



# Syllabus Enseignements **S5** et **S6**


**1<sup>ère</sup> Année**

# Maquette S5

Nombre heures CFA : 620		<i>Année scolaire 2024-2025</i>			
<i>1<sup>ère</sup> année de la Filière Initiale par Apprentissage</i>					
Unités (validation à 10/20)	Modules (validation à 6/20)	<b>Semestre 5</b>	Nb h (+He)	Coef.	Crédits ECTS
<b>I - Sciences de base pour l'ingénieur - S5</b>	Mathématiques - S5	Mathématiques appliquées	41 h	6	5
	Informatique industrielle - S5	Simulation numérique en fonderie	10 h	2	
<b>II - Structure et comportement des matériaux - S5</b>	Structure de la matière - S5	Structure de la matière	14 h	2	5
	Métallurgie - S5	Métallurgie structurale	43 h	6	
<b>III - Conception et Mise en forme - S5</b>	Représentation dimensionnelle - S5	Conception et fabrication mécanique	18 h	3	9
	Conception de pièces moulées - S5	Métiers de la Fonderie et TP moulage	24 h	8	
		Initiation à la conception de pièces moulées	33 h		
		Masselottage/remplissage de pièces moulées	27 h		
		Mécanique des fluides	13 h		
	Conception de pièces forgées - S5	Etudes de conception	14 h	4	
Initiation à la conception de pièces forgées		12 h			
<b>IV - Gestion et Communication - S5</b>	Sc. Humaines, Economiques et Sociales - S5	Activation des comportements professionnels	9 h	3	
		Enseignement sur site industriel, conférences	10 h		
		Conseil de suivi des apprentis	12 h		
	Langues vivantes - S5	Anglais	30 h	5	
<b>V - Aquisition en entreprise - S5</b>	Apprentissage - S5	Rapport d'étonnement	-	10	6
		Initiation métier	-		
<i>(travail en entreprise + rapport + soutenance)</i>					
<b>Total CFA</b>			<b>328 h</b>	<b>49</b>	<b>30</b>

## Légende compétences :

- **A : compétence maîtrisée**
- **B : compétence acquise**
- **C : compétence en cours d'acquisition**

	<p style="text-align: center;"><b>Module Mathématiques S5</b></p> <p style="text-align: center;">UE : sciences de base pour l'ingénieur Nombre de crédits ECTS UE : <b>5</b></p>	<p>CM : <b>26 h</b>  TD : <b>13 h</b>  TP :  Evaluation : 2 h (IE)  Travail personnel : 6 h</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Cf fiche n°111-Maths 1A*

## OBJECTIFS

### 1<sup>ière</sup> partie : Etude de fonction, dérivées, intégrales, Matrices.

L'objectif du cours est de mettre à jour, rationaliser et compléter les acquis en mathématiques des élèves pour qu'ils comprennent les outils modernes de l'ingénieur et maîtrisent les bases nécessaires dans des domaines comme l'automatique, la mécanique des matériaux, la thermodynamique, la mécanique des fluides, la résistance des matériaux, et les probabilités. Le programme est conçu pour faciliter la compréhension des cours nécessitant des prérequis en mathématiques, tels que l'automatique, l'électricité industrielle, la mécanique des matériaux, la thermodynamique et les probabilités. Adapté pour un public diversifié, le cours se concentre sur les mathématiques appliquées et encourage l'entraide entre les élèves de différents niveaux, comme les classes prépa et les BTS, favorisant ainsi une progression collective, notamment pour les élèves plus faibles.

### PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

Les outils mathématiques de base enseignés au Lycée et dans les classes Bac +1 à Bac +2  
Calcul algébrique, nombres complexes, Analyse et Géométrie

### MOTS CLÉS

Calculs différentiel et intégral – équations différentielles - Transformée de Laplace - Séries de Fourier - Fonctions de plusieurs variables - Dérivées partielles - Espaces vectoriels – Matrices-Valeurs propres - Diagonalisation - Traitement Numérique

### Key words

*Differential and integral calculus - Differential Equations - Laplace transform (Laplace integral) - Fourier series - Functions of several variables - Partial derivatives - Vector spaces - Matrix – Eigen value - Numerical Analysis*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	B
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	B

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
2. Définir, préparer les moyens de production et assurer leur mise en route et leur suivi.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process.	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)


1. Planifier et mettre en œuvre la production en fonction des flux, des délais, de l'approvisionnement et mobiliser les ressources adaptées y compris humaines.	C
2. Manager les ressources humaines nécessaires à la bonne réalisation des objectifs de production.	C
3. Contrôler les conditions de la production.	C
Contribuer à la stratégie de l'entreprise par l'analyse des données de production, par des propositions d'optimisation en tenant compte des contraintes environnementales, sociales (RSE), techniques et économiques.	C

### **Être capable de :**

- Etudier une fonction de variable réelle et mettre en œuvre les méthodes numériques de résolution d'équations non linéaires
- Utiliser les fonctions de plusieurs variables et faire le lien avec les principales applications en physique
- Savoir évaluer une intégrale, une valeur moyenne
- Utiliser les outils de l'algèbre linéaire, vecteurs, matrices, déterminants, diagonalisation
- Maîtriser la transformée de Laplace en vue des applications ciblées
- Développer une fonction en série de Fourier.

### **MODES D'ÉVALUATION**

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*

	<p style="text-align: center;"><b>Module informatique industrielle S5</b></p> <p style="text-align: center;">UE : sciences de base pour l'ingénieur Nombre de crédits ECTS UE : 5</p>	<p>CM :           <b>3 h</b>  TD :           <b>7 h</b>  Evaluation: <b>30min</b>  Travail personnel :  <b>2 h</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°121a-Filière\_Num1A***

## **OBJECTIFS**

### **1<sup>ère</sup> partie : Présentation du projet et prise en main de l'outil QuickCast**

Le cours forme les futurs ingénieurs à utiliser la simulation numérique pour concevoir des pièces de fonderie en réponse rapide aux exigences du marché. S'inscrivant dans une stratégie P.L.M., il couvre les principes de la simulation numérique, incluant les aspects théoriques (conservation de la masse, équations de Navier-Stokes) et pratiques (maillage, conditions limites). Les élèves apprennent à manipuler des outils comme VisualCAST/QuikCAST à travers des TP, développant des compétences en modélisation. Après une phase assistée, ils réalisent un projet complet basé sur un cahier des charges industriel, appliquant toute la chaîne de conception, du choix des matériaux à la simulation de la compatibilité produit/process et de la santé interne, dans un cadre QCD (Qualité, Coût, Délai).

### **PRE-REQUIS** (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

CAO, Notions sur les procédés de fonderie et sur la métallurgie, Règle de tracé des pièces de fonderie, Notions sur la mécanique des fluides et les échanges thermiques, Dimensionnement des système de remplissage et d'alimentation en fonderie sable.

### **MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Base de données matériaux – Maillage surfacique – Maillage volumique – Conditions Limites – Conditions initiales – Transferts thermiques (conduction/convection/rayonnement) – Perméabilité – Frottements – Modélisation remplissage en gravité vs. Sous-pression – Paramètres de calcul – Simulation Process – VisualCAST/QuikCAST – Remplissage/Solidification – Prévision de défauts – Décollement de veine – Oxydation du métal liquide – Malvenue – Turbulences – Nombre de Reynolds – Retassure – Micro-retassure – Critère de Nyiama – Saturation thermique – Itérations – Optimisation – Fonderie Sable.

### **COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.

C

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Être capable de :

- Acquérir une vision globale des applications numériques dans un bureau d'études ou des méthodes.
- Comprendre l'importance des stratégies de modélisation en fonction des problématiques étudiées.
- Réparer ou simplifier un maillage surfacique et réaliser une grille volumique dans QuikCAST selon les critères d'acceptation.
- Choisir stratégiquement l'ordre des matériaux pour optimiser les résultats.
- Effectuer la mise en donnée de remplissage et de solidification en moulage sable avec les conditions limites appropriées.
- Placer des capteurs et analyser les résultats de simulation (pression, vitesse, température, module thermique, retassure).

### MODES D'EVALUATION

- Suivant détail fiche RNCP
- Questionnaire de cours

	<h2>Module Structure de la Matière S5</h2> <p>UE : structure et comportement des matériaux Nombre de crédits ECTS UE : 5</p>	<b>CM : 8 h</b> <b>TD : 4 h</b> <b>TP :</b>
		<b>Evaluation : 2 h</b> <b>Travail personnel : 2 h/CM</b>

***Cf fiche n°211-struct 1A***

**OBJECTIFS : introduction à la structure de la matière**

Le cours décrit la structure de la matière, partant des particules élémentaires jusqu'à la liaison chimique. Il introduit la cohésion du noyau atomique via la relation masse-énergie et aborde la stabilité des noyaux, les réactions de fusion, de fission et les différentes formes de radioactivité. L'atome classique est décrit par la mécanique ondulatoire, introduisant les nombres quantiques et les règles de construction atomique. La classification périodique des éléments est reconstituée, en mettant en relation les propriétés chimiques comme l'électronégativité. Le cours explore ensuite les révolutions qui ont conduit au modèle ondulatoire de l'atome de Schrödinger, préparant à la discussion sur les liaisons chimiques. Le modèle classique de Lewis est présenté, puis ses limites sont discutées, menant à l'étude des liaisons dans le cadre du modèle ondulatoire avec les concepts d'orbitales moléculaires et de géométrie moléculaire.

**PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

Peu de prérequis nécessaires. Seulement quelques connaissances élémentaires générales comme les unités internationales et comprendre les notions de force, énergie, charge, etc.

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Structures atomique et moléculaire de la matière – Modèles atomiques – Mécanique ondulatoire (2ème principe) et généralisation (Equation de Schrödinger) – Liaisons chimiques et modèle de liaisons – Propriétés des atomes et des molécules

**Key words**

*Structure of atoms and molecules – Atomic models – Wave particles duality – introduction to quantum mechanics (Schrödinger equation) – Chemical bonding models – Properties of atoms and molecules*

**COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C

4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)


1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Etre capable de :

- Identifier les particules élémentaires de l'atome avec leurs tailles, masses et charges.
- Effectuer le bilan d'une réaction nucléaire et calculer le défaut de masse.
- Déterminer la structure électronique des éléments.
- Calculer les énergies de transitions électroniques en utilisant l'approximation de Slater pour les effets d'écran.
- Reconstituer la classification périodique des éléments par blocs et établir le lien avec l'électronégativité.
- Décrire les caractéristiques d'un photon et l'effet photoélectrique.
- Appliquer le principe d'incertitude d'Heisenberg et comprendre la dualité onde-corpuscule de Louis de Broglie.
- Comprendre les principes du modèle de Schrödinger, incluant la densité de probabilité de présence et la forme des orbitales.
- Dessiner des molécules selon le modèle de Lewis, construire les diagrammes d'énergie des orbitales moléculaires, et déterminer la géométrie moléculaire.

### MODE D'EVALUATION

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas, projets réalisés en groupe, restitution orale*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Métallurgie S5</b></p> <p>UE : structure et comportement des matériaux Nombre de crédits ECTS UE : 5</p>	<p>CM : <b>20 h</b> TD : <b>9 h</b> TP : <b>11 h</b> Evaluation : <b>3 h</b> Travail personnel : 9 h</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Cf fiche n°221-Metall 1A*

## OBJECTIFS

Les matériaux métalliques sont essentiels dans divers domaines techniques tels que la construction mécanique, l'industrie aéronautique, l'armement, et les réacteurs nucléaires, où les avancées matérielles ont amélioré les performances. Ce cours vise à transmettre aux élèves apprentis les connaissances fondamentales sur la structure des matériaux métalliques et l'évolution de leurs propriétés physiques et mécaniques en fonction de certains paramètres. Ces connaissances permettent de mieux comprendre les solutions technologiques actuelles et de faciliter le choix des matériaux pour de nouvelles réalisations. Le cours prépare également les élèves aux cours de métallurgie de deuxième année, plus spécialisés par famille d'alliages, et est illustré par des travaux pratiques pour comprendre les corrélations entre structures et propriétés des alliages.

## PRÉREQUIS au cours de Métallurgie (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

- Mathématiques : Connaissance des fonctions classiques (affine, logarithmique, exponentielle, trigonométrique), nombres complexes, relations métriques dans les triangles, produit scalaire et vectoriel, calcul intégral et différentiel.
- Physique : Notions de mécanique, force, pression, densité, masse volumique, thermodynamique, échanges énergétiques, et règles de base en optique.
- Chimie : Notions sur les particules élémentaires, liaison chimique, classification périodique des éléments, oxydation, réduction, acidité, basicité, pH.
- Liens avec d'autres enseignements : Structure de la matière, Thermodynamique, Résistance des matériaux en première année, et cours sur les familles d'alliages en deuxième année.

## MOTS CLÉS (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Cristallographie et diffraction des rayons X – Solutions solides, phases intermédiaires – Diagrammes d'équilibre, diagrammes TTT et TRC – Transformations structurales par diffusion et cisaillement – Déformation plastique des alliages – Propriétés mécaniques (traction, résilience, dureté).

**TP CETIM** : métallographie et propriétés mécaniques MEB et diffraction X.

**Key words** : *Cristallography – Solid solutions – Metallic materials – Diffusion – Equilibrium diagrams – TTC et TRC diagrams – Static mechanical properties.*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process.	C

04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

3. Contrôler les conditions de la production.	C
-----------------------------------------------	---


### Etre capable de :

- Reconnaître les sept systèmes cristallins et les quatorze réseaux de Bravais, classifier les métaux et phases métalliques par structure cristallographique, indiquer les indices de Miller Bravais pour atomes, directions et plans dans un réseau cristallographique.
- Calculer des distances inter-réculaires dans différents systèmes cristallins (orthorhombique, quadratique, cubique, hexagonal) et établir la loi de Bragg.
- Identifier les principaux défauts dans les réseaux cristallins et leur impact sur les propriétés et comportements des métaux et alliages.
- Décliner les propriétés physiques des mailles cristallines, identifier les structures cristallographiques à partir de diagrammes de diffraction de rayons X, et calculer les proportions de phases métalliques dans des mélanges.
- Exploiter des diagrammes d'équilibre binaires pour reconnaître les solutions solides et utiliser les règles de la variance et des segments inverses pour calculer les proportions de phases métalliques dans un alliage.
- Citer et commenter les phases constitutives des aciers, distinguer les structures d'équilibre (ferrite, cémentite, perlite) et hors d'équilibre (bainite, martensite) au microscope optique.

- Décrire les phénomènes physico-chimiques lors des traitements thermiques des aciers (recuit, trempe, revenu) et expliquer les diagrammes TTT et TRC pour prédire les microstructures et caractéristiques mécaniques.
- Interpréter les résultats des tests mécaniques (dureté, résilience, traction) et expliquer les mécanismes de déformation plastique (glissement, maclage) justifiant l'allongement rémanent des métaux avant rupture.
- Établir et appliquer la loi de Schmid et Boas pour calculer la contrainte critique nécessaire au glissement et définir/calculer un taux de maclage.
- Justifier le choix des alliages pour la conception de pièces mécaniques en se basant sur les propriétés structurelles et mécaniques des matériaux.

## **MODES D'ÉVALUATION**

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas en TP*

	<p style="text-align: center;"><b>Module représentation dimensionnelle S5</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Conception et mise en forme Nombre de crédits ECTS UE : 9</p>	<p>CM : <b>12 h</b> TD : <b>3 h</b> TP :</p> <p>Evaluation : <b>3 h</b> Travail personnel : 2 h</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°311 312 -DI 1A***

## **OBJECTIFS**

Ce cours de dessin technique vise à développer la capacité des élèves ingénieurs à interpréter correctement la géométrie des pièces industrielles pour leur industrialisation. Il couvre les principes du dessin industriel, incluant la normalisation, les correspondances de vues, les types de traits, les coupes, la représentation des filetages, les perspectives cavalières et isométriques, ainsi que le croquis à main levée. Les élèves apprendront également la terminologie des formes usuelles et la cotation des pièces, en portant une attention particulière aux pièces de fonderie et de forge. En outre, le cours initie à la lecture des spécifications dimensionnelles, ajustements, et spécifications géométriques inscrites sur les plans, afin de maîtriser la vision dans l'espace sans l'aide informatique.

## **PRÉREQUIS :**

Maîtrise des définitions de surfaces géométriques dans le plan et l'espace

## **MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Géométrie – Lecture de plan – Vues projetées – Coupes et sections – Normes - Perspective

## ***Key words***

*Geometry – Blueprint reading – Orthogonal projection views – Cross and Section views – Standards – Perspective views*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD, DM )

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	B
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	B
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	B

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C

### Être capable de :


- A partir de plans 2D (papier ou numérique), être capable d'interpréter sans ambiguïté les volumes de pièces complexes.
- S'approprier les techniques graphiques traditionnelles liées à la conception de pièces mécaniques.
- De reconnaître les formes complexes relatives aux pièces de fonderies et de forges.
- Être capable d'exprimer convenablement et à main levée la forme générale d'une pièce en perspective.

### Matériel requis :

- porte-mine type « critérium » 0.5 ou 0.7 mm uniquement, gomme, règle 30cm, compas.
- trace-cercle éventuellement.

### MODES D'ÉVALUATION

- Suivant détail fiche RNCP
- Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison
- Études de cas

	<p style="text-align: center;"><b>Module conception de pièces moulées S5</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Conception et mise en forme Nombre de crédits ECTS UE : 9</p>	<p>CM : 29 h TD : 47 h TP : 24 h Projet : 10 h Evaluation : CC Travail personnel : 10 h</p>
----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## OBJECTIFS

**Ce module est composé de trois grandes parties articulées comme suit :**

### **Métiers de la fonderie et TP moulage**

#### ***Cf fiche n°321-ini 1A***

Ce cours introductif aux techniques de fonderie donne une compréhension globale et concrète des procédés de production des ouvrages moulés, illustrée par des travaux pratiques. Les élèves apprennent à réaliser des moules en sable, abordant les phases de fabrication et les différents procédés de moulage. Ils se familiarisent avec les contrôles de qualité, les traitements, et les remèdes pour garantir la conformité des pièces. Le cours couvre également les notions de métallurgie et de mécanique, et explore l'organisation industrielle, y compris la création de composants et la gestion des relations avec clients et fournisseurs.

### **Initiation à la conception de pièces moulées/études de cas**

#### ***Cf fiche n°322-EM-1A***

L'étude de moulage dans la fonderie consiste à définir les méthodes et moyens pour fabriquer une pièce à partir d'un plan et d'un cahier des charges. C'est un processus crucial impliquant le dialogue entre le client, le modelleur et le fondeur, coordonné par le bureau des méthodes en collaboration avec le bureau d'études. Cette discipline nécessite une solide culture technique en fonderie. Les objectifs du cours incluent l'initiation au vocabulaire technique, l'acquisition d'une méthode de travail pour aborder des fabrications complexes, et l'harmonisation des connaissances des élèves de formations diverses. Les apprentis apprennent à étudier les sens de moulage, analyser et choisir le meilleur sens, gérer les noyaux, concevoir les boîtes à noyaux, et calculer les systèmes de remplissage et d'alimentation. La progression vise à surmonter les difficultés géométriques croissantes, intégrer les contraintes techniques et économiques, et explorer différentes nuances d'alliages métalliques.

### **Masselottage /remplissage de pièces moulées**

#### ***Cf fiche n°323-MassRempl 1A***

L'étude de moulage en fonderie est cruciale pour déterminer la meilleure méthode technique et économique afin de produire une pièce moulée conforme aux exigences du client. Elle comprend l'analyse et la planification des opérations telles que le moulage, le noyautage, le remmoulage, la coulée, et les contrôles nécessaires. Deux aspects essentiels de cette étude sont le masselottage, qui vise à assurer la qualité de la pièce en respectant les normes du cahier des charges, et le remplissage du moule, qui nécessite la conception de canaux d'acheminement du métal liquide en tenant compte de diverses contraintes telles que la fragilité du moule et l'aspect économique. Ce cours enseigne aux apprentis les

principes physiques (mécanique des fluides), métallurgiques et thermiques influençant la solidification après la coulée, avec une attention particulière portée à l'optimisation des techniques de masselottage et de remplissage pour éviter les défauts de qualité.

### Mécanique des fluides

### *Cf fiche n°324\_meca\_fluide\_1A*

Introduire les notions de bases de mécanique des fluides en lien avec l'enseignement de Didier TOMASEVIC.

Devoir surveillé 1h

### PRE-REQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

- Connaissances générales des différents procédés de fonderie et des alliages de coulée.
- Notions élémentaires de fonderie enseignées lors des travaux pratiques d'initiation au moulage sable (moulage main, moulage machine et noyautage), par Philippe COSTES à l'ENSAM de Châlons en Champagne
- Connaissances appliquées en dessin industriel.
- Cours et travaux pratiques sur le dimensionnement des dispositifs d'alimentation et de remplissage des pièces moulées en sable, par Didier TOMASEVIC.
- Un minimum de notions élémentaires de fonderie serait apprécié ,quelques bases fondamentales de physique, notamment relatives à la thermique et à la mécanique des fluides, notions élémentaires sur les sables et les différents alliages de fonderie , niveau de connaissance en dessin industriel très apprécié
- Notions de débit massique, débit volumique, principe fondamental de la dynamique PFD (loi II de Newton) – Savoir intégrer les projections du PFD afin d'obtenir les équations horaires, Expression d'une force de pression, du poids, Surfaces et volumes élémentaires, dérivées et intégrales usuelles, Systèmes de coordonnées cartésiennes et cylindriques (polaires), bases de mécanique, Calculer un gradient et une divergence en coordonnées cartésiennes

### MOTS CLÉS (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

1. **Moulage** : Plan de joint, sens de moulage, noyaux, portée, motte, talon, support, surépaisseur d'usinage, dépouilles, dessin de pièce brute, retrait, modèles, plaque modèle, boîtes à noyaux, châssis, sable de moulage, bentonite, couche/enduit, soufflure.
2. **Masselottage** : Dispositif de masselottage, alimentation, masselottes, retassure, module, refroidisseur, système de remplissage, descente, canaux, attaques, échelonnement, événement.
3. **Remplissage et Coulée** : Remplissage, coulée, attaque (système, dispositif, méthode), descente de coulée, chenal/canal, bassin, entonnoir/godet, fonctionnement d'un système d'attaque, régimes d'écoulement, remplissage calme, échelonnement des systèmes de coulées.
4. **Mécanique des fluides** : Navier-Stokes, Reynolds, viscosité.

Ces termes clés couvrent divers aspects techniques et procéduraux essentiels dans le domaine de la fonderie, du moulage, de la coulée et de la mécanique des fluides associée.

## Key words

*Foundry Methods Drawing: Parting line, molding position, cores, core print, inset core, strengthened core print, chaplet, machining allowance, drafts, drawing of rough casting, shrinkage, patterns, pattern plate, core boxes, flask, feeding system, feeders/risers, shrinkage cavity, modulus, densener, running system, sprue, gate, spread, whistler, molding sand, bentonite, coating, blowhole.*

*Risering (System): Feeding system, solidification, riser (or head or feeder), sleeve, volumetric contraction, thermal modulus, geometrical modulus, equivalent plate, feeding distances, design, chill, metallurgical and thermal phenomena due to solidification (volumetric shrinkage, heat flow), shape analysis, equivalent plates, three rules of risering, didactic examples of castings.*

*Running: Gating system, method, downgate, sprue, runner, ingate (or gate), bush (or cup), tundish, running system working, flow rates, quiet flow rate, sprue cross-section calculation, cross-section ratios of running systems, didactic examples of castings.*

*These terms encompass various aspects of foundry operations, including drawing techniques, risering systems, and gating methods, crucial for understanding the processes involved in metal casting and solidification.*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
2. Définir, préparer les moyens de production et assurer leur mise en route et leur suivi.	C
3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C

04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

3. Contrôler les conditions de la production.

C

**Être capable de :**

### **Métiers de la fonderie et TP moulage**

Pour maîtriser les techniques de fonderie, les élèves apprennent à :

- Interpréter et appliquer les tolérances, états de surface et référentiels d'usinage sur un dessin technique.
- Sélectionner le meilleur sens de moulage et de coulée en tenant compte du positionnement du joint de moulage, des surépaisseurs d'usinage et des dépouilles nécessaires.
- Détailler les étapes complexes de la réalisation d'un moule, incluant le moulage, le noyautage, la fusion, la coulée, le décochage, le débouillage, le grenailage, le sablage, l'ébarbage, la finition et le contrôle visuel.
- Justifier et utiliser différentes solutions pour faciliter le moulage et le démoulage, comme les fausses parties, les joints décrochés, les noyaux extérieurs, et les plaques modèles.
- Connaître les types de sables utilisés en fonderie, leurs compositions, propriétés et contrôles, incluant les sables silico-argileux synthétiques et organophiles, ainsi que les sables à prise chimique.

Ces compétences essentielles permettent de comprendre et de résoudre les principaux défauts rencontrés dans le processus de fonderie, assurant ainsi la qualité des pièces produites.

#### **Initiation à la conception de pièces moulées/études de cas**

- Définir le sens de moulage optimal en considérant la facilité d'alimentation, la position des parties usinées, la stabilité des noyaux, le départ d'usinage, et l'évacuation des gaz des noyaux.
- Représenter graphiquement la pièce brute avec les surépaisseurs d'usinage, la coupe du moule remoulé, les joints de moulage, les noyaux découpés avec leurs portées et leur ordre de remoulage, et les démontabilités du modèle.
- Calculer le poids de la pièce brute en utilisant la décomposition en volumes élémentaires pour une précision optimale.
- Déterminer le procédé de moulage et de noyautage en fonction des quantités à produire, des dimensions et des tolérances requises.
- Définir complètement les outillages nécessaires, y compris les modèles et les boîtes à noyaux, en tenant compte de la durée d'utilisation, avec indication du retrait linéaire à prévoir pour chaque composant.

#### **Masselottage /remplissage de pièces moulées**

- Fonction des systèmes de coulée et des dispositifs de masselottage : Ces systèmes sont cruciaux pour assurer un remplissage optimal des moules en fonderie, contrôler la solidification des pièces

et prévenir les défauts de qualité comme les soufflures et les retassures. Ils garantissent également une distribution uniforme du métal liquide et facilitent l'évacuation des gaz.

- Solutions aux problèmes de non qualité : Les défauts associés au remplissage des moules et à la solidification des pièces en sable, tels que les soufflures et les retassures, sont analysés. Des solutions sont proposées, notamment l'optimisation des dispositifs de remplissage et de masselottage, l'ajustement des paramètres de solidification et l'éventuelle modification du tracé pour améliorer l'efficacité technique et économique du processus.

Ces points résument les aspects clés du cours sur l'étude de moulage en fonderie, visant à former les étudiants à résoudre les défis pratiques rencontrés dans la production de pièces moulées.


### **Mécanique des fluides**

- Calculs et concepts fondamentaux : Capacité à calculer le débit massique et volumique en fonction de différentes géométries, ainsi que l'utilisation des relations de Bernoulli et de Torricelli pour analyser les écoulements.
- Caractérisation des écoulements : Compréhension des différents régimes d'écoulement tels que stationnaire, parfait, incompressible, et identification des termes dans les équations de la mécanique des fluides.
- Forces et propriétés : Calcul des forces de viscosité et de pression, définition de la viscosité et appréhension des ordres de grandeur pour la masse volumique et la viscosité dans divers contextes de fonderie et de mécanique des fluides.

## **MODES D'ÉVALUATION**

### **Suivant détail fiche RNCP**

- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas, projets réalisés en groupe, restitution orale*
- *Rapport et soutenance devant les enseignants*

	<b>Module conception de pièces forgées S5</b>	<b>CM : 9 h</b> <b>TP : 18 h</b> <b>TD: 3 h</b>
	UE : conception et mise en forme Nombre de crédits ECTS UE : 9	Evaluation : CC Travail personnel : 4 h

***Cf fiche n°331 332 -EF 1A***

**OBJECTIFS : Initiation à la conception de pièces forgées/TP forgeage**

Le cours de forgeage explore diverses techniques comme le forgeage à chaud (forgeage libre, estampage, matriçage) et le forgeage à froid ou mi-chaud (forgeage par extrusion). L'objectif est d'introduire la conception et la fabrication des pièces forgées en utilisant des concepts métallurgiques liant températures de chauffage et diagrammes d'équilibre des alliages. Les lois de comportement, reliant contraintes, vitesses et températures de déformation, sont également enseignées, tout comme l'utilisation des différentes machines de forgeage. Les règles de tracé pour concevoir des pièces forgées sont détaillées, avec des abaques pour guider les étudiants dans la prévision des gammes de fabrication. Les caractéristiques mécaniques spécifiques des pièces forgées, influencées par le corroyage, sont discutées à travers des exemples pratiques et des études pilotées visant à appliquer les connaissances théoriques dans des contextes réels lors des travaux pratiques.

**PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

Aucun

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Forge – Forge libre – Estampage – Matriçage – Extrusion – Gamme de forgeage – Corroyage

**Key words**

*Forge – Open die forging – Closed die forging – Closed die forging of non ferrous – Extrusion – Production process – Forging ratio*

**COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement (CM et TP inclus)

01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

*Répondre à un besoin client à travers une analyse d'un cahier des charges, en établissant une proposition technique et financière et en la présentant aux interlocuteurs concernés pour validation*

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

*Elaborer une ou des solutions pour un produit ou un process suivant une méthodologie définie à partir d'un cahier des charges tout en respectant les règles métiers en tenant compte des contraintes de qualité coût délai et environnement dans une démarche d'innovation et de créativité.*

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
2. Définir, préparer les moyens de production et assurer leur mise en route et leur suivi.	C
3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process	C

04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

*Superviser la production en fonction des commandes et exigences fixées, mesurer la performance en fonction des indicateurs mis en place tout en mobilisant les ressources adaptées dans une démarche d'amélioration continue*


1. Planifier et mettre en œuvre la production en fonction des flux, des délais, de l'approvisionnement et mobiliser les ressources adaptées y compris humaines.	C
3. Contrôler les conditions de la production.	C

## Être capable de :

- Techniques de forgeage : Le cours explore le forgeage à chaud (forgeage libre, estampage, matriçage) et le forgeage à froid ou mi-chaud (forgeage par extrusion), en distinguant leurs applications et principes.
- Conception et tracé : Les étudiants apprennent à concevoir des pièces forgées en appliquant les règles de tracé adaptées à chaque technique de forgeage, notamment pour garantir la qualité et la solidité des pièces finies.
- Phénomènes métallurgiques : Le cours met l'accent sur les aspects métallurgiques impliqués dans la déformation plastique, en expliquant comment les températures de chauffage et les alliages influencent les propriétés finales des pièces forgées.
- Machines et outillages : Les différentes machines de forgeage sont présentées, avec une explication détaillée de leurs principes de fonctionnement, essentiels pour comprendre leur utilisation dans la production de pièces forgées.
- Pratique du forgeage : Les étudiants sont initiés à la pratique concrète du forgeage, incluant les méthodes de chauffage, le montage et le réglage des outillages, afin de maîtriser les processus nécessaires à l'obtention efficace de pièces forgées de haute qualité.

## MODES D'ÉVALUATION

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs maison*
- *Études de cas, travaux pratiques*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Sciences Humaines Economiques et Sociales S5</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Conception et mise en forme Nombre de crédits ECTS UE : <b>5</b></p>	<p>CM : TD : <b>21 h</b> TP : <b>3 h</b> ESI : <b>7 h</b> Evaluation : <b>CC</b> Travail personnel : <b>2 h</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## OBJECTIFS

**Ce module est composé de deux grandes parties articulées comme suit :**

### **Activation des comportements professionnels**

#### ***Cf fiche n°430-ACP 1A***

Cette formation vise à développer les relations et comportements professionnels des élèves ingénieurs, en les accompagnant dans leur évolution ou transition professionnelle. L'objectif est de stimuler leur potentiel pour les préparer à devenir des acteurs dynamiques en entreprise, tout en prenant conscience de l'environnement international, concurrentiel et technico-économique. Les points clés incluent l'apprentissage de la connaissance de soi, en développant l'estime de soi à travers la compréhension de ses centres d'intérêt, valeurs, aspirations, personnalité, priorités professionnelles et forces essentielles. La formation encourage la recherche des compétences liées à son poste, l'ouverture à l'environnement et l'adaptation au changement. Elle met l'accent sur le développement des qualités relationnelles grâce à un engagement personnel et des méthodes permettant d'aligner intérêts personnels et professionnels. La créativité est également stimulée, et l'autonomie est renforcée par la recherche de compétences et savoirs externes.

### **Enseignement sur site industriel, conférences, conseils de suivi des apprentis**

#### ***Cf fiche n°431 ESI-CSA 1A***

Donner à nos élèves une ouverture sur le monde industriel et scientifique.

Les inciter à s'exprimer et à s'épanouir dans un cadre et un environnement différent de celui de l'Ecole.

Les préparer efficacement à leur future vie professionnelle.

### **PRE-REQUIS** (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

- Avoir effectué un stage en entreprise
- Maîtrise d'outils informatiques
- Bases de connaissance de l'environnement technico-économique d'une entreprise
- Aucun prérequis pour la seconde partie

### **MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Expression orale – Expression corporelle – Comportement professionnel

Choix du métier – Responsabilité de l'ingénieur – Expression écrite et orale dans la vie professionnelle  
– Recherche d'informations – Analyse bibliographique – Entretiens – Culture générale – Débats –  
Stratégie de communication – Augmenter son niveau de conscience

Visite d'intégration : fonderie – CETIM – Conférences d'actualité

Conseil de suivi des apprentis

### **Key words**

*Choice of the career – Responsible attitude - Written and oral expression in professional life – Meetings  
– General knowledge – Meeting behaviours – Discussions – Communicating strategy – Increase his  
awareness*

*Study-visit for integration : Ctif foundry plant – Conferences on current events*

*Apprenticeship follow-up survey*

## **COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

*Répondre à un besoin client à travers une analyse d'un cahier des charges, en établissant une proposition technique et financière et en la présentant aux interlocuteurs concernés pour validation*

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	B

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*

3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

*Superviser la production en fonction des commandes et exigences fixées, mesurer la performance en fonction des indicateurs mis en place tout en mobilisant les ressources adaptées dans une démarche d'amélioration continue*

1. Planifier et mettre en œuvre la production en fonction des flux, des délais, de l'approvisionnement et mobiliser les ressources adaptées y compris humaines.	C
2. Manager les ressources humaines nécessaires à la bonne réalisation des objectifs de production.	C
3. Contrôler les conditions de la production.	C

**Être capable de :**

### **Activation des comportements professionnels**

Cette formation vise à permettre aux élèves ingénieurs de faire des choix de parcours professionnels alignés avec leurs aspirations, de comprendre le rôle de l'ingénieur dans la société et l'entreprise, et de gérer les contraintes telles que disponibilité, exactitude, écoute, humilité et impartialité. Ils apprendront à préparer et présenter oralement un projet, à trouver et synthétiser les sources d'information nécessaires, et à réaliser des analyses bibliographiques structurées. Les compétences incluent la qualification des informations, l'évolution des connaissances, la collaboration accrue, la gestion des signes de stress, et une prise de parole efficace en public en maîtrisant débit, articulation, volume sonore, regards et gestes.


### **Enseignement sur site industriel, conférences, Conseils de suivi des apprentis**

- Intervenir de façon active et positive lors d'une visite en entreprise
- Réaliser une synthèse des éléments débattus lors d'une conférence
- Juger de la pertinence du choix du procédé et des matériels

### **MODES D'ÉVALUATION**

#### **Suivant détail fiche RNCP**

- *Évaluation des connaissances : devoirs maison*
- *Restitution orale, contrôle continu*

	<h2>Module Langues vivantes S5</h2> <p>UE : Gestion et communication          Nombre de crédits ECTS UE : 5</p>	<p>CM :        <b>20 h</b>          TD :        <b>10 h</b>          TP :</p> <p>Evaluation : <b>CC</b>          Travail personnel :          en classe</p>
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### *Cf fiche n°441-Anglais 1A*

#### **OBJECTIFS : semestre 1 notions élémentaires**

Le projet de formation en langues pour la première année met l'accent sur la prise de conscience par les étudiants de leur rôle crucial. Des stratégies d'apprentissage spécifiques seront mises en place pour développer des compétences en langues. Les objectifs incluent l'acquisition et la consolidation du vocabulaire et des structures grammaticales de base, la création et la compréhension de dialogues courants, la prise de parole en public avec assurance, et la familiarisation avec l'examen TOEIC. Les cours d'anglais technique visent à approfondir les connaissances en anglais pour préparer les étudiants à la vie professionnelle, en favorisant l'expression orale et écrite, l'autonomie et le travail en groupe, ainsi que l'aisance dans les relations professionnelles. Le travail personnel est essentiel pour atteindre ces objectifs.

#### **PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

**Acquisition du vocabulaire courant** : Se présenter, décrire sa fonction professionnelle, formuler des questions, être pertinent et convaincant en entretien.

**Maîtrise des conjugaisons** : Présent simple et continu, present perfect, prétérit et futur.

**Compréhension des verbes modaux** : Utilisation de may, must, ought to, can, should, etc.

**Connaissance de la forme passive** : Utilisation fréquente dans les documents techniques et scientifiques.

**Utilisation des mots de liaison** : Pour structurer l'argumentation (introduction, adhésion, opposition, conclusion).

#### **MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Expression et compréhension orale et écrite – Travail en groupe – Consolidation des structures grammaticales et lexicales :

Anglais – Outils d'aide à la traduction

#### *Key words*

Understanding – Oral and written expression and comprehension – Pairwork

Idiomatic expressions – Colloquialisms Terminology – Translation tools

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

2. Manager les ressources humaines nécessaires à la bonne réalisation des objectifs de production.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Etre capable de :

- Différencier le present-perfect du prétérit, utiliser les pronoms relatifs (who, whose, whom, which).
- Maîtriser les formes active et passive, directe et indirecte.
- Distinguer les "word distractors" et faux amis, lire et comprendre des documents techniques en métallurgie.
- Rédiger des courriers et CV, utiliser les outils adéquats pour analyser des documents.
- Gagner en autonomie et efficacité dans la vie professionnelle et lors des travaux de groupe

### MODES D'ÉVALUATION


- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : exercices en classe*
- *Restitution orale en classe*

# Maquette S6

Nombre heures CFA : 620		Année scolaire 2024-2025			
<i>1<sup>ère</sup> année de la Filière Initiale par Apprentissage</i>					
Unités	Modules	<b>Semestre 6</b>	Nb h (+1e)	Coef.	Crédits ECTS
<b>I - Sciences de base pour l'ingénieur - S6</b>	Mathématiques - S6	Mathématiques appliquées	23 h	3	12
	Informatique industrielle - S6	Simulation numérique en fonderie	20 h	9	
		Simulation numérique en forge	17 h		
		Commande des systèmes	20 h		
	Chimie-Physique - S6	Thermodynamique générale	34 h	8	
		Physico-Chimie	17 h		
<b>II - Structure et comportement des matériaux - S6</b>	Structure de la matière - S6	Structure de la matière	14 h	2	4
	Comportement matériaux - S6	Résistance des matériaux	35 h	5	
<b>III - Conception et Mise en forme - S6</b>	Représentation dimensionnelle - S6	Conception Assistée par Ordinateur	21 h	3	5
	Conception de pièces moulées - S6	Etudes de conception	28 h	3	
	Conception de pièces forgées - S6	Etudes de cas	12 h	2	
<b>IV - Gestion et Communication - S6</b>	Resp. Sociétale et Environnementale - S6	Management de la santé/sécurité	12 h	2	3
	SHES - S6	Enseignement sur site industriel, conférences Conseil de suivi des apprentis	9 h		
	Langues vivantes - S6	Anglais	30 h	4	
<b>V - Aquisition en entreprise - S6</b>	Apprentissage - S6	Etude Spécifique n° 1	-	10	6
24/06/24		<i>(travail en entreprise + rapport + soutenance)</i>			
		<b>Total CFA</b>	<b>292 h</b>	<b>51</b>	<b>30</b>

## Légende compétences :

- **A : compétence maîtrisée**
- **B : compétence acquise**
- **C : compétence en cours d'acquisition**

	<p style="text-align: center;"><b>Module Mathématiques S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : sciences de base pour l'ingénieur Nombre de crédits ECTS UE : <b>12</b></p>	<p>CM : <b>14 h</b>  TD : <b>7 h</b>  TP :  Evaluation : 2 h  (IE)  Travail personnel:  3 h</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°111-Maths 1A***

**OBJECTIFS**

**2<sup>ème</sup> partie : Transformée de LAPLACE, séries de FOURRIER**

L'objectif du cours est de mettre à jour, rationaliser et compléter les acquis en mathématiques des élèves pour qu'ils comprennent les outils modernes de l'ingénieur et maîtrisent les bases nécessaires dans des domaines comme l'automatique, la mécanique des matériaux, la thermodynamique, la mécanique des fluides, la résistance des matériaux, et les probabilités. Le programme est conçu pour faciliter la compréhension des cours nécessitant des prérequis en mathématiques, tels que l'automatique, l'électricité industrielle, la mécanique des matériaux, la thermodynamique et les probabilités. Adapté pour un public diversifié, le cours se concentre sur les mathématiques appliquées et encourage l'entraide entre les élèves de différents niveaux, comme les classes prépa et les BTS, favorisant ainsi une progression collective, notamment pour les élèves plus faibles.

**PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

Les outils mathématiques de base enseignés au Lycée et dans les classes Bac +1 à Bac +2

Calcul algébrique, nombres complexes, Analyse et Géométrie

**MOTS CLÉS**

Calculs différentiel et intégral – équations différentielles - Transformée de Laplace - Séries de Fourier - Fonctions de plusieurs variables - Dérivées partielles - Espaces vectoriels – Matrices-Valeurs propres - Diagonalisation - Traitement Numérique

***Key words***

*Differential and integral calculus - Differential Equations - Laplace transform (Laplace integral) - Fourier series - Functions of several variables - Partial derivatives - Vector spaces - Matrix – Eigen value - Numerical Analysis*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	B
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	B

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
2. Définir, préparer les moyens de production et assurer leur mise en route et leur suivi.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process.	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)


3. Contrôler les conditions de la production.	C
4. Contribuer à la stratégie de l'entreprise par l'analyse des données de production, par des propositions d'optimisation en tenant compte des contraintes environnementales, sociales (RSE), techniques et économiques.	C

### Être capable de :

- Étudier une fonction de variable réelle et mettre en œuvre les méthodes numériques de résolution d'équations non linéaires
- Utiliser les fonctions de plusieurs variables et faire le lien avec les principales applications en physique
- Savoir évaluer une intégrale, une valeur moyenne
- Utiliser les outils de l'algèbre linéaire, vecteurs, matrices, déterminants, diagonalisation
- Maîtriser la transformée de Laplace en vue des applications ciblées
- Développer une fonction en série de Fourier.

## **MODE D'EVALUATION**

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas, projets réalisés en groupe, restitutions écrites*

	<p style="text-align: center;"><b>Module informatique industrielle S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : sciences de base pour l'ingénieur Nombre de crédits ECTS UE : <b>12</b></p>	<p>CM : <b>15 h</b>  TD : <b>12 h</b>  TP : <b>22 h</b></p> <p>Evaluation : <b>8 h</b>  Travail personnel : <b>4 h</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## OBJECTIFS

**Ce module est composé de deux grandes parties articulées comme suit :**

### **Simulation numérique en fonderie et en forge**

***Cf fiche n°121b-CAO 1A et n°122-SimuFo 1A***

Le cours forme les futurs ingénieurs à utiliser la simulation numérique pour concevoir des pièces de fonderie en réponse rapide aux exigences du marché. S'inscrivant dans une stratégie P.L.M., il couvre les principes de la simulation numérique, incluant les aspects théoriques (conservation de la masse, équations de Navier-Stokes) et pratiques (maillage, conditions limites). Les élèves apprennent à manipuler des outils comme VisualCAST/QuikCAST à travers des TP, développant des compétences en modélisation. Après une phase assistée, ils réalisent un projet complet basé sur un cahier des charges industriel, appliquant toute la chaîne de conception, du choix des matériaux à la simulation de la compatibilité produit/process et de la santé interne, dans un cadre QCD (Qualité, Coût, Délai).

### **Commande des systèmes**

***Cf fiche n°123-init Cde machines Prod 1A***

Ce cours vise à fournir les bases de l'automatique linéaire en temps continu et de l'automatisme, essentiel pour les élèves en fonderie et transformation du métal. Il permet de comprendre les systèmes de contrôle et de commande, et d'élaborer un cahier des charges en collaboration avec un ingénieur automaticien. Les notions de modélisation physique (mécanique, électronique, thermique) sont couvertes, avec des exemples pratiques de robotisation et d'automatisation avancée dans le contexte de l'Usine du Futur. Le cours inclut la logique booléenne et la mise en place de GRAFCET dans les systèmes automatisés, ainsi que les GRAFCET hiérarchisés. La deuxième partie traite de l'automatique linéaire, fournissant des outils pour caractériser les performances des systèmes automatiques, abordant la stabilité, la précision statique et dynamique, le temps de cycle, et les méthodes de régulation industrielle.

**PRE-REQUIS** (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

CAO, Notions sur les procédés de fonderie et sur la métallurgie, Règle de tracé des pièces de fonderie, Notions sur la mécanique des fluides et les échanges thermiques, Dimensionnement des système de remplissage et d'alimentation en fonderie sable.

Lois sur la physique en générale (Mécanique, Électricité, Thermodynamique, Electrotechnique, ...) – Bases mathématiques (Intégrale, Transformée de Laplace, Nombres Complexes).

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Base de données matériaux – Maillage surfacique –Maillage volumique – Conditions Limites – Conditions initiales – Transferts thermiques (conduction/convection/rayonnement) – Perméabilité – Frottements – Modélisation remplissage en gravité vs. Sous-pression – Paramètres de calcul – Simulation Process – VisualCAST/QuikCAST – Remplissage/Solidification – Préviation de défauts – Décollement de veine – Oxydation du métal liquide – Malvenue – Turbulences – Nombre de Reynolds – Retassure – Micro-retassure – Critère de Nyiama – Saturation thermique – Itérations – Optimisation – Fonderie Sable.

Description d’un système automatisé – Automates programmables industriels – Capteurs –Algèbre de BOOLE – Equations logiques – GRAFCET.

Contrôle automatique – Systèmes de contrôle industriel - Systèmes continus – Transformée de Laplace – Fonction de transfert – Boucle d’asservissement – Etude de stabilité, de rapidité et de précision – Principes de la régulation industrielle –

**Key words**

*Description of an automated system – Programmable logic controllers – Sensors – BOOLE algebra – logic equations – normal and hierarchical production GRAFCET*

*Automatic control – Industrial control systems - Continuous systems – Laplace transform – Transfer function – Control loop – Stability, productivity, accuracy – Principles of industrial regulation –*

**COMPÉTENCES ACQUISES** à l’issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

*Répondre à un besoin client à travers une analyse d’un cahier des charges, en établissant une proposition technique et financière et en la présentant aux interlocuteurs concernés pour validation*

2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

*Elaborer une ou des solutions pour un produit ou un process suivant une méthodologie définie à partir d’un cahier des charges tout en respectant les règles métiers en tenant compte des contraintes de qualité coût délai et environnement dans une démarche d’innovation et de créativité.*

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d’un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

**Être capable de :**

### **Simulation numérique en fonderie et en forge**

- Acquérir une vision globale des applications numériques dans un bureau d'études ou des méthodes.
- Comprendre l'importance des stratégies de modélisation en fonction des problématiques étudiées.
- Réparer ou simplifier un maillage surfacique et réaliser une grille volumique dans QuikCAST selon les critères d'acceptation.
- Choisir stratégiquement l'ordre des matériaux pour optimiser les résultats.
- Effectuer la mise en donnée de remplissage et de solidification en moulage sable avec les conditions limites appropriées.
- Placer des capteurs et analyser les résultats de simulation (pression, vitesse, température, module thermique, retassure).

### **Commande des systèmes**


- Logique booléenne et simplification : Maîtriser la mise en équation booléenne à partir d'un cahier des charges, simplifier les équations logiques à l'aide des propriétés de l'algèbre de Boole et des tableaux de Karnaugh, et réaliser le câblage des logigrammes avec les fonctions logiques de base.
- Fonctions logiques : Maîtriser les différentes fonctions logiques et leurs interactions, y compris les convergences et divergences en ET/OU.
- GRAFCET : Maîtriser les règles d'évolution du GRAFCET et savoir créer un GRAFCET à partir d'un cahier des charges d'un système.
- Analyse des systèmes continus : Appliquer les principes mathématiques tels que les transformées de Laplace et le calcul des fonctions de transfert à partir des équations différentielles ou des schémas-blocs.

- Critères d'analyse des systèmes automatiques : Étudier et maîtriser les critères d'analyse de la rapidité, de la stabilité et de la précision des systèmes automatiques, y compris l'analyse temporelle et fréquentielle avec des diagrammes de Bode.
- Méthodologies et correcteurs : Connaître les différents correcteurs (P, PI, PD, PID) et les méthodologies de réglage industriel comme le placement de pôles et les boucles imbriquées, pour appliquer ces connaissances suivant les besoins d'un cahier des charges.

## **MODES D'ÉVALUATION**

### **Suivant détail fiche RNCP**

- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas, projets réalisés en groupe, restitution orale*
- *Rapport et soutenance devant les enseignants*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Chimie-Physique S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Sciences de base pour l'ingénieur Nombre de crédits ECTS UE : <b>12</b></p>	<p>CM : <b>28 h</b>  TD : <b>17 h</b>  TP :  ESI :  Evaluation : <b>6 h</b>  Travail personnel : <b>8 h</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## OBJECTIFS

Ce module est composé de deux grandes parties articulées comme suit :

### Thermodynamique générale

#### *Cf fiche n°131-Thermo 1A*

Ce cours sur les diagrammes de phases est fondamental en métallurgie, car il sert de base à l'étude des traitements thermiques des métaux et alliages. L'objectif est de comprendre l'origine thermodynamique des diagrammes binaires pour en maîtriser l'utilisation. Cela nécessite une solide compréhension de la thermodynamique des solutions, des réactions chimiques, de l'énergie de Gibbs et du potentiel chimique. Le cours, bien que dense et conceptuellement riche, prépare les étudiants à aborder les cours de deuxième année dans de bonnes conditions, même s'il ne sera pas complètement maîtrisé dès la première année.

### Physico-Chimie

#### *Cf fiche n°132-Physico-Chim 1A*

Ce cours de chimie des solutions prépare les étudiants à comprendre les réactions physico-chimiques intervenant dans les métaux et leurs alliages. Il couvre les notions fondamentales des équilibres acido-basiques, de précipitation et d'oxydoréduction, essentielles pour l'utilisation des diagrammes de Pourbaix (potentiels - pH), très utiles en métallurgie. Destiné aux élèves de première année, ce cours permet de revoir ou découvrir les contributions de la chimie à la métallurgie, facilitant ainsi leur compréhension des interactions chimiques cruciales dans le domaine.

## PRE-REQUIS

- Quelques outils mathématiques : fonctions à plusieurs variables, dérivation partielle, fonctions exponentielles et logarithmes.
- Notions sur les éléments chimiques et la classification périodique
- Nomenclature de base des espèces chimiques
- Calcul de concentration
- Lois quantitatives (stœchiométrie)
- Utilisation des logarithmes en base 10

## MOTS CLÉS

Thermodynamique – Variable d'état – Fonctions d'état – Équation d'état – Premier et deuxième principe – Notion d'entropie – Énergie de Gibbs – Potentiel chimique – Thermochimie – Déplacement d'un équilibre selon conditions expérimentales – Solutions – Diagrammes de phases – Diagrammes d'énergie de Gibbs

Ions métalliques – Solutions ioniques – Electrolytes – Equilibres – Constante d'équilibre – Acide, base – Oxyde, réducteur – Oxydoréduction – Précipitation – Diagrammes de Pourbaix

## Key words

*Thermodynamics - State variables - State functions - State equation - First and second law - Notion of entropy – Gibbs free energy - Chemical potential - Thermochemistry - Equilibrium displacement in relation with experimental conditions – Solutions - Phase diagrams – Gibbs free energy diagrams*

*Metallic ions - Ionic solutions - Electrolyte solutions - Equilibria - Equilibrium constant - Acid, base - Oxide, réductant - Oxydoréduction - Precipitation - Pourbaix's diagrams -*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

*Répondre à un besoin client à travers une analyse d'un cahier des charges, en établissant une proposition technique et financière et en la présentant aux interlocuteurs concernés pour validation*

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

*Elaborer une ou des solutions pour un produit ou un process suivant une méthodologie définie à partir d'un cahier des charges tout en respectant les règles métiers en tenant compte des contraintes de qualité coût délai et environnement dans une démarche d'innovation et de créativité.*

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process	C

**Être capable de :**

### **Thermodynamique générale**

- Décrire un système thermodynamique et calculer les grandeurs extensives associées, telles que le volume, l'énergie interne, et l'entropie.
- Définir le potentiel chimique et l'enthalpie libre, exprimer le potentiel chimique pour toute phase, et calculer des grandeurs molaires partielles.
- Définir l'équilibre d'un système, calculer la constante d'équilibre, l'avancement de réaction, et prédire les déplacements d'équilibre.
- Définir et calculer les grandeurs de mélanges idéales et réelles, et appliquer les modèles de Raoult et de Henry.
- Savoir lire et utiliser un diagramme binaire pour comprendre les équilibres de phases dans les alliages.


### **Physico-Chimie**

- Calculer le pH d'une solution
- Calculer le produit de solubilité des Hydroxydes
- Savoir équilibrer des équations des réactions d'oxydo-réduction
- Prévoir dans quel sens une réaction d'oxydo-réduction va se dérouler
- Aborder la notion de solubilité
- Etablir un diagramme de Pourbaix

## **MODES D'ÉVALUATION**

**Suivant détail fiche RNCP**

- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Structure de la Matière S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : structure et comportement des matériaux Nombre de crédits ECTS UE : 4</p>	<p>CM : <b>8 h</b>  TD : <b>4 h</b>  TP :</p> <p>Evaluation : <b>2 h</b>  Travail personnel :  2 h/CM</p>
----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°211-Struct 1A***

**OBJECTIFS : Semestre 2 : l'atome quantique/ la liaison chimique**

Le cours décrit la structure de la matière, partant des particules élémentaires jusqu'à la liaison chimique. Il introduit la cohésion du noyau atomique via la relation masse-énergie et aborde la stabilité des noyaux, les réactions de fusion, de fission et les différentes formes de radioactivité. L'atome classique est décrit par la mécanique ondulatoire, introduisant les nombres quantiques et les règles de construction atomique. La classification périodique des éléments est reconstituée, en mettant en relation les propriétés chimiques comme l'électronégativité. Le cours explore ensuite les révolutions qui ont conduit au modèle ondulatoire de l'atome de Schrödinger, préparant à la discussion sur les liaisons chimiques. Le modèle classique de Lewis est présenté, puis ses limites sont discutées, menant à l'étude des liaisons dans le cadre du modèle ondulatoire avec les concepts d'orbitales moléculaires et de géométrie moléculaire.

**PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

Peu de prérequis nécessaires. Seulement quelques connaissances élémentaires générales comme les unités internationales et comprendre les notions de force, énergie, charge, etc.

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Structures atomique et moléculaire de la matière – Modèles atomiques – Mécanique ondulatoire (2ème principe) et généralisation (Equation de Schrödinger) – Liaisons chimiques et modèle de liaisons – Propriétés des atomes et des molécules

**Key words**

*Structure of atoms and molecules – Atomic models – Wave particles duality – introduction to quantum mechanics (Schrödinger equation) – Chemical bonding models – Properties of atoms and molecules*

**COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

*Elaborer une ou des solutions pour un produit ou un process suivant une méthodologie définie à partir d'un cahier des charges tout en respectant les règles métiers en tenant compte des contraintes de qualité coût délai et environnement dans une démarche d'innovation et de créativité.*

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*


1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Être capable de :

- Identifier les particules élémentaires de l'atome avec leurs tailles, masses et charges.
- Effectuer le bilan d'une réaction nucléaire et calculer le défaut de masse.
- Déterminer la structure électronique des éléments.
- Calculer les énergies de transitions électroniques en utilisant l'approximation de Slater pour les effets d'écran.
- Reconstituer la classification périodique des éléments par blocs et établir le lien avec l'électronégativité.
- Décrire les caractéristiques d'un photon et l'effet photoélectrique.
- Appliquer le principe d'incertitude d'Heisenberg et comprendre la dualité onde-corpuscule de Louis de Broglie.
- Comprendre les principes du modèle de Schrödinger, incluant la densité de probabilité de présence et la forme des orbitales.
- Dessiner des molécules selon le modèle de Lewis, construire les diagrammes d'énergie des orbitales moléculaires, et déterminer la géométrie moléculaire.

### MODES D'EVALUATION

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas, projets réalisés en groupe, restitution orale*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Comportement des matériaux S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : structure et comportement des matériaux Nombre de crédits ECTS UE : 4</p>	<p>CM : 20 h TD : 10 h TP : 3 h</p> <p>Evaluation : 2 h Travail personnel: 5 h</p>
----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°231-RDM 1A***

**OBJECTIFS**

Les structures mécaniques doivent transmettre des forces, couples, énergie ou puissance sans subir de dommages compromettant leur utilisation. Le dimensionnement optimal est crucial, en respectant les cahiers des charges. La Résistance des Matériaux fournit des solutions analytiques pour les poutres et permet une première analyse des données obtenues par calculs par éléments finis. Cette discipline est essentielle pour les ingénieurs afin de comprendre le dimensionnement des pièces. Le cours traite des phénomènes réversibles résultant de l'application de forces à un solide (élasticité) et est illustré par des exemples pratiques. La compréhension de ces concepts est fondamentale pour assurer la fiabilité et la fonctionnalité des structures mécaniques.

**PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

Outils mathématiques (calcul vectoriel, calcul matriciel, produit scalaire, produit vectoriel)

Notion de mécanique : Forces, moments, torseur,

Principe fondamental de la statique

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Courbe de traction – Forces – Moment – Tenseurs de contraintes et de déformations (3D) – Cercle de Mohr – Elasticité linéaire : généralités sur la RDM – Etats de contraintes et de déformations dans les poutres – Plasticité – Dépouillement de rosettes

Projet : pré-dimensionnement, conception préliminaire, vérification du dimensionnement

**Key words**

Traction curve – Loading – Stresses – Strains – Tensors of constraints and deformations (3D) – Linear elasticity : generalities on mechanics of materials – Constraints and deformations path 1D – Plasticity – Experimental mechanics of materials – Strain gage

Practical works : Extensometry

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et Projet)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	B
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	A
4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process.	C

### Etre capable de :

- Mettre en œuvre une démarche de dimensionnement de composants assimilés à des poutres :
  - Calculer en toute section courante d'une poutre ses caractéristiques géométriques, les efforts de cohésion, les contraintes normales et tangentielles
  - Connaître la relation contraintes - déformations (la loi de HOOKE),
  - Utiliser les critères à la limite d'élasticité
- Post-traiter des données dans le cas d'un état de contrainte (ou de déformation) quelconque (3D), accéder aux directions et contraintes (déformations) principales, aux contraintes de cisaillement (distorsion) maximales.

## MODES D'EVALUATION

- Suivant détail fiche RNCP
- Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison



## Module représentation dimensionnelle S6

UE : Conception et mise en forme  
Nombre de crédits ECTS UE : 5

CM :  
TD :  
TP : **18 h**  
Evaluation : **3 h**  
Travail personnel :  
3h

*Cf fiche n°311 312 -DI 1A*

### OBJECTIFS

La modélisation 3D avec Catia v5 implique la création de modèles numériques fiables et robustes, respectant les "règles métiers" et les méthodes de conception CAO. La maîtrise du tracé d'esquisses en 2D dans l'atelier "Sketcher" est essentielle, incluant les contraintes géométriques et dimensionnelles. En "Part Design", il faut comprendre la relation entre esquisses et volumes, et créer des volumes tout en intégrant des fonctions liées à la fonderie et la forge. La mise en plan dans "Drafting" consiste à créer des plans à partir de pièces 3D, avec des vues extérieures ou en coupe, et un habillage complémentaire. L'assemblage de produits dans "Assembly Design" traite des relations de contraintes entre pièces et l'utilisation des catalogues pour les pièces standardisées. Enfin, l'atelier "Generative Shape Design" introduit les fonctions de base du surfacique et la distinction entre sets géométriques et corps volumiques.

### PRÉREQUIS :

Maîtrise de la lecture de dessins techniques :

- A partir de plans 2D (papier ou numérique), savoir interpréter sans ambiguïté les volumes de pièces complexes.
- S'approprier les techniques graphiques traditionnelles liées à la conception de pièces mécaniques.
- Savoir reconnaître les formes complexes relatives aux pièces de fonderies et de forges.
- Savoir exprimer convenablement et à main levée la forme générale d'une pièce en perspective.

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

CAO – Modélisation – Esquisses – Volumique – Surfacique – Assemblage – Mise en plan

### *Key words*

*CAD - Modeling - Sketches - Volumetric functions - Surface functions - Assembly functions – Drawing functions*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	B
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	B
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	B

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	B

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)


1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Etre capable de :

- Modéliser en 3D à partir d'un plan 2D ou d'un croquis une pièce mécanique.
- Adopter une modélisation méthodique et logique respectant les contraintes imposées.
- Modéliser robuste et paramétré.
- Assembler des produits simples.
- Réaliser une mise en plan.
- Comprendre la différence entre volumique et surfacique.
- Faire le lien avec les autres enseignements utilisant la CAO.

### MODES D'ÉVALUATION

- Suivant détail fiche RNCP
- Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison
- Études de cas

	<p style="text-align: center;"><b>Module conception de pièces moulées</b></p> <p style="text-align: center;"><b>S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Conception et mise en forme Nombre de crédits ECTS UE : 5</p>	<p>CM : TD : <b>16 h</b> TP : Projet : <b>4 h</b> Evaluation : <b>8 h</b> Travail personnel : <b>5 h</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°325 CPM 1A***

**OBJECTIFS**

**Initiation à la conception de pièces moulées/études de cas/ étude pilote et étude de moulage finale.**

L'étude de moulage dans la fonderie consiste à définir les méthodes et moyens pour fabriquer une pièce à partir d'un plan et d'un cahier des charges. C'est un processus crucial impliquant le dialogue entre le client, le modelleur et le fondeur, coordonné par le bureau des méthodes en collaboration avec le bureau d'études. Cette discipline nécessite une solide culture technique en fonderie. Les objectifs du cours incluent l'initiation au vocabulaire technique, l'acquisition d'une méthode de travail pour aborder des fabrications complexes, et l'harmonisation des connaissances des élèves de formations diverses. Les apprentis apprennent à étudier les sens de moulage, analyser et choisir le meilleur sens, gérer les noyaux, concevoir les boîtes à noyaux, et calculer les systèmes de remplissage et d'alimentation. La progression vise à surmonter les difficultés géométriques croissantes, intégrer les contraintes techniques et économiques, et explorer différentes nuances d'alliages métalliques.

**PRE-REQUIS** (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

- Cours et travaux pratiques sur le dimensionnement des dispositifs d'alimentation et de remplissage des pièces moulées en sable.
- Un minimum de notions élémentaires de fonderie serait apprécié, quelques bases fondamentales de physique, notamment relatives à la thermique et à la mécanique des fluides, notions élémentaires sur les sables et les différents alliages de fonderie, niveau de connaissance en dessin industriel très apprécié

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

**Moulage** : Plan de joint, sens de moulage, noyaux, portée, motte, talon, support, surépaisseur d'usinage, dépouilles, dessin de pièce brute, retrait, modèles, plaque modèle, boîtes à noyaux, châssis, sable de moulage, bentonite, couche/enduit, soufflure.

**Key words**

*Foundry Methods Drawing: Parting line, molding position, cores, core print, inset core, strengthened core print, chaplet, machining allowance, drafts, drawing of rough casting, shrinkage, patterns, pattern plate, core boxes, flask, feeding system, feeders/risers, shrinkage cavity, modulus, densener, running system, sprue, gate, spread, whistler, molding sand, bentonite, coating, blowhole.*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	B
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	B
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	B
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	B
2. Définir, préparer les moyens de production et assurer leur mise en route et leur suivi.	C
3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

3. Contrôler les conditions de la production.	C
4. Contribuer à la stratégie de l'entreprise par l'analyse des données de production, par des propositions d'optimisation en tenant compte des contraintes environnementales, sociales (RSE), techniques et économiques.	C

**Être capable de :**

### Initiation à la conception de pièces moulées/études de cas

- Définir le sens de moulage optimal en considérant la facilité d'alimentation, la position des parties usinées, la stabilité des noyaux, le départ d'usinage, et l'évacuation des gaz des noyaux.

- Représenter graphiquement la pièce brute avec les surépaisseurs d'usinage, la coupe du moule remmoulé, les joints de moulage, les noyaux découpés avec leurs portées et leur ordre de remmoulage, et les démontabilités du modèle.
- Calculer le poids de la pièce brute en utilisant la décomposition en volumes élémentaires pour une précision optimale.
- Déterminer le procédé de moulage et de noyautage en fonction des quantités à produire, des dimensions et des tolérances requises.
- Définir complètement les outillages nécessaires, y compris les modèles et les boîtes à noyaux, en tenant compte de la durée d'utilisation, avec indication du retrait linéaire à prévoir pour chaque composant.

## **MODES D'ÉVALUATION**

### **Suivant détail fiche RNCP**

- *Évaluation des connaissances : devoirs sur table, devoirs maison*
- *Études de cas, projets réalisés en groupe, restitution orale*
- *Rapport et soutenance devant les enseignants*



## Module Conception de pièces forgées S6

UE : conception et mise en forme  
Nombre de crédits ECTS UE : 5

TD : 12 h

Evaluation : cc

Travail personnel:  
2 h

***Cf fiche n°333 CPF 1A***

### **OBJECTIFS : Etudes de cas : forge libre et estampage**

Le cours de forgeage explore diverses techniques comme le forgeage à chaud (forgeage libre, estampage, matriçage) et le forgeage à froid ou mi-chaud (forgeage par extrusion). L'objectif est d'introduire la conception et la fabrication des pièces forgées en utilisant des concepts métallurgiques liant températures de chauffage et diagrammes d'équilibre des alliages. Les lois de comportement, reliant contraintes, vitesses et températures de déformation, sont également enseignées, tout comme l'utilisation des différentes machines de forgeage. Les règles de tracé pour concevoir des pièces forgées sont détaillées, avec des abaques pour guider les étudiants dans la prévision des gammes de fabrication. Les caractéristiques mécaniques spécifiques des pièces forgées, influencées par le corroyage, sont discutées à travers des exemples pratiques et des études pilotées visant à appliquer les connaissances théoriques dans des contextes réels lors des travaux pratiques.

### **PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

Aucun

### **MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Forge – Forge libre – Estampage – Matriçage – Extrusion – Gamme de forgeage – Corroyage

### **Key words**

*Forge – Open die forging – Closed die forging – Closed die forging of non ferrous – Extrusion – Production process – Forging ratio*

### **COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement :

#### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
2. Évaluer la faisabilité et la rentabilité des projets, avec proposition de solutions techniques, éventuellement innovantes.	C
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	C

02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir les pièces et ensembles mécaniques à partir d'un dossier technique dans le respect du cahier des charges.	C
2. Sélectionner les matériaux, leurs propriétés et les procédés de mise en forme, notamment pour la fonderie et le forgeage.	C
3. Utiliser des outils numériques d'aide à l'information, à la conception et à la simulation et savoir évaluer les technologies pour dimensionner et optimiser les produits et process.	C

03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	B
3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C

04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)


3. Contrôler les conditions de la production.	C
-----------------------------------------------	---

**Etre capable de :**

- Techniques de forgeage : Le cours explore le forgeage à chaud (forgeage libre, estampage, matricage) et le forgeage à froid ou mi-chaud (forgeage par extrusion), en distinguant leurs applications et principes.
- Conception et tracé : Les étudiants apprennent à concevoir des pièces forgées en appliquant les règles de tracé adaptées à chaque technique de forgeage, notamment pour garantir la qualité et la solidité des pièces finies.
- Phénomènes métallurgiques : Le cours met l'accent sur les aspects métallurgiques impliqués dans la déformation plastique, en expliquant comment les températures de chauffage et les alliages influencent les propriétés finales des pièces forgées.
- Machines et outillages : Les différentes machines de forgeage sont présentées, avec une explication détaillée de leurs principes de fonctionnement, essentiels pour comprendre leur utilisation dans la production de pièces forgées.
- Pratique du forgeage : Les étudiants sont initiés à la pratique concrète du forgeage, incluant les méthodes de chauffage, le montage et le réglage des outillages, afin de maîtriser les processus nécessaires à l'obtention efficace de pièces forgées de haute qualité.

**MODES D'EVALUATION**

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Évaluation des connaissances : devoirs maison*
- *Études de cas, travaux pratiques*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Responsabilité sociétale et environnementale S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Gestion et communication Nombre de crédits ECTS UE : 3</p>	<p>CM : 3 h TD : 3 h ESI : 3 h PROJET : 3 h</p> <p>Evaluation : cc Travail personnel : sur site</p>
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### *Cf fiche n°411 Sécurité 1A*

#### **OBJECTIFS**

Ce cours a pour but de préparer les futurs cadres à appréhender de façon transverse et interdisciplinaire les différents aspects de la gestion des risques, de la santé et de la sécurité au travail au sein des entreprises industrielles.

L'objectif de ce cours est de communiquer aux élèves les notions de base en sécurité indispensables à connaître dans leur futur métier en fonderie ou en forge. Les contraintes sécurité doivent être intégrées dans les décisions quotidiennes prises dans les entreprises car elles représentent une préoccupation humaine dans la gestion des ressources mais aussi un coût financier important.

Cet enseignement permet de :

- Repérer dans l'entreprise les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la sécurité et santé au travail
- Intégrer la sécurité et santé au travail dans la gestion de ses activités et la conduite de projets
- Contribuer au management de la sécurité et santé au travail.

#### **PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

#### **MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Fonderie et sécurité au travail – réglementation - directive européenne – hygiène et conditions de travail – analyse des risques – mise en place d'une démarche de prévention des risques – développement d'une politique HS durable – préparation à la gestion des crises et situations d'urgence

#### **Key words**

*Foundry and safety – regulation – European directive — health and condition of work – risk analysis - establishment of a risk prevention approach - development of a sustainable political HS - preparation for the management of crises and emergencies*

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

*Répondre à un besoin client à travers une analyse d'un cahier des charges, en établissant une proposition technique et financière et en la présentant aux interlocuteurs concernés pour validation*

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
3. Définir les méthodes et moyens de conception en tenant compte des contraintes éthiques, environnementales et sociétales.	C

### 02 : Concevoir un produit industriel issu de la mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (procédés de fonderie et/ou de forgeage)

*Elaborer une ou des solutions pour un produit ou un process suivant une méthodologie définie à partir d'un cahier des charges tout en respectant les règles métiers en tenant compte des contraintes de qualité coût délai et environnement dans une démarche d'innovation et de créativité.*

4. Mettre en œuvre une démarche expérimentale en interaction avec les parties prenantes pour mettre au point le produit concerné afin de garantir et d'optimiser ses propriétés	C
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou de forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*

1. Concevoir et définir les procédés de fabrication en tenant compte des contraintes diverses en particulier le cycle de vie des produits/service.	B
2. Définir, préparer les moyens de production et assurer leur mise en route et leur suivi.	C
3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	B
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

*Superviser la production en fonction des commandes et exigences fixées, mesurer la performance en fonction des indicateurs mis en place tout en mobilisant les ressources adaptées dans une démarche d'amélioration continue*

1. Planifier et mettre en œuvre la production en fonction des flux, des délais, de l'approvisionnement et mobiliser les ressources adaptées y compris humaines.	C
2. Manager les ressources humaines nécessaires à la bonne réalisation des objectifs de production.	B
3. Contrôler les conditions de la production.	C

Contribuer à la stratégie de l'entreprise par l'analyse des données de production, par des propositions d'optimisation en tenant compte des contraintes environnementales, sociales (RSE), techniques et économiques.	C
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Être capable de :

- Observation et analyse de la santé au travail : Connaître les définitions et statistiques des accidents du travail et des maladies professionnelles, comparer les indicateurs de santé d'une entreprise à ceux de son secteur, comprendre les indicateurs financiers liés à la santé au travail, et identifier les sources d'information disponibles en entreprise.
- Cadre réglementaire et normatif : Repérer la hiérarchie des sources du droit, connaître les droits et obligations en matière d'hygiène, santé et sécurité, et comprendre la responsabilité civile et pénale dans le contexte professionnel.
- Communication et collaboration en prévention : Identifier les principaux acteurs internes et externes de la santé et sécurité au travail (S&T) et leurs missions, adopter une approche pluridisciplinaire, et partager les compétences de ces acteurs pour améliorer les situations de travail.
- Identification et évaluation des risques : Décrire les composantes des situations de travail, distinguer les dangers et leurs conséquences sur la santé physique et mentale, analyser les éléments des situations dangereuses, et évaluer les risques en tenant compte de l'organisation du travail.
- Maîtrise et amélioration de la sécurité au travail : Appliquer les principes de prévention pour supprimer ou réduire les risques, animer des groupes pluridisciplinaires, proposer des politiques de santé-sécurité, mettre en œuvre et évaluer des programmes d'action, et intégrer les aspects santé-sécurité dans la stratégie globale de l'entreprise en lien avec la performance et les compétences des collaborateurs.

### MODES D'EVALUATION

- **Suivant détail fiche RNCP**
- *Études de cas, projets réalisés en groupe sur site*
- *Mise en situation réelle dans l'entreprise*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Sciences Humaines Economiques et Sociales S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Conception et mise en forme Nombre de crédits ECTS UE : 3</p>	<p>CM : 4 h TD : 5 h TP : ESI : Evaluation : CC Travail personnel : 2 h</p>
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°431 ESI-CSA 1A***

**OBJECTIFS**

**Ce module est composé de deux grandes parties articulées comme suit :**

**Activation des comportements professionnels**

Cette formation vise à développer les relations et comportements professionnels des élèves ingénieurs, en les accompagnant dans leur évolution ou transition professionnelle. L'objectif est de stimuler leur potentiel pour les préparer à devenir des acteurs dynamiques en entreprise, tout en prenant conscience de l'environnement international, concurrentiel et technico-économique. Les points clés incluent l'apprentissage de la connaissance de soi, en développant l'estime de soi à travers la compréhension de ses centres d'intérêt, valeurs, aspirations, personnalité, priorités professionnelles et forces essentielles. La formation encourage la recherche des compétences liées à son poste, l'ouverture à l'environnement et l'adaptation au changement. Elle met l'accent sur le développement des qualités relationnelles grâce à un engagement personnel et des méthodes permettant d'aligner intérêts personnels et professionnels. La créativité est également stimulée, et l'autonomie est renforcée par la recherche de compétences et savoirs externes.

**Enseignement sur site industriel, conférences, conseils de suivi des apprentis**

Donner à nos élèves une ouverture sur le monde industriel et scientifique.

Les inciter à s'exprimer et à s'épanouir dans un cadre et un environnement différent de celui de l'Ecole.

Les préparer efficacement à leur future vie professionnelle.

**PRE-REQUIS** (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)

- Avoir effectué un stage en entreprise
- Maîtrise d'outils informatiques
- Bases de connaissance de l'environnement technico-économique d'une entreprise
- Aucun prérequis pour la seconde partie

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Expression orale – Expression corporelle – Comportement professionnel

Choix du métier – Responsabilité de l'ingénieur – Expression écrite et orale dans la vie professionnelle – Recherche d'informations – Analyse bibliographique – Entretiens – Culture générale – Débats – Stratégie de communication – Augmenter son niveau de conscience

Visite d'intégration : fonderie – CETIM – Conférences d'actualité

Conseil de suivi des apprentis

### **Key words**

*Choice of the career – Responsible attitude - Written and oral expression in professional life – Meetings – General knowledge – Meeting behaviours – Discussions – Communicating strategy – Increase his awareness*

*Study-visit for integration : Ctif foundry plant – Conferences on current events*

*Apprenticeship follow-up survey*

## **COMPÉTENCES ACQUISES** à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

*Répondre à un besoin client à travers une analyse d'un cahier des charges, en établissant une proposition technique et financière et en la présentant aux interlocuteurs concernés pour validation*

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	B

### 03 : définir des moyens d'organisation et de production adaptés aux procédés de fusion et/ou déformation plastique de matériaux (fonderie et/ou forgeage)

*Mettre en œuvre et coordonner les moyens d'organisation, de production, de planification des ressources, des moyens de contrôles et le suivi des indicateurs de performance et proposer les actions correctives nécessaires dans le cadre de la mise au point d'un produit ou d'un process.*

3. Organiser et coordonner l'industrialisation et la fabrication avec les parties prenantes conformément aux réglementations.	C
4. Contrôler l'application des procédures, gammes et spécifications, analyser les données de production, identifier les dysfonctionnements et mettre en place les actions correctives et préventives dans une perspective de mise au point produit/process	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

*Superviser la production en fonction des commandes et exigences fixées, mesurer la performance en fonction des indicateurs mis en place tout en mobilisant les ressources adaptées dans une démarche d'amélioration continue*

1. Planifier et mettre en œuvre la production en fonction des flux, des délais, de l'approvisionnement et mobiliser les ressources adaptées y compris humaines.	C
2. Manager les ressources humaines nécessaires à la bonne réalisation des objectifs de production.	C
3. Contrôler les conditions de la production.	C

## **Être capable de :**

### **Activation des comportements professionnels**

Cette formation vise à permettre aux élèves ingénieurs de faire des choix de parcours professionnels alignés avec leurs aspirations, de comprendre le rôle de l'ingénieur dans la société et l'entreprise, et de gérer les contraintes telles que disponibilité, exactitude, écoute, humilité et impartialité. Ils apprendront à préparer et présenter oralement un projet, à trouver et synthétiser les sources d'information nécessaires, et à réaliser des analyses bibliographiques structurées. Les compétences incluent la qualification des informations, l'évolution des connaissances, la collaboration accrue, la gestion des signes de stress, et une prise de parole efficace en public en maîtrisant débit, articulation, volume sonore, regards et gestes.


### **Enseignement sur site industriel, conférences, Conseils de suivi des apprentis**

- Intervenir de façon active et positive lors d'une visite en entreprise
- Réaliser une synthèse des éléments débattus lors d'une conférence
- Juger de la pertinence du choix du procédé et des matériels

## **MODES D'ÉVALUATION**

### **Suivant détail fiche RNCP**

- *Évaluation des connaissances : devoirs maison*
- *Restitution orale, contrôle continu*

	<p style="text-align: center;"><b>Module Langues vivantes S6</b></p> <p style="text-align: center;">UE : Gestion et communication Nombre de crédits ECTS UE : 3</p>	<p>CM :        <b>20 h</b>  TD :        <b>10 h</b>  TP :  Evaluation : cc  Travail personnel : en  classe</p>
----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Cf fiche n°441 -Anglais 1A***

**OBJECTIFS : semestre 2 : approfondissement**

Le projet de formation en langues pour la première année met l'accent sur la prise de conscience par les étudiants de leur rôle crucial. Des stratégies d'apprentissage spécifiques seront mises en place pour développer des compétences en langues. Les objectifs incluent l'acquisition et la consolidation du vocabulaire et des structures grammaticales de base, la création et la compréhension de dialogues courants, la prise de parole en public avec assurance, et la familiarisation avec l'examen TOEIC. Les cours d'anglais technique visent à approfondir les connaissances en anglais pour préparer les étudiants à la vie professionnelle, en favorisant l'expression orale et écrite, l'autonomie et le travail en groupe, ainsi que l'aisance dans les relations professionnelles. Le travail personnel est essentiel pour atteindre ces objectifs.

**PRÉREQUIS (notions importantes, lois, lien avec autres fiches pédagogiques)**

- Acquisition du vocabulaire courant : Se présenter, décrire sa fonction professionnelle, formuler des questions, être pertinent et convaincant en entretien.
- Maîtrise des conjugaisons : Présent simple et continu, present perfect, prétérit et futur.
- Compréhension des verbes modaux : Utilisation de may, must, ought to, can, should, etc.
- Connaissance de la forme passive : Utilisation fréquente dans les documents techniques et scientifiques.
- Utilisation des mots de liaison : Pour structurer l'argumentation (introduction, adhésion, opposition, conclusion).

**MOTS CLÉS** (utilisés comme résumé pour liste des cours ESFF)

Expression et compréhension orale et écrite – Travail en groupe – Consolidation des structures grammaticales et lexicales :

Anglais – Outils d'aide à la traduction

***Key words***

Understanding – Oral and written expression and comprehension – Pairwork

Idiomatic expressions – Colloquialisms Terminology – Translation tools

## COMPÉTENCES ACQUISES à l'issue de cet enseignement (CM, TD et TP inclus)

### 01 : Analyser et transcrire les besoins clients industriels

1. Analyser et adapter un cahier des charges en interaction avec les clients et les parties prenantes en fonction du savoir-faire et de la culture de l'entreprise.	C
4. Communiquer par écrit et/ou oralement dans un contexte international, avec élaboration de propositions chiffrées.	C

### 04 : piloter et optimiser les moyens techniques et humains de production liées aux procédés de mise en forme des matériaux par fusion et/ou déformation plastique (fonderie et/ou forge)

2. Manager les ressources humaines nécessaires à la bonne réalisation des objectifs de production.	C
----------------------------------------------------------------------------------------------------	---

### Etre capable de :

- Maîtrise des temps et pronoms relatifs : Différencier le present-perfect du prétérit, utiliser les pronoms relatifs (who, whose, whom, which).
- Formes actives et passives : Maîtriser les formes active et passive, directe et indirecte.
- Compréhension orale et écrite : Distinguer les "word distractors" et faux amis, lire et comprendre des documents techniques en métallurgie.
- Rédaction et analyse de documents : Rédiger des courriers et CV, utiliser les outils adéquats pour analyser des documents.
- Autonomie professionnelle : Gagner en autonomie et efficacité dans la vie professionnelle et lors des travaux de groupe

### MODES D'ÉVALUATION

- Suivant détail fiche RNCP
- Évaluation des connaissances : exercices en classe
- Restitution orale en classe