ENSMAC

Industrie du futur : matériaux et procédés avancés

École / Prépa
ENSMAC

ECTS
12 crédits

Présentation

Code interne : PS9MPI40

Description

L'objectif de cette année de spécialisation est de former des ingénieurs :
- possédant de solides connaissances techniques en science et ingénierie des matériaux inorganiques et des procédés,
- capables de s'adapter et de répondre aux enjeux technologiques, environnementaux et sociétaux du futur.

Dans un monde en constante évolution, nous proposons une spécialisation axée sur l'innovation dans le domaine des matériaux et des procédés, et sur les transformations de l'industrie 4.0. Ces transformations sont portées par les avancées technologiques issues de la dynamique entre la recherche scientifique, le développement économique et les grands défis sociétaux (énergie, développement durable, transport, ...). La fabrication additive, qui transforme un modèle virtuel 3D en un objet physique par ajout successif de matière, constitue une des technologies majeures de l'usine du futur et représente l'avenir pour un grand nombre d'industrie. A l'heure où les premières lignes de production industrielle par impression 3D apparaissent, les atouts de cette spécialisation qui met l'accent sur la métallurgie, les matériaux avancés, la fabrication additive et l'interdisciplinarité, constituent une opportunité pour les ingénieurs de pouvoir se différencier dans un contexte où l'Europe est le leader dans l'impression 3D métallique.

L'enseignement dans cette spécialisation s'appuie sur un apprentissage actif par projet permettant à l'élève-ingénieur d'être acteur de sa formation, de mobiliser ses connaissances et de développer ses compétences. Ces aspects sont renforcés par la participation des industriels. L'objectif est d'apporter un éclairage sur les transformations qui s'opèrent dans l'usine intelligente, montrer le dynamisme et les perspectives industrielles, et susciter l'intérêt et la curiosité des étudiants.

Heures d'enseignement

TP	Travaux Pratiques	62h
PRJ	Projet	79h
CM	Cours Magistraux	124h

Syllabus

Partie 1 – Matériaux avancés et procédés innovants

Objectifs

Être capables :

- d'évaluer et choisir le couple matériau-procédé à partir d'un cahier des charges "produit" et dans un contexte de développement durable,
- d'expliquer les principes généraux appliqués au développement des matériaux de structure,
- d'expliquer les principes généraux de la fabrication additive,
- d'évaluer et choisir les techniques de caractérisation appropriées à l'échelle des phases.

Contenu

Cours

1. Le choix des matériaux et des procédés dans un contexte de développement durable (S. Gorsse, ICMCB)

2. Les matériaux avancés et leurs applications industrielles

- Les matériaux composites de structure (L. COURAPIED, SAFRAN)
- Les matériaux pour l'énergie
    - o Stockage de l'hydrogène (JL. Bobet, ICMCB)
    - o Pile à combustible (F. Mauvy, ICMCB)
    - o Stockage de la chaleur (C. Lebot, I2M)
    - o Les céramiques techniques (JM. Heintz, ICMCB)

3. La fabrication additive métal

- Principes généraux, différentes technologies, atouts, maturité, applications (M. Pontoreau, ICMCB)
- Solidification (C. Le Bot, I2M)

4. Les méthodes de caractérisation des matériaux

- Microscopie électronique - SEM, TEM, EDS, EBSD (J. Magimel, ICMCB)
- Sonde atomique tomographique (K. Hoummada, Aix-Marseille)
- Tomographie X (D. Bernard, ICMCB)
- Contrôle non destructif (D. Thuau, IMS)

5. Modélisation, programmation, intelligence artificielle

- Machine learning (S. Gorsse, ICMCB)
- Programmation PYTHON (M-F Ponge, I2M)

TP

- Réalisation d'une pièce par fabrication additive
- Mise en œuvre des matériaux composites
- Contrôle non destructif

Séminaires

- Alliages aéronautiques (Safran)
- Matériaux dans l'automobile (PSA)
- Matériaux composites à matrice thermoplastique et à matrice bio-sourcée (CANOE)
- Matériaux pour le stockage de l'énergie – Applications spatiales (ISAE SUPAERO)
- Forgeage et fonderie (SNECMA)

- Spark Plasma Sintering (CIRIMAT)
- Industrie 4.0 (ArianeGroup)
- L'impression 3D des alliages de titane par EBM (ULB)
- Poudres atomisées pour la fabrication additive métal (Erasteel)
- Fabrication additive métal (We Are Aerospace, Tecnalia, UTBM, CEA-LITEN UMET)
- Fabrication additive polymère (CANOE)

Partie 2 – Simulation des procédés

Objectifs

Etre capable de :

- choisir le procédé de mise en forme le mieux adapté à la conception d'un produit fini ou semi fini,
- mettre en œuvre une étude par simulation numérique de la mise en forme d'un matériau,
- discerner le meilleur traitement de surface envisageable en fonction de l'application

Contenu

Cours

1. Durabilité des matériaux

- Corrosion (I. Aubert, I2M)
- Traitement de surface par dépôt de couche mince (S. Jacques, LCTS)
- Procédés par voie humide (Electroylse, APS coating)
- Matériaux ablatifs (G. Vignoles, LCTS)

2. Procédés de mise en forme des matériaux

- Simulation numérique de l'extrusion par Ludovic © (C. Le Bot, I2M)
- Modélisation du changement de phase liquide-solide par Fluent (C. Le Bot, I2M)
- Simulation numérique du procédé d'injection par Fluent (C. Le Bot, I2M)

TP

- Simulation d'un cas d'extrusion (Ludovic ©)
- Simulation d'un cas d'injection (Fluent)

Conférences

- Les revêtements par projection plasma (CEA)
- La corrosion dans les centrales (Areva)
- La sécurité du personnel dans le nucléaire (CEA)
- Matériaux de protection thermique (Astrium)

Projet industriel

Le projet industriel permet aux élèves de travailler sur un sujet d'actualité proposé par un industriel en lien avec la spécialisation, d'être confrontés à la complexité du monde professionnel, et d'approfondir et de développer leurs connaissances via des sujets d'application stimulants.
Les élèves travaillent par groupe, en concertation avec l'Entreprise commanditaire du projet et avec l'enseignant tuteur du projet.

Responsables

- Cédric Le Bot
- Damien Thuau

Informations complémentaires

Spécialisation au choix

Modalités de contrôle des connaissances

Évaluation initiale / Session principale

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Contrôle Continu	Evaluation de compétences					

Seconde chance / Session de rattrapage

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Contrôle Continu	Evaluation de compétences					