



## École thématique FABADD 2021

L'école **FABADD – en visio** passera en revue les différents domaines afférents à la fabrication additive métallique, depuis des notions introductives de base vers les dernières avancées scientifiques sur le sujet. Cette école sera basée sur : (1) l'envoi des cours étendus aux participants avant l'école, (2) des présentations synthétiques des cours lors de l'école suivie par des séances interactives autour de chaque cours, (3) des ateliers à distance (étude critique d'article utilisant les acquis du cours, quizz d'autoévaluation). Cette école, soutenue par le GDR ALMA, remplace celle de Mai 2020, annulée pour raison de crise sanitaire.

### 1- Objectifs

Dans sa version distancielle, l'école FABADD vise à proposer aux participants à la fois des cours académiques up-to-date sur les différents thèmes associés à la fabrication additive, et des séances interactives permettant une meilleure appropriation. Par rapport à la version originale de l'école thématique, le nombre d'heures de cours académiques a été revu à la baisse (23 h => 12 h) afin de ne pas saturer les participants et de garder un caractère attractif aux présentations et aux échanges. Par ailleurs, ces cours seront proposés sous deux versions : (1) des vidéos préenregistrées, (2) des versions synthétiques et interactives en direct.

Concrètement :

- (1) Les supports de cours (30 min à 1 h par cours) seront envoyés aux participants 2-3 semaines avant les journées afin qu'ils puissent se les approprier, identifier les points bloquants avant les 3 jours de l'école et poser des questions aux enseignants (sur un site dédié).
- (2) Pour chaque cours, des versions synthétiques de chaque cours (environ 10-15 min par thème) seront proposées en direct tout au long des 3 jours de l'école par les enseignants-chercheurs, en préambule à une discussion ouverte de type question-réponse (environ 30-45 min) qui suivra sur chaque thème abordé. Les questions ouvertes seront envoyées avant aux enseignants par les participants aux journées afin de préparer au mieux ces séances de questions-réponses et de faciliter la compréhension des cours.
- (3) Différents ateliers à distance-études dirigées sont proposés afin de permettre aux participants de mettre en application les notions de cours (quizz d'auto-évaluation, analyses dirigées – interactives d'articles scientifiques)

### 2- Contenu des cours (enregistrés en vidéo) – Axes thématiques

1. **Introduction - Généralités sur la fabrication additive métallique (1/2 h) (?)**
2. **La matière première : les poudres et les fils métalliques, caractérisation, comportement rhéologique (1 h)**
  - 2.1. *Elaboration des poudres et caractérisations, Rhéologie des poudres : Interaction entre grains (1/2 h) (M. Thomas)*
  - 2.2. *Les fils métalliques. Elaboration, modifications ... (1/2 h)*
3. **Les procédés de FA avec fusion et la physique associée (2 h 30)**
  - 3.1. *Physique des procédés laser (lit de poudre SLM, poudre projetée DED) 1 h*
  - 3.2. *Physique du procédé EBM faisceaux d'électron 1/2 h*

- 3.3. *Physique du procédé WAAM (fil fondu par arc électrique) – 1/2 h*
- 3.4. *Les procédés émergents (Cold spray, MELD, MBJ) – 1/2 h*
- 4. Les microstructures en FA (Brut de fabrication + effet des TT) (2 h 30)**
- 4.1. *Solidification rapide, genèse et évolution des microstructures – 1/2 h*
- 4.2. *Microstructures des aciers – 1/2 h*
- 4.3. *Microstructures des alliages de nickel- 1/2 h*
- 4.4. *Microstructures des alliages de titane – 1/2 h*
- 4.5. *Microstructures des aluminium – 1/2 h*
- 5. Les post-traitements en FA (1 h 30)**
- 5.1. *Les traitements de surface – 1/2 h*
- 5.2. *Le traitement de HIP – (1/2 h)*
- 5.3. *Les traitements thermiques (1/2 h)*
- 6. La simulation numérique des procédés de FA (1 h30)**
- 6.1. *Echelle locale - thermo-hydraulique – 45 min*
- 6.2. *Echelle globale - thermomécanique – 45 min*
- 7. Les propriétés d'usage des pièces élaborées par fabrication additive (2 h)**
- 7.1. *Propriétés mécaniques statiques – 40 min*
- 7.2. *Tenue en fatigue – 40 min*
- 7.3. *Corrosion sèche ou humide – 20 min*
- 7.4. *Résistance au fluage – 20 min*
- 8. Matériaux architecturés, matériaux à gradients de propriétés (élaboration, propriétés) (1 h)**

**Total (vidéos envoyées aux participants) ½ h introduction + 12 h de cours magistraux**

**En présentiel sur 3 jours => 17 h 30 dont : 12 h (dont versions synthétiques des cours ~ 4 h et questions réponses ~ 8 h) , 4 h 30 (études dirigées), 30 min (Bilan)**

### **3- Rythme des séances de travail**

*Environ 5 h 30 /jour sur 3 jours dont 4 h de (cours + séances de questions-réponses) et 1h30 de travaux dirigés à distance (30 min de réponses à des quizz autour des cours, 1 h d'étude dirigée d'article par groupes (3 séances avec thèmes au choix sur les 3 jours).*

#### **Format prévisionnel**

*1<sup>er</sup> jour – Matin : 8 h 30 - 13 h = 4 h (Introduction + cours synthétiques + questions-réponses sur les cours) + 30 min pause*

*1<sup>er</sup> jour - Après-midi : 14 h 30 – 16 h (1 h 30 Etude dirigée = analyse critique d'articles par groupe de travail)*

*2<sup>ème</sup> jour - Matin : 8 h 30 - 13 h dont 4 h (cours synthétiques + questions-réponses sur les cours) + 30 min pause)*

*2<sup>ème</sup> jour Après-midi : 14 h 30– 16 h (1 h étude dirigée = analyse critique d'articles par groupe de travail + 30 min Quizzl)*

*3<sup>ème</sup> jour – Matin 8 h 30 - 13 h = 4 h (cours synthétiques + questions-réponses sur les cours) + 30 min pause*

*3<sup>ème</sup> jour - Après-midi 14 h -16 h 30 (1 h Etude dirigée + 30 min Quizz + 30 min bilan école)*