

Code UE : UE1_SI	Titre UE : SCIENCE DE L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 11 FC 15	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 144 FC 170	5
Mots-clés	Mathématique Mécanique Matériaux		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Connaissances de base en mathématiques, niveaux élémentaires et premier cycle

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre / Utiliser les Outils Mathématiques appliquées aux Sciences de l'Ingénieur
- Maîtriser les concepts de base de la mécanique. L'accent est porté sur l'acquisition des connaissances dans les deux premières parties (cinématique et statique) plus que sur le respect du programme « intégrale », c'est un semestre d'homogénéisation des connaissances.
- Décoder un plan de définition de pièces et un plan d'ensemble de mécanisme. Pour les pièces il doit être capable d'en décoder les formes essentielles à partir des vues en projection 2D.
- Expliquer la signification des principales propriétés représentatives du comportement mécanique des matériaux, et proposer une méthode de caractérisation de ces propriétés.
- Avoir les connaissances de base sur les matériaux polymères (définition, familles, microstructure)

Description de l'UE

- ECUE Mathématique (44h)
 - o 1-Algèbre linéaire
 - Espaces et bases
 - Applications linéaires, matrices
 - Déterminants, systèmes linéaires
 - Diagonalisation
 - o 2-Complexes
 - Formes algébriques, trigonométriques
 - Formules d'Euler, Moivre, linéarisation
 - Equations du second degré, racines nièmes
 - o 3-Fonctions d'une variable réelle
 - Généralités, fonctions réciproques
 - Fonctions hyperboliques
 - Dérivées, limites
 - Développements limités
 - o 4-Calcul Intégral
 - Primitives
 - Intégration par parties, changement de variable
 - Extension en 2D et 3D
 - Applications calcul masse, centre de gravité, inertie
 - o 5-Equations Différentielles
 - Equations différentielles ordre 1 et ordre 2 à coefficients constants
 - Equations différentielles ordre 1 à coefficients variables
- ECUE Mécanique (44h)
 - o Cinématique
 - Modélisation et paramétrage des mécanismes
 - Vecteurs position, vitesse et accélération d'un point d'un solide
 - Champ des vecteurs vitesse et accélération des points d'un solide
 - Composition des mouvements
 - Mouvements plan sur plan
 - o Statique
 - Modélisation des actions mécaniques
 - Principes fondamentaux de la statique
 - Hyperstatisme et mobilité des mécanismes
 - o Dynamique



- Cinétique
- Principe fondamental de la dynamique
- Energétique
- ECUE Lecture de plan (30h)
 - T1 – La disposition des vues – Règles de bases
 - Disposition relative des vues d’un dessin de définition
 - Type de traits, hachures
 - Coupes et section
 - T2 – Le dessin d’ensemble :
 - Identification des pièces d’un dessin d’ensemble
 - Compréhension du fonctionnement par analyse fonctionnelle.
 - T3 – Le schéma cinématique :
 - Identification des classes d’équivalences
 - Modélisation des liaisons et schéma cinématique
 - T4- Les conditions fonctionnelles :
 - Ajustement
 - Chaîne de cotes
 - Mise en relation des fonctions techniques et des surfaces fonctionnelles
 - T5 – Plans électriques :
 - Démarrage de moteur triphasé : Câblage classique – Identification des composants et leurs fonctions
 - Problématique de couplage des moteurs : Couplage d’un moteur (Etoile / Triangle)
 - L’utilisation des variateurs : Etude de plan de machine outils
- ECUE Génie des matériaux (26h)
 - Propriétés mécaniques
 - Essai de traction, grandeurs caractéristiques, exemple d’un alliage d’aluminium et d’un acier bas carbone
 - Théorie de l’élasticité linéaire, déformation plastique, écrouissage
 - Essais mécaniques courants et propriétés associées (dureté, fluage, relaxation, résilience, ténacité, fatigue)
 - Exercices : dépouillement d’un essai de traction, choix des capteurs, critères de dimensionnement, coefficients de concentration des contraintes, endommagement
 - Structure de la matière
 - Structure de l’atome, tableau périodique, états de la matière, liaisons chimiques, familles de matériaux
 - Réseaux cristallin, compacité, sites interstitiels, solides associés
 - Défauts dans les cristaux : solutions solides, dislocations (systèmes de glissement, lien avec la limite d’élasticité), joints de grains, précipités
 - Effet sur les propriétés mécaniques : durcissement par solution solide, par écrouissage, par affinement de la taille de grain, structural
 - Exercices : masse volumique d’un cristal, effet des conditions de vieillissement sur le durcissement structural
 - Diffusion
 - Diffusion interstitielle et lacunaire, lois de Fick, coefficient de diffusion (loi d’Arrhenius), applications
 - Exercice : problèmes de diffusion
 - Description des familles des matériaux polymères (TP et TD). Description de leur comportement mécanique en lien avec la micro-structure et température.
 - Description des principaux procédés de fabrication (injection, extrusion, fabrication additive)
 - Description de la diversité des comportements mécaniques (fragile, ductile, hyper-élastique, adoucissant, visco-élastique, etc) en fonction des paramètres influant (température, vitesse de sollicitation, polymère, mise en œuvre, etc).
 - Modélisation du comportement des matériaux (élasticité, fluage, relaxation, endommagement).

Ressources bibliographiques

- Mécanique du solide de Pierre Agati chez Dunod
- Guide du dessinateur Industriel – Hachette Technique
- Guide des sciences et technologies industrielles - Nahthan
- Des Matériaux, 3ème édition, J.-P. Bailon, J.-M. Dorlot, ISBN 2-553-00770-1, Presses Internationales Polytechnique, 2000, 768 pages.



Méthodes générales d'enseignement

Alternance de cours et travaux dirigés, pratique d'exercices

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : UE2_MG	Titre UE : MANAGEMENT		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 8 FC 0	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 112 FC 0	5
Mots-clés	Gestion de production, Management, HSE, Anglais		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Expression orale (correction et clarté)
- Avoir l'expérience de la vie en entreprise
- Opérations mathématiques simples
- Expression et compréhension orale (correction et clarté) , niveau A2 au TOEIC validé

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Situer les principaux acteurs de la prévention HSE et leur rôle dans l'entreprise.
- S'approprier les principaux points de la réglementation française en termes de prévention Santé/Sécurité au Travail dans l'entreprise et les principales normes applicables à ce domaine.
- Maîtriser des outils tels que l'analyse des risques professionnels et les transposer en entreprise.
- Participer à l'élaboration du Document Unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP). Identifier les dangers et les risques. Participer à l'élaboration d'actions d'amélioration et au choix de moyens de prévention et de protection.
- Tenir compte des principales spécificités d'un budget HSE ; comprendre le rendement opérationnel de la prévention.
- Respecter le management HSE en vigueur dans l'entreprise, les objectifs et un système de certification.
- Situer son environnement de travail parmi les principes, les questions centrales et les pratiques fondamentales de la RSE ; enjeux, développement durable et parties prenantes de la RSE. Observer le cadre de référence de la responsabilité sociale. Perception des objectifs de développement durable (ODD).
- Comprendre les enjeux liés à la transmission et à la circulation de l'information dans les échanges professionnels
- Identifier les mécanismes de déformation de l'information (facteurs sémantiques, socio-culturels et contextuels)
- Apprendre à conceptualiser et formaliser ses idées
- Adapter son discours en fonction de l'interlocuteur
- Pratiquer l'écoute active
- Être capable de comprendre le fonctionnement de l'entreprise
- Savoir se positionner vis-à-vis de son maître d'apprentissage et de ses collègues de travail
- Apprendre à se connaître et à questionner
- Avoir la capacité d'intégrer la contrainte juridique dans la relation de travail
- Situer les différentes normes dans l'environnement du droit du travail
- Acquérir les bases du droit du travail
- Identifier les différents contrats de travail – Connaître les droits et obligations du salarié.
- Comprendre et respecter le droit du travail dans une entreprise privée
- Expliquer les termes de base pour comprendre l'économie et la gestion de l'entreprise.
- Echanger sur des thèmes économiques en relation avec l'entreprise et son environnement
- Découvrir l'entreprise à travers sa stratégie, son financement, son marché
- Améliorer ses capacités d'expression et de compréhension orale, interprétation de lecture et d'expression écrite.
- Connaître le test TOEIC : Partie 'Listening'.
- Être capable de réaliser une synthèse en anglais.
- Montage d'une vidéo en anglais.

Description de l'UE

- ECUE HSE(16h)
 - o Le cadre légal
 - o Les partenaires du système de management et de la prévention HSE : missions, responsabilités et rôles de chacun
 - o Analyse des risques professionnels/DUERP
 - o Prévention des accidents et maladies professionnelles
 - o Analyse de cas :
 - o Plan de prévention
 - o Réalisation d'un arbre des causes consécutif à un accident du travail
 - o Identification des situations dangereuses / situations à risques à partir de chasses aux risques.
- ECUE Communication (4h)



- **Transmission et Circulation de l'information** : Identification des filtres en cause dans les distorsions de l'information, à l'émission et à la réception. Analyse de distorsions écrites et orales, et production de contenus clairs et adaptés à travers différents jeux pédagogiques (Prise de parole et comparaison des différents résumés produits, mises en situation de circulation de l'information dans le groupe, réalisation « à l'aveugle » de figures de Leavitt, de consignes de pliage, ...).
- Travail de formalisation et de conceptualisation de la pensée.
- ECUE Management (8h)
 - Découvrir l'entreprise et adopter les codes de l'entreprise : exemples d'Ariane, TPE, PME.
 - Le positionnement interne et externe de l'apprenti
 - La prise de notes et les comptes rendus
 - La façon de poser les questions : une approche de la questiologie
 - Développement personnel : première approche autour de la confiance, du stress et de la prise de parole en public dans le cadre de l'entreprise
- ECUE Droit Social (8h)
 - Introduction
 - Définitions
 - L'évolution du droit du travail → Prise en compte des enjeux sociaux et liés à l'emploi
 - Les sources du droit du travail et leurs articulations
 - Au niveau international
 - Au niveau national → Bloc de constitutionnalité & Charte de l'environnement de 2004
 - 1^{re} Partie : La relation individuelle de travail → recrutement : entretiens à distance et outils dématérialisés
 - Chapitre 1 : Les différents contrats de travail → interdiction discriminations & équité sociale
 - Section 1 : Le contrat à durée indéterminée
 - Section 2 : Le contrat à durée déterminée
 - Section 3 : L'intérim
 - Chapitre 2 : Le contenu du contrat de travail
 - Section 1 : Les différentes clauses du contrat de travail → Télétravail
 - Section 2 : Le contenu des obligations et droits de chaque partie
 - Section 3 : la révision du contenu du contrat de travail
- ECUE Economie (12h)
 - Permettre à travers l'économie générale, de comprendre le fonctionnement des entreprises et d'être à l'écoute de l'évolution économique afin d'anticiper les changements
 - Le financement de l'entreprise, de la création au développement
 - Les mots d'économie de l'entreprise : compétitivité, productivité...
 - Les notions de compte de résultat, de bilan et de marge
 - Quelques notions de stratégie, de marché, de concurrence
 - La prévision en gestion
- ECUE Anglais (24h)
 - 1^{ère} séance :
 - Initiation au TOEIC
 - Activité orale : Préparation d'une vidéo d'introduction personnelle
 - 2^{ème} séance :
 - TOEIC blanc + corrections
 - 3^{ème} séance :
 - Activité audio
 - Cours d'anglais général niveau B1 / B1+ (compréhension de texte, audio, grammaire, vocabulaire)
 - Comprendre la structure et le format du test TOEIC 'Listening' : parties 1,2,3 et 4.
 - Préparer un mini test 'TOEIC Listening'.
 - 4^{ème} séance :
 - Activité audio
 - Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent
 - Vocabulaire TOEIC
 - Présenter le mini test TOEIC Listening préalablement préparé.
 - 5^{ème} séance :
 - Compréhension + présentation d'un article technique
 - Contrôle continu du vocabulaire TOEIC du cours d'anglais précédent

- 6ème séance :
 - Évaluation (TOEIC blanc) + corrections

Ressources bibliographiques

- Site internet INRS, Légifrance, Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion, ANACT, Bossons Fûté.
- Corinne ABENSOUR, Pratique de la communication efficace, Nathan
- Chris ANDERSON, Parler en public, TED, Le guide officiel, Flammarion
- Nicholas BOOTHMAN, Convaincre en moins de deux minutes, Marabout
- Alain BENOIT, Faire la synthèse d'une réunion, d'un dossier d'entretien, Dunod
- Nancy DUARTE, Vibrations – Les plus grands secrets des orateurs (Transformez vos présentations en histoires visuelles pour captiver votre auditoire), Les éditions Diateino
- Joseph MESSINGER, Ces gestes qui vous trahissent, First Editions
- Gilberte NIQUET, ROGER COULON, Enrichissez votre vocabulaire, Hatier
- Bertrand PERIER, La parole est un sport de combat, JC Lattès
- Rosette POLETTI et Barbara DOBBS, Petit cahier d'exercices d'estime de soi, Jouvence
- Rosette POLETTI et Barbara DOBBS, Petit cahier d'exercices du lâcher prise, Jouvence
- Garr REYNOLDS, Présentation zen : Pour des présentations simples, claires et percutantes, Pearson
- Nicole et Christian SERGAUD, Réussir ses interventions en public, L'Express Editions
- René et Jean SIMONET, Savoir Argumenter, Editions d'Organisation
- Martin SYKES, ..., Déplacez des montagnes : La méthode révolutionnaire pour réussir vos présentations, Pearson
- Bernard SANARES, La communication efficace, Dunod
- www.legifrance.gouv.fr
- Latham-Koenig, Christina, Clive Oxenden, et Jerry Lambert. English File (intermediate) Student's Book + Teacher's Guide + Workbook. Oxford University Press. 2019.
- ETS. Les tests TOEIC officiels corrigés. Hachette. 2018.
- ETS, Cassandra Hardy, et Danuta Langner. Grammaire et vocabulaire du test TOEIC. Hachette. 2018.
- Murphy, Raymond. English grammar in use (intermediate, fourth edition). Cambridge University Press. 2012.
- Swann, Michael. Practical English usage. Oxford Press Libri. 2005.
- Lougheed, Lou. 600 essential words for the TOEIC test. Barron. 2008
- Talcott, Charles et Graham Tullis. Target Score (second edition) Student's book + Teacher's book. Cambridge University Press. 2007.
- Ibbotson, Mark. Cambridge English for engineering. Cambridge University Press. 2008.
- Ibbotson, Mark. Professional English in use: engineering. Cambridge University Press. 2009.

Méthodes générales d'enseignement

Alternance de cours et travaux dirigés, pratique d'exercices

Supports pédagogiques sur les différents concepts et méthodes.

Serious **game** : Kit Cash : 3 entreprises représentées par 3 groupes d'étudiants sont en concurrence sur un marché et doivent, à travers 5 décisions, permettre à leur entreprise d'être en bonne santé économique pour envisager l'avenir.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Travaux de groupes autour de situations critiques

Mises en situation

Exercices de prise de parole

Code UE : UE3_TI	Titre UE : TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 6 FC 10	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 84 FC 72	5
Mots-clés	Conception Fabrication		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Lecture et compréhension de dessins industriels en plusieurs vues suivant la norme européenne.
- Connaissances des liaisons cinématique standards.
- CAO (enseignement du S5 fait en amont de l'activité)

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Maîtriser la mise en œuvre des fondamentaux et des méthodes élémentaires de travail en conception mécanique assistée par ordinateur et en gestion de données techniques.
- S'approprier les nouvelles orientations du référentiel qualité type ISO 9001 ou équivalent pour prendre conscience de son rôle au sein d'un système de management
- S'approprier des outils indispensables pour manager / piloter une activité et une équipe (indicateurs, identification des compétences attendues pour un poste, AMDEC, etc.)
- Utiliser une machine de fabrication additive FDM simple, la régler.
- En évaluer sa capacité, définir et réaliser un test R&R avec une ou des pièces conçues par les apprentis
- Concevoir une ou plusieurs pièces sur une thématique imposée par l'équipe pédagogique à l'aide d'un cahier des charges spécifique

Description de l'UE

- ECUE CAO (12h)
 - o TP1 :
 - Maîtriser l'interface base de données et PLM au travers l'apps Lifecycle Management
 - Prise en main de l'outil Part Design :
 - Maîtriser les règles de conception d'une esquisse
 - Modélisation de plusieurs composants permettant de retracer l'ensemble des fonctions indispensables du module
 - o TP2 :
 - Maîtriser l'interface base de données et PLM au travers l'apps Lifecycle Management
 - Prise en main de l'atelier Assembly Design
 - Introduction à l'atelier Mechanical Sys. Design
 - o TP complémentaire : Pour les plus avancés
 - Modélisation d'un engrenage paramétré à dents droites
 - Introduction au surfacique : Modélisation d'une aile d'aéronef
- ECUE Qualité (16h)
 - o Présentation des fondamentaux de la qualité ainsi qu'un historique rapide des principales évolutions de cette notion (support de présentation)
 - o Identifier les forces / faiblesses / opportunités et risques associés à un contexte, construire une stratégie, définir une politique qualité (exercice de détermination d'un SWOT sur la base d'un cas concret tiré de l'expérience du formateur)
 - o Identifier les clients, les parties prenantes et leurs exigences afin de construire une organisation adaptée pour les satisfaire (exercice pour identifier les parties prenantes associées au transport en commun par tramway et leurs exigences, hiérarchiser ces exigences)
 - o Identifier les compétences requises pour tenir un poste (exercice pour définir les missions et responsabilités associées à un poste et définir les compétences requises / savoir / savoir-faire / savoir-être)
 - o Caractériser un processus pour appréhender les moyens de le maîtriser et notamment les indicateurs (exercice pour identifier les caractéristiques d'un processus et lui associer les indicateurs pertinents / KPI pour son pilotage)
 - o Identifier les risques associés à une activité afin de positionner les parades adaptées (exercice d'identification des risques associés à une activité et hiérarchisation)
- ECUE Projet Initiation Fabrication soustractive (32h)
 - o Sur la base d'un cahier des charges, concevoir un système mécanique. Réaliser ce système en s'appuyant sur les plateformes d'usinage conventionnel et de formage-assemblage. Les parties « Gestion de projet » et « Gestion de l'activité du groupe » (de 7 à 8 trinômes) sont intégrées dans ce projet. Les étudiants doivent se coordonner afin d'ordonner les activités techniques de façon à ne pas surcharger les machines, se confronter aux mesures de

sécurité des plateformes dans le respect de l'objectif final qui est de fournir le système assemblé fonctionnel par trinôme à la fin des 24h. Une soutenance finale (10mn de présentation et 10mn d'échanges) présente l'organisation du trinôme, les problèmes rencontrés et les solutions retenues

- ECUE Projet Initiation Fabrication additive Polymer (24h)
 - o Création du modèle 3D sur CAO
 - o Maîtrise des règles de sécurité liées à l'environnement de travail.
 - o Utilisation de l'imprimante 3D DAGOMA et test R&R
 - o Impression d'une ou plusieurs pièces dimensions maxi : 180x 180 x180 mm
 - o Phase 1 : Utilisation d'une imprimante Dagoma Discoeasy 200 en respectant la procédure Dagoma et les règles HSE.
 - Vérification du fonctionnement et impression d'un support bobine.
 - o Phase 2 : Etude de reproductibilité et répétabilité sur ces machines :
 - Création du modèle numérique d'une pièce test dont chaque partie devra permettre de qualifier la capacité de la machine à l'imprimer
 - Définition du protocole de qualification
 - Impression des pièces (attention à la durée d'impression de ces pièces d'essai : ne pas dépasser 2h d'impression)
 - Analyse des résultats sur l'ensemble des imprimantes
 - o Phase 3 : Création de modèle numérique d'un produit défini par un cahier des charges distribué aux apprentis
 - o Phase 4 : Restitution du projet sous forme de PPT et présentation devant l'ensemble de la promotion. Au cours de cette restitution, vous présenterez :
 - Votre équipe projet avec l'organisation que vous avez mis en place (équipe projet, planification, risques, prix de revient du produit...)
 - L'imprimante 3D utilisée
 - Votre pièce test avec les justificatifs des différentes parties
 - Le protocole de qualification de la machine
 - Les résultats des tests
 - Le produit répondant au cahier des charges ainsi que son modèle numérique

Ressources bibliographiques

- Norme ISO 9001 V 2015.

Méthodes générales d'enseignement

Alternance de cours et travaux dirigés, pratique d'exercices

Pour les projets : Exposé : 20 minutes de présentation + 10 minutes de questions,

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Pour les projets : Evaluation de la soutenance par groupe

Code UE : UE4_SI	Titre UE : SCIENCE DE L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 7 FC 9	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 72 FC 72	6
Mots-clés	Statistiques, Matériaux		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Mécanique des solides indéformables (statique)
- Utilisation des torseurs d'actions mécaniques
- Algèbre linéaire
- Calcul vectoriel

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Connaître et comprendre un large champ scientifique et technologique.
- Mobiliser des outils scientifiques et techniques pour la résolution de problématiques industrielles.
- Identifier une structure assimilable à une poutre,
- Modéliser du chargement et des liaisons agissant sur la structure,
- Identifier d'une sollicitation mécanique agissant sur la structure,
- Identifier des paramètres de dimensionnement associés à une sollicitation donnée,
- Résoudre des problèmes simples de dimensionnement.

Description de l'UE

- ECUE Statistiques et plan d'expériences (28h)
 - o Plans d'expérience : 4h de cours suivies de 4h de mise en pratique sur une problématique liée au paramètres de fabrication d'une pièce en fab additive métallique avec un support logiciel (nemrod) puis un TP de fabrication soustractive (tour CN) pour mettre en évidence les paramètres influençant la rugosité (en lien avec le projet fabrication au S6 également).
 - o Statistiques : courbe de Gauss, test de normalité, dispersion et capabilités, loi normale centrée réduite, proportion d'individus sous conditions, capabilité des moyens de contrôles, contrôle en cours de fabrication, cartes de contrôle, mise sous contrôle d'un procédé, limites élargies, moyenne refusable, efficacité d'une carte, interprétation. ECUE
- ECUE Résistance des matériaux (44h)
 - o Chapitre 1 : Hypothèses de la Théorie des Poutres
 - Le solide étudié
 - Hypothèses sur le matériau
 - Hypothèses fondamentales de la Théorie des poutres
 - Modélisation du chargement extérieur (liaisons – efforts – moments)
 - o Chapitre 2 : Torseur de cohésion – Notions de contraintes
 - Torseur de cohésion :
 - Définition du torseur de cohésion
 - Détermination des éléments de réduction du torseur de cohésion
 - Dénomination des composantes et des sollicitations associées
 - Diagrammes
 - Notion de contrainte :
 - Vecteur contrainte
 - Contraintes normale et tangentielle
 - Relation avec le torseur de cohésion
 - o Chapitre 3 : Sollicitation élémentaire : traction – compression
 - Définition
 - Eléments de réduction du torseur de cohésion associé
 - Etude des contraintes
 - Relation Effort normal / contrainte / déformation / déplacement
 - Critère de dimensionnement en traction/compression
 - o Chapitre 4 : Sollicitation élémentaire : la torsion
 - Hypothèse complémentaire
 - Définition
 - Relation moment de torsion / contrainte / rotation / déformation



- Critère de dimensionnement en torsion
- Chapitre 5 : Sollicitation élémentaire : la flexion
 - Définition
 - Relation effort tranchant / moment fléchissant / contrainte
 - Equation de la déformée
 - Critère de dimensionnement
- Chapitre 6 : Caractéristiques géométriques des sections
 - Centre de surface
 - Moments quadratiques axiaux d'une surface plane
 - Moments quadratiques polaires d'une surface plane
 - Théorème de Huygens / Principe de superposition
- Chapitre 7 : Sollicitations composées
 - Définition
 - Analyse des contraintes
 - Contraintes équivalentes et critère de dimensionnement

Ressources bibliographiques

Méthodes générales d'enseignement

Alternance de cours et travaux dirigés, pratique d'exercices

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : UES_MG	Titre UE : MANAGEMENT		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 8 FC 5	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 104 FC 44	6
Mots-clés	Environnement juridique, Management, Anglais		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Expression et compréhension orale (correction et clarté) , niveau A2 validé

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Communiquer de façon non violente
- Animer une réunion
- S'exprimer de façon claire et rigoureuse
- Identifier les mécanismes de distorsion de l'information ; pratiquer l'écoute active
- Construire un argumentaire structuré
- Développer sa force de persuasion
- Choisir et de gérer son parcours professionnel en étant acteur de ses propres choix et donc de son parcours professionnel
- Améliorer ses capacités d'expression et de compréhension orale, interprétation de lecture et d'expression écrite.
- Connaître le test TOEIC : Section 'Reading'
- Améliorer ses capacités pour le test TOEIC.
- Comprendre les différences culturelles entre la France et le pays étranger du placement international.
- Savoir s'intégrer et se débrouiller dans les situations rencontrées dans un pays étranger.

Description de l'UE

- ECUE Management (24h)
 - o La communication non violente (CNV) comme principe de communication et la notion d'émotions
 - Les différents principes
 - La démarche CNV et les outils
 - Ouverture sur d'autres modes d'échanges
 - o La conduite de réunions
 - Anticiper une réunion
 - Cerner les enjeux d'une réunion
 - Définir les modalités de la réunion
 - Coordonner l'organisation pratique
 - Fixer des objectifs et établir l'ordre du jour
 - Préparer des supports efficaces
 - Piloter la réunion
 - Définir les règles de fonctionnement et les rôles de chacun
 - Gérer les temps consacrés à chaque point de l'ordre du jour
 - Réguler les interventions des participants et les débats
 - Rester positif et constructif
 - Appréhender la composante émotionnelle et le non-verbal
 - Gérer les situations difficiles
 - Répondre aux objections
 - Éviter les erreurs irrémédiables
 - Animer une réunion en restant centré sur l'objectif
 - Créer un climat favorable
 - Développer ses qualités d'écoute
 - Choisir les bons messages et savoir les communiquer
 - Être assertif et convaincant
 - Conclure une réunion
 - Résumer et conclure
 - Rédiger un relevé de décision ou un compte-rendu et le diffuser
 - Transformer les décisions en plan d'actions clair et réaliste
- ECUE Environnement juridique (20h)
 - o La rémunération
 - Chapitre 1 : La réglementation de la rémunération
 - Chapitre 2 : Les différentes formes de rémunération
 - o Les relations collectives de travail
 - Chapitre 1 : Droit syndical et institution représentative du personnel
 - Section 1 : Les syndicats en France
 - Section 2 : Le Comité social et économique
 - Section 3 : Statut et missions



- Chapitre 2 : L'inspection du travail
- ECUE Communication (24h)
 - Circulation et distorsion de l'information dans les échanges professionnels
 - Préparer une communication convaincante :
 - Principes clés de la communication interpersonnelle (= le fond) 4H
 - Communication verbale, para et non verbale (= la forme) 4H
 - Conception de supports visuels
- ECUE Présentation usine du futur (4h)
 - Découverte du concept usine du futur sous forme de conférence/échange
 - Culture d'entreprise Notions concernant la robotique, la cobotique, l'usine numérique, les procédés avancés de fabrication
- ECUE Education aux choix professionnels (16h)
 - L'EACP (éducation aux choix professionnels) se déroule en 3 séances de 4h : une par an. Cette activité a comme objectifs principaux d'apprendre à l'apprenti à se connaître, puis à faire des choix professionnels en cohérence avec ses aspirations et son environnement. Cette activité permet d'accélérer le processus de maturité de l'apprenti (bascule de l'aspect scolaire à l'aspect professionnel) : Initialement ressentie en fin de 2ème année voire début de 3ème année, l'objectif est que cette maturation se produise en fin de 1ère année voire début de 2ème année. 1ère séance : A partir d'une situation professionnelle, amener l'apprenti à réfléchir sur l'importance des savoirs, savoirs faire et savoir être en entreprise. A partir d'une grille spécifique, amener l'apprenti à s'autoévaluer sur ces différents points en entreprise et en formation, puis identifier avec lui ses points de progrès et lui faire construire un plan d'action personnel. Ce plan d'action sera réévalué au cours de la 2nd Séance d'EACP
- ECUE Anglais (16)
 - 1ère séance ;
 - Activité audio
 - Cour d'anglais général du niveau B1 / B1+ (compréhension de texte, vocabulaire, grammaire, audio)
 - Comprendre la structure et le format du test TOEIC 'Reading' : parties 5, 6, et 7.
 - Préparer un mini test 'TOEIC Reading'.
 - 2ème séance :
 - Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent
 - Vocabulaire TOEIC
 - Présenter le mini test TOEIC 'Reading' préalablement préparé.
 - Préparation d'un sketch / jeu de rôle sur une situation culturelle typiquement rencontrée par un français dans un pays étranger (utiliser les transport en commun et demander des directions, la politesse, la nourriture, les gestes corporels, stéréotypes français et étrangers)
 - 3ème séance :
 - Contrôle continu du vocabulaire TOEIC du cours d'anglais précédent
 - Cour d'anglais général du niveau B1 / B1+ (compréhension de texte, vocabulaire, grammaire, audio)
 - Présentation des sketches / jeux de rôle préalablement préparés.
 - Préparation d'un exposé sur un pays étranger qui accueille les placements internationaux (l'histoire et la géographie du pays, l'économie, l'art, la musique, la politique, la science et la technologie)
 - 4ème séance :
 - Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent
 - Présentation des exposés sur un pays d'accueil étranger préalablement préparé.

Ressources bibliographiques

- www.legifrance.gouv.fr
- Latham-Koenig, Christina, Clive Oxenden, et Jerry Lambert. English File Student's Book + Teacher's Guide + Workbook. Oxford University Press. 2019.
- ETS. Les tests TOEIC officiels corrigés. Hachette. 2018.
- ETS, Cassandra Hardy, et Danuta Langner. Grammaire et vocabulaire du test TOEIC. Hachette. 2018.
- Murphy, Raymond. English grammar in use (intermediate, fourth edition). Cambridge University Press. 2012.
- Swann, Michael. Practical English usage. Oxford Press Libri. 2005.
- Loughhead, Lou. 600 essential words for the TOEIC test. Barron. 2008
- Talcott, Charles et Graham Tullis. Target Score (second edition) Student's book + Teacher's book. Cambridge University Press. 2007.
- Ibbotson, Mark. Cambridge English for engineering. Cambridge University Press. 2008.
- Ibbotson, Mark. Professional English in use: engineering. Cambridge University Press. 2009.

Méthodes générales d'enseignement

Alternance de cours et travaux dirigés, pratique d'exercices



Méthodes et critères généraux d'évaluation

ECUE Management :

- Présenter de façon originale et créative le métier d'ingénieur (travail de groupe)
- Élaborer un document ou un support original sur les réunions et l'animation de réunions d'une entreprise d'alternance qui accueille un nouvel embauché (travail de groupe)

ECUE Communication :

- Analyse de 2 conférences TED (Evaluation écrite)
- Vidéotraining (présentation orale de 5 minutes, face caméra). Débrief individuel fond et forme (évaluation orale et formalisation des axes de travail (feuille de route pour les 2èmes et 3ème années).

Code UE : UE6_T1	Titre UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 10 FC 11	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 142 FC 130	6
Mots-clés	Conception Fabrication Méthode		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Module de gestion de production
- CAO S5

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Assumer les missions qui lui seront confiées par l'entreprise,
- Mettre en œuvre ses capacités scientifiques, techniques, organisationnelles, économiques et managériales pour remplir ses missions,
- Concevoir une solution d'industrialisation d'une pièce ou d'un système par les moyens de production conventionnels (usage, formage)
- Décoder des spécifications géométriques d'après la norme ISO 14638 et dépendantes.
- D'interpréter de manière univoque une spécification simple
- D'identifier la présence des modificateurs et avoir recours à la norme pour les interpréter.
- Connaître les différents procédés de fabrication additive polymère, composite et métal
- Connaître et comprendre un large champ scientifique et technologique.
- Mobiliser des outils scientifiques et techniques pour la résolution de problématiques industrielles.

Description de l'UE

- ECUE Gestion de projet (28h)
 - o Définitions et concepts de base :
 - Qu'est-ce qu'un projet ?
 - Caractéristiques d'un projet
 - Qu'est-ce que la gestion de projet ?
 - Quand faut-il mettre en place une équipe projet ?
 - Le projet se joue avant le projet
 - o Fonctionnement en mode projet : les acteurs du projet
 - Schéma général
 - Le COPIL
 - Maître d'œuvre / Maître d'ouvrage
 - Les acteurs internes à l'entreprise
 - o La démarche projet :
 - L'avant-projet :
 - Contexte et enjeux
 - Problématique et objectifs
 - Mise en place de l'équipe projet
 - Etude de l'avant-projet : Analyse de faisabilité
 - L'analyse fonctionnelle du besoin
 - La démarche scientifique mise en œuvre
 - L'analyse des risques
 - Planning prévisionnel
 - Plan de communication
 - Le Projet :
 - Lancement du projet
 - Engagement de la réalisation
 - Conception et réalisation du projet :
 - Choix d'une solution
 - Pilotage stratégique et opérationnel
 - Les tableaux de bord du projet
 - Suivi des coûts
 - Réception des produits/procédés



- Développement et déploiement du projet
 - Exploitation des résultats du retour d'expérience
- ECUE CFAO (44h)
 - 20h CFAO usinage :
 - (4h initiation CFAO, 16h de projet avec un projet par élève (surpédale , roue chariot))
 - 8h CFAO fab additive pour Mohamed (4h mise en plateau, 4h paramétrie)
 - 16h CAO pure, bonne maitrise de catia pour dessiner des formes complexes à destination de la fab additive et de l'usinage, maitrise de l'environnement collaboratif de catia.
 - ECUE Cotation fonctionnelle (18h)
 - Chaque chapitre est composé d'un séquençement de cours et d'ED, complétés de travail personnel :
 - Chapitre 1 :
 - Introduction : Principe et Exigence ISO 8015 – ISO 2692
 - Chapitre 2 :
 - Tolérance dimensionnelles – ISO 14 405 – Exigence d'enveloppe
 - Chapitre 3 :
 - Tolérance Géométrique – ISO 8015 – ISO 1101
 - Référence et système de référence – ISO 5459
 - ECUE Culture fabrication additive métal/polymère (16h)
 - Recherches d'information sur les différents procédés de fabrication additive et création d'un PPT pour chaque procédé en binôme ou trinômes.
Chaque procédé sera présenté selon le schéma suivant :
 - Principe
 - Slicer
 - Matériaux
 - Machines
 - Post- traitement
 - Principales applications
 - Risques HSE
 - Evolutions potentielles de la technologie
 - Conclusions- Sources

Découverte des procédés FFF, CFF, SLA, DMLS, ADAM, sur site
Un groupe travaillera sur le recyclage des déchets d'impression 3D
 - ECUE Projet fabrication (24h)
 - Usinage CN 24h
 - 3h cours : Technologie des machines, Mises en œuvres machines, programmation iso...
 - 20h Programmation conversationnelle, conduite machine
 - ECUE Méthodes de fabrication (12h)
 - Séance 1 : Découverte du sujet ; Apports technologiques (Procédés et avant-projet) ; Organisation du travail et planification des tâches en groupe.
 - Séance 2 : Apports technologiques (Mise en position des pièces, liaison pièce machine) ; Etablissement de l'avant-projet de fabrication ;
 - Séance 3 : Eléments de correction de l'avant-projet ; Apports technologiques (gamme d'usinage, outils et condition de coupe) ; Etablissement des gammes d'usinage

Ressources bibliographiques

- Exploitation du Concept GPS et de la normalisation pour la Spécification Géométrique des Produits – Edité par le CERPET
- Langage des normes Iso de cotation – B Anselmetti – Ed . Lavoisier
- Mémento de spécification géométrique des produits – F Charpentier – Ed. Afnor Editions
- Site internet 3D natives : www.3dnatives.com/



Méthodes générales d'enseignement

Alternance de cours et travaux dirigés, pratique d'exercices

Pour les projets : Exposé : 20 minutes de présentation + 10 minutes de questions,

Méthodes et critères généraux d'évaluation

ECUE Gestion de projet

- Rapport Note de cadrage finale d'un projet fictif travaillé pendant le module en petit groupe (20 pages)
- Présentation orale de ce projet avec support PPT (15 min /groupe)

ECUE Fabrication additive :

- Deux évaluations seront effectuées : une sur le PPT de chaque groupe (écrit+ présentation orale), une seconde à l'aide d'un quizz afin de vérifier l'appropriation de chacun sur l'ensemble des procédés.

Code UE : ADAP	Titre UE : SCIENCE DE L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 6 FC 5	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 56H FC 58H	S7
Mots-clés	Génie des matériaux, Santé matière et endommagement, Automatisation		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Connaissances : culture d'entreprise ; structure de la matière ; défauts dans les solides ; diffusion à l'état solide ; eEssai de traction
- Capacité d'analyse d'un problème
- Culture générale sur le procédé de fabrication additive SLM
- Culture générale sur les matériaux métalliques (phénomène de plasticité)
- Notions de probabilités

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- D'analyser la structuration matérielle et logicielle d'une machine automatisée industrielle.
- De comprendre le fonctionnement d'une machine automatisée, et de diagnostiquer un dysfonctionnement.
- D'analyser, de critiquer de faire évoluer de modifier, d'améliorer un système automatisé (Performances, Contraintes fonctionnelles, contraintes de productivité, contraintes de sécurité, contraintes d'économies d'énergies, contraintes normatives, contraintes de sureté de fonctionnement)
- De concevoir un système automatisé.
- D'appréhender les évolutions technologiques des systèmes automatisés industriels.
- Reconnaître les principaux défauts générés au cours du procédé SLM et expliquer l'influence des paramètres procédé sur leur génération, proposer des démarches de caractérisation des défauts, utiliser des outils de mécanique de la rupture pour estimer la criticité de fissures dans le cas de chargements monotones ou cycliques.

Description de l'UE

- ECUE Automatismes (PO-PC)
 - o Aspect matériel : Introduction (Aspect historique des systèmes automatisés, évolutions) ; Architecture d'un système automatisé, contrôle commande, partie opérative, interfaces ; Architecture d'un système minimum ; API Automate Programmable Industriel ; Fonctionnement du relais électromagnétique, relayage ; Numérisation des informations logiques et analogiques (Binaire, hexadécimal) ; Présentation des mémoires
 - o Outils de description Fonctionnelle (Cours et TD) : Historique des réseaux de PETRI ; GRAFCET (Grafcet de base ; Grafcet décomposé, Grafcet Hiérarchisé) ; GEMMA Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts) ; Organigramme ; Programmation (Langage ladder, grafcet) ; Circuits et composants d'automatismes pneumatiques ; Capteurs (Généralités)
- ECUE Génie des matériaux (20H)
 - o Définitions et concepts fondamentaux liés aux diagrammes binaires : phase, limite de solubilité, constituant micrographique, composé défini, règle de Gibbs.
 - o Interprétation des diagrammes d'équilibre : identification des phases présentes, détermination de la composition des phases et des quantités de phase.
 - o Systèmes eutectiques, formation de la microstructure dans les alliages eutectiques.
 - o Diagrammes d'équilibre à phases intermédiaires.
 - o Réactions eutectoïdes et péritectiques.
 - o Diagramme d'équilibre fer-carbure de fer.
 - o Formation des microstructures dans les alliages fer-carbure de fer.
 - o Durcissement structural des alliages d'aluminium.
 - o Traitements thermiques de recuit, trempe et revenu des aciers
 - o Application aux traitements TTT et TRC
- ECUE Santé matière et endommagement (12+10H)
 - o Les 4 premières séances de 2h correspondent à un cours magistral suivi d'un TD pour effectuer des mises en applications. La 5e séance, de 1h, est dédiée à l. Enfin, la dernière séance, de 1h, est dédiée à l'évaluation des acquis via un examen écrit.
 - Séance 1 (2h) : Rappels mathématiques
 - Séance 2 (2h) : Rappels sur le procédé SLM, typologie des défauts issus de ce procédé et impact sur les propriétés mécaniques
 - Séance 3 (2h) : Caractérisation de populations de défauts, manipulation de statistiques de défauts en tenant compte des effets d'échelle (théorie du maillon le plus faible)



- Séance 4 (2h) : Introduction à la mécanique de la rupture (notion de facteur d'intensité des contraintes pour une fissure, ténacité, transition ductile-fragile)
- Séance 5 (2h) : Introduction à la fatigue des matériaux, et application de la mécanique de la rupture pour dimensionner des pièces vis-à-vis de la propagation de fissure

Ressources bibliographiques

- Des Matériaux, 3ème édition, J.-P. Bailon, J.-M. Dorlot, ISBN 2-553-00770-1, Presses Internationales Polytechnique, 2000, 768 pages.
- Science et génie des matériaux, William D. Callister, Jr, Edition DUNOD, 2001
- Précis de métallurgie, Élaboration, structures-propriétés, normalisation, J. Barralis, G. Maeder, AFNOR-NATHAN, 2005

Méthodes générales d'enseignement

- Polycopiés de cours
- Documentation technique constructeurs
- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et leurs corrigés, quizz avec l'outil Wooclap au milieu du module
- Mise en application au cours de 2 séances de Travaux Pratiques :
 - Traitement thermique sur un acier ou un alliage d'aluminium : effet sur les propriétés mécaniques en traction, sur les constituants micrographiques en présence, et mise en évidence de l'effet de la microstructure
 - Observation de microstructures au microscope optique : identification des constituants micrographiques à l'aide de diagrammes d'équilibre, réactions eutectiques, eutectoïdes et péritectiques, interprétation des phénomènes (ségrégation, transformation incomplète, précipitation, ...)

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Contrôle continu

Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : UE8_MG	Titre UE : MANAGEMENT		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F/A
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 7 FC 5	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 68H FC 52H	S7
Mots-clés	Droit social, Gestion des ressources humaines, Communication, Anglais		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Expression et compréhension orale (correction et clarté)
- Culture d'entreprise
- Connaissance du contrat de travail

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Intégrer la contrainte juridique dans la gestion des équipes et d'approfondir les connaissances.
- Intégrer la contrainte RH dans la gestion des équipes et d'approfondir les connaissances.
- Intégrer les attentes académiques du cahier des charges de la Note de Cadrage et de la soutenance
- Communiquer de manière prospective, claire et convaincante sur un projet (être capable de restituer ses enjeux et de démontrer sa valeur ajoutée pour l'élève-ingénieur et pour l'entreprise ; exercer son esprit critique et être force de proposition).
- Se conformer à un ensemble de normes et de conventions académiques écrites et orales.
- Améliorer ses capacités d'expression et de compréhension orale, interprétation de lecture et d'expression écrit.
- Savoir rendre un bilan sur ses expériences
- Connaître les styles de questions, les thèmes les plus communs et les stratégies d'examen du test TOEIC partie 'listening'.
- Pouvoir argumenter et débattre sur un dilemme éthique dans une situation professionnelle.

Description de l'UE

- ECUE Droit social (16H)
 - o Chapitre 3 : La durée et l'aménagement du temps de travail → modes d'organisation durables pour une meilleure performance économique et un climat social serein
 - Section 1 : La durée du travail
 - Section 2 : Les heures supplémentaires
 - Section 3 : L'aménagement du temps de travail
 - o Chapitre 4 : La suspension du contrat de travail
 - Section 1 : Les congés payés
 - Section 2 : Les accidents du travail et les maladies professionnelles
- ECUE Gestion des ressources humaines (20H)
 - o Chapitre 5 : La rupture du contrat de travail :
 - La démission.
 - Le licenciement (Le licenciement pour motif personnel ; Le licenciement pour motif économique).
 - La rupture négociée.
 - Autres modes de rupture
- ECUE Communication (12H)
 - o Méthodologie de la Note de cadrage :
 - Comprendre les enjeux et les attentes de la communication de projet.
 - Approfondissement de la démarche : De l'expérience à la restitution et à la valorisation des savoirs, savoir-faire et savoir-être en jeu.
 - De l'étude du plan générique à une appropriation spécifique en fonction de chaque projet et contexte associé.
 - Guide de la mise en forme. Présentation de la soutenance (déroulement et enjeux) et conseils de préparation.
 - o Atelier de préparation écrit /oral
 - o Conception d'une première infographie de projet
- ECUE Anglais (20H)
 - o 1ère séance : Cours d'anglais général niveau B2 (compréhension de texte, audio, grammaire, vocabulaire). Bilans / Présentations des exposés sur les expériences culturelles et professionnelles pendant le séjour international
 - o 2ème séance : Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent. Vocabulaire TOEIC. Cours et exercices sur les stratégies, styles de questions et contenu du test TOEIC 'listening' parties 1 et 2.



- 3ème séance : Contrôle continu du vocabulaire TOEIC du cours d'anglais précédent. Cours d'anglais général niveau B2 (compréhension de texte, audio, grammaire, vocabulaire). Cours et exercices sur les stratégies, styles de questions et contenu du test TOEIC 'listening' parties 3 et 4.
- 4ème séance : Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent. Activité audio. Recherche, préparation et débats sur les dilemmes éthiques rencontrés par les ingénieurs en milieu professionnel
- 5ème séance : Évaluation (TOEIC blanc) + corrections

Ressources bibliographiques

- www.legifrance.gouv.fr
- Latham-Koenig, Christina, Clive Oxenden, et Jerry Lambert. English File (upper intermediate) Student's Book + Teacher's Guide + Workbook. Oxford University Press. 2019.
- ETS. La bible officielle du test TOEIC. Hachette. 2018.
- ETS, Cassandra Hardy, et Danuta Langner. Grammaire et vocabulaire du test TOEIC. Hachette. 2018.
- Murphy, Raymond. English grammar in use (intermediate, fourth edition). Cambridge University Press. 2012.
- Swann, Michael. Practical English usage. Oxford Press Libri. 2005.
- Lougheed, Lou. 600 essential words for the TOEIC test. Barron. 2008
- Talcott, Charles et Graham Tullis. Target Score (second edition) Student's book + Teacher's book. Cambridge University Press. 2007.
- Ibbotson, Mark. Cambridge English for engineering. Cambridge University Press. 2008.
- Ibbotson, Mark. Professional English in use: engineering. Cambridge University Press. 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- Outils informatiques, Internet, audio, vidéo.
- Préparer et faire un exposé « powerpoint » (durée maximum de 10 minutes) sur ses expériences à l'étranger
- Faire une recherche, former ses avis et débattre aux dilemmes éthiques professionnels.
- Rapports, infographies et diaporamas
- Supports pédagogiques sur les différents concepts et méthodes.
- Exercices de rédaction écrite

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- Ecrite et/ou orale pour les différents items

Code UE : UE9-TI	Titre UE : TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 12 FC 10	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 122H FC 130H	S7
Mots-clés	Méthodes de fabrication, métrologie, usinage, technologies d'assemblage, robotique, innovation		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Expression orale (correction et clarté)
- Culture d'entreprise
- Base de production mécanique
- Base de physique
- Base de statistiques
- Base de cotation GPS
- FAO et usinage 3 axes

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Créer et/ou suivre un projet d'entrepreneuriat ou d'innovation.
- Proposer partiellement une cotation ISO vis à vis du besoin fonctionnel : identifier les principales exigences géométriques en fin de conception, traduire ces exigences sous forme de spécifications géométriques et dimensionnelles
- Améliorer le savoir faire métrologique de l'entreprise : faire une analyse critique d'un processus de contrôle (Connaissances des termes normalisés, Compréhension des enjeux en liaison avec le besoin exprimé, Analyse d'une situation industrielle connue,
- Définir un processus de contrôle (Connaissance des termes normalisés, Compréhension dans le cas d'une vérification de conformité et d'un process de production), d'évaluer des Incertitudes de mesure dans des cas simples (Connaissance des méthodes d'évaluation)
- Concevoir une solution d'industrialisation d'une pièce ou d'un système par les moyens de production conventionnels (usinage, formage)
- Concevoir d'une solution d'industrialisation d'une pièce ou d'un système par les moyens de production conventionnels (usinage, formage) : FAO Multi Axes : 4h cours et démonstration usinage 5 axes, 4h TP apprentissage FAO 5 axes, 20h : projet usinage multi axes : 12 heures FAO + 8 heures usinage 5axes
- Différencier les architectures des robots/cobots industriels
- Maitriser les principes de programmation dans l'environnement numérique robotstudio
- Programmer et mettre en œuvre un robot industriel pour des opérations de pick and place sur robot KUKA

Description de l'UE

- ECUE Innovation (20h) : Introduction générale sur la propriété intellectuelle
 - o Chapitre 1 : Le droit des brevets :
 - Introduction,
 - Les inventions protégées (conditions de brevetabilité),
 - L'enregistrement,
 - Les modalités d'enregistrement (procédure),
 - La titularité du droit (inventions de mission/hors mission, etc),
 - o L'étendue de l'exploitation (prérogatives, contrefaçon, etc),
 - o Les contrats d'exploitation
 - o Chapitre 2 : Le droit des marques :
 - Introduction,
 - Les marques protégées ,
 - Les signes pouvant être protégés,
 - Les conditions de la protection,
 - L'enregistrement,
 - Les modalités d'enregistrement (procédure),
 - La titularité du droit,
 - L'exploitation du droit de marque,
 - L'étendue de l'exploitation (prérogatives, contrefaçon, etc),
 - Les contrats d'exploitation,
 - La perte du droit de marque (déchéance, nullité)
- ECUE Robotique (10+10H)
 - o Introduction sur les différentes architectures de robots industriels et les principes de programmation



- Tp N°1 sur la programme hors ligne des installations robotisées. Programmation dans l’environnement Robotstudio
- TP N°2 Mise en œuvre d’un robot industriel. Mise en évidence des contraintes de déplacement (singularité)
- ECUE Méthodes de fabrication (18+18H)
 - La première partie du cours vise une mise en situation progressive de l’apprenti, proche des réalités industrielles, afin d’acquérir et d’améliorer ses compétences technologiques utiles au sein du bureau de méthodes (BM) avec une attention particulière à la fabrication additive (FA). Les points suivants sont abordés : La fonction méthode dans le système entreprise, Analyse de fabrication en bureau des méthodes, La fonction méthode dans la Fabrication additive, Intégrer dans une analyse de fabrication les contraintes de qualité, coûts, délais, HSE...,
 - La deuxième partie du cours vise à définir les contraintes de sécurité et technologique pour la mise en place et l’agencement d’un atelier de fabrication additive métallique, avec un cas d’étude sur une machine de type SLM. Cela permettra de bien définir : Règles de sécurité pour l’installation d’une machine, Besoins en équipements et en personnels, Agencement et organisation des postes de travail
- ECUE Technologies d’assemblage (18+18H)
 - métaux en feuille (4h cours + 8h tps + 2h forge)
 - Fonderie (4H)
- ECUE Métrologie (28+28H)
 - Principes généraux en cotation fonctionnelle pour assurer la montabilité et la précision d’un assemblage, points d’entrée pour la métrologie. Application sur des exemples simples.
 - Principes généraux du contrôle et de la métrologie industriels : le contrôle industriel, la métrologie industrielle, la vérification de conformité, l’évaluation des Incertitudes de mesure
 - Applications dans différents domaines de mesures industrielles : Application aux mesures dimensionnelles et tridimensionnelles, 1 Contrôle continu
- ECUE Projet technique et usinage complexe (28+28H)
 - ...

Ressources bibliographiques

- Techniques de l’ingénieur
- Michel Colombié, Jean-Pierre Cordebois et coll. Fabrication par usinage. L’usine nouvelle, Dunod, 2013
- Claude Barlier et Alain Bernard. Fabrication additive du prototypage rapide à l’impression 3D. L’usine nouvelle, Dunod, 2015
- Suite de livres de Bernard Anselmetti sur la maîtrise des variations géométriques (tolérancement fonctionnel, tolérancement de fabrication, métrologie)
- Ensemble de la normalisation relatives à la métrologie et au 6sigma
- La métrologie en entreprise : afnor 2011
- GUM – BIPM
- GPS - AFNOR
- Cours robotique industrielle_VF_PERZ_PROF_2020_SAVOIR.pdf
- <http://www.glaurent.free.fr/cours/polyRobotiqueIndustrielle.pdf>

Méthodes générales d’enseignement

- Slides de cours Méthode
- Documents techniques d’implantation de l’atelier fabrication additive (SLM HL 280) de l’ENSAM Bordeaux :
- Plan des installations
- Fiches d’analyse de risques
- Fiches de sécurité des produits ...
- Support de cours, démonstration sur moyen de mesure du laboratoire de métrologie de l’ensam (marbre, colonne de mesure, MMT). Solveur Excel pour traiter un nuage de points issus de la MMT.
- Etude de cas en entreprise par les stagiaires si possible Voir modalités d’évaluation
- Supports pédagogiques sur les différents concepts et méthodes.
- Les tp seront réalisés dans l’environnement de programmation Robostudio
- Les tp applicatifs seront réalisés sur des robots KUKA

Méthodes et critères généraux d’évaluation

- Contrôle continu
- Oral
- Ecrit



- ECUE Métrologie : Rapport. Un audit d'un processus de vérification de conformité à l'aide de moyens tridimensionnels. Il consiste en 10 pages et annexes à analyser un processus de mesure 3D de l'entreprise de l'expression du besoin à la maîtrise du processus de vérification à la conformité de ce même besoin.

Code UE : UE10_SI	Titre UE : SCIENCE DE L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 4 FC 8	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 74H FC 74H	S8
Mots-clés	Génie des matériaux, Initiation à la simulation numérique des procédés, Ethique de l'ingénieur, Transfert thermique		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Capacité d'analyse d'un problème
- Calculs mathématiques
- Cours de Génie des Matériaux de 1ère année
- Cours de Santé matière et Endommagement de 2e année
- Expression orale, Ouverture sur l'autre et le monde
- Culture d'entreprise, Note de cadrage de projet, Expériences professionnelles
- Module « Endommagement » du cours de génie des matériaux

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- **Acquérir, suivant la voie de recrutement, les prérequis manquants pour suivre le PGE**

En particulier :

- ECUE GENMAT : Le premier objectif de ce cours est de transmettre aux apprenants un socle de connaissances de base sur les mécanismes d'endommagement les plus courants (rupture fragile et rupture ductile), afin qu'ils disposent d'une certaine compréhension des phénomènes impliqués s'ils sont amenés à analyser les propriétés à rupture de matériaux dans le cadre de leurs activités professionnelles. Pour ce faire, la première partie du cours décrit les mécanismes de déformations fondamentaux à l'échelle microscopique (élasticité, plasticité) avant d'explicitier les mécanismes d'endommagement à ces échelles. Il est à noter que l'endommagement en fatigue n'est pas abordé dans ce cours car il a déjà été traité dans un cours antérieur. Dans un second temps, des éléments de mécanique des milieux continus (MMC) sont introduits (notions de tenseur des déformations, tenseur des contraintes) afin de pouvoir formaliser plusieurs critères de rupture et de plasticité qui sont utilisés dans l'analyse de calculs par éléments finis. L'objectif est ici que les apprenants comprennent la signification de ces critères au regard des mécanismes physiques abordés dans la première partie du cours, afin qu'ils soient capables d'utiliser des critères pertinents vis-à-vis du matériau dans une démarche de dimensionnement. De fait, ce cours permet aussi d'introduire plusieurs notions nécessaires pour le cours de simulation numérique qui intervient ultérieurement dans la formation. A l'issue de ce module, les apprenants seront capables : De décrire les mécanismes de rupture fragile (clivage) et rupture ductile à l'échelle microscopique et de faire le lien avec les propriétés mécaniques macroscopiques, de citer et d'expliquer quelques critères de rupture / plasticité, d'utiliser le formalisme de la mécanique des milieux continus pour résoudre analytiquement un problème mécanique simple (quasi-statique, hypothèse des petites déformations, et hypothèse d'un comportement élastique)
- ECUE Transfert thermique : Le premier module fait suite à celui sur les diagrammes d'équilibre. Il a pour objectif de présenter plusieurs traitements thermiques couramment employés pour optimiser les propriétés mécaniques d'un matériau au regard de son emploi, dans le cas des aciers. Les compétences visées sont les suivantes : Comprendre les évolutions de microstructure occasionnées par les traitements thermiques (recuit, trempe, revenu) dans le cas des aciers. Savoir utiliser des diagrammes TTT et TRC pour choisir des paramètres de traitement adéquats. Connaître les traitements de surface les plus élémentaires et leurs fonctions
- ECUE Ethique de l'ingénieur : A l'issue de la formation, l'élève ingénieur sera capable de réaliser sa nature d'être humain au cœur d'un système sans cesse en mouvement. Il aura pris conscience que sa future position dans le mode du travail est une somme d'attitude à développer au quotidien tout en gardant en cohérence valeurs personnelles, éthique et déontologie.
- ECUE Initiation à la simulation numérique des procédés (ELFIN) : De nombreux outils de simulation numérique sont utilisés dans le domaine de la mécanique, que ce soit pour la simulation des procédés ou pour le dimensionnement de structures. Ces outils utilisent souvent la méthode des éléments finis. S'ils sont relativement faciles à prendre en main, l'interprétation des résultats obtenus nécessite cependant une certaine connaissance de la méthode des éléments finis. Par ailleurs, du fait de la place centrale que prend le numérique dans les processus de R&D, il devient aujourd'hui indispensable pour les ingénieurs d'avoir quelques compétences en modélisation, ne serait-ce que pour pouvoir prendre du recul par rapport à des résultats fournis par des bureaux de calcul. Ce cours a principalement deux objectifs. Le premier consiste à se familiariser avec les choix et simplifications qu'un ingénieur est amené à effectuer lors de la modélisation d'un problème de mécanique. Le deuxième objectif est d'acquérir une connaissance suffisante de la méthode des éléments finis permettant de bien comprendre les tâches effectuées par le logiciel lorsqu'une simulation est réalisée. A l'issue de ce cours, l'apprenant sera capable de : rappeler toutes les briques que doit comporter un modèle en vue de sa résolution par éléments finis, expliquer dans les grandes lignes la méthode des éléments finis, réaliser un calcul simple par éléments finis avec ABAQUS et en interpréter les résultats.

Description de l'UE

- ECUE Génie des matériaux (32+32H) : Séance 1 (2h) : Mécanismes physiques de déformation et d'endommagement. Séance 2 (4h) : Introduction à la mécanique des milieux continus : déformations, contraintes. Séance 3 (2h) : Critères de résistance. Séance 4 (1h) : TD sur les critères de résistance. Séance 5 (1h) : Théorie de l'élasticité. Séance 6 (2h) : TD résolution d'un problème de mécanique par la MMC (évaluation)
- ECUE Transfert thermique (12+12H) : Séance 1 (2h) : Liens microstructure – propriétés, rappels du diagramme Fe-C, traitement d'austénitisation. Séance 2 (2h) : Procédures TTT et TRC + TD. Séance 3 (2h) : Traitements de trempe et revenu. Séance 4 (2h) : TD + traitements superficiels. Séance 4 (4h) : TP 1. Séance 5 (4h) : TP 2. Séance 6 (4h) : TP 3
- ECUE Ethique de l'ingénieur (12+12H) :
 - o Charte éthique de l'ingénieur. L'ingénieur : avant tout un être humain. L'ingénieur et ses compétences. L'ingénieur et son métier. L'ingénieur et ses missions. L'ingénieur et la société. Introspection individuelle. Synthèse et ouverture
- ECUE Initiation à la simulation numérique des procédés (18+18H)
 - o Séance 1 (4h) : TP d'initiation à la simulation numérique en mécanique (logiciel ABAQUS)
 - o Séance 2 (2h) : Cours sur la modélisation d'un problème en mécanique ; TD modélisation
 - o Séance 3 (2h) : TD d'introduction à la méthode des éléments finis
 - o Séance 3 (4h) : Cours sur la méthode des éléments finis
 - o Séance 4 (2h) : Cours sur les algorithmes de résolution
 - o Séance 5 (4h) : TP de simulation d'une éprouvette contenant un défaut géométrique (logiciel ABAQUS)

Ressources bibliographiques

- Des matériaux, 3e édition, J.P. Bailon, J.M. Dorlot, ISBN 2-553-00770-1, 2000
- Endommagement et rupture des matériaux, vol. 1, M. Clavel, P. Bompard, ISBN 978-2-7462-2448-3, 2009
- Endommagement et rupture des matériaux, D. François, ISBN 2-86883-714-X, 2004
- Local Approach to Fracture, J. Besson, C. Berdin, S. Bugat, R. Desmorat, disponible en ligne
- Au cœur de la tourmente, la pleine conscience, Jon Kabat-Zin, deBoeck Supérieur, 2019, ISBN : 978-2-8073-0577-9
- L'intelligence émotionnelle, Daniel GOLEMAN, J'ai LU, 2017, ISBN : 978-2-290-10065-3
- Le meilleur de soi, Guy CORNEUA, J'ai LU, 2008, ISBN : 978-2-290-00913-0
- En quête de sens, deux amis d'enfance partent autour du monde dans un voyage initiatique qui les amène à reconsidérer le sens de la vie, leur rapport à la nature, aux autres et au bonheur.
- 12 Hommes en Colère, un homme seul réussit à convaincre un à un les 11 jurés de l'innocence de l'accusé, un jeune homme immigré que l'on juge pour parricide. Un film sur le leadership authentique, le courage et la force de conviction.
- Invictus, ce film dépeint la lutte nécessaire d'une nation déchirée, l'Afrique du Sud, pour le pardon. Deux leaders, le président, Nelson Mandela, et le capitaine de l'équipe des Springbox, chacun issu de communautés se haïssant, se mobilisent pour une cause : l'union.
- Le cercle des poètes disparus, la rencontre entre un jeune homme timide et un professeur de lettres anglaises qui encourage le refus du conformisme, l'épanouissement des personnalités et le goût de la liberté.
- Into the Wild : Christopher McCandless est un étudiant américain brillant qui vient d'obtenir son diplôme et qui est promis à un grand avenir. Rejetant les principes de la société moderne, il décide de partir sur les routes, sans prévenir sa famille.
- Références fournies dans les supports de cours

Méthodes générales d'enseignement

- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et leurs corrigés
- Charte d'éthique de l'ingénieur par l'IESF, Société des Ingénieurs et Scientifiques de France, <https://www.iesf.fr/>
- Approches théoriques et expérientielles à l'aide d'ateliers pratiques thématiques et de Mindfulness, méditation de pleine conscience, <https://www.association-mindfulness.org/>
- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et TP et leurs corrigés, logiciel ABAQUS (version étudiante suffisante)

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Eval chapeau

- ECUE Ethique de l'ingénieur (livrables) : La validation de ce module se fera par la construction en contrôle continu. D'une ligne de vie et d'un blason. Ces éléments seront la représentation à l'instant t de la construction de leur nouvelle posture d'ingénieur

Code UE : UE11-MG	Titre UE : MANAGEMENT		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F/A
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 4 FC 6	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 80H FC 72H	S8
Mots-clés	Gestion commerciale et marketing, management, communication, EACP, anglais		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Expression et compréhension orale (correction et clarté) , niveau B1
- Culture d'entreprise et des différents secteurs industriels
- Acquis du S7
- Appropriation des modules de management précédents
- Fonctionnement et organisation des entreprises
- Gestion de projet 2

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Améliorer ses capacités d'expression et de compréhension orale, interprétation de lecture et d'expression écrite.
- Connaître le domaine de «humanitarian engineering» et se renseigner sur les solutions durables savoir s'exprimer sur le sujet
- Connaître les styles de questions, les thèmes les plus communs et les stratégies d'examen du test TOEIC partie 'Reading'.
- Être capable de réaliser une synthèse en anglais à partir d'une vidéo
- Être capable de s'autoévaluer dans son environnement professionnel et de formation
- Être capable de choisir et de gérer son parcours professionnel en étant acteur de ses propres choix et donc de son parcours professionnel
- Connaître les principes et concepts de base de la gestion marketing et commerciale de l'entreprise (outils, liens avec les différents services de l'entreprise)
- Apprécier l'utilisation et l'utilité des études commerciales
- Associer la gestion commerciale des produits à la gestion technique
- Participer à l'élaboration du marketing mix d'un produit et au business model d'une entreprise
- Transférer des compétences
- Négocier dans le cadre d'un projet
- Préparer le travail avec les parties prenantes d'un projet dans un esprit pluri professionnel voire pluriculturel
- Se positionner en tant que leader d'une équipe

Description de l'UE

- ECUE Gestion commerciale et Marketing (28h)
 - o Les concepts : fondements, la notion de produit et/ou de service, le marché et le comportement du client, l'environnement commercial.
 - o Les études commerciales : les notions d'études de marché, d'études qualitatives, quantitatives, de notoriété, d'image.
 - o La gestion des produits : gammes, marques, lignes de produits, la courbe de vie....
 - o Le mix marketing : raisonnement et composantes (produit, prix, communications, publicité, distribution, communications hors-médias et medias)
 - o Le marketing stratégique et les spécificités dans l'industrie et dans les services.
 - o Le marketing et le développement durable = comment éviter le « greenwashing »
 - o Le business model d'une entreprise : 9 piliers pour présenter ses idées
- ECUE Management (24H)
 - o Développer son potentiel "pédagogue" :
 - Déterminer le contexte et le périmètre d'intervention.
 - Lister les besoins matériels.
 - Préparer l'espace et les supports.
 - Quels apports des méthodes nouvelles ?
 - Réaliser son autodiagnostic pédagogique
 - o Négocier dans un projet
 - LA REFLEXION PRÉALABLE :
 - De quoi s'agit-il ?
 - Analyser les parties prenantes pour bien connaître ses interlocuteurs : Analyser les enjeux et les rapports de pouvoirs. Distinguer pouvoir, légitimité, urgence. Bâtir une stratégie des "alliés" pour anticiper les résistances aux changements. Choisir une stratégie intégrative ou distributive



- Préparer sa négociation : point essentiel de la réussite : Formuler un objectif commun. Envisager les options possibles. Préparer ses solutions de repli. Bien définir les rôles dans une négociation. Présenter et argumenter l'offre
- LA POSTURE
 - Établir une relation favorable à une négociation constructive : Connaître son style relationnel. Choisir des comportements facilitants. Surmonter ses craintes et garder sa flexibilité
 - Conclure des accords profitables : Anticiper les objections en phase de conclusion. Spécifier et verrouiller les accords. Évaluer la satisfaction des parties prenantes
 - Éviter les risques et les pièges majeurs en négociation : Sortir des impasses de l'affrontement. Gérer la méfiance entre les acteurs. Surmonter les tensions du face-à-face
- Les fondements du leadership
 - Identifier les fondements du leadership pour un manager :
 - Repérer les facteurs d'influence d'un leader.
 - Donner du sens et de la vision à l'action.
 - Rendre cohérents valeurs et action pour développer son exemplarité. Identifier les postures nécessaires à un manager leader
 - Développer son intelligence émotionnelle pour être un "leader résonnant"*, en phase avec lui-même et son environnement :
 - Repérer son style de leadership et en évaluer son influence.
 - Détecter ses ressources et ses marges de progrès pour mobiliser sa propre intelligence émotionnelle.
 - Développer sa communication interpersonnelle par l'intelligence émotionnelle : assertivité, empathie et méta communication
 - Développer son leadership situationnel :
 - Intégrer dans sa pratique les savoir-faire du leadership situationnel.
 - Apprécier le niveau de maturité de ses collaborateurs (compétence et motivation).
 - Mesurer les effets des différents styles (directif, persuasif, participatif, délégitif) sur les collaborateurs.
 - Changer de style en fonction des situations et de l'évolution des collaborateurs
- ECUE Communication (4H)
 - Atelier d'élaboration de la note de cadrage
 - Atelier de réalisation du diaporama de la soutenance et entraînements oraux
- ECUE EACP (4H) : 2ème séance
 - Retour sur le positionnement individuel fait lors de la 1ère séance et établir son positionnement en cours de 2ème année, mesurer les écarts.
 - Retour sur le plan d'amélioration individuel établi lors de la 1ère séance et évaluation de l'atteinte des objectifs fixés.
 - Réflexion sur le métier d'ingénieur en Génie mécanique dans différents secteurs industriels en vue d'établir une « fiche métier » propre à chaque secteur industriel pour la séance de 3ème année.
 - Pour cela, l'apprenti devra :
 - Individuellement ou en groupe contacter des ingénieurs exerçant le métier visé, préparer un questionnaire permettant d'identifier : Quels sont les prérequis pour accéder à ce métier ? Quelles sont les activités quotidiennes, mensuelles, annuelles exercées ? Quelles sont les possibilités d'évolutions ? Salaires d'embauches et évolutions
 - Faire une restitution devant toute la promotion à l'aide d'un PPT lors de la 3ème séance d'EACP programmée en 3ème année dans lequel on retrouvera toutes les informations collectées ainsi que les coordonnées des personnes contactées
 - Toutes ces présentations seront mises à disposition de toute la promotion, constituant ainsi leur 1ère base de données métier ainsi que leur 1er réseau professionnel.
- ECUE Anglais (20H)
 - 1ère séance : Cours d'anglais général niveau B2 (compréhension de texte, audio, grammaire, vocabulaire). Activité audio. «Humanitarian engineering» et ses solutions durable (vidéo, discussion, débat)



- 2ème séance : Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent. Vocabulaire TOEIC. Cours et exercices sur les stratégies, styles de questions et contenu du test TOEIC 'Reading' parties 5 et 6.
- 3ème séance : Contrôle continu du vocabulaire TOEIC du cours d'anglais précédent. Cours d'anglais général niveau B2 (compréhension de texte, audio, grammaire, vocabulaire). Cours et exercices sur les stratégies, styles de questions et contenu du test TOEIC 'Reading' partie 7.
- 4ème séance : Contrôle continu de l'anglais général du cours d'anglais précédent. Grammaire correspondant au test TOEIC. Recherche et présentation du contexte et contenu d'une vidéo sur un sujet technique. «Humanitarian engineering» Entreprenre et présenter une étude de cas individuelle (exposé powerpoint)
- 5ème séance : Évaluation (TOEIC blanc) + corrections

Ressources bibliographiques

- Latham-Koenig, Christina, Clive Oxenden, et Jerry Lambert. English File (upper intermediate) Student's Book + Teacher's Guide + Workbook. Oxford University Press. 2019.
- ETS. La bible officielle du test TOEIC. Hachette. 2018.
- ETS, Cassandra Hardy, et Danuta Langner. Grammaire et vocabulaire du test TOEIC. Hachette. 2018.
- Murphy, Raymond. English grammar in use (intermediate, fourth edition). Cambridge University Press. 2012.
- Swann, Michael. Practical English usage. Oxford Press Libri. 2005.
- Lougheed, Lou. 600 essential words for the TOEIC test. Barron. 2008
- Talcott, Charles et Graham Tullis. Target Score (second edition) Student's book + Teacher's book. Cambridge University Press. 2007.
- Ibbotson, Mark. Cambridge English for engineering. Cambridge University Press. 2008.
- Ibbotson, Mark. Professional English in use: engineering. Cambridge University Press. 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- Outils informatiques, Internet, audio, vidéo.
- Présenter et comprendre la différence entre des informations réelles et les « fake news »
- Présenter un résumé du contenu et du cadre contextuel d'une vidéo sur un sujet technique
- Rapports, infographies et diaporamas
- Grilles d'autoévaluation en entreprise
- Plan d'amélioration individuel
- Support de présentation
- ECUE Gestion commerciale et marketing : Un premier temps de travail avec des articles d'actualités sur des stratégies d'entreprise puis support pédagogique pour réaliser le diagnostic, guide pour élaborer le mix d'un produit avec la nécessité d'intégrer le développement durable dans le mix marketin . Un temps sera consacré à un apport d'éléments d'analyse financière.

Le business model GRP sera décliné.

- ECUE Management : Un entraînement autour d'un transfert de compétences / connaissances sera réalisé. Un guide pédagogique sera constitué en fonction des situations et besoins du groupe. Lors des simulations, les fonctions seront réparties entre ceux qui réalisent et ceux qui observent. Les entraînements seront filmés afin de réaliser une séance de débriefing. La partie négociation sera constituée par un retour d'expériences de terrain sur les projets des apprentis et donc par une application des principes de négociation (parties prenantes, situations, préparation, négociation/action, conclusion, posture ...). Ce travail sera basé sur la démarche de codéveloppement professionnel. Enfin la partie leadership alternera un positionnement et une mise en situation pour illustration.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Eval chapeau

- Contrôle continu
- Soutenance : Ecrit / Orale
- ECUE Management :
 - Pour la partie pédagogie : élaboration d'une formation en présentiel et « distanciel » avec les supports et le guide pédagogique
 - Pour la partie négociation : simuler et animer une négociation dans le cadre d'un projet avec remise d'un support écrit (compte-rendu) et évaluation orale
 - Pour la partie leadership : étude de cas avec compte-rendu en binômes



Code UE : UE12-TI	Titre UE : TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 7 FC 6	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 112H FC 112H	S8
Mots-clés	LEAN, théorie des gammes de fabrication additive métallique, projet CFAO orienté design		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Lecture et compréhension de dessins industriels en plusieurs vues suivant la norme européenne.
- Connaissances du logiciel 3DX , maîtrise des ateliers Part Design et Assembly Design.
- Bloc 5 : Management des projets
- Culture d'entreprise
- Cours « Fabrication additive métallique » (M. El-May)
- Cours « Santé matière des matériaux fabriqués par SLM et endommagement » (M. Bonneric)
- Etre titulaire d'un diplôme de niveau IV
- Être issu d'une filière technique
- Culture d'entreprise

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- **Acquérir, suivant la voie de recrutement, les prérequis manquants pour suivre le PGE**

En particulier :

- Appréhender les outils et principes du Lean – Six Sigma, leurs objectifs et leurs impacts.
- Appréhender les conditions de mise en œuvre du Lean Management.
- Développer une culture générale de ce qu'est la maintenance industrielle dans une entreprise moderne.
- Connaître les outils nécessaires à la gestion et au fonctionnement d'un service maintenance
- Connaître les obligations réglementaires auxquelles est soumis un service maintenance
- Maîtriser la mise en œuvre des fondamentaux et des méthodes élémentaires de travail en conception mécanique assistée par ordinateur et en gestion de données techniques.
- Approfondissement du logiciel 3D Expériences, notamment des modules Generative Shape Design et Collaborative Lifecycle Management.
- Apprentissage des fondamentaux de la conception assistée par ordinateur en surfacique.
- ECUE théorie des gammes de fabrication additive métallique : Le procédé SLM est un processus complexe, au sens où de nombreuses étapes sont nécessaires pour fabriquer une pièce à partir de poudres métalliques et de fichiers CAO. Au cours de ces étapes, l'ingénieur en charge de la fabrication est amené à faire un certain nombre de choix, ainsi qu'à adopter des règles de bonne pratique qui impacteront la fabricabilité et les propriétés des pièces.
- Ce cours propose de formaliser plusieurs protocoles permettant de fabriquer des pièces de « bonne qualité », en parcourant les différentes étapes de la chaîne de fabrication et de la chaîne numérique.
- Un accent sera également porté sur les contraintes résiduelles et les spécificités des microstructures issues du procédé SLM, afin de faire le lien entre le procédé et les matériaux obtenus.
- A l'issue de ce cours, l'apprenant sera capable de : proposer et justifier une procédure permettant de fabriquer des pièces brutes de bonne qualité par SLM, expliquer comment le procédé affecte la microstructure et les propriétés des pièces fabriquées par SLM, mettre en œuvre des simulations numériques du procédé SLM pour analyser la distorsion de pièces issues des contraintes résiduelles.

Description de l'UE

- ECUE Lean (24H)
 - Historique du LEAN.
 - Qu'est-ce que le LEAN ?.
 - La Philosophie du LEAN.
 - L'utilisation du LEAN.
 - Le principe fondamental du LEAN
 - Généralités du LEAN
 - Les Démons du LEAN
 - Les 7 gaspillages
 - Les Outils du LEAN
 - Les relations Clients Fournisseurs internes et externes
 - Les gains / les impacts.
 - Les outils du Lean.
 - Pareto.
 - Les 10 états d'esprits du Lean

- Le 5S
- Le diagramme spaghetti
- La VSM
- Diagramme causes – effets.
- 5 pourquoi.
- A3 et DMAIC.
- Management visuel
- Méthodes de résolutions de problèmes
- Déroulement global
- Utilisation des outils
- Piloter les actions / les chantiers, systémique et outils
- Mise en situation réelle et simulation d'une chaîne de production
- Evolution et mise en pratique de l'amélioration continue
- Apprentissage des notions de performances et de pilotage des projets d'amélioration
- Notions de développement durable RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises)
- Quelques outils
- Prise en compte du développement durable dans le pilotage des projets industriels et organisationnels
- Être capable d'identifier les gains liés au développement durable
- Mettre en œuvre des actions favorisant des impacts positifs pour la société
- ECUE Maintenance : principes de base de la maintenance (8H)
 - La Maintenance :
 - 1°) Le service maintenance dans l'entreprise
 - 2°) l'organisation d'un service maintenance
 - 3°) La définition de la maintenance
 - 4°) Les différents niveaux de maintenance
 - 5°) Les différents types de maintenance
 - 6°) La fiabilité
 - 7°) Le taux de panne
 - 8°) Le MTBF
 - 9°) Le MTTR
 - 10°) La disponibilité machine
 - 11°) Le but de la maintenance préventive
 - 12°) Comment choisir son type de maintenance préventive? ° Criticité machine
 - 13°) Connaitre son taux de préventif idéal
 - 14°) Créer son plan de maintenance
 - 15°) Décrire sa politique de maintenance
 - 16°) les indicateurs de performance
 - L'auto-maintenance
 - 1°) L'auto-maintenance c'est quoi?
 - 2°) L'auto-maintenance ça sert à quoi?
 - 3°) Les risques
 - 4°) Le profil de l'auto-mainteneur
 - 5°) Quels avantages peut-il en tirer?
 - 6°) Comment la mettre en place?
 - 7°) Les indicateurs
 - Les obligations et le réglementaire
 - 1°) Quelles sont nos obligations?
 - 2°) La sécurité des personnes
 - 3°) Les obligations réglementaires
 - 4°) Les normes ISO
- ECUE Projet CFAO orienté design (40)
 - Prise en mains de l'atelier Generative Shape Design par l'intermédiaire de plusieurs exercices, réalisé en autonomie.
Exercice 1 : Création de surface à partir de courbes données. Exercice 2 : Création de courbes et des surfaces associées.
Exercice 3 : Création de loi de comportements. Exercice 4 : Découpe et assemblage avancé.
 - Réalisation d'un projet personnelle avec les contraintes de conception associée à l'impression 3D.
 - Gestion de projet, appréhension de PLM et de la base de données 3DX
- ECUE Théorie des gammes de fabrication additive métallique (40)



- Séance 1 (4h) : Rappel des chaînes de production et de fabrication, caractérisation et gestion des matières premières, procédures pour la mise en plateau, règles de bonne pratique pour la fabrication de pièces
- Séance 2 (4h) : Caractéristiques des microstructures obtenues par SLM, notions de déformations thermiques, contraintes résiduelles, exemples de post-traitements (thermiques)
- Mini-projet « Caractérisation de la rugosité » (12h) : Mise en place d'une démarche d'étude concrétisée par la réalisation et la caractérisation de pièces.
- Séance 3 (4h) : Rédaction d'un rapport d'étude sur les activités du mini-projet (évaluation)
- TP numérique (12h) : Introduction à la simulation numérique, calibration d'un modèle « Inherent Strain », étude de la distorsion de pièces (évaluation)

Ressources bibliographiques

- Le système qui va changer le monde : Une analyse des industries automobiles mondiales dirigée par le Massachusetts institut of technology (Français) Broché – 22 février 1993 de Daniel Jones (Auteur), Jim Womack (Auteur), Daniel Roos (Auteur)
- Livres de Christian Hohmann :
- <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/publications/livres>
- Problem-Solving Tools What they are. When to use them. How to use them.
 - Fred Nickols DISTANCE CONSULTING LLC
- Le management lean, 2e édition, révisée
 - [Pearson France](#)

Méthodes générales d'enseignement

- Logiciel 3D Expérience, (Catia V6 ou Catia V5)
- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et TP et leurs corrigés.
- PPT
- Exercices d'application en lien avec la réalité du terrain
- PPT et mise en situation pratique et ludique

Méthodes et critères généraux d'évaluation

Eval chapeau

- Evaluation individuelle écrite sur table

Code UE : UE 13-SI	Titre UE : SCIENCE DE L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 3 FC 3	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 68H FC 68H	S9
Mots-clés	Santé matière et endommagement, Informatique industrielle, Système d'information		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Culture générale industrielle
- Culture générale sur les matériaux métalliques (phénomène de plasticité)
- Notions de probabilités

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Reconnaître les principaux défauts générés au cours du procédé SLM et expliquer l'influence des paramètres procédé sur leur génération,
- Proposer des démarches de caractérisation des défauts,
- Utiliser des outils de mécanique de la rupture pour estimer la criticité de fissures dans le cas de chargements monotones ou cycliques.
- De définir un système d'information et ses principales composantes
- De mettre en œuvre des outils de modélisation de données et de traitements
- De modéliser un système d'information selon une approche processus
- De diagnostiquer un système d'information (identification des axes d'amélioration)

Description de l'UE

- ECUE Santé matière et endommagement (12H)
 - o Les 4 premières séances de 2h correspondent à un cours magistral suivi d'un TD pour effectuer des mises en applications. La 5e séance, de 1h, est dédiée à l. Enfin, la dernière séance, de 1h, est dédiée à l'évaluation des acquis via un examen écrit.
 - Séance 1 (2h) : Rappels mathématiques
 - Séance 2 (2h) : Rappels sur le procédé SLM, typologie des défauts issus de ce procédé et impact sur les propriétés mécaniques
 - Séance 3 (2h) : Caractérisation de populations de défauts, manipulation de statistiques de défauts en tenant compte des effets d'échelle (théorie du maillon le plus faible)
 - Séance 4 (2h) : Introduction à la mécanique de la rupture (notion de facteur d'intensité des contraintes pour une fissure, ténacité, transition ductile-fragile)
 - Séance 5 (2h) : Introduction à la fatigue des matériaux, et application de la mécanique de la rupture pour dimensionner des pièces vis-à-vis de la propagation de fissure
- ECUE Informatique industrielle (24H)
 - o Présentation d'un SAP
 - o Types d'échanges dans une structure de production
 - o Architecture d'une unité de production
 - o Nouvelles façons de communiquer
 - o Application
- ECUE Système d'information (32H)
 - o Découverte des systèmes d'information
 - Les apprentis organisés en équipe (de 3 ou 4) disposent de 4 heures pour remettre un document de synthèse répondant aux questions suivantes :
 - Qu'est-ce qu'un système d'information ?
 - À quoi sert-il ?
 - Quel est son rôle dans la stratégie de gestion d'une entreprise ?
 - Comment peut-on le représenter ?
 - Que suggérez-vous pour identifier ses points faibles ? Ses points forts ?
 - Comment se positionne l'informatique vis-à-vis des systèmes d'information ?
 - Quel est le rôle du SI dans la chaîne numérique PLM ?
 - Quelle analyse sommaire faites-vous du système d'information de votre entreprise ? Est-il en conformité avec le RGPD ?



Chaque équipe peut utiliser internet et dispose d'un capital de 50 points permettant de poser des questions à l'intervenant. Il revient à l'intervenant de fixer le nombre de points nécessaires que doit consommer l'équipe pour obtenir une réponse à la question posée.

- Séance 2 : 4 heures
 - Présentation du travail de découverte :
 - 10 minutes d'exposé par équipe
 - 10 minutes d'échanges avec le jury (composé de l'intervenant et de deux représentants désignés parmi les autres équipes)
 - 10 minutes de délibération
 - Débriefing et cours magistral (définition et rôle du SI)
- Séance 3 : 4 heures
 - Cours magistral sur l'approche « Merisienne » des systèmes d'information
 - Présentation synthétique de la méthode Merise
 - Les modèles de données et de traitements
 - Exercices pédagogiques (individuels et/ou en équipe) de mise en pratique : MCT et MOT
- Séance 4 : 4 heures
 - Cours magistral sur l'approche « Merisienne » des systèmes d'information
 - Les modèles de données et de traitements
 - Exercices pédagogiques (individuels et/ou en équipe) de mise en pratique : Diagramme des flux, Dictionnaire des données, MCD et MLD
- Séance 5 : 4 heures
 - Cours magistral sur le diagnostic des systèmes d'information
 - Définition d'un diagnostic
 - Différenciation diagnostic / audit
 - Les questions clés avant d'engager un diagnostic
 - Méthodologie de diagnostic (avant / pendant / après)
 - Guide de bonnes pratiques
 - L'analyse fonctionnelle appliquée aux systèmes d'information
 - Exercice pédagogique de mise en pratique
- Séance 6 : 4 heures
 - Cours magistral sur l'analyse de processus
 - Définition d'un processus
 - Finalités de l'analyse de processus
 - La Grille d'Analyse de Processus
 - Modalités de mise en œuvre
 - Exploitation des grilles
- Séance 7 : 4 heures
 - Cas pédagogique encadré issu d'une étude réelle (à mener en équipe de 3 ou 4 apprentis).
- Séance 8 : 4 heures
 - Cas pédagogique encadré issu d'une étude réelle (à mener en équipe de 3 ou 4 apprentis).

Ressources bibliographiques

- Sites Internet dédiés aux systèmes d'information
- Expression des besoins dans un projet SI (DUNOD - Juin 2017 - Chantal MORLEY, Jean HUGUES, Bernard LEBLANC)
- Management d'un projet Système d'Information - 8e édition (DUNOD – Mai 2016 – Chantal MORLEY)
- Management des systèmes d'information 15^e édition (PEARSON – Keneth et Jane LAUDON)
- Mesurer la performance du système d'information (EYROLLES – David AUTISSIER et Valérie DELAYE)

Méthodes générales d'enseignement

- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et leurs corrigés, quizz avec l'outil Wooclap au milieu du module

Méthodes et critères généraux d'évaluation

ECUE Système d'information :

Séance 2

Rapport contenant : la définition et le rôle du SI dans la stratégie d'entreprise, la modélisation du SI, l'apport de l'informatique, l'impact sur la chaîne PLM, la réglementation à respecter.



Séance 8

Rapport contenant : l'analyse d'un SI existant, La modélisation des flux de communication d'un processus, la modélisation d'un processus, l'analyse des dysfonctionnements, des propositions d'actions correctives.



Source : Wikimedia Commons



Code UE : UE14-MG	Titre UE : MANAGEMENT		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	3 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F/A
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 2 FC 2	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 48H FC 32H	S9
Mots-clés	Suivi Projet, communication, EACP, anglais		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Expression et compréhension orale (correction et clarté) , niveau B1
- Acquis du S5 au S8 en communication
- Expression et compréhension orale (correction et clarté), niveau B2 / B2+ au TOEIC

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Communiquer de manière pédagogique et convaincante sur une conduite de projet complexe.
- Développer un retour d'expérience pertinent, une réflexion et une « vision » du métier d'ingénieur, de la culture d'entreprise et des enjeux et valeurs en lien avec son activité.
- Démontrer ses compétences auprès d'un jury académique et industriel.
- Rédiger un mémoire de fin d'études conforme au cahier des charges académique.
- Améliorer ses capacités d'expression et de compréhension orale, interprétation de lecture et d'expression écrite.
- Améliorer ses capacités pour le TOEIC final.

Description de l'UE

- ECUE Communication (8H)
 - o Analyse méthodologique du cahier des charges du mémoire et de la soutenance du Projet de fin d'études. Approche dans le continuum de la Note de cadrage : Passage d'une démarche prospective à une démarche rétrospective intégrant la notion de retour d'expérience et de capitalisation personnelle.
 - o Réflexion autour de la restitution et de la valorisation de la complexité scientifique, technique et organisationnelle.
 - o Réflexion autour de la notion de difficultés rencontrées comme outil de montée en compétences.
 - o Guide de réalisation du mémoire. Approfondissement des normes et conventions rédactionnelles.
 - o Présentation détaillée de la soutenance et de l'entretien.
 - o Analyse critique de mémoires, de diaporamas de soutenances et de posters de projets de fin d'études.
- ECUE Suivi de projet (8H)
 - o Accompagnement à la rédaction du mémoire de fin d'étude afin de donner à tous les apprentis un temps de réflexion et de rédaction qu'ils n'ont pas forcément en entreprise
 - o Temps d'échange avec les tuteurs pédagogiques
- ECUE Anglais (32H)
 - o 1ère séance : TOEIC blanc + corrections
 - o 2ème séance : Grammaire correspondant au TOEIC (Identification de noms, adjectifs, adverbes, verbes) + exercices, Activité audio, Activité orale (sell this product) : décrire un appareil et parler de son fonctionnement et de ses applications
 - o 3ème séance : Vocabulaire pertinent pour le TOEIC + exercices + mini TOEIC, Cour d'anglais dans un domaine de TOEIC de niveau B 2 / B2+ (compréhension de texte, grammaire, vocabulaire, audio), Jeu de communication (balderdash) : définir des mots inhabituels trouvés dans la langue anglaise.
 - o 4ème séance : Grammaire pertinente pour le TOEIC (comparatifs et superlatifs) + exercices, Activité audio, Activité orale (what is it?) : faire une « devinette » sur une invention
 - o 5ème séance : Vocabulaire pertinent pour le TOEIC + exercices + mini TOEIC, Cour d'anglais dans un domaine de TOEIC de niveau B 2 / B2+ (compréhension de texte, grammaire, vocabulaire, audio), Jeu de communication (box of lies) : décrire un objet en disant la vérité ou pas.
 - o 6ème séance : Grammaire pertinente pour le TOEIC (les pronoms : personnel, objet, réflexif, possessif, et adjectif) + exercices, Activité audio, Discussion (lost at sea) : les objets les plus utiles pour la survie sur une île déserte.
 - o 7ème séance : Évaluation (TOEIC blanc) + corrections
 - o 8ème séance : TOEIC Officiel



Ressources bibliographiques

- Diehl, Christel et Charles R. Perry. TOEIC : 4 tests complets. Berlin Éducation, 2018
- ETS, Cassandra Hardy, et Danuta Langner. Grammaire et vocabulaire du test TOEIC. Hachette. 2018.
- Murphy, Raymond. English grammar in use (intermediate, fourth edition). Cambridge University Press. 2012.
- Swann, Michael. Practical English usage. Oxford Press Libri. 2005.
- Lougheed, Lou. 600 essential words for the TOEIC test. Barron. 2008
- Talcott, Charles et Graham Tullis. Target Score (second edition) Student's book + Teacher's book. Cambridge University Press. 2007.
- Ibbotson, Mark. Cambridge English for engineering. Cambridge University Press. 2008.
- Ibbotson, Mark. Professional English in use: engineering. Cambridge University Press. 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- Support de présentation
- Outils informatiques, Internet, audio, vidéo.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- Contrôle continu
- Evaluation orale

Code UE : UE 15-TI	Titre UE : TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 5 FC 5	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 108H FC 108H	S9
Mots-clés	CND, Surveillance usinage, Simulation numérique, Fabrication additive		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Mécanique des Milieux Continus
- CAO
- Science des Matériaux
- Transferts Thermiques
- Mathématiques
- Méthode des Eléments Finis
- Cours de fabrication additive de 1ère et 2e année (M. Bonneric et Mohamed El-May)
- Cours de Santé Matière Endommagement de 2e année (M. Bonneric)
- Cours de Simulation Numérique de 2e année (M. Bonneric)

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Modéliser le comportement thermomécanique de systèmes de productions à l'aide de logiciels dédiés (Comsol multi physiques, python) en appliquant des lois de comportement multi physiques.
- Instrumenter des systèmes pour acquérir les données d'entrée nécessaires à la simulation
- Compréhension du choix de la méthode numérique
- Maitrise et justification des différents types de conditions aux parois imposées au système : Interprétation physique de l'impact des paramètres de conception, d'opération et des propriétés physiques sur le rendement et l'efficacité thermo-mécanique du système.
- Connaissance/prise en main du langage Python et du code Comsol. Compréhension des choix des grandeurs à simuler en complément/interprétation/ Comparaison/validation par rapport à l'instrumentation et aux mesures expérimentales.
- Concevoir des plateaux d'éprouvettes pour caractériser un ou plusieurs matériaux en prenant en compte les données relatives à l'anisotropie qui permettront de définir l'orientation des pièces sur le plateau.
- Caractériser un ou plusieurs matériaux de manière expérimentale (Rm, Rp0.2...)
- Etudier la santé matière des matériaux, caractériser la distribution des défauts et intégrer la notion de fatigue afin de déterminer la contrainte maximum et le nombre de cycles admissibles.
- Prendre en compte l'évolution de certains paramètres (rugosité par exemple) en fonction de la stratégie de fabrication choisie.
- Intégrer les résultats de la caractérisation du (des) matériau(x) dans une démarche de modélisation par éléments finis du comportement de la pièce en prenant en compte l'ensemble des contraintes mécaniques et de fabrication.
- Valider la solution retenue par des analyses numériques afin d'évaluer la réponse mécanique de la solution aux chargements spécifiés dans le cahier des charges.
- Utiliser un logiciel d'optimisation topologique pour proposer une ébauche de solution réduisant la masse afin de répondre au cahier des charges.
- Simuler à l'aide d'un logiciel expert la fabrication de la pièce par le procédé retenu et estimer la distorsion et les contraintes résiduelles induites par ce procédé et la stratégie (mise en plateau, orientation, taille ou type de plateau...)
- Proposer une gamme de fabrication adaptée aux exigences santé matière
- Définir le coût de chaque solution et intégrer ce coût dans le choix final.
- Comparer les résultats expérimentaux et de simulation numérique et les modèles de coûts des différentes solutions envisagées pour choisir la solution optimum au regard du cahier des charges (matériaux, tenue en service, coût...)
-

Description de l'UE

- ECUE CND (20h)
 - o Les fondamentaux du Contrôle Non Destructif
 - Principe et définition
 - Rôles et missions des contrôleurs
 - Rôles et missions du manager
 - Documentation et archivage
 - o Les différentes méthodes de Contrôle Non Destructif (principe, avantages & inconvénients, utilisation)
 - Radiographie
 - Tomographie



- Ultrasons
- Thermographie
- Courants de Foucault
- Shearographie
- Test d'étanchéité
- Ressuage
- Règlements
 - Normes associées
 - Radioprotection
 - Responsabilités
- Cas concret : La Tomographie & ALM
 - Etude approfondie Tomographie
 - Qualification ALM
 - Analyse de cas
- ECUE Projet surveillance d'usure (28H)
 - Mise en œuvre d'un capteur de type accéléromètre, d'une liaison radio (radio microbit ou bluetooth). Le niveau minimal demandé : 2 microbits en liaison. Niveau maximal atteignable : une microbit avec une liaison bluetooth et une application sur android. Enfin, le traitement de la donnée pour en tirer des conclusions en terme de qualité d'usure.
 - Approche de la résolution de problèmes (vibrations, état de surface, usure d'outil...) et d'optimisation en usure multi axes par de l'expérimentation, de la modélisation mathématique et de la simulation (FAO).
 - Dans une démarche de projet les étudiants auront pour chaque groupe un sujet abordant une problématique industrielle en lien avec l'usure. Ils seront en grande partie autonomes sur l'organisation du travail et devront mener une expertise complète sur la thématique qui leur ait proposé. Cette étude passera de la recherche d'informations par la modélisation, l'expérimentation et la validation de la solution proposée. A la fin de leurs travaux ils devront présenter le problème abordé et les solutions envisagés à l'ensemble du groupe.
- ECUE Projet R&D fabrication additive métallique (26H)
 - Le projet s'articule en 3 séquences thématiques, chacune faisant l'objet d'un livrable (rapport écrit). La première séquence vise à caractériser la santé matière des 2 matériaux étudiés et de se prononcer sur la contrainte maximale admissible pour répondre au critère de tenue en fatigue du cahier des charges, via la confrontation des résultats obtenus aux données présente dans la littérature. Les propriétés mécaniques seront également déterminées par la mise en œuvre d'essais de traction monotone.
 - La seconde séquence consiste à réaliser une optimisation topologique de la géométrie de référence afin d'en réduire la masse, et de vérifier a posteriori de cette optimisation que la géométrie obtenue répond bien aux exigences du cahier des charges en terme de tenue mécanique. Pour ce dernier point, des simulations par éléments finis seront effectuées.
 - La troisième et dernière séquence permet de prendre en compte les contraintes de fabrication et la rentabilité dans la démarche de conception. Un modèle de coût doit être proposé, et des simulations du procédé sont effectuées afin d'évaluer les contraintes résiduelles et la distorsion des pièces. A partir de ces nouveaux éléments, les apprenants itéreront sur le résultat de l'optimisation topologique afin de proposer une seconde solution qui tienne compte de ces nouvelles contraintes. Les solutions proposées seront fabriquées et testées pour validation. Le projet se déroule suivant le programme ci-dessous :

Séquence	Intitulé	Nombre d'heures
1	Introduction	4
	Rappels santé matière	2
	Fatigue des matériaux à défauts	2
	TP santé matière	4
	TP propriétés mécaniques	4
	Accompagnement projet	2
	Analyse résultats	4
	Rédaction livrable	4
2	Optimisation topologique	4
	TP optimisation topologique	4
	TP dimensionnement EF	4



	Rédaction livrable	4
3	Simulation procédé SLM	2
	Accompagnement projet	2
	Modèle de coûts	2
	Accompagnement projet	2
	TP Simulation procédé SLM	2
	Recherche d'une solution	4
	Recherche d'une solution	4
	Accompagnement projet	2
	Mesures MMT	2
	TP essais biellettes	2
	Analyse des résultats	4
	Accompagnement projet	4
	Soutenances	4

- ECUE Projet simulation numérique (18H)
 - o 1ere partie:
 - 4hED : Initiation aux Méthodes Numériques appliquées à la Thermo-Mécanique (Exemple Dimensionnement/Dégradation étanchéité Dynamique turbopompe)
 - 4hED : Initiation aux Transferts Thermiques (conduction & rayonnement)
 - 4hED : Prise en main outil numérique Python : Simulation du transfert thermique par la méthode des différences finies
 - 4hTP : Prise en main logiciel Comsol multi-physiques : validation/comparaison simulations Python, préparation projet numérique « modélisation et simulation du comportement thermomécanique d'un système d'étanchéité dynamique (garniture mécanique) » : intégration des paramètres de conception
 - 2h Test : Évaluation sur activité individuelle de simulation sous python des transferts dans un système par la méthode des différences Finies. Livrable code de calcul et interprétation de l'impact des dissipations sur le rendement thermique (mini rapport).
 - o 2eme partie :
 - 16hTP : simulation du comportement thermomécanique d'un système d'étanchéité dynamique (garniture mécanique) sous Comsol : intégration des paramètres de fonctionnement (vitesse/pression/température), matériaux, modèles physiques : thermique, mécanique, conditions aux limites, sollicitations cycliques, fatigue/usure/dégradation
 - 8hTP : Thermographie infrarouge : Caractérisation thermique des matériaux et Contrôle Non Destructif (CND)

Ressources bibliographiques

Méthodes générales d'enseignement

- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et leurs corrigés, quizz avec l'outil Wooclap au milieu du module, Exemples cas concrets
- Support et descriptif pour chaque projet fourni par les enseignants (version électronique)
- Supports pédagogiques sur les différents concepts et méthodes fourni en parti par l'enseignant mais chaque groupe devra réaliser une recherche spécifique à son besoin.
- Une salle d'informatique ainsi que les centres d'usinage seront à leurs disposition pour réaliser leurs études.
- Support CM/ED : Initiation aux transferts thermiques et aux méthodes numériques
- Outil Python via interface Spyder
- Logiciel Comsol Multi-physique 5.3
- Support TP CND Thermographie infrarouge
- Caméra IR Optris
- Interface Optris
- Malette échantillons matériaux de référence



- En amont des activités de projet, des séances de cours traitent des points précis (rappels de cours des années précédentes, focus sur des points méthodologiques particulier). Les apprenants disposent donc de supports powerpoint à partir desquels ils peuvent construire leur démarche.
- De plus, la réalisation du projet fait appel aux ressources du laboratoire matériau de l'ENSAM (machine d'essai de traction, polisseuses, microscopes optiques, rugosimètre) et nécessite l'utilisation de plusieurs logiciels (Catia, Abaqus, HyperWorks et Simufact Additive).

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE CND
 - o Une présentation PPT de 15 minutes sur une méthode de contrôle choisie (principe, utilisation, avantages & inconvénients, analyse personnelle)
 - o Une présentation PPT de 15 minutes + rapport de 20 pages sur la stratégie CND mise en place dans une entreprise choisie (présentation entreprise, stratégie mise en place, étude de cas, analyse personnelle)
- ECUE Projet simulation numérique
 - o Evaluation sur activité collective (Livable rapport) de modélisation multi physique du comportement d'un système industriel : performance étanchéité en intégrant mode opératoire, conception et matériaux ainsi que choix/moyens d'instrumentation (expérimental).
 - o Evaluation sur activité collective simulation sous COMSOL du comportement multi-physique du système (Livable code et rapport final).

Code UE : UE16-MG	Titre UE : MANAGEMENT		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F/A
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 3 FC 3	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 74H FC 28H	3/10
Mots-clés	Management, EACP, Préparation CV / Lettre / Entretien		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Expression orale (correction et clarté)
- Avoir suivi les séances EACP 1 et EACP 2 en 1^{ère} et 2^{ème} année
- Connaissances du marché du travail
- Avoir suivi les différents modules de la formation GM

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- D'identifier le métier d'ingénieur en Génie mécanique dans différents secteurs industriels en France comme à l'international
- Posséder une vision concrète du marché de l'emploi et de ses exigences actuelles
- Connaître les différents moyens de recrutement (recruteurs/recrutés)
- Permettre la réflexion sur les CV et de lettres de motivation les plus adaptés au marché actuel
- Permettre une première approche de modifications concrètes des CV et lettres
- Développer la capacité à bien mener un entretien en tant que recruté/recruteur
- Préparer et accompagner un changement
- Repérer les sources et les sortes de conflits afin de construire une réponse adaptée
- Repérer les situations de crise
- Comprendre les choix stratégiques de l'entreprise
- Connaître les outils de décision stratégique ainsi que les piliers fondamentaux de l'analyse stratégique de l'entreprise

Description de l'UE

- ECUE EACP3 (4H)
 - o Présentation du métier d'ingénieur en Génie mécanique dans différents secteurs industriels en France ou à l'étranger.
 - o Pour cela, l'apprenti a individuellement ou en groupe contacter des ingénieurs exerçant le métier visé, préparer un questionnaire permettant d'identifier :
 - Quels sont les prérequis pour accéder à ce métier ?
 - Quelles sont les activités quotidiennes, mensuelles, annuelles exercées ?
 - Quelles sont les possibilités d'évolutions ?
 - Salaires d'embauches et évolutions
 - o L'apprenti ou le groupe doit faire une restitution devant toute la promotion à l'aide d'un PPT dans lequel on retrouvera toutes les informations collectées ainsi que les coordonnées des personnes contactées.
 - o Toutes ces présentations seront mises à disposition de toute la promotion, constituant ainsi leur 1^{ère} base de données métier ainsi que leur 1^{er} réseau professionnel.
 - o
- ECUE Préparation CV /Lettre/Entretien (8H)
 - o Introduction
 - Définitions / Terminologie
 - Méthodologie
 - Bonnes pratiques et pièges à éviter
 - o Exercices/Ateliers pratiques
- ECUE Management (16H)
 - o **LES CHOIX STRATEGIQUES DE L'ENTREPRISE**
 - Les termes et notions essentielles : concurrence et analyse concurrentielle, avantage compétitif et positionnement, l'environnement et ses menaces et opportunités
 - Les piliers de la stratégie de l'entreprise : la direction et ses choix, l'histoire et la culture, les produits, les clients, les concurrents, les prescripteurs, la technologie, les ressources humaines, l'analyse financière, le management et l'organisation, le système d'informations
 - Les outils : matrice BCG, DAS, diagnostic externe et interne...



- Les notions de diversification, expansion, spécialisation, globalisation...
- Les stratégies d'acquisition, les alliances stratégiques et les stratégies relationnelles
- Intégrer le développement durable dans la stratégie de l'entreprise
- **LA CONDUITE DU CHANGEMENT**
 - Le changement comme facteur d'apprentissage organisationnel
 - Pourquoi changer ?
 - La types de changement
 - Qu'est-ce qui doit changer ?
 - Comment changer : les styles de conduite du changement
 - Les bonnes raisons de résister
 - Les étapes et le pilotage
- **LA GESTION DE CONFLIT**
 - Qu'est-ce qu'un conflit ?
 - Les différents types de conflits
 - Le processus de résolution de conflits
 - Une mise en situation
 - Les leçons à tirer
- **LA GESTION DE CRISE**
 - Qu'est-ce qu'une crise ?
 - Anticiper ou subir la crise : les événements déclencheurs, les signes
 - Les dimensions d'une crise : de l'interaction dans la complexité...
 - Les outils et démarches : préparation, gestion de l'urgence, veille, prévention, retour d'expériences, planification, gestion de la crise
 - La place de l'encadrement dans la gestion de crise



Ressources bibliographiques

www.legifrance.gouv.fr

Méthodes générales d'enseignement

- Support de présentation sur les différents sujets étudiés
- Outils informatiques, Internet, audio, vidéo.
- Pour la partie conduite / accompagnement du changement, des exercices / outils seront proposés et appliqués aux situations spécifiques des apprentis. Les entraînements seront collectifs et donneront lieu à une séance de débriefing. La mise en application concrète d'outils au sein de l'entreprise d'apprentissage sera proposée pour réaliser un retour d'expérience.
- Pour la partie conflit, des exercices d'entraînement seront proposés pour comprendre les différences de méthodes employées en fonction des contextes et situations.
- Des livrets pédagogiques seront remis.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- Contrôle continu
 - Evaluation orale
 - Exercices de rédaction et de mise en application pratique par écrit
 - Echanges interactifs d'expériences et d'avis
 - Pour la partie stratégie : un diagnostic stratégique sera réalisé à partir d'entreprises réelles, par sous-groupe. Une présentation orale permettra à chaque apprenti de s'approprier la démarche.
- Pour les trois thèmes suivants, gestion du changement, gestion de conflit et gestion de crise, des simulations seront réalisées et donneront lieu à des comptes-rendus d'aide à la décision.

Code UE : UE 15-TI	Titre UE : TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	Pierre-André REY : pierre-andré.rey@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S Génie Mécanique		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^{ème} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	F
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
FA 7 FC 7	Arts et Métiers campus de Bordeaux	FA 140H FC 140H	S10
Mots-clés	Mise en œuvre des métaux en feuille, Simulation numérique, Fabrication additive		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Mécanique des Milieux Continus
- CAO
- Science des Matériaux
- Transferts Thermiques
- Mathématiques
- Méthode des Eléments Finis
- Cours de fabrication additive de 1ère et 2e année (M. Bonneric et Mohamed El-May)
- Cours de Santé Matière Endommagement de 2e année (M. Bonneric)
- Cours de Simulation Numérique de 2e année (M. Bonneric)

Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Modéliser le comportement thermomécanique de systèmes de productions à l'aide de logiciels dédiés (Comsol multi physiques, python) en appliquant des lois de comportement multi physiques.
- Instrumenter des systèmes pour acquérir les données d'entrée nécessaires à la simulation
- Compréhension du choix de la méthode numérique
- Maitrise et justification des différents types de conditions aux parois imposées au système : Interprétation physique de l'impact des paramètres de conception, d'opération et des propriétés physiques sur le rendement et l'efficacité thermo-mécanique du système.
- Connaissance/prise en main du langage Python et du code Comsol. Compréhension des choix des grandeurs à simuler en complément/interprétation/ Comparaison/validation par rapport à l'instrumentation et aux mesures expérimentales.
- Concevoir des plateaux d'éprouvettes pour caractériser un ou plusieurs matériaux en prenant en compte les données relatives à l'anisotropie qui permettront de définir l'orientation des pièces sur le plateau.
- Caractériser un ou plusieurs matériaux de manière expérimentale (Rm, Rp0.2...)
- Etudier la santé matière des matériaux, caractériser la distribution des défauts et intégrer la notion de fatigue afin de déterminer la contrainte maximum et le nombre de cycles admissibles.
- Prendre en compte l'évolution de certains paramètres (rugosité par exemple) en fonction de la stratégie de fabrication choisie.
- Intégrer les résultats de la caractérisation du (des) matériau(x) dans une démarche de modélisation par éléments finis du comportement de la pièce en prenant en compte l'ensemble des contraintes mécaniques et de fabrication.
- Valider la solution retenue par des analyses numériques afin d'évaluer la réponse mécanique de la solution aux chargements spécifiés dans le cahier des charges.
- Utiliser un logiciel d'optimisation topologique pour proposer une ébauche de solution réduisant la masse afin de répondre au cahier des charges.
- Simuler à l'aide d'un logiciel expert la fabrication de la pièce par le procédé retenu et estimer la distorsion et les contraintes résiduelles induites par ce procédé et la stratégie (mise en plateau, orientation, taille ou type de plateau...)
- Proposer une gamme de fabrication adaptée aux exigences santé matière
- Définir le coût de chaque solution et intégrer ce coût dans le choix final.
- Comparer les résultats expérimentaux et de simulation numérique et les modèles de coûts des différentes solutions envisagées pour choisir la solution optimum au regard du cahier des charges (matériaux, tenue en service, coût...)

Description de l'UE

- ECUE Projet Mise en œuvre des métaux en feuille et intégration robotique (70H)
- ECUE Projet R&D fabrication additive métallique (30H)
 - o Le projet s'articule en 3 séquences thématiques, chacune faisant l'objet d'un livrable (rapport écrit). La première séquence vise à caractériser la santé matière des 2 matériaux étudiés et de se prononcer sur la contrainte maximale admissible pour répondre au critère de tenue en fatigue du cahier des charges, via la confrontation des résultats obtenus aux données présente dans la littérature. Les propriétés mécaniques seront également déterminées par la mise en œuvre d'essais de traction monotone.
 - o La seconde séquence consiste à réaliser une optimisation topologique de la géométrie de référence afin d'en réduire la masse, et de vérifier a posteriori de cette optimisation que la géométrie obtenue répond bien aux exigences du



cahier des charges en terme de tenue mécanique. Pour ce dernier point, des simulations par éléments finis seront effectuées.

- La troisième et dernière séquence permet de prendre en compte les contraintes de fabrication et la rentabilité dans la démarche de conception. Un modèle de coût doit être proposé, et des simulations du procédé sont effectuées afin d'évaluer les contraintes résiduelles et la distorsion des pièces. A partir de ces nouveaux éléments, les apprenants itéreront sur le résultat de l'optimisation topologique afin de proposer une seconde solution qui tienne compte de ces nouvelles contraintes. Les solutions proposées seront fabriquées et testées pour validation. Le projet se déroule suivant le programme ci-dessous :

Séquence	Intitulé	Nombre d'heures
1	Introduction	4
	Rappels santé matière	2
	Fatigue des matériaux à défauts	2
	TP santé matière	4
	TP propriétés mécaniques	4
	Accompagnement projet	2
	Analyse résultats	4
	Rédaction livrable	4
2	Optimisation topologique	4
	TP optimisation topologique	4
	TP dimensionnement EF	4
	Rédaction livrable	4
3	Simulation procédé SLM	2
	Accompagnement projet	2
	Modèle de coûts	2
	Accompagnement projet	2
	TP Simulation procédé SLM	2
	Recherche d'une solution	4
	Recherche d'une solution	4
	Accompagnement projet	2
	Mesures MMT	2
	TP essais bielles	2
	Analyse des résultats	4
	Accompagnement projet	4
	Soutenances	4

○

- ECUE Projet simulation numérique (74H)

- 1ere partie:
 - 4hED : Initiation aux Méthodes Numériques appliquées à la Thermo-Mécanique (Exemple Dimensionnement/Dégradation étanchéité Dynamique turbopompe)
 - 4hED : Initiation aux Transferts Thermiques (conduction & rayonnement)
 - 4hED : Prise en main outil numérique Python : Simulation du transfert thermique par la méthode des différences finies
 - 4hTP : Prise en main logiciel Comsol multi-physiques : validation/comparaison simulations Python, préparation projet numérique « modélisation et simulation du comportement thermomécanique d'un système d'étanchéité dynamique (garniture mécanique) » : intégration des paramètres de conception
 - 2h Test : Évaluation sur activité individuelle de simulation sous python des transferts dans un système par la méthode des différences Finies. Livrable code de calcul et interprétation de l'impact des dissipations sur le rendement thermique (mini rapport).
- 2eme partie :
 - 16hTP : simulation du comportement thermomécanique d'un système d'étanchéité dynamique (garniture mécanique) sous Comsol : intégration des paramètres de fonctionnement (vitesse/pression/température), matériaux, modèles physiques : thermique, mécanique, conditions aux limites, sollicitations cycliques, fatigue/usure/dégradation

- 8hTP : Thermographie infrarouge : Caractérisation thermique des matériaux et Contrôle Non Destructif (CND)

Ressources bibliographiques

Méthodes générales d'enseignement

- Supports de cours powerpoint, énoncés de TD et leurs corrigés, quizz avec l'outil Wooclap au milieu du module, Exemples cas concrets
- Support CM/ED : Initiation aux transferts thermiques et aux méthodes numériques
- Outil Python via interface Spyder
- Logiciel Comsol Multi-physique 5.3
- Support TP CND Thermographie infrarouge
- Caméra IR Optris
- Interface Optris
- Malette échantillons matériaux de référence
- En amont des activités de projet, des séances de cours traitent des points précis (rappels de cours des années précédentes, focus sur des points méthodologiques particulier). Les apprenants disposent donc de supports powerpoint à partir desquels ils peuvent construire leur démarche.
- De plus, la réalisation du projet fait appel aux ressources du laboratoire matériau de l'ENSAM (machine d'essai de traction, polisseuses, microscopes optiques, rugosimètre) et nécessite l'utilisation de plusieurs logiciels (Catia, Abaqus, HyperWorks et Simufact Additive).

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Projet simulation numérique
 - o Evaluation sur activité collective (Livrable rapport) de modélisation multi physique du comportement d'un système industriel : performance étanchéité en intégrant mode opératoire, conception et matériaux ainsi que choix/moyens d'instrumentation (expérimental).
 - o Evaluation sur activité collective simulation sous COMSOL du comportement multi-physique du système (Livrable code et rapport final).