la fin de son contrat mais la plateforme de données est opérationnelle. Clément Ribart est en 3<sup>e</sup> année qui sera consacrée à la simulation du comportement mécanique du titane après de nombreux résultats expérimentaux. Joao Bertoldo a terminé son contrat de 6 mois (dont 3 mois payés par le synchrotron). Il a ré-écrit la partie preprocessing du code DCT ce qui facilitera le déploiement de la technique sur Psyché. Un article est publié sur le travail de segmentation d'images de tomographie par apprentissage (HP note d'envoyer les articles à Safran **avant** publication). Les 2 DMS 2020-2021 (Kenza Zougagh et Daria Mesbah) se sont bien terminés chacun avec des résultats importants. Les 2 DMS 2021-2022 sont arrivés, les recrutements sont prometteurs : Jordan Ngucho Mbeutchou va travailler sur une *méthode de machine learning pour la sélection des lois de comportement en mécanique non linéaire des structures* et Hamza Jelidi va travailler sur la *modélisation microstructurale du phénomène Cold-Dwell dans le TA6V*. 2 étudiants de l'école des mines ont aussi travaillé 2 mois chacun sur les sujets de la chaire dans le cadre des trimestres de recherche DIMA. Si, sur une période aussi courte, les résultats dépendent beaucoup du côté opérationnel de l'étudiant, l'expérience est un succès et sera certainement renouvelée.

### **Environnement étendu de la chaire / préparation de la suite**

De nombreuses initiatives sont en cours pour poursuivre les thèmes explorés avec la chaire BIGMECA :

- Thèse CIFRE SafranTech (PFX) Axel Aublet
- These CEA FOCUS collab Lionel Gelebart
- Thèse CIFRE SAE apprentissage pour l'influence des défauts sur la fatigue des alliages de fonderie
- Thèse open MINES Paris collab Thilo Morgeneyer et XnovoTech (Danemark)
- Thèse CMM-CDM projet ANR-DFG Data-driven Stochastic 3D Microstructure modeling for learning mechanical properties
- Stage M2 2022 simulation de la nano-indentation, collab Damien Texier MINES Albi (projet ERC-SG HT-S4DefOx) et SafranTech
- Dépôt d'un projet européen DITARI sur le jumeau numérique et les grands instruments

La plupart de ces recherches pourront avoir des retombées indirectes pour Safran Elles montrent clairement la vitalité des thèmes qui sont développés dans la chaire (essais mécaniques 4D, apprentissage pour les simulations ultra-rapides) et que la chaire est une locomotive dans ce domaine. Cela conforte aussi l'idée qu'on peut envisager une suite et qu'il faut y penser dès à présent en considérant en même temps l'élargissement à d'autres mécènes.

### **Dissémination**

En 2021 de nombreuses participations à des séminaires et des conférences ont eues lieu pour présenter les travaux de la chaire. Des articles sont en cours de rédaction et un premier article est déjà publié sur le travail de João. Il faudra bien penser à envoyer à Safran (via CR) les projets d'articles avant publication.

Le séminaire BIGMECA à eu lieu le 18 novembre en mode hybride dans les locaux de SafranTech. Il a rassemblé 30 personnes en présentiel et environ 30 de plus sur Zoom dont des industriels. 2 exposés venaient des états unis. La journée a été un vrai succès avec des exposés de qualité. Les exposés hors Safran ont été enregistrés et mis en ligne sur le site web de la chaire, cela permet de donner plus de visibilité à nos travaux. <https://bigmeca.minesparis.psl.eu/bigmeca-international-workshop-at-safrantech-on-nov-18th-2021/>

### **Collaborations internationales**

Bien que mis à mal par la crise sanitaire, les collaborations internationales sont toujours d'actualité. Clément Ribart est parti un mois en suède à l'université de Lund (collaboration Stephen Hall) pour faire des expérience de labDCT sur 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 a été déposé et accepté, le financement sera donc 1/3 PSL, 1/3 DR Ecole, 1/3 Chaire BIGMECA. En contrepartie SD a une certaine charge d'enseignement qui a déjà commencé a distance (séminaires IDSC, SafranTech et MAGIS). Une discussion s'engage sur l'état d'avancement de l'équipe de Samantha Daly par rapport aux travaux de la chaire. Les approches scientifiques sont complémentaires (focalisation sur la micrographie de surface au lieu de la tomographie, notamment). Ceci rend les collaborations avec les équipes américaines d'autant plus intéressantes.

Le colloque international sur la mécanique du polycristal était prévu en juillet 2020 et à été reporté en mai 2022 avec un mode hybride. Le programme sera sensiblement le même avec 18 orateur invités (dont 2 industriels) de classe internationale. Un site web est mis en place pour recueillir les inscriptions (ouverture en janvier) et gérer le programme. <http://polycrystal.sciencesconf.org>

### **Validation de l'activité contractuelle confiée au CDM**

Comme l'an dernier, l'exécution des mastères DMS 2021-2022 est confiée à ARMINES (les mastères sont salariés ARMINES pour le second semestre). La participation de la chaire est de 20 k€ par mastère soit 40 k€ au total (comme prévu dans le budget initial). Un vote est demandé pour valider ce point qui est accepté à l'unanimité.

### **Budget**

Suite a des discussions en cours autour des coûts pour les chaires de mécénat, VA présente un point important sur la révision des frais d'encadrement. VA précise que cela va être appliqué de façon rétroactive dans la chaire BIGMECA. Le montant passe de 42 à 35 k€ / an pour une thèse et de 50 à 40 k€ / an pour un postdoc. Les salaires ont également été réajuster sur le réel effectivement dépensé. Il en résulte un reliquat de 86 k€ sur le budget initial. Ceci permettrait de démarrer une nouvelle thèse sous réserve d'obtenir un complément de financement pour cette thèse. Le sujet serait a priori du coté des activités de DR sur le thème des jumeaux numériques construits à base d'image (de tout type), avec prise en compte des défauts (écarts au modèle idéal de l'objet lors de sa conception). l'IA permettrait alors de faciliter la prise en compte de ces défauts pour construire les jumeaux numériques. Il s'agit de renforcer le cœur de la chaire et de mieux préparer la suite. Lorsque le sujet et le montage financier sera mieux défini, un vote du CODOR pourra être convoqué électroniquement pour valider cette décision. Elle est d'ores et déjà bien reçue sur le principe.

Le budget réalisé en 2021 est proche de la prévision qui avait été faite (204k€ pour 230k€ prévus). La diminution est principalement due au ralentissement des échanges internationaux et actions pédagogiques du à la crise sanitaire. Le budget et la proposition de budget 2022 à hauteur de 140 k€ sont validée à l'unanimité (10k pour les actions pédagogiques incluant un stage d'option, 20k€ pour les échanges internationaux dont 5 k€ pour le colloque, 10k€ pour les missions et conférences). On ne tient pas compte ici d'un éventuel démarrage de la deuxième thèse évoquée. Un budget rectificatif sera proposé au vote le cas échéant.

### **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 coté enseignement sur une thématique transverse. Équilibre entre les actions DMS / S3 recherche, thèse + postdoc.

### **LISTES DES ACTIONS / ACTIONS LIST**

| Statut<br><i>Status</i> | Sujet<br><i>Topic</i>              | Porteur<br><i>Pilot</i> | Action<br><i>Action</i>  | Commentaires<br><i>Comments</i> | Deadline<br><i>Date</i> |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|--|---------------------------------|-------------------------|
| A faire                 | Colloque POLYCRYSTAL               | Henry PROUDHON          | Organisation du colloque international sur la mécanique du polycristal, 23-25 mai 2022 |                                 | S1 2021                 |
| A faire                 | Proposition nouveau sujet de thèse | David Ryckelynck        | Proposer un nouveau sujet (discussion avec Pierre Kerfriden également)                 |                                 | S1 2022                 |
| 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 2022. Henry Proudhon se chargera de sécuriser une date avec les participants. On note que le prochain COPIL est prévu le 26 janvier (en distanciel).