

**Pourquoi cette UE ?**

Les procédés de fabrication de produits ont considérablement évolué ces dernières années. L'objectif de ce module est de faire le point sur les technologies existantes. On retrouve des procédés classiques (usinage, moulage...) et plus récents comme la fabrication additive.

**Éléments constitutifs de l'UE**

	coefficient	
ECOMAP_9_2-1 Procédés métallurgiques	2	
ECOMAP_9_2-2 Visites techniques		
ECOMAP_9_2-3 Procédés plasturgiques et composites	2	
ECOMAP_9_2-4 Modélisation en plasturgie et composites	2	
ECOMAP_9_2-5 TP Fabrication additive et simulation du procédé d'injection	1	
<b>Volume d'heures d'enseignement encadré</b>	<b>Volume d'heures de travail personnel</b>	<b>Nombre d'ECTS</b>
70	19	5

Alignement curriculaire

**Parmi les compétences visées par la formation, lesquelles sont développées dans cette UE ?**

FIG-BC06  
ECOMAP



- BC1 L'UE ne contribue pas à ce bloc de compétences
- BC1 L'UE contribue à ce bloc de compétences
- C1 Compétence non adressée dans cette UE
- C1 Compétence mise en œuvre dans cette UE
- C1 Compétence enseignée dans cette UE
- C1 Compétence évaluée dans cette UE
- C1 Compétence enseignée et évaluée dans cette UE

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Les procédés de fabrication de produits ou de matériaux ont considérablement évolué ces dernières années vers des technologies de plus en plus pointues. L'objectif de ce cours est de présenter les technologies classiques adaptées aux métaux.

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales****Prérequis****Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	11
Cours intégré (cours + TD)	
TD	3
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	2
Travail personnel	7

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Sur la base d'un cahier des charges et/ou d'un dessin de définition, les étudiants doivent être capables de choisir un procédé d'obtention ou d'assemblage en réalisant la mise en plan de la pièce en fonction du procédé choisi.

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Cet enseignement se présente sous la forme d'un cours magistral et d'une visite d'atelier de mécanique. Des supports sont mis à disposition des étudiants. L'évaluation du cours se fait par contrôle écrit dont l'objectif est d'évaluer les connaissances assimilées par l'étudiant ainsi que sa capacité de réflexion.

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

L'évaluation du cours se fait par contrôle écrit dont l'objectif est d'évaluer les connaissances assimilées par l'étudiant ainsi que sa capacité de réflexion. Consultation des copies sur demande expresse de l'élève

## Plan de cours

. Aurélie NIEL MARCHAL (11 h de cours)

- Objectifs

Cette matière permet d'apporter des connaissances sur les différents procédés de fabrication (usinage, fonderie, forge...). Elle permet de sensibiliser le futur concepteur aux problèmes rencontrés en bureau des méthodes pour réaliser des pièces à partir d'un dessin de définition.

Sur la base d'un cahier des charges et/ou d'un dessin de définition, les étudiants doivent être capables de choisir un procédé d'obtention ou d'assemblage en réalisant la mise en plan liée au procédé. Enfin, elle permet d'acquérir les règles de dessin classiques des pièces mécaniques en adéquation avec les modes d'obtention des bruts les plus courants.

- Programme

Sidérurgie

Découpe

Mise en forme des matériaux :

- A partir de l'état liquide : fonderie, coulée continue

- A partir de l'état granulaire : frittage

- A l'état solide : formage des métaux en feuilles (laminage, emboutissage, ...), forgeage, usinage, Assemblage

2. Christian BARBERIS (3 h de cours + visite entreprise CFO)

- Objectifs : comprendre les principes de transformation d'une tôle fine par procédé de découpe, de pliage et d'emboutissage, et découvrir les principaux termes d'un cahier des charges ainsi que les méthodes de conception d'un outillage de production de grande série.

- Programme :

Domaines d'application des outils de découpe et d'emboutissage en grande série

- Les différents principes de transformation de tôle : découpe, pliage, emboutissage

- Principes de conception d'un outillage, décomposition des différentes étapes

- Les moyens de production, choix des matériaux, des composants du commerce, sources d'approvisionnement

- Illustration durant la visite d'un atelier de production d'outillages

## Ressources et références

Présentations PowerPoint

Fascicule de cours et d'exercices de TD complétant la présentation

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales**

**Prérequis**

**Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	
Travail personnel	

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

**Deprecated:** htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 (\$string) of type string is deprecated in C:\Developpement\syllabus\public\_html\views\syllabus\_template.php on line 258

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

**Deprecated:** htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 (\$string) of type string is deprecated in C:\Developpement\syllabus\public\_html\views\syllabus\_template.php on line 261

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

**Deprecated:** htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 (\$string) of type string is deprecated in C:\Developpement\syllabus\public\_html\views\syllabus\_template.php on line 264

ECOMAP\_9\_2 Procédés usuels et émergents

FIG

ECOMAP\_9\_2-2 Visites techniques

S9

## Plan de cours

**Deprecated:** htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 (\$string) of type string is deprecated in C:\Developpement\syllabus\public\_html\views\syllabus\_template.php on line 292

## Ressources et références

**Deprecated:** htmlspecialchars(): Passing null to parameter #1 (\$string) of type string is deprecated in C:\Developpement\syllabus\public\_html\views\syllabus\_template.php on line 297

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Ce cours a pour objectif de présenter les principales technologies de transformation des matières plastiques (extrusion, injection, rotomoulage, thermoformage, fabrication additive, etc.) et des composites thermodurcissables (moulage, projection, thermocompression, enroulement filamentaire, pultrusion, infusion sous vide, etc) et thermoplastiques (extrusion, moulage par injection, pultrusion, fabrication additive, etc) de définir les principales variables de ces procédés, et de mettre en relation matériaux polymères et composites.

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales****Prérequis****Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	21
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	2
Travail personnel	6

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Cet enseignement se présente sous la forme d'un cours magistral impliquant différents intervenants. Des supports sont mis à disposition des étudiants. L'évaluation du cours se fait par contrôle écrit dont l'objectif est d'évaluer les connaissances assimilées par l'étudiant ainsi que sa capacité de réflexion.

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc.)

Cet enseignement se présente sous la forme d'un cours magistral impliquant différents intervenants. Des supports sont mis à disposition des étudiants. L'évaluation du cours se fait par contrôle écrit dont l'objectif est d'évaluer les connaissances assimilées par l'étudiant ainsi que sa capacité de réflexion.

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

L'évaluation du cours se fait par contrôle écrit dont l'objectif est d'évaluer les connaissances assimilées par l'étudiant ainsi que sa capacité de réflexion.  
Consultation des copies sur demande expresse de l'élève

## Plan de cours

1. Procédés de transformation des polymères (Claire LONGUET - 8 h de cours)
  - Extrusion (principe et technologies, physico-chimie de l'extrusion, défauts d'extrusion, technologies apparentées, cas des caoutchoucs - TPE)
  - Thermoformage (principe et technologies, applications, défauts de thermoformage)
  - Injection (principe et technologies, physico-chimie de l'injection, technologies apparentées, cas des caoutchoucs - TPE, défauts d'injection, technologies concurrentes et/ou complémentaires : rotomoulage et moulage par compression)
  - Principes de base de la conception de pièces plastiques/procédés
  - Finitions
  - Mise en œuvre, toxicité et environnement
  - Quelle technologie choisir : choix économique, technique et environnemental
  - Ouverture sur les composites particuliers et nanocomposites
2. Procédés de transformation des composites (Anne Bergeret - 8 h de cours)
  - Composites thermodurcissables : moulage au contact et sous vide, projection simultanée, thermocompression SMC et BMC, enroulement filamentaire, pultrusion, injection/infusion de résine (RFI, LRI, RTM, BMC, RIM), dépose automatisée (ATL, AFP)
  - Composites thermoplastiques : procédés fibres courtes, fibres longues discontinues et continues
  - Principes, caractéristiques, avantages, inconvénients
3. Fabrication additive (Marcos BATISTELLA - 5 h de cours)
  - Définition et historique
  - Marché et applications
  - Étapes, chaîne numérique
  - Technologies
  - Prototypage, outillage et fabrication rapides
  - Forces/faiblesses
  - Problématiques et enjeux scientifiques
  - Développement des procédés et matériaux
  - Avenir de la FA

## Ressources et références

Présentations PowerPoint  
Fascicule de cours et d'exercices de TD complétant la présentation

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Les objectifs du cours sont multiples : • Appréhender la logique des principaux procédés plasturgiques (extrusion, moulage par injection) • Prendre conscience des principes de modélisation • Acquérir les bases de la simulation numérique en générale et appliquée au domaine • Se donner la possibilité de dialoguer avec des spécialistes du domaine

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales****Prérequis****Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	13
Cours intégré (cours + TD)	
TD	5
TP	
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- Développer des aptitudes à la modélisation sur des cas relativement simples (formuler des hypothèses, proposer des simplifications de géométrie, ...)
- Connaître l'architecture générale de logiciels de simulation du moulage par injection

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Cet enseignement se présente sous la forme de cours, TD, TP sur logiciel.

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Contrôle avec consultation des copies sur demande expresse de l'élève

## Plan de cours

Ce cours aborde la modélisation et la simulation des procédés de mise en œuvre des polymères thermoplastiques à l'état fondu d'une part et l'élaboration de composites par les procédés par voie liquide. Les illustrations et applications porteront essentiellement sur trois procédés : le moulage par injection de thermoplastiques, l'injection de thermoplastique à l'état liquide dans une préforme fibreuse (RTM) et l'infusion sous vide. Le logiciel Moldflow sera utilisé pour les applications au moulage par injection de thermoplastiques.

Le cours aborde tout d'abord des notions générales et transversales puis des applications au moulage par injection, à l'injection de thermoplastique dans une préforme fibreuse et à l'infusion sous vide. L'aspect simulation numérique sera supporté par le logiciel Autodesk Moldflow.

Les différentes parties abordées sont :

- Généralités sur la mise en forme des polymères TP à l'état fondu
- Aspects thermiques des écoulements de polymères fondus
- Simulation des procédés
- Procédé RTM et infusion sous vide - grandeurs caractéristiques
- Simulation numérique du moulage par injection (Moldflow)

## Ressources et références

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Pratique : appréhender le triptyque matériau/procédé/propriétés pour une application en fabrication additive, modéliser le procédé d'injection

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales****Prérequis****Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	
TD	
TP	12
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	
Travail personnel	6

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

Autonomie sur des machines de fabrication additive de type FFF et SLS et maîtrise de l'influence des principaux paramètres sur la microstructure et les propriétés mécanique des pièces ainsi réalisées.  
Autonomie sur l'utilisation d'un logiciel de simulation du moulage par injection tel que Moldflow.

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

TP

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Compte rendus

## Plan de cours

Programme et contenu :

1. TP fabrication additive :

- Mise en application par la prise en main de machines et la réalisation de pièces par dépôt de fil fondu (FFF) et frittage laser de poudres (SLS)
- Observation des pièces réalisées et analyse quantitative par mesure de densité apparente, absolue et essais de traction

2. TP simulation du procédé d'injection : ce TP comporte une partie expérimentale (moulage de pièces et acquisition de signaux sur une presse à injecter) et une partie simulation à l'aide du logiciel Moldflow. L'objectif est de confronter l'expérimentation et la simulation et d'en faire une analyse critique.

## Ressources et références

Guides de TP + tutoriels vidéo.

Utilisation du logiciel Moldflow v2021