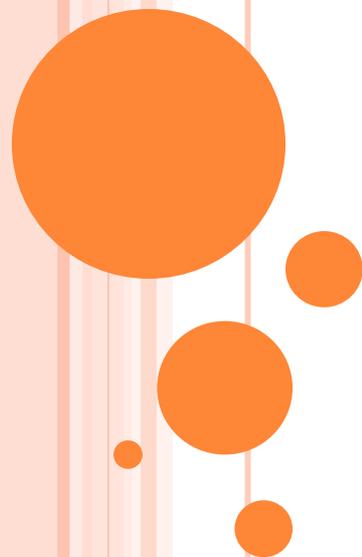


BESOINS ÉVENTUELS EN FORMATIONS



Formations

- Conception pour la Fabrication additive
- Rétro-conception
- Optimisation topologique
- Simulation Thermique
- Scanner 3D
- Utilisation d'imprimante 3D métal
- Contrôles en cours d'impression
- Métallurgie des poudres
- Métrologie
- Analyse des pièces imprimées
- Etc...





PROGRAMME DE FORMATION

○ LA FABRICATION ADDITIVE METALLIQUE PAR FUSION LASER

○ Objectifs :

- • Obtenir une compréhension approfondie de la mise en œuvre de la fabrication additive métallique (FAM) afin de l'intégrer comme technologie innovante de conception et de réalisation de pièces mécaniques.
- • Sensibiliser les participants à la métallurgie des pièces obtenues par FAM et aux contrôles de production associés

○ RÉFÉRENCE

○ Process & métallurgie en vue de la production série

- *Ce stage sera axé prioritairement sur les aciers inoxydables,*
- *superalliages (base nickel et cobalt) et alliages de titane.*

○ Programme:

- TECHNOLOGIES DE FABRICATION ADDITIVE METALLIQUE (FAM)
- METALLURGIE ASSOCIEE AU PROCEDE DE FAM
- GAMME DE FAM PAR FUSION LASER
- MISE EN OEUVRE DE LA PRODUCTION EN FAM PAR FUSION LASER
- CONTRÔLE DES PIECES EN PRODUCTION

Démarche de conception pour la fabrication additive métal

Le programme de la formation

Présentation de la Fabrication additive (FA) métal, historique et marché

- Définition.

- Présentation des cinq principaux procédés de FA métal.

- Comparaison des technologies fusion laser et fusion par faisceau d'électrons.

Positionnement de la conception

- Principes de la conception.

- Analyse fonctionnelle.

- Analyse de la valeur.

Démarche de choix appliquée à la fabrication additive métal

- Avantages/inconvénients de la fabrication additive.

- Faisabilité technico économique.

- Synoptique de conception.

Règles de conception pour la fabrication additive métal

- Règles métiers.

- Outils informatiques.

- Optimisation (topologique, topographique, etc.).

Études de cas

- Optimisation topologique d'une pièce de structure :

 - besoin

 - conception

 - chainage numérique; mise en place sur machine.

- Re-conception d'un outillage :

 - besoin ;

 - intégration fonctionnelle

 - Tests, qualifications.

Exercices : mise en pratique sur cas réels

- Exercices de préparation numérique d'une fabrication :

 - récupération et réparation de fichiers 3D

 - ajout du supportage

 - préparation d'un plateau de fabrication.

- Exercices d'optimisation topologique.

Évolutions et perspectives.

Fabrication additive : les procédés et les applications métal, céramiques et polymères

Généralités, historique et marché.

Procédés d'obtention de pièces métalliques :

- impression 3D métal ;

- dépôt (projection) ;

- fusion laser (SLM) ;

- faisceau d'électrons (EBM) ;

- focus sur La fusion laser métal :

 - matériaux (alliages Co-Cr, aluminium, titane et aciers),

 - conception,

 - études de cas,

 - post-traitements ;

- chaîne numérique :

 - récupération des fichiers 3D,

 - digitalisation,

 - reconstruction de géométries,

 - programmation.

Exercice de préparation d'une fabrication SLM (travaux pratiques).

Démonstration du lancement et du déballage d'une fabrication SLM (travaux pratiques).

Examen de pièces brutes de fabrication SLM (travaux pratiques).

Procédés d'obtention de pièces polymères :

Procédés d'obtention de pièces céramiques.

Contrôles.

Normalisation.

Fournisseurs européens.

Études de cas.

Estimation des coûts de sous-traitance.

- **Programme**

- **Introduction : les enjeux de la fabrication additive**

Basé sur rapport Wohlers - Progression économique
Apports de la fab additive
Situation de la France (industriels, académiques)

Partie I : Fabrication additive de matériaux métalliques

I-1. Rappels sur les matériaux métalliques et les procédés d'élaboration

I-2. Les procédés de fabrication additive directe : de la poudre à la pièce finale

Partie II: La conception et le design des pièces en FA

II-1. Généralités sur la conception de pièces

II.2. Conception de pièces optimisées en fabrication additive

TP sur ordinateur

II.3. Le Design for Additive manufacturing (DFAM)

Partie III : La fabrication additive des polymères

- **III.1. Généralités-rappels sur le comportement et les propriétés des polymères**

III-2. Les différents procédés de FA pour les polymères (distinction maquettage / fabrication directe SLS)

III.3. La densification des polymères en fabrication additive : principes physiques

- **Partie IV: Volet expérimental: Découverte des techniques de fabrication additive**

IV.1. Réalisation d'une pièce simple en SLM (métaux)

IV.2. Mise en œuvre des techniques de FDM (polymères)

- **Moyens pédagogiques :**

- Le cours théorique est accompagné de travaux dirigés sur ordinateur (conception) et de démonstrations expérimentales sur matériaux métalliques et polymères.

- **Moyens techniques :**

- Tableau blanc, vidéoprojecteur, matériel industriel

- **Modalités de validation :**

- Attestation de participation remise en fin de stage – Pas d'examen final

PROGRAMME

Les procédés de fabrication additive

Selective Laser Melting
 Selective Laser Sintering
 Autres procédés

Nos formations

Présentation du procédé CLAD®

Le principe et la technologie
 Le laser
 La distribution de poudre
 Les performances et les limites
 Les applications potentielles
 Principes de base (rappels)
 Propriétés du faisceau laser
 Applications industrielles
 Les lasers utilisés

Référence	Intitulé de la formation	Prochaines sessions	Durée	Sur mesure
AL.6-1	Fabrication additive, Construction Laser Additive Directe®	30 mai 2018	2,5 jours	✓
AL.6-2	Procédés de fabrication additive pour matériaux métalliques	18 octobre 2017 11 décembre 2018	3 jours	✓
CQ.2	Métallurgie laser appliquée	12 décembre 2017 20 novembre 2018	3 jours	✓
AL.1	Le laser industriel pour les débutants	16 octobre 2018	3 jours	✓
AL.1-I	Préparer son investissement		2 jours	✓

Mise en œuvre sur machine laser

Découverte du logiciel
 Tests et essais sur différents matériaux
 Construction de pièces

Métallurgie

Métallurgie des poudres
 Analyses de pièces

<https://www.irepa-laser.com/fr/nos-formations/fabrication-additive-construction-laser-additive-directer>



Procédés en fabrication additive métal :

Comprendre le concept de fabrication additive pour les matériaux métalliques, les principes et les contraintes de ce mode de fabrication, les principales technologies (SLM/SLS, DMD, fil) et leurs grandeurs caractéristiques,

Comprendre, estimer/prédire et mesurer; état de la matière (contraintes résiduelles, microstructure, métallurgie, propriétés mécaniques) induit

par les procédés de fabrication additive métal,

Optimiser l'orientation de la pièce et le choix des supports lors de la fabrication,

Sélectionner les poudres et les alliages,

Comprendre les problématiques de finitions/parachèvement des pièces (mécaniques ou chimiques), optimiser le post-traitement,

Préparer la machine et son environnement dans les normes de sécurité, prévoir et anticiper les risques spécifiques pre-et post-fabrication,

Contrôler/qualifier la conformité des pièces (matériau et géométrie).

Calcul et conception avancés en lien avec les procédés de fabrication additive :

Organiser le procédé de fabrication dès la conception des pièces, concevoir pour et avec la fabrication additive,

Élaborer une maquette numérique préliminaire/pré-dimensionner,

Simuler le comportement/calculer; état de contraintes et de déformations d'une pièce, ou d'un ensemble de pièces, par la méthode des éléments finis à partir de fichiers CAO et des conditions d'utilisation (chargements),

Comprendre les concepts d'optimisation topologique et utiliser un logiciel d'optimisation topologique,

Proposer des optimisations possibles (topologique et/ou réduction des assemblages) en prenant en compte les contraintes et exigences du cycle de vie du produit et du processus de fabrication.

Scanner 3D, rétro-conception et métrologie :

Connaitre les différentes technologies, le principe de fonctionnement, la précision et les limites des scanners 3D,

Préparer la pièce à scanner,

Numériser/scanner la pièce par l'établissement d'un nuage de points, Corriger et assembler des nuages de points,

Reconstruire un fichier CAO à partir d'un nuage de points,

Exporter avec différents formats dans un logiciel de CAO en vue d'une rétro-conception ou d'une impression 3D,

Visualiser/comparer/contrôler les défauts (forme/géométrie); une pièce scannée par rapport à la CAO théorique.





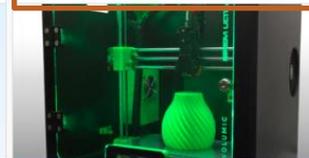
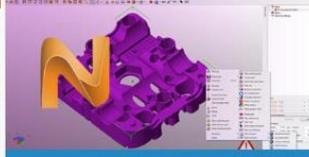
Gi-Nova, un espace pour simuler et expérimenter

Cette plateforme technologique à vocation inter-universitaire comprend un plateau technique et de nombreux espaces et salles de projets situés sur le site même de l'école.

Elle est l'une des 5 plateformes gérées par S.mart Dauphiné Savoie (ex-AIP Primeca).

Elle est dotée de nombreux équipements de pointe dédiés à la simulation des systèmes mécaniques et des flux de production, au prototypage et aux **technologies additives**. (EBM et plusieurs machines pour polymères) Ces équipements sont destinés à la formation, aux travaux de recherche mais aussi à la réalisation de projets industriels ou encore à **la formation continue**. Ainsi, la plateforme favorise la rencontre entre étudiants, doctorants, enseignants, chercheurs, industriels...



<p>Chef de Projet Impression 3D</p>  <p>CHEF DE PROJET EN IMPRESSION 3D</p> <p>Consulter le programme</p>	<p>E-learning Impression 3D</p>  <p>E-LEARNING IMPRESSION 3D</p> <p>Consulter le programme</p>	<p>Impression 3D - Niveau 1</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Impression 3D - Niveau 2</p>  <p>Consulter le programme</p>
<p>Technicien en Impression 3D</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Impression 3D - Conduite de projet</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Formation Simplify 3D</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Impression 3D FDM - Approche Utilisateur</p>  <p>Consulter le programme</p>
<p>Découverte des procédés de fabrication additive métal</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Formation Autodesk Netfabb</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Formation Meshlab</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Formation Meshmixer</p>  <p>Consulter le programme</p>
<p>Formation Scan 3D sur Mesure</p>  <p>Consulter le programme</p>	<p>Impression 3D FDM - Approche technicien</p>  <p>Consulter le programme</p>		



VOTRE DEVIS GRATUIT EN QUELQUES CLICS!

Quelle formation ?* Où ?* Votre statut ?*



https://www.formation-3d-france.com/formations_category/impimpression-3d/

FORMATIONS POUR L'UTILISATION D'UNE MACHINE DE FABRICATION ADDITIVE MÉTAL.

- La formation pour l'utilisation d'une imprimante 3D Métal, est toujours fournie par le fabricant de la machine et peut varier de 3 à 5 jours.
- Ces formations peuvent être intégrées dans le plan formation du personnel et financées par les délégations.
- Il y a aussi des formations liées aux procédés



LES COMPÉTENCES RECHERCHÉES

- Deux types d'entreprises doivent être distingués dans la recherche de compétences en fabrication additive :
 - Les entreprises qui développent des solutions en fabrication additive (fabricants de machines, de matériaux, développement de procédés, conception 3D, sous-traitants fabriquant des produits en 3D...) recherchent avant tout des profils très techniques en mesure d'intervenir directement sur des projets concrets. (des ingénieurs R&D, voire des docteurs, ...)
 - Les entreprises de différents secteurs industriels qui cherchent à monter en compétences sur le sujet de la fabrication additive. (ingénieur matériaux, ingénieur conception, ingénieur procédés, ingénieur développement...)



Learn by Layers, l'enseignement de l'impression 3D à l'école



Learn by Layers est une idée assez simple : vous achetez des plans de cours et les télécharger pour les enseigner dans votre école. Les enseignants obtiennent une licence d'utilisation du programme et peuvent modifier les plans de cours en fonction de leurs classes.

L'objectif du programme est d'enseigner aux enfants et adolescents comment concevoir leurs propres modèles et répondre aux défis de conception. Il permet également de leur montrer dans quels secteurs les technologies d'impression 3D sont utilisées et quel est leur impact. A la fin des leçons, les élèves sont parfaitement capables de concevoir leurs modèles, de comprendre comment les imprimantes 3D fonctionnent et le rôle qu'elles jouent dans la société.



Ne pas enseigner l'impression 3D reviendrait à ne pas leur apprendre à coder ou à utiliser des ordinateurs. La technologie faisant son entrée dans tous les secteurs de la société, la capacité à les utiliser devrait être une norme dans les écoles.









Enseignement et Formation

3D Systems travaille avec des centres de formation et des institutions académiques dans le monde entier afin d'inculquer aux professionnels et aux étudiants les compétences dont ils ont besoin pour adopter les matériels et les logiciels avancés qui révolutionnent un très grand nombre d'industries et d'institutions sociales.



La simulation numérique des procédés de fabrication additive par fusion de lit de poudre

Michel BELLET

Qiang CHEN, Charles-André GANDIN, Gildas GUILLEMOT, Yancheng ZHANG

Mastère spécialisé DMS
Evry, 28 février 2018

Conclusions et perspectives

44

- ▶ **A partir d'un formalisme commun, deux approches différentes ont été développées**
 - ▶ « meso » : à l'échelle de l'addition élémentaire
 - ▶ « macro » : à l'échelle de la pièce
- ▶ **Des analyses de sensibilité et des validations ont été montrées**
- ▶ **Les validations quantitatives sont encore à consolider**
- ▶ **L'extension de l'approche « meso » aux métaux est en cours :**
 - ▶ Travaux de thèse d'Alexis Queva avec Safran
- ▶ **L'extension à d'autres procédés est engagée :**

Procédé additif arc-métal

Projet ANR « MACCADAM » (Coord. LMGC Montpellier, Frédéric Deschaux-Baume)
Thèse à démarrer cette année 2018 au Cemef



Procédé DMD laser

