

# Fabrication Additive Métallique

En plus du tronc commun de la formation d'ingénieur-e, les élèves choisissent une option, d'une durée de 200 heures annuelles, leur permettant d'acquérir des compétences nouvelles et de renforcer leur expertise.



## Objectifs

La fabrication additive métallique - ou FAM - désigne les procédés de fabrication par ajout de matière.

L'option proposée en 5e année chez CESI École d'ingénieurs a pour objectif de former les futurs ingénieur-e-s à s'adapter et à mettre en oeuvre cette technique pour l'industrie du futur. Cette technologie implique un changement complet de paradigme de conception des pièces et nécessite la prise en compte des particularités spécifiques à cette modalité de fabrication.

Les enjeux sont forts car les impacts sont nombreux : industriel, économique, scientifique, social et sociétal

Les objectifs pédagogiques :

- Savoir identifier les spécificités de la FAM au regard d'autres procédés et connaître les technologies à disposition
- Comprendre l'impact de la FAM sur les propriétés structurales des pièces
- Définir un cahier des charges fonctionnel, structurel et technique à partir d'un besoin client
- Concevoir un produit selon les règles de la DFAM (Design For Additive Manufacturing)
- Maîtriser les risques industriels liés à la FAM
- Préparer la fabrication
- Fabriquer un produit en FAM

# Programme de la formation

## Partie théorique

### Enjeux, particularités et familles technologiques de la fabrication additive

Procédés de fabrication par usinage, forge, moulage  
La fabrication additive notamment métallique dans l'industrie : nouveaux usages, nouvelles attentes  
Nouvelles compétences liées à la fabrication additive  
Enjeux et intérêts sectoriel  
Principes physiques, avantages, inconvénients des différents procédés  
Les grands acteurs du secteur  
Éléments généraux de sécurité et de sûretés des installations de FAM  
Éléments logistiques et financiers  
Contrôles et normalisation

### Conception et contraintes liées aux matériaux

Éléments de cristallographie  
Structure de la matière condensée  
Diagrammes de phase  
Dislocations, macles, joints de grains  
Porosité d'un matériau  
Mécanismes de diffusion  
Impuretés  
Anisotropie de croissance  
Effets mécaniques de la diffusion thermique du laser  
Post-traitements mécaniques  
Post-traitements thermiques  
Traitement de surface  
Généralités sur les moyens de contrôle non destructifs et de caractérisation matériau

### Réponse au cahier des charges client de manière innovante

Analyse fonctionnelle  
Coûts de revient

Méthodes de créativité  
Design Thinking

### Conception des pièces pour la fabrication additive : DFAM

Design For Additive Manufacturing  
Processus de conception intégré  
Raffinement de la géométrie  
Simulation mécanique, thermique  
Réaliser le slicer  
Imprimer une pièce polymère ou composite par FDM

### Garantie de la sécurité des personnes et sûreté du process

Risques ATEX  
Risques CMR  
Équipements de sécurité individuels et collectifs  
Recommandations de sécurité  
Protocoles d'arrêts

d'urgence, d'évacuation et de décontamination

### Réaliser une pièce en fabrication additive métallique

Équipements de sécurité  
Description de la machine de fusion laser  
Manipulation des poudres métalliques  
Protocoles de préparation de pièce  
Préparation de la machine et réglages (plaques, raclage)  
Suivi de la fusion  
Utilisation de la scie à ruban, et de la machine de sablage  
Four de frittage en atmosphère inertée  
Opérations d'usinage  
Métrologie, Tomographie, essais mécaniques et microstructure  
Anomalies de production : analyse et remèdes