

Code UE : osci	Titre UE : OUTILS SCIENTIFIQUES POUR L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
7	Arts et Métiers d'Aix en Provence	91H	S5 et S6
Mots-clés	Mathématiques, Statistiques, Algorithmique		

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	
	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

- Fonctions mathématiques, dérivation, primitives et leurs applications, intégrations, suites et séries, calcul numérique, notions élémentaires d'utilisation d'un ordinateur, d'informatique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'utiliser les outils mathématiques de l'ingénieur (calcul différentiel, intégral, vectoriel) indispensables à la poursuite du cursus**
- **D'utiliser des séries dans le traitement du signal, en mécanique, en automatique et d'interpréter correctement les différents résultats**
- **De mettre en œuvre un plan d'expériences, d'en analyser les résultats et d'en déduire un réglage optimum de paramètres dans différents domaines industriels**
- **D'analyser la variabilité d'un processus, de valider la capabilité d'un processus et de mettre en place une maîtrise statistique de ce processus**
- **De connaître les techniques de programmation structurée**
- **De posséder des notions de programmation objet**
- **De manipuler des algorithmes en VBA (Visual Basic for Applications)**

Description de l'UE

ECUE Mathématiques appliquées (42h)

- Calcul Matriciel : déterminants, systèmes linéaires, espaces vectoriels, diagonalisation, résolution des systèmes différentiels linéaires, réduction des formes quadratiques
- Transformation de Laplace : définition, transformées usuelles, théorèmes (convolution, déplacement, retard, images des dérivées, dérivation de l'image), calcul opérationnel
- Intégrales simples : intégration par parties, changement de variables, intégrales trigonométriques, hyperboliques et abéliennes, intégration des fonctions rationnelles
- Fonctions de plusieurs variables : domaine de définition, continuité, limites, dérivées partielles, différentielle totale
- Développement de Taylor d'une fonction de 2 variables
- Intégrales doubles (cartésien, polaire)
- Intégrales triples (cartésien, cylindrique, sphérique)
- Développements en séries de Fourier, transformée de Fourier (continue), convolution, transformée inverse
- Intégrales multiples

ECUE Outils statistiques (28h)

- Outils élémentaires des plans d'expériences :
 - o Diagramme de Pareto des effets, diagramme 5M (Ishikawa)
 - o Analyse multicritères
- Outils statistiques :
 - o Bases mathématiques : probabilités, conditionnement, indépendance, variables aléatoires, lois de distribution, échantillonnage, estimation, tests statistiques, analyse de variance...
 - o Méthode des observations instantanées
 - o Maîtrise statistique des Processus
 - o Application aux plans d'expérience – Méthode Taguchi
 - o Simulation de flux de production

ECUE Algorithmique (21h)

- Algorithmique et programmation :
 - o Algorithmes : bases et introduction au pseudo code
 - o Famille d'instruction : variables, entrées/sorties, tests, boucles
 - o Tableaux
 - o Fonctions
 - o Méthodes et paradigmes de programmation



- Introduction à Visual Studio et Visual Basic :
 - o Prise en main de l'interface
 - o Contrôles graphiques : fenêtres, boutons, labels...
 - o Instructions de base
- Développement en Visual Basic :
 - o Analyses, conception, tests de déverminage de différents programmes (programmation impérative et orientée objet)
 - o Analyses, conception, tests de déverminage des interfaces graphiques (gestion des fenêtres et de l'interface homme/machine, présentation de données)
- Introduction à VBA :
 - o Introduction illustrée par quelques exemples de macros Excel

Ressources bibliographiques

- Mathématique schématisées ; J.C. Dameron, édition Economica, 1992.
- Equations différentielles ordinaires avec applications cours et exercices corrigés ; C. Attili, édition Ellipses Marketing, 2016.
- Analyse mathématique schématisée - Tomes II et IV ; J.C. Dameron, édition Economica, 1995.
- Analyse 2 Calcul différentiel, intégrales multiples, séries de Fourier ; F. Cottet-Emard, édition De Boeck, 2006.
- Introduction aux plans d'expériences ; J.Goupy et L. Creighton, édition Dunod, 2006.
- Statistique et probabilités pour l'ingénieur ; R. Veysseyre, édition Dunod Usine Nouvelle, 2006.
- Visual Basic 2012. Les fondamentaux du langage ; T. Groussard, éditions ENI, 2013.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques
- Pour l'ECUE Algorithmique, un ensemble de Travaux Pratiques (TP) fondés sur l'utilisation de l'interface de développement Visual Studio permet la mise en œuvre du cours au travers de la construction d'interfaces graphiques et de l'écriture de code Visual Basic.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Mathématiques appliquées : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Outils statistiques : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Algorithmique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : MECA	Titre UE : MECANIQUE		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
8	Arts et Métiers d'Aix en Provence	126H	S5 et S6
Mots-clés	Mécanique des solides rigides, Mécanique des solides déformables, Mécanique vibratoire		

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 en mathématiques appliquées et mécanique des solides

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De mettre en équation un problème de la dynamique des solides**
- **De déterminer les efforts mis en jeu et prévoir le comportement dynamique d'un système mécanique**
- **D'assimiler les principaux concepts et lois de la mécanique des milieux continus**
- **D'appliquer ces notions à la résolution de problèmes de structures simples ou de pièces mécaniques**
- **D'appliquer les concepts de la dynamique des solides pour prédire et optimiser le comportement vibratoire de systèmes continus ou à plusieurs degrés de liberté**

Description de l'UE

ECUE Mécanique des solides rigides (30h)

- Cinématique : Cinématique du solide et torseur cinématique, Mobilité et degrés de liberté, Méthode graphique
- Statique : Modélisation des actions dynamiques, Dualité force moment et torseur d'action mécaniques, Principe fondamental de la statique
- Étude du frottement : Notion d'adhérence et de glissement, Modèle de Coulomb
- Dynamique du solide : Géométrie des masses et matrice d'inertie, Torseurs cinétique, Torseur dynamique, Principe fondamental de la dynamique et théorèmes généraux
- Théorèmes énergétiques : Énergie cinétique, Puissance, travail, énergie, Théorème de l'énergie cinétique

ECUE Mécanique des solides déformables (51h)

- Introduction à la mécanique des milieux continus : domaine d'étude, hypothèses, variables d'étude
- Déformation d'un milieu continu
- Etat de contrainte dans les milieux continus
- Hypothèses des petites perturbations
- Expression locale de l'équilibre
- Lois de comportement en élasticité linéaire
- Définition du cahier des charges d'une étude mécanique (géométrie, matériaux, conditions aux limites)
- Méthode de résolution analytique
- Méthode numérique pour la mécanique : applications de la méthode des éléments finis :
 - o Cours et exercices dirigés sur les éléments unidimensionnels (modélisation en poutre) et sur des éléments bidimensionnels (membranes, plaques, coques) ou tridimensionnels
 - o Travaux pratiques sur le volumique à partir de l'utilisation d'un logiciel métier

ECUE Mécanique vibratoire (45h)

- Systèmes discrets masses/ressorts à un ou deux degrés de liberté en régime libre et régime forcé : notions de base (fréquences propres, taux d'amortissement, résonance, antirésonance, décomposition modale...)
- Systèmes continus : vibration des poutres en flexion, traction.compression ou torsion, introduction à un calcul E.F
- Introduction à l'analyse modale expérimentale
- Etude de systèmes antivibratoires, notion d'isolation et d'amortissement
- Introduction à l'étude vibratoire des systèmes tournants (Equilibrage, diagramme de Campbell, effets gyroscopiques)

Ressources bibliographiques

- Mécanique du solide : applications industrielles ; Pierre Agati, Yves Brémont, Gérard Delville, édition Dunod, Collection Science Sup, 2003.
- Mécanique générale - Cours et applications avec exercices et problèmes résolus ; Jean-Claude Bône, Jeannine Morel, Michel Boucher, édition Dunod, collection Sciences Sup, 1994.
- Guide de mécanique ; Jean-Louis Fanchon, édition Nathan, 2008.
- Mécanique des milieux continus ; J. Coirier, C. Nadot-Martin, édition Dunod, collection Sciences Sup, 2013.

- Méthode des éléments finis ; M. Cazenave, édition Dunod, collection Technique et ingénierie ; 2013.
- Mécanique vibratoire ; M. Del Pedro et P. Pahud, édition Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1992.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Mécanique des solides rigides : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Mécanique vibratoire : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Mécanique des solides déformables :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - o Mise en situation dans le cadre de TP : Travail individuel avec évaluation individuelle

Code UE : SPHY	Titre UE : SCIENCES PHYSIQUES POUR L'INGENIEUR		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
9	Arts et Métiers d'Aix en Provence	135H	S5 et S6
Mots-clés	Structure de la matière, Comportement des matériaux, Résistance des matériaux, Energie électrique et applications		

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	
	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

- Concepts élémentaires de chimie, physique, mécanique et électromagnétisme

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'expliquer les liens entre la structure des matériaux, leurs propriétés fonctionnelles et structurales**
- **De maîtriser les notations, les échelles de temps, d'espace et de température, les ordres de grandeurs en jeu pour représenter schématiquement les évolutions des propriétés structurales et fonctionnelles des différentes classes de matériaux**
- **De déduire, à partir des propriétés, les grands domaines d'application des classes de matériaux sur la base d'une vision globale de la science des matériaux**
- **D'appréhender les sollicitations simples et d'effectuer des calculs classiques de résistance mécanique et de déformée de pièces mécaniques soumises à des cas de chargement simple à partir d'une méthode unique d'analyse et de calcul, dans le cas de la théorie des poutres**
- **De modéliser et mettre en situation les principales machines électriques**

Description de l'UE

ECUE Structure et comportement des matériaux (58h)

- Organisation atomique de la matière : état amorphe/cristallin, structure cristalline, cristal parfait, cristal réel, défauts
- Familles de matériaux en fonction de leurs propriétés caractéristiques (liaisons chimiques, impact sur les propriétés)
- Alliages et diagrammes de phase : solution solide, composé défini, diagrammes binaire et ternaire
- Transformation de phases à l'équilibre et hors équilibre : diffusion, germination et croissance, transformations displacives, diagrammes TTT/TRC
- Principales techniques de caractérisation microstructurale des matériaux
- Mécanismes physiques qui gouvernent le comportement thermomécanique des différentes familles de matériaux en fonction des sollicitations appliquées (modes de déformation, écrouissage/adoucissement, ...)
- Comportement des matériaux en fonction des sollicitations (fatigue, fluage, corrosion, ...)
- Evolution des caractéristiques thermomécaniques. Contraintes résiduelles
- Endommagement et rupture

ECUE Résistance des matériaux (28h)

- Introduction à la RDM : objet, champ d'application
- Equilibre global des structures
- Cahier des charges des calculs
- Définitions et applications de la RDM - théorie des poutres et des hypothèses fondamentales associées
- Torseur de cohésion
- Contraintes, déformations, déplacements
- Loi de comportement en élasticité linéaire
- Application aux sollicitations simples (traction-compression, cisaillement, flexion, torsion)
- Systèmes hyperstatiques

ECUE Energie électrique et applications (49h)

- Les circuits triphasés
- La méthode de Boucherot, relèvement du facteur de puissance
- Les transformateurs monophasé et triphasé
- Les champs magnétiques tournants
- Les machines asynchrones et synchrones

Ressources bibliographiques

- Introduction à la science des matériaux ; W. Kurz, J.P. Mercier et G. Zambelli, édition Presses polytechniques et universitaires romandes, 2002.
- Matériaux. T1 Propriétés, applications et conception ; M.F. Ashby et D.R.H. Jones, édition Dunod, 2013.



- Matériaux. T2 Microstructures, mise en œuvre et conception ; M.F. Ashby et D.R.H. Jones, édition Dunod, 2014.
- Résistance des matériaux ; Pierre Agati, Frédéric Lerouge, Marc Rossetto, édition Dunod, collection Sciences Sup, 2004.
- Résistance des matériaux et dimensionnement des structures, Mathieu Rossat, édition ellipses, 2021.
- Electrotechnique industrielle ; G. Séguier et F. Notelet, édition Hermès, Tec&Doc, 2006.
- Les machines électriques ; L. François et P. Charruault, édition Delagrave, 1987.
- Les réseaux d'énergie électrique Volume 1 ; V. Crastan, éditeur Hermès-Lavoisier, 2006.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Structure et comportement des matériaux : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Résistance des matériaux : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Energie électrique et applications :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - o Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective

Code UE : CFAB	Titre UE : CONCEPTION ET FABRICATION		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
6	Arts et Métiers d'Aix en Provence	100H	S5 et S6
Mots-clés	Conception assistée par ordinateur, Fabrication mécanique, Fonderie, Moulage		

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	
	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	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Bases de la physique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'utiliser les outils et méthodes de modélisation 3D volumique de pièces et d'assemblages mécaniques en Conception Assistée par Ordinateur (CAO)**
- **D'identifier et de justifier le choix d'un procédé pour la fabrication d'objets courants**
- **D'expliquer, sur base d'une connaissance des processus physiques sous-jacents, l'influence de chaque procédé de fabrication sur les propriétés mécaniques du produit fini**
- **D'expliquer les enjeux majeurs de chaque procédé de fabrication et les solutions technologiques existantes**
- **De concevoir un produit technique dans une logique d'éco-conception**
- **D'évaluer un produit au regard de ses enjeux et impacts environnementaux**

Description de l'UE

ECUE Outil numérique de conception (21h)

- Techniques, règles et outils de modélisation 3D volumique de pièces mécaniques
- Modélisation d'assemblage (structuration des produits et création des liaisons) et analyses de mécanismes en termes d'interférences et de montage

ECUE Fabrication mécanique (28h)

- Introduction générale aux procédés de fabrication mécanique
- Phénomènes physiques mise en jeu dans les procédés de fabrication mécanique
- Procédés de mise en forme : technologies de mise en forme à partir de lopins et de produits plats, conception d'une pièce, réglage des paramètres du procédé
- Procédés d'assemblage : brasage et soudage, aspects thermo-mécaniques associés aux procédés, paramétrage du procédé
- Introduction aux technologies de fabrication additive

ECUE Fonderie et moulage des alliages (30h)

- Moulage des métaux : technologie du moulage, chauffage et coulée, solidification et refroidissement, dimensionnement d'un système de remplissage, système de masselottes
- Procédés : moulage en sable, autres procédés à moule non permanent, procédés à moules permanents
- Qualité des pièces de fonderie

ECUE Projet écoconception multidisciplinaires (21h)

- Recherche bibliographique sur un sujet en lien avec les énergies renouvelables
- Analyse de l'existant
- Recherche et proposition de différentes solutions dans un contexte réglementaire et de développement durable

Ressources bibliographiques

- Le guide de la CAO ; D. Taraud, G. Glemarec, édition Dunod, 2008.
- Plateforme 3DEXPERIENCE de Dassault Systèmes, <https://www.3ds.com/fr/3dexperience>.
- Procédés de fabrication & design produit ; C. Lefteri, édition Dunod, 2014.
- Fabrication avancée et méthodes industrielles. Tome 1. Du dossier produit au dossier fabrication ; C. Mascle et W. Wygowski, édition Lavoisier, 2012.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Outil numérique de conception : Mise en situation dans le cadre de TP : Travail individuel avec évaluation individuelle
- ECUE Fabrication mécanique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle



- ECUE Fonderie et moulage des alliages : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Projet écoconception multidisciplinaires :
 - o Rapport écrit - Evaluation en groupe
 - o Soutenance orale - Evaluation individuelle



Code UE : COMM	Titre UE : COMMUNICATION		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	172H	S5 et S6
Mots-clés	Communication écrite et orale, Développement Durable et RSE, 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

- Niveau CECRL A2+ en anglais

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'identifier les différents canaux de communication et de réception de l'information**
- **De mieux comprendre son propre fonctionnement / le fonctionnement des autres**
- **De s'adapter aux situations de communication professionnelle**
- **De prendre aisément la parole en public lors d'un exposé**
- **D'interagir de manière efficace en entretien face à face**
- **De comprendre le contenu de différents types de textes en anglais, y compris des textes techniques sur des sujets relativement familiers**
- **De comprendre des discours, des conférences et des actualités en anglais si le sujet est relativement familier**
- **De communiquer en anglais avec un degré de spontanéité et d'aisance, de façon claire et détaillée, avec un locuteur natif en situation professionnelle ou sociale familière**
- **D'atteindre le score requis au TOEIC® (785)**
- **De comprendre les enjeux du Développement Durable, d'acquérir des connaissances dans le domaine du management environnemental et d'identifier les démarches DD-RSE engagées par son entreprise**

Description de l'UE

ECUE Communication 1 : expression écrite et orale (21h)

- Bases de la communication : définition du terme" communication, causes possibles de déformation d'un message, obstacles à la communication, moyens d'y remédier
- Communication orale :
 - o Préparer un exposé : passer de l'écrit à l'oral, cerner son objectif, son sujet, analyser son auditoire (méthode Talk Power)
 - o Organiser un exposé : sélectionner les éléments à privilégier, structurer son exposé (introduction, conclusion convaincante, titres, transitions), préparer les supports visuels et une fiche support
 - o Conduire un exposé : communication verbale/non verbale, argumentation, maîtrise du stress, gestion du temps, réponses aux questions, objections
- Communication écrite :
 - o Exercices d'écriture d'e-mails, de notes (schéma heuristique, carte mentale), de comptes rendus
 - o Rédaction d'une synthèse après avoir dégagé les éléments clés d'un texte

ECUE Communiquer sur une démarche DD/RSE (14h)

- Historique du Développement Durable
- Législation relative à l'environnement
- Eco-conception des produits
- Risques industriels
- Déchets et pollutions industrielles
- Responsabilité sociétale des entreprises : Fondement, genèse, historique, acteurs du mouvement
 - o Objectifs et portée de la RSE
 - o Bénéfices d'une démarche RSE
 - o Les principales thématiques : environnement, conditions de travail, gouvernance, droits de l'homme...
- Mise en application des concepts : exposé par chaque apprenant de la politique DD/RSE de son entreprise d'accueil

ECUE Communication en anglais (137h)

- Mises en situations professionnelles
- Prise de parole en public
- Remise à niveau en grammaire et lexique (anglais général et professionnel)
- Préparation au TOEIC® selon le niveau et les besoins, y compris 2 sessions intensives (5 jours consécutifs)

Ressources bibliographiques

- Le savoir être. Un référentiel professionnel d'excellence ; A. Labruffe, édition AFNOR, 2008.
- Talk-Power: How to Speak Without Fear; N.H. Rogers, édition Dodd Mead, 1982 (en anglais).
- La boîte à outils du Développement durable et de la RSE - 2e édition ; V. Maymo, G. Murat, La boîte à outils, Dunod, 2023.
- Do You Speak Science ? M. Défourneaux, Dunod, 2011.
- Réussir sa candidature en anglais ; A. Delmotte, édition Studyrrama Vocatis, 2009.
- L'anglais pour l'ingénieur : guide pratique de la communication scientifique et technique ; H. Laffont, P. Bachschmidt, édition Ellipses Marketing, 2009.
- Destination B2 ; M. Mann, S. Taylore-Knowles, MacMillan, 2017.
- Ouvrages de préparation au TOEIC® (exemple : La Bible officielle du TOEIC® Broché 29 juin 2022 ; 200 % TOEIC® : Listening & reading Broché 19 juillet 2022 ; 15 minutes par jour pour s'exercer au TOEIC® Broché 22 mai 2019)

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques, étude de documents
- Méthode inductive et déductive

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Communication 1 : trois simulations de situation professionnelle (une par journée) évaluées à partir d'une grille d'observation critériée de la posture de l'apprenant. Evaluation individuelle
- ECUE Communiquer sur une démarche Développement Durable et RSE : Soutenance orale - Evaluation individuelle. Evaluation conjointe par l'enseignant(e) de DD/RSE (fond) et un(e) enseignant(e) de communication (forme)
- ECUE Communication en anglais :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table de simulation du TOEIC®) - Evaluation individuelle
 - o Passage du TOEIC® (niveau B2 avec 785 points requis pour validation) - Evaluation individuelle

Code UE : EPRO1	Titre UE : ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL 1		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau L3	1 ^{ère} année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
6	Arts et Métiers d'Aix en Provence	111H	S5 et S6
Mots-clés	Organisation de l'entreprise, Droit social, Management de projet, R&D		

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	
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 Entrepreneurat en ingénierie	X

Prérequis spécifiques

- Sensibilisation au fonctionnement réel de l'entreprise industrielle apportée par le temps passé en entreprise lors du semestre 5
- Notions d'économie

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De comprendre les objectifs des grandes fonctions d'une entreprise industrielle et leur interaction**
- **De différencier les notions financières principales de la gestion d'entreprise (chiffre d'affaires, résultat, capital, charges, produits, ...)**
- **De comprendre et construire des documents de synthèses simplifiés (bilan et compte de résultat)**
- **D'assimiler les facteurs influençant résultats comptables et trésorerie**
- **D'estimer l'influence d'une prise de décision sur les résultats financiers de l'entreprise**
- **De comprendre les principaux concepts du droit social, ses mécanismes et ses logiques juridiques et les mettre en pratique pour résoudre des cas concrets en entreprise**
- **De comprendre la nature et l'interaction des composantes communication, coût, délai, qualité et risques d'un projet industriel**
- **De manager un projet à l'aide d'outils dédiés**
- **D'appréhender l'impact de la fonction Recherche & Développement dans le processus de développement de l'entreprise**

Description de l'UE

ECUE Organisation de l'entreprise (28h)

- L'environnement économique de l'entreprise
 - o Rôle et responsabilités de l'entreprise dans le contexte économique général et international
 - o Les cycles de l'entreprise : production, investissement, financement
 - o La création de valeur ajoutée et sa répartition
 - o L'entreprise dans ses relations avec ses clients, fournisseurs, actionnaires, salariés, organismes bancaires, Etat, concurrents
- La gestion de l'entreprise
 - o Les principes de la comptabilité
 - o Patrimoine de l'entreprise (le bilan) et activité de l'entreprise (le compte de résultat)
 - o Stocks, amortissement, provisions
 - o Résultat comptable et répartition avant impôts
 - o Soldes intermédiaires de gestion
 - o Les ratios d'activité, de profitabilité, de rentabilité
 - o La capacité d'autofinancement (CAF) : définition et calcul
- L'analyse économique de l'entreprise
 - o Notion de coûts : coûts complets et coûts partiels
 - o Les charges de structures (charges fixes) et les charges d'activité (charges variables)
 - o La marge sur coûts variables, seuil de rentabilité, point mort

ECUE Droit social (14h)

- Cadre juridique des obligations des entreprises en matière sociale ; contrôle de l'application de la réglementation
- Gestion au quotidien des contrats de travail
 - o Les différents types de relations contractuelles, leurs caractéristiques et contraintes; gestion de la relation de sous-traitance
 - o L'exécution du contrat de travail : droits et obligations du salarié et de l'employeur, contenu du contrat de travail, modifications
 - o Notions pratiques de durée du travail : temps de travail, durée légale, durée maximale, repos obligatoire, heures supplémentaires, temps partiels

- Pouvoir disciplinaire de l'employeur : fautes et sanctions, procédure et licenciement disciplinaires, rôle de l'encadrement
- Suspensions ; notions de suspensions légitimes ; droits, obligations réciproques et conséquences
- Gestion des congés payés : acquisition du droit à congés, règles liées à la prise des congés, paiement
- Notions de responsabilité pénale de l'employeur; la responsabilité de l'encadrement
- Représentation du personnel dans l'entreprise. Délégué du personnel, comité d'entreprise, délégué syndical : principales missions respectives et moyens essentiels d'exercice des missions

ECUE Management de projet (21h)

- Intérêt du management de projet
- Les composantes du projet : communication, coûts, délais, qualité et risques
- Les outils de planification et de pilotage de projet : réseau PERT, diagramme de Gantt, ...
- L'affectation et la maîtrise des ressources
- Le pilotage des projets (cascade, cycle en V, méthodes AGILE, ...) et le suivi des écarts
- La gestion technique et la gestion des documents
- Le retour d'expérience et la capitalisation
- Le management par projet au sein des groupes industriels

ECUE Projet Recherche et Développement (48h)

- Impact de la fonction Recherche et développement sur les plans de la production, commercial, financier et stratégique
- Les tâches de la fonction Recherche et développement : veille technologique, développement de technologies spécifiques, protection des innovations à l'aide des brevets
- Recherche et développement et éthique : fraude scientifique, éthique sociale de la science, éthique individuelle (cas du plagiat)
- Préparation d'un exposé sur un projet de Recherche et développement passé ou en cours dans l'entreprise (ou le secteur d'activité) de l'alternant : problématique, contexte, voies poursuivies, concurrence, réglementation en place ou en cours de mise en place pour l'application des procédés/produits retenus, protection de l'innovation (breveté, en cours, à venir) et choix de l'entreprise d'avoir déposé ou pas un brevet

Ressources bibliographiques

- Organisation et gestion de l'entreprise ; R. Soparnot, édition Dunod, collection Les Topos, 2012.
- Finance d'entreprise ; G. Legros, édition Dunod, collection Mini Manuel, 2014.
- Guide pratique du droit du travail - Edition 2015 ; édition La Documentation française, 2015.
- Norme ISO 10006:2003 Systèmes de management de la qualité (application du management de la qualité aux projets).
- Norme ISO 21500:2012 Lignes directrices sur le management de projet.
- Management de projet ; J.C. Corbel, édition Eyrolles, 2012.
- SCRUM ; C. Aubry, édition Dunod, 2016.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques
- Méthode déductive et inductive

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Organisation de l'entreprise :
 - Projet : Travail en équipe avec évaluation collective
 - Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Droit social : QCM - Evaluation individuelle
- ECUE Management de projet :
 - QCM - Evaluation individuelle
 - Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
- ECUE Projet Recherche et développement :
 - Rapport écrit - Evaluation individuelle
 - Soutenance orale - Evaluation individuelle

Code UE : ENRG	Titre UE : ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENT		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
9	Arts et Métiers d'Aix en Provence	124H	S7 et S8
Mots-clés	Thermodynamique et thermique, Mécanique des fluides, Cartographie des controverses		

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	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

- Connaissances en mathématiques générales, mathématiques appliquées et bases de la physique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'expliquer les principales applications de la thermodynamique technique**
- **De réaliser un bilan d'énergie et d'évaluer les pertes ainsi que la détérioration de cette énergie lors d'un processus ou d'une transformation dans un système impliquant des échanges de chaleur et/ou de travail mécanique**
- **De calculer et modéliser simplement une installation thermique motrice et une installation frigorifique**
- **D'identifier les modèles mathématiques adéquats pour des écoulements spécifiques et de résoudre des problèmes simples de mécanique des fluides**
- **De réaliser une analyse empirique d'une situation environnementale contemporaine caractérisée par des oppositions entre des groupes d'acteurs (cartographie des controverses)**

Description de l'UE

ECUE Thermodynamique et thermique (37h)

- Premier principe de la thermodynamique et les variables associées : énergie interne, enthalpie
- Concept de gaz parfait, propriétés, mélange de gaz parfaits
- Second principe de la thermodynamique : entropie, irréversibilité, application de la fonction entropie
- Fluides réels, diagrammes thermodynamiques, changements d'état
- Cycles thermodynamiques, applications aux machines thermiques (moteurs, turbines, machines frigorifiques)
- Analyse énergétique des systèmes
- Transferts d'énergie thermique :
 - o Lois phénoménologiques des trois modes de transfert : conduction, convection, rayonnement
 - o Systèmes poly-phasiques
 - o Applications : théorie des échangeurs

ECUE Mécanique des fluides (30h)

- Mécanique des fluides incompressibles
 - o Propriétés des fluides : statique des fluides, cinématique des fluides
 - o Dynamique des fluides parfaits incompressibles : théorèmes de Bernoulli et d'Euler
 - o Dynamique des fluides visqueux : écoulements laminaires et turbulents, rhéologie des fluides, viscosité
- Mécanique des fluides compressibles
 - o Phénomènes rencontrés
 - o Modélisation : simplification, hypothèses, équations (approche mécanique des fluides et énergétique), mise en forme des équations, applications
 - o Dynamique des fluides compressibles, applications industrielles
- Machines volumétriques
 - o A fluide incompressible : différents types de pompes. Moteurs hydrauliques
 - o A fluide compressible : différents types de compresseurs
- Turbomachines

ECUE Projet Développement durable et RSE (57h)

- La cartographie des controverses scientifiques et techniques : enjeu, outils, exemples
- La cartographie des controverses appliquée en lien avec le développement durable et la responsabilité sociétale des entreprises
- Recherche d'information sur le Web et en bibliothèque/CDI, évaluation des sources, analyse critique des sources et des acteurs
- Les éléments clés d'une cartographie des controverses : définition de la controverse, enquête, chronologie (date de « naissance » de la controverse, événements clés, parution de textes législatifs...), cartographie des acteurs impliqués, liens entre les acteurs, arbre des arguments et des acteurs



Ressources bibliographiques

- Les bases de la thermodynamique ; J.N. Foussard, E. Julien, S. Mathié, H. Debellefontaine, édition Dunod, 2010.
- Transferts thermiques ; A.M. Bianchi, Y. Fautrelle, J. Etay, édition Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004.
- Mécanique des fluides 2nde édition ; S. Amiroudine et J.L. Battaglia, édition Dunod, 2014.
- Mécanique expérimentale des fluides ; R. Comolet, édition Elsevier Masson, 1994.
- Mémento des pertes de charges : coefficients de perte de charge singulière et de pertes de charge par frottement ; I. Idelcik, édition Eyrolles, 1986.
- Machines à fluides - principes et fonctionnement ; M. Pluiose, édition Ellipses, 2002.
- Conversion d'énergie par turbomachines ; M. Pluiose, édition Ellipses, 2009.
- La cartographie des controverses ; B. Latour, Technology Review, 2007.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Thermodynamique et thermique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Mécanique des fluides : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Projet Développement durable et RSE :
 - o Rapport écrit - Evaluation collective
 - o Soutenance orale - Evaluation individuelle

Code UE : ELAM	Titre UE : ELECTRONIQUE, AUTOMATIQUE, MESURES		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
10	Arts et Métiers d'Aix en Provence	142H	S7 et S8
Mots-clés	Electronique, Automatique, Mesures		

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 en mathématiques appliquées, génie électrique et mécanique

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De comprendre le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques de l'électronique de puissance en régime permanent**
- **D'établir les règles principales de dimensionnement permettant de choisir et de mettre en œuvre un convertisseur statique en fonction de l'application visée**
- **D'identifier un système et de choisir une méthode de commande adaptée à un contexte donné**
- **De trouver des solutions techniques à des problèmes pratiques en commande**
- **De mettre en œuvre les techniques de mesurage géométrique à différentes échelles avec des appareillages simples et spécialisés en respectant les normes**
- **De comprendre la différence des résultats de mesure en fonction des moyens et de la méthode mise en œuvre**
- **D'analyser les résultats d'un contrôle non-destructif et de préconiser un type de contrôle en fonction d'une problématique bien précise (recherche de défaut, identification, contrôle de fabrication)**

Description de l'UE

ECUE Electronique de puissance (42h)

- Principes généraux de conversion statique de l'énergie électrique :
 - o Sources de tension et de courant
 - o Composants actifs et passifs
 - o Règles de conception des systèmes d'électronique de puissance
 - o Cellule de commutation élémentaire (limite des composants et pertes)
- Conversion continu/continu : classification des hacheurs, études des principales structures
- Conversion alternatif/continu : étude des structures de redressement, redresseurs à diodes et thyristors. Redresseurs à modulation de largeur d'impulsion
- Conversion continu/alternatif : étude des montages onduleurs de tension et de courant, monophasé et triphasé, pleine onde et à modulation de largeur d'impulsion
- Conversion alternatif/alternatif : gradateurs
- Interactions source-convertisseur-récepteur
- Filtrage en électronique de puissance : filtres passifs, notions de filtres actifs
- Mise en évidence de l'intérêt de commutations douces

ECUE Automatique (44h)

- Modélisation dynamique des systèmes physiques : modèle de connaissance, modèle de comportement pour la commande
- Identification de systèmes simples (1er ordre, second ordre, courbes en S, ...)
- Asservissement, régulation : performances et cahier des charges pour la commande
- Correction, structure et réglage, régulateurs industriels
- Architecture d'une commande numérique et de ses périphériques
- Programmation, langages, échanges et traitement de données, correction
- Architecture de commande pour les systèmes complexes, commande des robots
- Lois de mouvements, amortissement, commande optimale
- Initiation au logiciel Matlab/Simulink. Utilisation dans le cadre de l'identification et de la synthèse de correcteurs

ECUE Mesures (56h)

- Contrôle dimensionnel
 - o Fonction métrologique en entreprise
 - o Système métrique et raccordement aux étalons nationaux et internationaux
 - o Conditions générales et méthodes de mesurage
 - o Aspects normatifs
 - o Introduction au calcul d'incertitude de mesure et déclaration de conformité



- Métrologie des grandes longueurs (moyens et méthodes)
- Définition et mise en œuvre de contrôle sur machine à mesurer tridimensionnelle (gamme de contrôle)
- Métrologie des surfaces : moyens et méthodes de mesure et de traitement et interprétation des résultats à différentes échelles (défauts de forme, ondulation, rugosité)
- Contrôle non destructif (CND)
 - Les différents types de défauts : défauts de surface, défauts internes
 - Bases physiques, principes, mises en applications et limites des différentes méthodes de CND
 - Méthodes acoustiques (ultrasons, émission acoustique)
 - Flux de matière (ressuage, étanchéité)
 - Perturbation de champs (magnétoscopie, courants de Foucault, thermographie, radiographie)
 - Critères de choix : normes, coût, automatisation, études de cas

Ressources bibliographiques

- Les convertisseurs de l'électronique de puissance Volumes 1 à 5 ; G. Séguier, P. Delarue, C. Rombault, édition Lavoisier TEC et DOC, 2007.
- Automatique appliquée ; P. de Larminat, édition Hermès Science Publications, 2009.
- Régulation Industrielle. Outil de modélisation, méthodes et architectures de commande ; E. Godoy, édition Dunod, collection Technique et ingénierie, 2014.
- Analyse et Régulation des Processus Industriels ; P. Borne, G Dauphin-Tanguy, J.P. Richard, F. Rotella, I. Zambettakis, éditions Technip, 1993.
- Métrologie dimensionnelle ; M. Dursapt, édition Dunod, 2009.
- Le contrôle non destructif ; G. Corneloup, C. Gueudré, édition Presses polytechniques et universitaires romandes, 2016.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Electronique de puissance :
 - Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Automatique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Mesures :
 - Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective

Code UE : MNUM	Titre UE : MAQUETTE NUMERIQUE		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
6	Arts et Métiers d'Aix en Provence	77H	S7 et S8
Mots-clés	Simulation CAO, Maquette numérique, Bases de données		

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	
	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

- Connaissances en mathématiques appliquées, mécanique du solide, CAO

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'utiliser les fonctions de base et avancées d'un logiciel de CMAO pour simuler le comportement cinématique et dynamique de mécanismes constitués de solides rigides**
- **De construire un référentiel numérique produit**
- **De mettre en œuvre les techniques de gestions de configurations produits**
- **De mettre en œuvre les techniques de pilotage d'un projet de conception collaborative et simultanée d'un produit**
- **De lire un modèle conceptuel de données ainsi qu'un modèle relationnel de données**
- **D'élaborer un système d'information numérique au sein d'une organisation**

Description de l'UE

ECUE Simulation CAO de systèmes mécaniques (28h)

- Modélisation analytique de systèmes mécaniques constitués de plusieurs solides en boucle ouverte
- Formulation matricielle des modèles géométriques, cinématique et dynamique
- Problématique liée à l'inversion de ces modèles pour la commande du système étudié
- Exemples types : les robots
- Mise en œuvre d'un logiciel de simulation de comportement dynamique sur différents exemples (systèmes à deux degrés de liberté jusqu'à N degrés de liberté)

ECUE Ingénierie collaborative et maquette numérique de produit (28h)

- Introduction à l'Ingénierie Numérique et Collaborative de produits complexes : enjeux, illustration dans le domaine particulier de l'aéronautique
- Concepts de l'Ingénierie Numérique et Collaborative : entreprise étendue, Product Lifecycle Management (PLM), conception intégrée, ingénierie simultanée, concurrent engineering, co-conception, ingénierie assistée par ordinateur
- Définition d'un référentiel numérique produit : Product structure, codification
- Gestion de configurations, gestion de la diversité des produits : méthodes et techniques
- Co-conception pilotée par les interfaces : modèles maîtres, conception simultanée, conception robuste
- Mise en œuvre de l'ensemble des items sur un cas pratique : avant-projet de conception collaborative d'un produit (vélo, drone...) par groupe de 4 étudiants en utilisant la plateforme de conception collaborative 3DEXPERIENCE de Dassault Systèmes

ECUE Bases de données (21h)

- Etude d'une méthode d'analyse conceptuelle du système d'information
- Implantation d'un modèle conceptuel de données sous forme de base de données relationnelle
- Etude du langage SQL
- Exemples sous ACCESS : implantation d'une base de données relationnelle et interrogation de la base de données en mode SQL et en mode assistant

Ressources bibliographiques

- Analyse et modélisation des robots manipulateurs ; E. Dombre, édition Lavoisier, 2001.
- Concurrent Engineering: Automation, Tools, and Techniques 1st Edition ; A. Kusiak, édition Wiley-Interscience, 1992.
- PLM, la gestion collaborative du cycle de vie des produits ; D. Debaecker, édition Lavoisier, 2004.
- Plateforme 3DEXPERIENCE de Dassault Systèmes, <https://www.3ds.com/fr/3dexperience>.
- Bases de données – 5^e édition ; J.L. Hainaut, Collection InfoSup, Dunod, 2022.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Simulation CAO de systèmes mécaniques : Mise en situation dans le cadre de TP : Travail individuel avec évaluation individuelle



- ECUE Ingénierie collaborative et maquette numérique de produit : Mise en situation dans le cadre de TP : Travail individuel avec évaluation individuelle
- ECUE Bases de données : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle



Code UE : EPRO2	Titre UE : ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL 2		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
6	Arts et Métiers d'Aix en Provence	63H	S7 et S8
Mots-clés	Communication, Interculturalité, Management d'équipe et fonctionnel, Développement durable, RSE, Risques professionnels		

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	
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 Entrepreneurat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Module Communication 1 et expérience passée en entreprise

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De gérer ses émotions et éviter les conflits interpersonnels**
- **De détecter les différents types de conflits et y apporter des solutions**
- **D'identifier les postures adoptées par chaque membre d'un groupe et adapter son comportement et son mode de communication en conséquence**
- **De mener un entretien de recrutement dans la posture du recruteur**
- **De prendre en compte des différences et similitudes interculturelles**
- **De comprendre que la mobilité permet le développement de compétences transférables dans le milieu professionnel**
- **De maîtriser les méthodes et outils du management d'équipe**
- **D'identifier son style de management et l'ajuster aux situations**
- **De manager en adéquation/cohérence avec les enjeux de l'entreprise et définir les objectifs, délais, indicateurs et moyen**
- **De proposer des stratégies de prévention adaptées à l'activité de l'entreprise et au contexte culturel du pays**
- **De se positionner comme un futur manager conscient de ses responsabilités sociales et sociétales en matière de prévention des risques au travail**

Description de l'UE

ECUE Communication 2 : dynamique de groupe (21h)

- L'entretien
 - o Les techniques de base de l'entretien: écoute, questionnement, reformulation
 - o Les différents types d'entretiens en milieu professionnel (hors entretiens réglementaires, abordés dans le module de management)
- La dynamique de groupe et la conduite de réunion
 - o Définition du groupe, dynamique de groupe, sociogramme
 - o Cycle de développement d'un groupe
 - o Conditions d'efficacité d'un groupe au travail
 - o Phénomènes de groupe
 - o Différents types de réunions
 - o Préparation et animation d'une réunion
 - o Aspects matériels de l'organisation d'une réunion et ses incidences
 - o Rédaction d'un compte rendu : types de compte-rendu, le relevé de décisions
 - o Les fonctions de l'animateur
- La gestion des conflits
 - o Définition du conflit
 - o Analyse à cinq niveaux
 - o Analyse systémique des sources du conflit
 - o Notion d'assertivité

ECUE Communication 3 : interculturelité (14h)

- La culture : caractéristiques et mécanismes
- Les composantes de la culture
- Le choc culturel
- La communication interculturelle
- La démarche interculturelle : décentration, pénétration du cadre de l'autre, négociation

ECUE Management des hommes et des équipes (21h)

- Management situationnel de Hersey et Blanchard (méthode, outils, tableaux de bord et questionnaire)
- Moyens d'actions du manager (management individuel et collectif)
- La délégation
- Management par objectifs



- Nouvelles formes de management (management intergénérationnel, par l'Intelligence collective, en mode projet, management agile, LEAN management ...)
- Les leviers d'action de la motivation (valorisation, reconnaissance et rémunération)
- Les différents entretiens règlementaires (enjeux, finalités, déroulé, conseils)
- Management de la performance : l'entretien annuel (démarche, enjeux, finalités, déroulement, préparation, conseils suivis, entraînement, droits à la formation)
- Management de projet (constitution de l'équipe, organisation, règles du jeu, critères de confiance, outils de la qualité)
- Autorité, pouvoir et Leadership
- Les Risques Psychosociaux (typologie, causes, symptômes, plan d'actions management préventifs...)

ECUE Management de la sécurité (7h)

- L'organisation de la prévention des risques professionnels en France et à l'international
- Les principes généraux de prévention, les textes fondamentaux
- Le document unique d'évaluation des risques professionnels
- Notion d'accident du travail, trajet, maladie professionnelle
- Statistiques AT/MP, indicateurs, TF, TG, IF
- Origine des accidents : les facteurs de risques techniques et organisationnels, le facteur humain
- Analyse des accidents : la méthode, le plan d'action
- Coût des accidents du travail
- Responsabilité civile et pénale de l'employeur
- Les outils de management de la Santé Sécurité au travail, référentiels et systèmes de certification nationaux et internationaux

Ressources bibliographiques

- L'affirmation de soi : Mieux gérer ses relations avec les autres (16ème édition) ; D. Chalvin, édition ESF, 2016.
- L'épreuve des différences - L'expérience d'une entreprise mondiale ; P. d'Iribarne, édition Seuil, collection La couleur des Idées, 2009.
- Comment réussir une négociation ; R. Fisher, W. Ury, B. Patton, édition Seuil, 2006.
- Management of organizational behavior ; P. Hersey, K.H. Blanchard, D.E. Johnson, édition Prentice Hall, 2010 (en anglais).
- L'acteur et le système ; M. Crozier, E. Friedberg, édition Seuil, collection Points, 2014.
- Changements : Paradoxes et psychothérapie ; P. Watzlawick, J. Weakland et R. Fisch, édition Seuil, collection Points, 2014.
- Manager son équipe au quotidien ; B. Diridollou, Eyrolles, 2014.
- Référentiels MASE et ISO 45001:2018.
- Norme ISO 31000 Management du risque.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques
- Méthode inductive et déductive

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Communication 2 : trois simulations de situation professionnelle (une par journée) évaluées à partir d'une grille d'observation critériée de la posture de l'apprenant - Evaluation individuelle
- ECUE Approche interculturelle de la mobilité : QCM - Evaluation individuelle
- ECUE Management d'équipe et fonctionnel : trois simulations de situation professionnelle (une par journée) évaluées à partir d'une grille d'observation critériée de la posture de l'apprenant - Evaluation individuelle
- ECUE Management de la sécurité : QCM - Evaluation individuelle



Code UE : GIND	Titre UE : GESTION INDUSTRIELLE		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M1	2 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
9	Arts et Métiers d'Aix en Provence	112H	S7 et S8
Mots-clés	Investissements, Droit des affaires, Qualité, Production, Maintenance		

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	
	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	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Modules Organisation de l'entreprise et Management de projet
- Notions de statistiques, de comptabilité générale et analytique
- Sensibilisation au fonctionnement réel de l'entreprise industrielle apportée par le temps passé en entreprise lors des semestres 5 et 6

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De connaître les différents types d'investissement et de financement indispensables aux cycles financiers de l'entreprise**
- **De construire et d'utiliser un tableau des Cash-Flow avec différents types de financement**
- **De lire, comprendre, interpréter, commenter de façon écrite et orale un arrêt de droit des affaires**
- **D'analyser un contrat et repérer les clauses particulières**
- **De comprendre le fonctionnement du droit de la propriété intellectuelle, retrouver des brevets et résoudre des litiges en relation avec le droit des brevets**
- **De maîtriser les outils fondamentaux de la qualité**
- **De maîtriser les principes fondamentaux des normes ISO**
- **D'analyser les flux de production**
- **De dimensionner et de mettre en place les modes pertinents de gestion des flux de production**
- **D'analyser et d'intégrer les clauses règlementaires et prescriptions d'exploitation et de maintenance des technologies**
- **De dimensionner et optimiser la maintenance et le support logistique associé**

Description de l'UE

ECUE Financement des investissements (21h)

- L'investissement
 - o Analyse financière
 - o Critères de choix
 - o Actualisation
 - o Amortissement
 - o Besoin en fonds de roulement
 - o Elaboration des tableaux de flux
 - o Cash-Flow
 - o Rentabilité
- Le financement
 - o Autofinancement : plus-values, épargne, capitaux propres, amortissement comptable
 - o Financement externe : système bancaire, marché financier
 - o Critères de choix des modes de financement
 - o Effet de levier financier

ECUE Droit des affaires (21h)

- Introduction au droit des affaires
 - o Relation entre droit et économie
 - o Distinction entre les différentes formes de droit
 - o Place du droit dans le quotidien de l'ingénieur
- Le cadre juridique et constitutionnel
 - o Pouvoirs publics/privés économiques
 - o Organisation judiciaire
 - o Sources du droit
- L'activité économique et les principes juridiques fondamentaux
 - o La preuve des actes et des faits juridiques
 - o Contrats : condition de validité et typologie
 - o Responsabilités civile et pénale

- L'activité commerciale : l'entreprise commerciale, l'entreprise individuelle et l'entreprise sociétaire, les sociétés commerciales
- La propriété intellectuelle

ECUE Management de la qualité (14h)

- Historique de la qualité : du contrôle qualité au management de la qualité
- La norme ISO 9001 et ses différentes révisions, la certification
- Approche par les processus
- Outils et méthodes de la qualité (analyse fonctionnelle, analyse de la valeur, AMDEC)
- Coûts liés à la qualité : coût de la non qualité, coûts de prévention, de contrôle, de dysfonctionnement
- Satisfaction client

ECUE Gestion de production (28h)

- Typologies de production, enjeux de la gestion de production
- Techniques de prévisions auto-projectives et explicatives pour PIC, PDP, court terme
- Gestion des opérations :
 - o Flux tirés : lotissement, réapprovisionnements et lancement fixes, périodiques, optimisation sous contraintes
 - o Flux poussé : MRP1, lotissement, MRP2 charge-capacité
 - o GPAO, APS
 - o Flux tendus : JAT, Kanban, Lean

ECUE Gestion de la maintenance industrielle (28h)

- Définitions et bases méthodologiques de gestion de la fonction maintenance
 - o Terminologie au sens de la norme: Fiabilité/maintenabilité/disponibilité
 - o Principaux indicateurs – Etude de cas
 - o Types de maintenance
 - o Types de défaillance
 - o Identification des modes de défaillance les plus pénalisants – Pareto - Etude de cas
- Maintenance basée sur la fiabilité
 - o Fonctions de fiabilité
 - o Lois de probabilité (exponentielle, Weibull)
 - o Maintenance améliorative : caractérisation technico-économique – Etudes de cas
 - o Dimensionnement de la politique de maintenance préventive – Etude de cas
- Politique de gestion des stocks de pièces de rechange par point de commande – Etude de cas
- Analyse de Modes de Défaillance et de leur criticité
- Gestion de la maintenance assistée par ordinateur

Ressources bibliographiques

- Finance d'entreprise ; G. Legros, édition Dunod, collection Mini Manuel, 2014.
- Droit de l'entreprise : l'essentiel pour comprendre le droit ; D. Fasquelle, M.A. Fasquelle-Leonetti, J.P. Bertrel, M. Bertrel, édition Lamy, 2009.
- Conduire une démarche qualité ; P. Détrie, édition Editions d'Organisation, 2001.
- Norme ISO 9001 : 2015 Systèmes de management de la qualité — Exigences
- Gestion de la production et des flux ; V. Giard, édition Economica, collection Gestion, 2003.
- La Fonction maintenance ; F. Monchy, édition Masson, 1997.
- Optimisation d'une politique de maintenance ; P. Lyonnet, TEC ET DOC, 1999.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques
- Méthode déductive et inductive

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Financement des investissements : trois simulations de situation professionnelle (une par journée) - Evaluation individuelle
- ECUE Droit des affaires : Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
- ECUE Management de la qualité : Étude de cas écrit - Evaluation individuelle



- ECUE Gestion de production : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Gestion de la maintenance industrielle : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : MAIN	Titre UE : OPTION MAINTIEN EN CONDITION OPERATIONNELLE		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
20	Arts et Métiers d'Aix en Provence	203H	S9
Mots-clés	Management de la maintenance, Maintenance curative, Maintenances préventives		

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	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
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	X
	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

- Unités d'Enseignement de 1A et 2A

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'appréhender une approche globale de la maintenance pour aller vers un management de la maintenance**
- **D'établir un cahier des charges d'une chaîne de mesure et d'évaluer la qualité d'une mesure**
- **De connaître les principaux procédés de protection et de réparation des surfaces métalliques : principes, conditions d'application et aspects technico-économiques.**
- **D'appréhender les phénomènes de contact, d'usure et de lubrification pour une maintenance rationnelle**
- **De connaître le traitement des déchets industriels, des sites et des sols pollués et les dispositions réglementaires concernant ces sujets**

Description de l'UE

ECUE Management de la maintenance (70 heures)

- Politique de maintenance, analyse économique, coûts globaux
- Prise en compte de la sécurité, analyse des risques
- Informatisation de la maintenance, indicateurs, tableaux de bord
- Sous-traitance, contrats, certification
- Etudes de cas dans différents contextes industriels (intervenants extérieurs, visite de site)

ECUE Maintenance curative : entretien et réparation (70 heures)

- Principaux procédés de protection et de réparation des surfaces métalliques : principes, conditions d'application et aspects technico-économiques
- Phénomènes de contact, d'usure et de lubrification
- Traitement des déchets industriels, dispositions réglementaires

ECUE Maintenances préventives (63 heures)

- Cahier des charges d'une chaîne de mesure : technologie des capteurs, analyse du signal
- Analyse des différents modes de maintenance et des méthodes de maintenance conditionnelle

Ressources bibliographiques

- Management de la maintenance – 2^e édition ; R. Cuignet, collection Fonctions de l'entreprise édition Dunod, 2008.
- Management de la maintenance selon l'ISO 9001:2008 ; G. Laloux, édition AFNOR, 2009.
- Pratique de la maintenance préventive – 3^e édition ; J. Heng, collection Technique et Ingénierie, édition Dunod, 2011.
- Analyse vibratoire en maintenance – 3^e édition – Surveillance et diagnostic des machines ; A. Boulenger et C. Pachaud, collection Technique et Ingénierie, édition Dunod, 2013.
- Procédés de soudage ; K. Weman, collection Technique et Ingénierie, édition Dunod, 2012.
- Traitements et revêtements de surface des métaux ; R. Lévêque, collection Technique et Ingénierie, édition Dunod, 2007.
- Traitement des pollutions industrielles - Eau. Air. Déchets. Sols. Boues ; E. Koller, édition Dunod, collection Technique et Ingénierie, 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Management de la maintenance: Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Maintenance curative : entretien et réparation :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - o Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Maintenances préventives :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

- Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective

Code UE : EPRO3	Titre UE : ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL 3		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
4	Arts et Métiers d'Aix en Provence	42H	S10
Mots-clés	Mission RH, Développement personnel et professionnel		

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

- Notions de fonctionnement global d'une entreprise et de son organisation
- Connaissances générales sociales et juridiques
- Expérience en entreprise

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De comprendre le fonctionnement d'une entreprise et l'importance stratégique et opérationnelle de la gestion globale et au quotidien des ressources humaines**
- **D'adapter son management, de comprendre le comportement de son équipe face aux contraintes du marché, de l'entreprise en vue de l'obtention de résultats durables**
- **De valoriser ses compétences professionnelles et personnelles dans le cadre d'une recherche d'emploi ou d'un recrutement national ou à l'international**
- **D'expliquer ses choix de formation, ses différentes expériences et ce qu'il en a retiré comme enseignements lors d'un entretien d'embauche dans un contexte national ou international**

Description de l'UE

ECUE Mission RH du manager (7h)

- Importance stratégique des RH dans l'entreprise. Place, missions
- Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences
- Le recrutement
- Les leviers opérationnels d'un manager
- Les relations sociales. Influences. Pouvoirs

ECUE Evolutions personnelle et professionnelle (21h)

- Construction du projet professionnel à court et moyen terme
- Rédaction du CV (état civil, accroche, expérience, formation, langues...) et d'une lettre de motivation
- Entretiens de recrutement : déroulement, attitudes à adopter, synchronisation comportementale, simulation d'entretiens
- Constitution d'un dossier personnel récapitulatif capitalisant les expériences et identifiant les acquis (technologiques, outils, méthodes, processus...)

ECUE Personal branding and leadership courses (14h)

- Personal branding course
 - o Manage your personal brand and professional image to reflect who you really are
 - o Leverage your personal brand and professional image to move your career forward
 - o Align your personal brand and professional image with your career goal
- Leadership challenge course

Thinking on five practices of exemplary leadership :

 - o Model and become a leader who models the way
 - o Inspires a shared vision
 - o Challenges the process
 - o Enables others to act
 - o Encourages the heart

Ressources bibliographiques

- Psychologie du travail et des organisations ; C. Lemoine, édition Dunod, collection Psycho Sup, 2012.
- Gestion des ressources humaines ; B. Martory, D. Crozet, édition Dunod, 2016.
- Le bilan de compétences ; C. Debray et S. Famery, édition Eyrolles, collection Emploi Carrière, 2010.
- Le grand livre de l'entretien d'embauche ; Collectif, édition Studyrama, 2011.
- Réussir sa carrière grâce au personal branding. Gérer son identité et sa réputation professionnelles ; O. Zara, L. Le Meur, édition Eyrolles, collection Organisation, 2009.



Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques
- Méthode déductive et inductive

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Mission RH du manager : QCM - Evaluation individuelle
- ECUE Evolutions personnelle et professionnelle : trois simulations de situation professionnelle (une par journée) évaluées à partir d'une grille d'observation critériée de la posture de l'apprenant - Evaluation individuelle
- ECUE Personal branding and leadership courses : Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle



Code UE : INOV	Titre UE : INNOVATION ET CREATIVITE		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
6	Arts et Métiers d'Aix en Provence	140H	S10
Mots-clés	Innovation, Marketing, Lean		

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	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	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

- Connaissance de l'entreprise acquise pendant les deux premières années de l'apprentissage

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De modéliser, de décrire et manager l'innovation comme un processus, depuis la génération d'idées jusqu'à la concrétisation en un produit (ou service) vendable, reproductible et dégagant une profitabilité**
- **D'acquérir une démarche entrepreneuriale active en faveur de l'innovation**
- **De maîtriser des bases de données de propriété industrielle pour la recherche d'antériorités**
- **D'avoir une gestion stratégique des différentes phases de la vie d'un brevet d'invention afin d'en optimiser le potentiel économique**
- **De manipuler des connaissances théoriques et des outils en marketing dans des situations concrètes et des secteurs divers dans un contexte d'innovation**
- **D'acquérir un savoir et des méthodes de travail sur la création de produit à partir de l'usage du client (design thinking)**
- **De définir, mettre en œuvre et réussir un projet innovant en équipe pluridisciplinaire**

Description de l'UE

ECUE Principes et outils de l'innovation (49h)

- Vision globale de l'innovation : champs couverts, approches, cohérence avec le fonctionnement de l'entreprise et sa stratégie, impacts techniques et humains
- Entrepreneuriat, Lean start-up, effectuation
- Créativité et management de l'innovation : stratégie, organisation personnelle et professionnelle, pilotage et arbitrage, freins individuels et collectifs, conduite du changement, outils management humain et innovation
- Stratégie de la propriété industrielle : solutions disponibles, contextes économique, règlementaire et stratégique, cycle de vie du brevet

ECUE Marketing (14h)

- Introduction au marketing et démarche marketing
- Diagnostic stratégique marketing : interne & externe, SWOT
- Segmentation - Ciblage – Positionnement
- Choix d'une stratégie marketing
- La compréhension du consommateur au cœur du marketing
- Marketing et innovation Introduction aux études de marché

ECUE Projet interdisciplinaire Innovation Durable & Entrepreneuriat (77h)

Projet encadré interdisciplinaire (mécanique, génie électrique, systèmes embarqués et communicants) par groupes mixtes inter-Écoles (Arts et Métiers, ISEN Marseille, ISEN Toulon, Polytech Nice Sophia) de 4-5 apprentis. L'objectif est de concevoir et créer un produit/service technologique innovant (maquette, prototype) dans le respect des principes du développement durable, tant au niveau de la conception que de l'usage. Les apprentis, encadrés par des ingénieurs en activité, doivent architecturer le projet en se basant sur le canevas suivant :

- Choix du projet : problématique (technique, sociétale, environnementale), objectifs
- Développement durable / Ecoconception : Matrice MET (Materials-Energy-Toxicity), impacts environnementaux, gains environnementaux des solutions proposées
- Résultats attendus, livrables
- Planning du projet
- Proposition de valeur : apport aux clients potentiels, valeur ajoutée, concurrence
- Etude de marché, segmentation clients
- Stratégie en matière de commercialisation et de propriété industrielle
- Choix de la structure juridique appropriée pour porter le projet
- Elaboration du business plan
- Définition du besoin en fond de roulement



Ressources bibliographiques

- L'innovation : de l'idée au lancement ; D. Gotteland, C. Haon, J.M. Boulé, édition Dunod, 2017.
- Management de l'innovation et Globalisation ; S. Ben Mahmoud-Jouini, F. Charue-Duboc, C. Midler, édition Dunod, 2015.
- Lean Startup : adoptez l'innovation continue ; E. Ries, édition Pearson, 2015.
- Eco-conception. Indicateurs. Méthodes. Réglementation ; P. Schiesser, Collection Technique et ingénierie, édition Dunod, 2011.
- Matériaux et environnement. Choix éco-responsable en conception ; M.F. Ashby, Collection Technique et ingénierie, édition Dunod, 2011.
- Le marketing - 7^e édition. Études, moyens d'action, stratégie ; D. Lindon, F. Jallat, édition Dunod, 2016.
- L'essentiel du marketing - 3^e édition ; E. Vernet, édition Eyrolles, 2008.
- Management & Financement De L'innovation ; B. Yon, édition Eyrolles, 2015.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques
- Méthode déductive et inductive

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Principes et outils de l'innovation :
 - o Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
 - o QCM - Evaluation individuelle
- ECUE Marketing : contrôle continu : Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
- ECUE Projet interdisciplinaire Innovation Durable & Entrepreneuriat :
 - o Projet : Travail en équipe avec évaluation collective
 - o Rapport écrit - Evaluation collective
 - o Soutenance orale - Evaluation individuelle

Code UE : IAFF	Titre UE : INGENIEURS D'AFFAIRES		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
20	ISEN Marseille	203H	S9
Mots-clés	Ingénieur d'affaires, Marketing, Négociation, Gestion de projets		

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	
	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	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- UE d'Environnement professionnel 1A et 2A

Acquis d'apprentissage visés

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

- **De comprendre l'environnement social, organisationnel, économique, et commercial de l'IAF dans les secteurs de la mécanique, de l'électricité, de l'informatique et de l'électronique et de savoir s'y intégrer**
- **D'appréhender les stratégies de développement d'affaires dans les relations B2B2C nationales et internationales**
- **De conduire des négociations de ventes en français et en anglais**
- **De mettre en adéquation son potentiel commercial avec les techniques de vente**
- **D'élaborer un contrat (finance et juridique).**

Description de l'UE

ECUE Ingénieurs d'affaires 1 (63 heures)

- L'ingénieur d'affaires centré client
- Economie de l'industrie et de l'innovation
- Marketing B to B to C et Marketing digital (FR/EN)
- Operation supply chain management

ECUE Ingénieurs d'affaires 2 (56 heures)

- Négociation et ventes
- Négociation B to B to C
- International Business et Négociation (FR/EN)

ECUE Ingénieurs d'affaires 3 (84 heures)

- Gestion de Projets (Certification PMI)
- Projet Agile en ingénierie d'affaires

Ressources bibliographiques

- Le manuel de l'ingénieur d'affaires – 4e édition ; H. Fraisse, M. Corcos, Dunod, 2005.
- De l'ingénierie d'affaires au management de projet ; H.G. Minyem, Eyrolles, 2014.
- La boîte à outils de la négociation – 2e édition ; P. Stern, J. Mouton, Dunod, 2022.
- Marketing management – 16e édition ; P. Kotler, K. Keller, D. Manceau, A. Hemonnet, Pearson, 2019.
- Pratiques de management de projet - 40 outils et techniques pour prendre la bonne décision ; V. Drecq, Dunod, 2014.
- Pmp® - préparer la certification Pmp® avec le guide Pmbok® 7e édition ; D. Chaplin, H. Kchaou, 2022.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, étude de cas, mise en situation professionnelle

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Ingénieurs d'affaires 1 :
 - o Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
 - o Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Ingénieurs d'affaires 2 :
 - o Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
 - o Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Ingénieurs d'affaires 3 :
 - o Étude de cas écrit - Evaluation individuelle
 - o Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle

Code UE : IGSC	Titre UE : OPTION MECATRONIQUE		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
20	Arts et Métiers d'Aix en Provence	203H	S9
Mots-clés	Mécatronique, Systèmes embarqués, Compatibilité électromagnétique, Transmission de puissance		

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	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	
	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	X
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Unités d'Enseignement de 1A et 2A

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'appréhender la qualité des grandeurs électriques et des puissances mises en jeu dans un échange énergétique**
- **De comprendre, modéliser et simuler un système mécatronique, c'est-à-dire l'ensemble convertisseur-machine en montrant l'intérêt de la vitesse variable, dans le but de la mise au point du contrôle-commande de l'actionneur**
- **De connaître les différents concepts technologiques, leurs applications, les éléments de dimensionnement et d'optimisation des principales liaisons et des systèmes de transmission de puissance**
- **De connaître les concepts technologiques nécessaires pour aborder les systèmes mécatroniques complexes**
- **De comprendre l'intérêt de la mécatronique pour la conception et le dimensionnement de systèmes intelligents**

Description de l'UE

ECUE Systèmes embarqués (28 heures)

- Systèmes embarqués : notions générales
- Architectures des systèmes à microcontrôleurs : microcontrôleurs, mémoires, gestion de l'énergie
- Topologie des bus électroniques et de terrain (SPI, I²C, UART, CAN)
- Mise en œuvre de systèmes embarqués à base de capteurs et d'actionneurs
- Mise en œuvre de systèmes temps réels

ECUE Compatibilité électromagnétique (28 heures)

- Sources de perturbation : naturelles, électrostatiques, technologiques
- Les phénomènes de couplage et leurs effets indésirables
- Les techniques de protection en CEM : disposition des éléments, blindage, filtrage, surtension
- Méthodes d'investigation.

ECUE Technologie de construction mécanique (56 heures)

- Concepts technologiques de base
- Dimensionnement et optimisation des principales liaisons et systèmes mécaniques de transmission de puissance :
 - o Courroie : courroie trapézoïdale, courroie dentée, rapport de vitesse, utilisation, avantages et inconvénients
 - o Chaîne : utilisation, avantages et inconvénients
 - o Accouplements d'arbres : utilisation, les différents accouplements d'arbres (bride, flexible, par axes, à lamelles...), avantages et inconvénients
 - o Engrenages : rapport de vitesse, utilisation, avantages et inconvénients
- Éléments de conception d'une chaîne cinématique d'un axe de machine

ECUE Systèmes mécatroniques (35 heures)

- Systèmes mécatroniques complexes
- Optimisations au travers de la mécatronique
- Mise en œuvre dans des systèmes réels.

ECUE Projet Véhicule électrique (56 heures)

- Composantes énergétiques de chaînes de traction électrique
- Modélisation des flux d'énergie
- Dimensionnement de la chaîne de traction d'un véhicule électrique
- Contrôle-commande de la chaîne technologique globale

Ressources bibliographiques

- Compatibilité électromagnétique – Volumes 1 et 2 – Des concepts de base aux applications ; P. Degauque et A. Zeddou, édition Hermès – Lavoisier, 2007.
- CEM – Parasites et perturbations électroniques, 4 tomes ; A.Charoy, édition Dunod, 2006.



- Guide des sciences et technologies industrielles ; J.-L. Fanchon, édition AFNOR NATHAN, 2022.
- Systèmes mécaniques - Théorie et dimensionnement ; M. Aublin, édition Dunod, collection Sciences Sup, 2005.
- Modélisation et commande de la machine asynchrone ; J.P. Hautier, J.P. Caron, édition Technip, 1995.
- Méthodes de commande des machines électriques ; R. Husson, édition Hermès – Lavoisier, Série Génie électrique, 2003.
- Introduction à l'analyse et à la commande des systèmes non linéaires ; Ph. Müllhaupt, édition Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées, travaux pratiques, projet de groupe.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Systèmes embarqués :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - o Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Compatibilité électromagnétique :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - o Mise en situation dans le cadre de TP : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Technologie de construction mécanique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Systèmes mécatroniques : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Projet Véhicule électrique :
 - o Projet : Travail en équipe avec évaluation individuelle
 - o Rapport écrit - Evaluation collective
 - o Soutenance orale - Evaluation individuelle



Code UE : INFE	Titre UE : OPTION INGENIERIE DES FLUX D'ENERGIE		
Directeur(rice) du programme	frederic.duband@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S GE		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
20	Arts et Métiers d'Aix en Provence	203H	S9
Mots-clés	Énergies renouvelables, Réseaux d'énergie électrique, Smart Grids		

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	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	X
	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	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

Prérequis spécifiques

- Unités d'Enseignement de 1A et 2A

Acquis d'apprentissage visés

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

- De connaître les techniques de conduite d'un réseau d'énergie électrique
- De prévoir les outils nécessaires pour la conduite d'un réseau électrique
- De mettre en place les structures logicielles d'une conduite évoluée
- De détecter les modes dégradés des réseaux
- De modéliser les éléments et les systèmes lors de ces modes dégradés
- D'analyser suivant le triptyque : Sureté de fonctionnement-Maintenance-Support logistique
- De proposer les solutions pour remédier à ces défauts
- De mettre en place les maintenances (curative, préventive) permettant de résoudre ces dysfonctionnements
- De connaître toutes les sources d'énergies renouvelables, les grandeurs associées, les limites
- De connaître les objectifs d'un réseau intelligent
- D'élaborer la (les) structures d'un réseau intelligent
- De connaître les besoins de mesures nécessaires à la création d'un réseau intelligent
- De comprendre les architectures des outils informatiques utiles au développement des réseaux intelligents
- De connaître la structure des réseaux
- D'actionner les leviers pour régler et maintenir la tension d'un réseau
- De pouvoir prendre en compte l'aspect éthique dans le développement d'un projet

Description de l'UE

ECUE Conduite et dimensionnement des réseaux d'énergie électrique (49 heures)

- Centres de conduite : aspects temps réel, architecture, acquisitions de données et télécommande , état du réseau (optimisation, fiabilité et sécurité), échanges d'informations entre applications et entre centres de conduite
- Gestion et analyse des modes dégradés en haute tension A et haute tension B, courants de court-circuit, arc électrique, dispositifs de protection.

ECUE Gestion des réseaux d'énergie électrique (63 heures)

- Caractéristiques des réseaux de distribution
- Réglage de la tension en présence de production décentralisée
- Intégration des systèmes éoliens
- Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau
- Sûreté de fonctionnement des réseaux de distribution en présence de production décentralisée
- Pilotage de charges dans la gestion des réseaux de distribution
- L'électronique de puissance dans les réseaux électriques de distribution du futur

ECUE Energies renouvelables (77 heures)

- Les ressources solaires, hydrauliques, éoliennes, houle et marées, géothermiques
- La production d'énergie électrique renouvelable, ses avantages
- La génération photovoltaïque solaire : les technologies existantes, les contraintes d'utilisation et d'installation
- Les centrales hydrauliques
- Les difficultés : intermittence dans la production d'électricité, le coût énergétique global (analyse du cycle de vie)
- Démarche éthique

ECUE Flux d'énergie – Smart grids (14 heures)

- Définition et objectifs d'un réseau intelligent
- Verrous scientifique, technologique, commerciaux et sociologiques
- Architecture, planification et reconfiguration des réseaux
- Supervision : outils de pilotage et d'aide à la décision

ECUE Démarche éthique (7 heures)

- Ethique individuelle, éthique d'entreprises
- Fondements, différentes acceptations du terme, compatibilités
- Contrainte indispensable, frein ou moteur d'activité

Ressources bibliographiques

- Planification des réseaux électriques ; M.C. Alvarez-Hérault, Éditions universitaires, 2011.
- Production décentralisée et réseaux de distribution ; R. Caire, Éditions universitaires, 2010.
- Analyse des réseaux triphasés en régime perturbé à l'aide des composantes symétriques ; B. De Metz-Noblat, Cahier n° 18, Schneider Electric, Grenoble, 2005.
- Les calculs sur les réseaux électriques BT et HT ; B. De Metz-Noblat, Cahier technique n°213, Schneider Electric, Grenoble, 2004.
- Les techniques de coupure en MT ; S. Théoleyre, Cahier technique n°193, Schneider Electric, Grenoble, 1998.
- Le contact électrique Tome 1 ; L. Fechant, Hermès, 1995.
- Les nouvelles technologies de l'énergie, traité EGEM, série Génie Electrique, tome 1 : les énergies renouvelables ; J.C. Sabonnadière, éditions Lavoisier, 2007.
- Les réseaux électriques de distribution ; N. Hadjsaïd, Hermès, 2010.
- Les nouvelles régulations électriques 1 ; M. Lapeyre, Hermès, 2012.
- Les nouvelles régulations électriques 2 ; M. Lapeyre, Hermès, 2012
- La distribution d'énergie électrique en présence de production décentralisée ; N. Hadjsaïd, Hermès, 2010.
- Smart Grids. Les réseaux intelligents ; J.C. Sabonnadière, N. Hadjsaïd, Hermès, 2012.
- Smart Grids et stockage ; Collectif, Presse des Mines, 2013.

Méthodes générales d'enseignement

L'enseignement est basé sur un ensemble de Cours Magistraux (CM) de type Conférence donnés en général par des spécialistes d'EDF, EDF EN, ENEDIS, RTE pour les réseaux nationaux et de la SNEF, CEA, ARCELOR MITTAL...pour les réseaux au sein des structures industrielles. Des Travaux Dirigés porteront sur des études de cas. Une (ou des) visite pourra être proposée aux apprentis pour présenter les structures étudiées.

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Conduite et dimensionnement des réseaux d'énergie électrique :
 - o Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
 - o Projet : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Gestion des réseaux d'énergie électrique : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Energies renouvelables : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Flux d'énergie – Smart grids : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Démarche éthique : Projet : Travail en équipe avec évaluation collective

Code UE : ISAS	Titre UE : OPTION INGENIERIE DES SYSTEMES AERONAUTIQUES ET SPATIAUX		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
20	Arts et Métiers d'Aix en Provence	203H	S9
Mots-clés	Aéronefs, Hélicoptères, Satellites, Propulsion		

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	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	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	
	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	
	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

- Unités d'Enseignement de 1A et 2A

Acquis d'apprentissage visés

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

- De bien connaître les aéronaves et situer d'un point de vue constructeur aéronautique les points sensibles en termes de maintenance et de sûreté de fonctionnement
- De bien connaître les satellites et situer d'un point de vue constructeur aérospatial les points sensibles en termes de maintenance de sûreté de fonctionnement

Description de l'UE

ECUE Systèmes aéronautiques (98 heures)

- La motorisation des aéronaves
 - o Phénomènes physiques et caractérisation
 - o Les différentes motorisations
 - o Les points sensibles en termes de maintenance
- Les hélicoptères
 - o La transmission de puissance
 - o La cellule et les équipements
 - o Les rotors
 - o L'intégration de la motorisation
 - o L'avionique
 - o Les différents circuits (électriques – hydraulique – carburant)

ECUE Systèmes aérospatiaux (105 heures)

- Ingénierie système appliquée au spatial
 - o L'environnement spatial et ses contraintes (phase de lancement / orbite)
 - o Bases théoriques de mécanique orbitale
 - o Charges Utiles (Telecom, optiques)
 - o Architecture d'un satellite (mécanique et thermique, électrique, intégration et validation)
 - o Bilans Systèmes (Dissipation / Puissance / Masse, centrage et inertie / Pointage / Ergols)
 - o Le maintien à poste
 - o Visite du site de Thales Alenia Space Cannes
- Ingénierie mécanique, thermique et propulsion

Ressources bibliographiques

- Astronautique - Mécanique spatiale - Lois de Kepler, orbites terrestres, trajets interplanétaires ; L. Bovet, édition Ellipses, 2017.
- Lanceurs & Satellites ; P. Couillard, éditions Cépaduès, 2005.
- Polycopiés de cours des intervenants de Thales Alenia Space.
- Mécanique du vol de l'hélicoptère ; P. Rougier, éditions Lavoisier, 2015.
- Théorie Élémentaire de l'Hélicoptère - Initiation par l'image – 2e édition ; R. Raletz, éditions Cépaduès, 2009
- Polycopiés de cours des intervenants de Airbus Helicopter.

Méthodes générales d'enseignement

- Cours, études dirigées

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Systèmes aéronautiques : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle
- ECUE Systèmes aérospatiaux : Questions / réponses à l'écrit (test sur table) - Evaluation individuelle

Code UE : PROD	Titre UE : OPTION LEAN ET INDUSTRIE 4.0		
Directeur(rice) du programme	jean-eric.masse@ensam.eu Responsable pédagogique P.I.S MECA		
Année d'Étude	Programme	Type	Langue d'étude
Niveau M2	3 ^e année Programme Ingénieur de Spécialité	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Année / Semestre
20	Arts et Métiers d'Aix en Provence	203H	S9
Mots-clés	Production, Supply Chain, Lean		

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	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
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	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

- Unités d'Enseignement de 1A et 2A

Acquis d'apprentissage visés

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

- **D'identifier, décrire, analyser et spécifier les systèmes de production à travers l'étude de différents modèles et selon différents points de vue ; sensibiliser les apprenants aux risques professionnels**
- **De connaître les concepts du Lean management afin qu'ils puissent maîtriser les étapes de la transformation Lean ; repérer les changements culturels, organisationnels et managériaux nécessaires au déploiement du Lean ; repérer les gaspillages et s'organiser pour les réduire**
- **De comprendre une stratégie d'entreprise et piloter une chaîne logistique ; maîtriser les différents leviers de gestion de la charge et de la capacité ; structurer un système d'information**

Description de l'UE

ECUE LEAN – Industrie 4.0 (70 heures)

- Co développement LEAN - Industrie 4.0 : application en usine école : fabrication et assemblage de lampes dynamométriques
- Lean Ressource Humaines : stratégie RH dans le déploiement de l'excellence opérationnelle
- Serious game Lean Service : application des principes du Lean dans les entreprises de service
- Simulation des opérations et jumeau numérique
- Configuration des systèmes de production et Smart Factory

ECUE Supply chain management (49 heures)

- Pilotage de la supply chain et planification : plan industriel et commercial, programme directeur de production et calcul des besoins, Beer Game
- Nouveaux modèles de pilotage : big data analysis et intelligence artificielle
- Mise en œuvre dans le cadre des prévisions commerciales
- Logique de distribution

ECUE Management et RSE (49 heures)

- Management : plan de charge, objectifs et priorisation, les formes de pouvoir et le leadership, recadrage et défense des équipes
- Ethique
- Communication : développement de son profil communicant, communication factuelle, précise et proactive, complexité, prise de parole en public, résolution de conflit
- Business game Kalypso : gestion d'une entreprise de fabrication de bateaux dans un environnement fortement concurrentiel
 - o Analyse de documents comptables de synthèse
 - o Analyse de documents d'études commerciales (parts de marché, coefficients saisonniers)
 - o Calcul de coûts et de marges
 - o Elaboration de plans de production, de prévisions commerciales et de rentabilité compte tenu de choix stratégiques commerciaux
 - o Travail en groupe : organisation, respect des consignes, négociation

ECUE Application en entreprise (35 heures)

- Gemba Walk : visite dans les entreprises partenaires
 - o voir les processus réels de gestion industrielle
 - o comprendre le travail des opérationnels
 - o poser les questions
 - o apprendre sur place

Ressources bibliographiques

- Gestion de la production - Comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir ; F. Blondel, édition Dunod, collection Fonctions de l'entreprise, 2007.
- Management industriel et logistique ; G. Baglin, O. Bruel, L. Kerbache, J. Nehme, C. Van Delft, édition Economica, 2013.



- Les basiques du Lean manufacturing - Dans les PMI et ateliers technologiques ; P. Bedrey, édition Eyrolles, 2012.
- Le Management Lean ; G. Beauvallet, M. Ballé, Pearson 2013.
- Le Supply chain management ; F. Baron, M. Fender, édition Dunod L'Usine Nouvelle 2014.
- La boîte à outils du pilote des systèmes d'information ; J.L. Foucard, édition Dunod, Collection La boîte à Outils, 2014.

Méthodes générales d'enseignement

- Serious game, simulation, mise en situation, usine-école
- Travaux personnels et de groupe

Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE LEAN – Industrie 4.0 : Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Supply chain management : Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
- ECUE Management et RSE :
 - o Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
 - o Projet : Travail en équipe avec évaluation collective
- ECUE Application en entreprise :
 - o Simulation de situation professionnelle - Evaluation individuelle
 - o Projet : Travail en équipe avec évaluation collective